

# L@CERTIDAE

EIDECHSEN ONLINE



2026 Artikel  
article 2



**Autor / Author:**

MARTEN VAN DEN BERG, Zuidoostbeemster, The Netherlands. Email: [martenvdberg@me.com](mailto:martenvdberg@me.com)

**Zitat / Citation:**

BERG, M.P. VAN DEN (2026): An annotated translation of CIRER (1987): Revisión taxonómica de las subespecies del lacértido *Podarcis pityusensis* BOSCA, 1883. - L@CERTIDAE (Eidechsen Online), 2026 [2]: 8-358.



## An annotated translation of CIRER (1987): Revisión taxonómica de las subespecies del lacértido *Podarcis pityusensis* BOSCÁ, 1883.

MARTEN VAN DEN BERG

### Abstract

One of the taxonomical milestones regarding the Ibiza Wall Lizard, *Podarcis pityusensis*, the doctoral dissertation “Revisión taxonómica de las subespecies del lacértido *Podarcis pityusensis* BOSCÁ, 1883” by ANTÒNIA MARIA CIRER COSTA (CIRER 1987), has remained quite underexposed to date. One of the possible causes that led to the underexposure is the form in which the material was preserved in the 1980s: As a microfiche. To solve this, we compiled a searchable, text based, bilingual and annotated version of the original text, making this dissertation more accessible.

**Keywords:** ANTÒNIA MARIA CIRER COSTA, *Podarcis pityusensis*, taxonomic revision.

Note: The image of ANTÒNIA M. CIRER projected on the microfiche reader on this title page originated from: [Enciclopèdia d'Eivissa i Formentera](#).

## Introduction, material and methods, and references of this publication and notes

**Introduction**

Of the more than 500 publications in which *Podarcis pityusensis* BOSCA, 1883 has a role to play, only a few relate to the taxonomy of the species. In only 5 occasions was an attempt made to provide a revision regarding all known populations of the species into subspecies, as was customary at the time.

The first were ROBERT MERTENS and LORENZ MÜLLER with their "Die Amphibien und Reptilien Europas. Zweite Liste, nach dem Stand vom 1. Januar 1940." (MERTENS & MÜLLER 1940). The result of these reconsiderations are primarily the splitting of *pityusensis* and *lilfordi* into two independent species of *Lacerta*, some nomen novums and the synonymization of all four known Ses Bledes populations into *Lacerta pityusensis maluquerorum*.

The second was MARTIN EISENTRAUT in his monograph "Die Eidechsen der spanischen Mittelmeerinseln und ihre Rassenaufspaltung im Lichte der Evolution", a 220-page description of the subspecies with an attempt to find an explanation for this diversification (EISENTRAUT 1949a).

Subsequently, with the same methods as MERTENS & MÜLLER (1940) came ROBERT MERTENS and HEINZ WERMUTH with "Die Amphibien und Reptilien Europas. Dritte liste, nach dem stand vom 1. Januar 1960." (MERTENS & WERMUTH 1960).

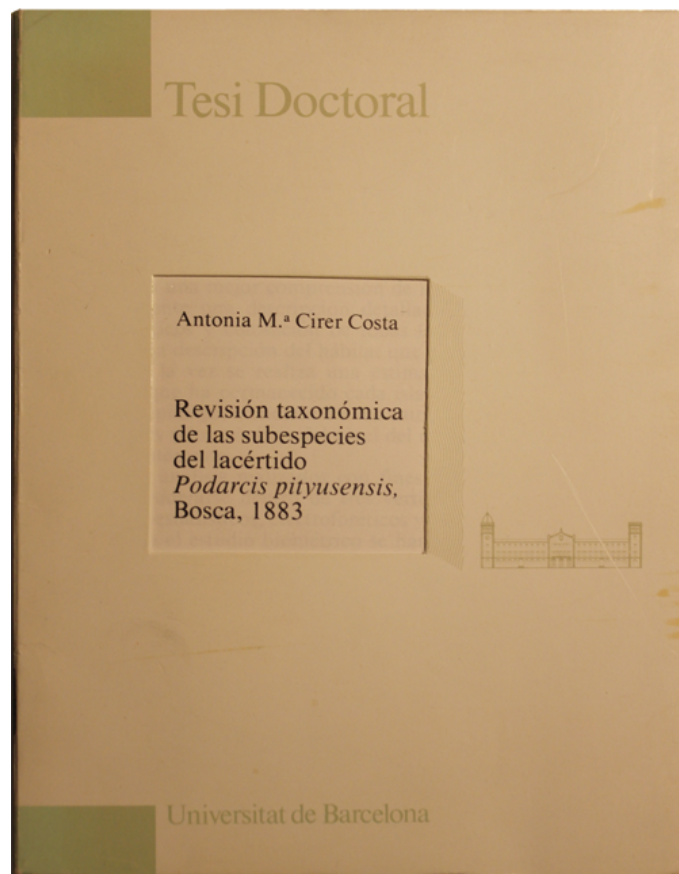
The fourth researcher who has dealt with the systematics of *Podarcis pityusensis* is ALFREDO SALVADOR who released a biometric study on the problem of the many populations of *Podarcis pityusensis* described in the 35-page chapter "A taxonomic study of the Eivissa wall lizard, *Podarcis pityusensis* BOSCA 1883." in "Biogeography and Ecology of the Pityusic islands." (SALVADOR 1984). This revision is based on a prior publication of ALFREDO SALVADOR: "La lagartija de la Pitiusas: estudio sistemático, biológico y ecológico" (SALVADOR 1977), a typewritten copy, which is available in the library of the March Foundation, which was also the sponsor of this research. However, reproduction is not permitted, unless expressly authorized by the author or his heirs.

The SALVADOR (1984) publication is still leading in the currently accepted taxonomic classification of *Podarcis pityusensis* (UETZ 2026), and got its sequel in "Lagartija de las Pitiusas" in "Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles" (SALVADOR 2006, 2009, 2015).

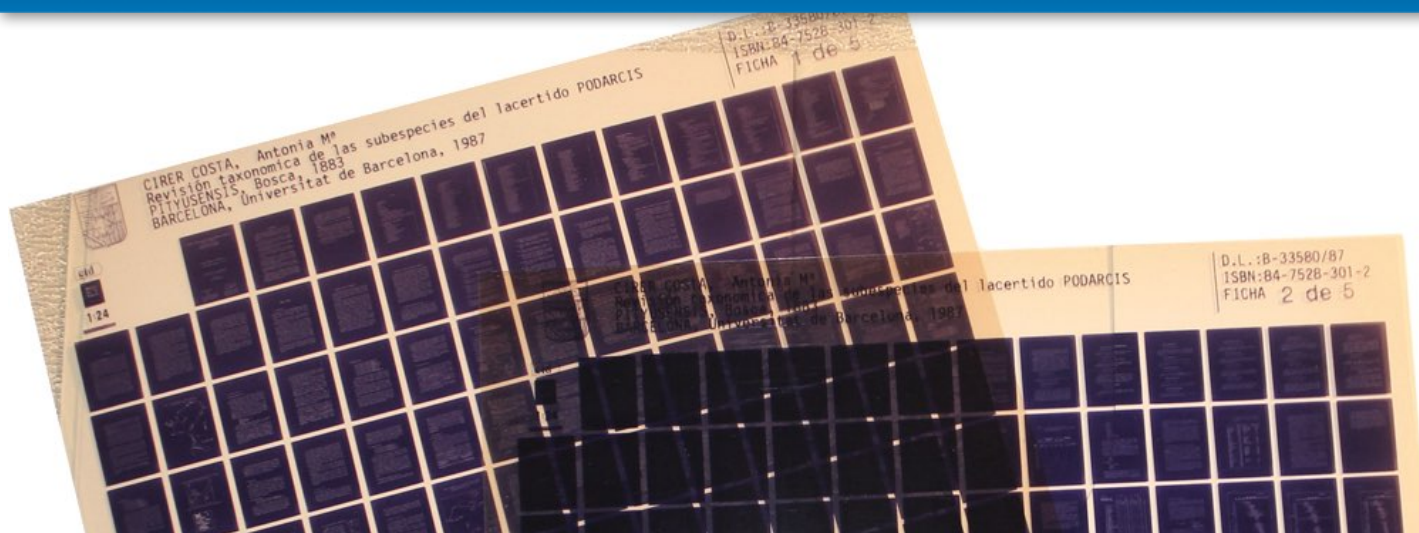
Finally, we have the academic process with ANTÒNIA M. CIRER. In 1981 ANTÒNIA M. CIRER presents a dissertation to obtain a bachelor's degree: "Un estudio taxonómico del circulo de razas de la lagartija ibicenca *Podarcis pityusensis*" (CIRER 1981a), of which an extensive summary was published, "La lagartija ibicenca y su círculo de razas. Estudio introductorio" (CIRER 1981b), which was intended to be a first contact with the problem of the systematics of *Podarcis pityusensis* and a definition of the research line to follow in the future, to review the taxonomy of the species in a broad and deep way (CIRER 1987a).

ANTÒNIA M. CIRER (1981b) analyzed 996 specimens from 38 different populations, applying 20 variables: 7 body lengths, 7 pholidosis variables, 3 scale surfaces, lamellae, femoralia and weight. Multivariate statistical analysis were carried out: Analysis of principal components, canonical analysis of populations and numerical taxonomy. Also a brief description of the coloration of the populations was presented.

This brought ANTÒNIA M. CIRER to 7 groups of populations: Populations with a small bathymetric depth compared to Ibiza and Formentera, synonymized in



## Introduction, material and methods, and references of this publication and notes



*P. p. pityusensis*, populations with greater bathymetric depth compared to Ibiza and Formentera, synonymized in *P. p. affinis* and 5 groups of populations which could be identified by their coloration: Es Vedrà and Es Vedranell (*P. p. vedrae*), 4. Bledes Islands (*P. p. maluquerorum*), Ses Margalides (*P. p. hedwigkerae*), Murada (*P. p. muradae*) and S'Espartar (*P. p. kameriana*) (CIRER 1981b).

In the 1987 doctoral dissertation “Revisión taxonómica de las subespecies del lacertido *Podarcis pityusensis* BOSCA, 1883” (CIRER 1987a), in addition to the existing biometric techniques, new state of the art techniques, such as electrophoresis and colorimetry were implemented (CIRER 1987a). This 445-page study, that proposed a reduction of up to six subspecies, has remained quite underexposed to date. Notwithstanding, many parallel publications emerged from this research: CIRER (1980, 1982a, 1982b, 1987b, 1987c, 1989, 1997), MARTÍNEZ-RICA & CIRER (1982), GUILLAUME & CIRER (1985), CIRER & GUILLAUME (1986), CIRER & MARTÍNEZ-RICA (1986, 1990, 1997).

### Material and methods

One of the possible causes that led to the underexposure of the dissertation of CIRER (1987a) is the form in which the material was preserved in the 1980s: As a microfiche.

Nevertheless MICHAEL KRONIGER was able to buy a microfiche back in 1999, and received a printed copy from SEPP SCHMIDTLER around 2010, both still residing in his personal library. Later MIKE ZAWADZKI took the effort of scanning the 445 pages of the printed copy, which led to an image based pdf file, available on [www.lacerta.de](http://www.lacerta.de).

This meant quite a progress in exposure of one of the taxonomical milestones regarding *Podarcis pityusensis*, however, translating an image is not very practical. Therefore MARTEN VAN DEN BERG took in 2018 the effort to OCR all the pages and subsequently added a translation in English.

The Spanish- as the English text were redacted, initially by MARTEN VAN DEN BERG and MIKE ZAWADZKI, and recently very extensively by ANTÒNIA M. CIRER, where we tried to keep the English translation as close as possible to the original Spanish text. When we encountered minor typos in the Spanish text, they were corrected without notification. Also some typographical adjustments were made in order to match the graphic design of this magazine. The obsolete scientific names of plant and animal species, of course with the exception of those of the examined lizards, were changed in the English translation to the currently used ones. Multiple links for convenient internal as external navigation were added.

The text inside the chapter bar, which also indicates the page numbering of the original document, brings you back to the first index page.

During the process of translation and assessing the text, some notes were added. This may relate to a clarification, or in other cases to comments regarding accuracy. These latter comments were reviewed jointly with ANTÒNIA M. CIRER and, where necessary, maintained as a footnote.

The result presented in this publication consist of a searchable, text based, bilingual and annotated version of the original text, which should be more accessible.

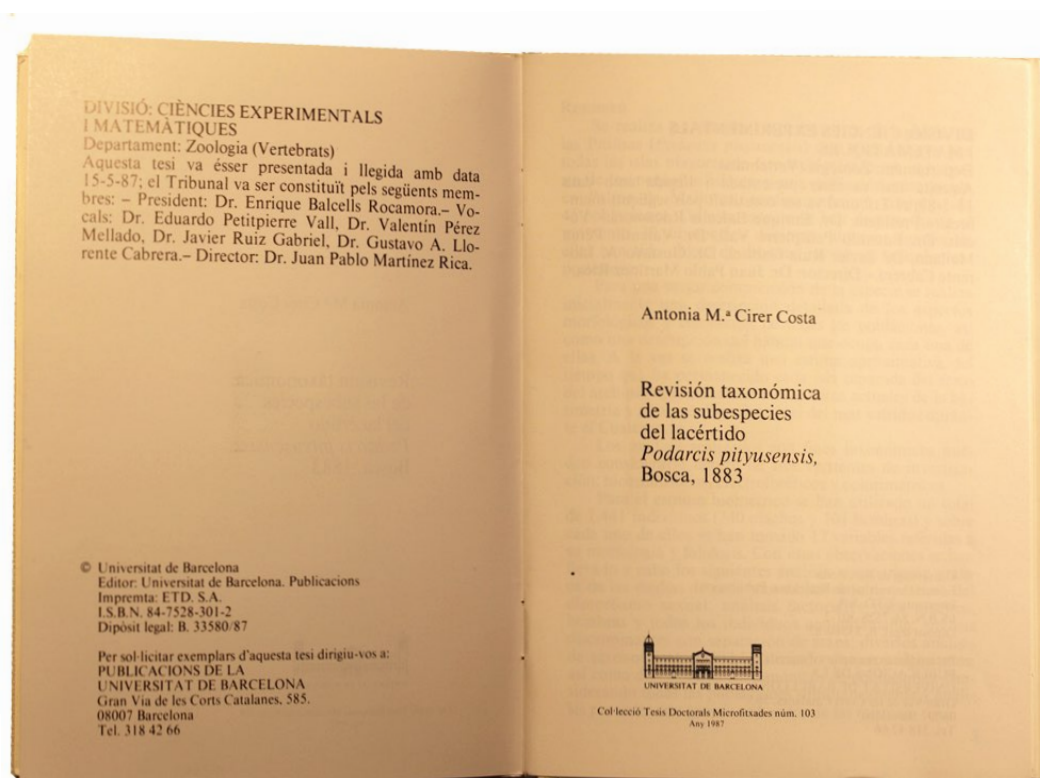
## Introduction, material and methods, and references of this publication and notes

## References

- BUCHHOLZ, K.F. (1954): Zur Kenntnis der Rassen von *Lacerta pityusensis* BOSCA. - Bonner zoologische Beiträge, Bonn, 5: 69-88.
- CIRER, A.M. (1980): Descripció de dues subespecies noves de *Podarcis pityusensis*. - Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural, 45 (Secció de Zoologia, 3): 121-126.
- CIRER, A.M. (1981a): Un estudio taxonómico del círculo de razas de la lagartija ibicenca *Podarcis pityusensis*. - Tesina de Llicenciatura. Universitat de Barcelona. 161 pp.
- CIRER, A.M. (1981b): La lagartija ibicenca y su círculo de razas. Estudio introductorio. - Conselleria d'Ecologia i Medi Ambient. Consell Insular d'Eivissa i Formentera. 106 pp.
- CIRER, A.M. (1982a): Estudio de las poblaciones de lacértidos de los islotes en torno a la isla de Ibiza. - Publicaciones del Centro pirenaico de Biología Experimental, 13: 83-88.
- CIRER, A.M. (1982b): L'herpetofauna de les Illes Pitiüses (II). Les sargantanes. - Revista Eivissa, 13 (3ª ep.): 7-9.
- CIRER, A.M. (1987a): Revisión taxonómica de las subespecies del lacértido *Podarcis pityusensis* BOSCA, 1883 - Ph. D. dissertation. University of Barcelona, Spain. 445 pp. [Microforma\_978-84-7528-301-2].
- CIRER, A.M. (1987b): New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* BOSCA, 1883. - In: GELDER J.J. van, H. STRIJBOSCH & P.J.M. BERGERS (eds.): Proceedings of the 4th Ordinary General Meeting of the Societas Europaea Herpetologica, Nijmegen. 95-102.
- CIRER, A.M. (1987c): Aplicación de técnicas estadísticas multivariantes a las poblaciones del lacértido *Podarcis pityusensis* (BOSCA, 1883). - Revista Española de Herpetología, 2: 145-163.
- CIRER, A.M. (1989): Algunos datos colorimétricos de *Podarcis pityusensis*. - Revista Española de Herpetología, 3: 197-208.
- CIRER, A.M. (1997): *Podarcis pityusensis* (BOSCA, 1883). Lagartija de las Pitiusas. - In: PLEGUEZUELOS, J.M. (ed.): Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal: 364-366.
- CIRER, A.M. & C.P. GUILLAUME (1986): Electrophoretic Analysis of the Pityusic Islands Lizards. - In: ROCEK, Z. (ed.): Studies in Herpetology. Prague 1986: 201-206.
- CIRER, A.M. & J.P. MARTÍNEZ-RICA (1986): Application of Colorimetric Techniques to the Taxonomy of *Podarcis pityusensis*. - In: ROCEK, Z. (ed.): Studies in Herpetology. Prague 1986: 323-326.
- CIRER, A.M. & J.P. MARTÍNEZ-RICA (1990): The polymorphism of *Podarcis pityusensis* and its adaptive evolution in Mediterranean islands. - The Herpetological Journal, 1: 465-473.
- CIRER, A.M. & J.P. MARTÍNEZ-RICA (1997): *Podarcis pityusensis* (BOSCA, 1883). - In: GASC, J.-P. et al. (eds.): Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe, Paris, Societas Europaea Herpetologica and Muséum National d'Histoire Naturelle: 292-293.
- EISENTRAUT, M. (1928): Weitere neue Rassen der balearischen Inseleidechse *Lacerta lilfordi* GTHR. - Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin, 14: 465-468.
- EISENTRAUT, M. (1949a): Das Fehlen endemischer und das Auftreten landfremder Eidechsen auf den beiden Hauptinseln der Balearen, Mallorca und Menorca. - Zoologische Beiträge, 1: 3-11.
- EISENTRAUT, M. (1949b): Die Eidechsen der spanischen Mittelmeerinseln und ihre Rassenaufspaltung im Lichte der Evolution. - Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin, 26: 5-225.
- EISENTRAUT, M. (1954): Der Inselmelanismus bei Eidechsen und seine Entstehung im Streit der Meinungen. - Zoologischer Anzeiger, Leipzig, 152: 317-321.
- GUILLAUME, C.P. & A.M. CIRER (1985): Comparación electroforética de diez poblaciones de *Podarcis pityusensis* BOSCA, 1882 de Ibiza, Formentera e islotes circunvecinos. - Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural, 52: 197-208.
- HARTMANN, M. (1953): Die Rassenaufspaltung der Balearischen Inseleidechsen. - Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere, Jena, 64: 86-98.
- LILGE, D. (1975): Systematisch-biometrische Untersuchungen an *Lacerta pityusensis* (Sauria, Lacertidae). - Salamandra, Frankfurt/Main, 11: 145-178.
- MARTÍNEZ-RICA, J.P. & A.M. CIRER (1982): Notes on some endangered species of Spanish herpetofauna: I. *Podarcis pityusensis* (BOSCA, 1883). - Biological Conservation, 22: 295-314.

## Introduction, material and methods, and references of this publication and notes

- MERTENS, R. (1921): Eine neue Eidechse von den Pityusen. - *Senckenbergiana*, Frankfurt/Main, 3: 142-146.
- MERTENS, R. (1957): Mallorca: ein herpetogeographisches problem. - *Zoologische Beiträge*, Neue Folge, 3: 1-16.
- MERTENS, R. & L. MÜLLER (1940): Die Amphibien und Reptilien Europas. (Zweite Liste, nach dem Stand vom 1. Januar 1940). - *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, 451: 1-56.
- MERTENS, R. & H. WERMUTH (1960): Lacertidae. Eidechsen. - In: MERTENS, R. & H. WERMUTH (Hrsg.): *Die Amphibien und Reptilien Europas* (Dritte Liste, nach dem Stand vom 1. Januar 1960). Frankfurt am Main (W. KRAMER): 89-157.
- MÜLLER, L. (1927): Beitrag zur Kenntnis der Rassen von *Lacerta lilfordi* GTHR - *Zoologischer Anzeiger*, Leipzig, 73: 257-269.
- MÜLLER, L. (1928): Die Inselrassen der *Lacerta lilfordi* GTHR. - *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft*, Berlin, 1928: 333-337.
- NIELSEN, M.K., J. WANG, R. DAVIS, J.L. BELLAW, E.T. LYONS, T.L. LEAR & C. GODAY (2014): *Parascaris univalens* - a victim of large-scale misidentification? - *Parasitology Research*, 113 (12): 4485-4490.
- RODRÍGUEZ RUIZ, F.J. (1976): Datos sobre la sistemática de los lacértidos de la isla de Formentera e islotes adyacentes. - *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 21: 47-75.
- SALVADOR, A. (1977): La lagartija de la Pitiusas: estudio sistemático, biológico y ecológico. - *Becas y ayudas de investigación de la Fundación JUAN MARCH*; 1977: 76.
- SALVADOR, A. (1984): A taxonomic study of the Eivissa wall lizard, *Podarcis pityusensis* BOSCA 1883. - In: KUHBIER, H., J. A. ALCOVER & C. GUERAU D'ARELLANO TUR (eds.), *Biogeography and Ecology of the Pityusic islands*. *Monographiae Biologicae*. Dr. W. JUNK, The Hague, 52: 393-427.
- SALVADOR, A. (2006): Lagartija de las Pitiusas - *Podarcis pityusensis*. In: CARRASCAL, L.M. & A. SALVADOR (eds.), *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. - Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- SALVADOR, A. (2009): Lagartija de las Pitiusas - *Podarcis pityusensis*. In: SALVADOR, A. & A. MARCO (eds.), *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. - Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- SALVADOR, A. (2015): Lagartija de las Pitiusas - *Podarcis pityusensis*. In: SALVADOR, A. & A. MARCO (eds.), *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. - Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- UETZ, P. (2026): *Podarcis pityusensis* (BOSCA, 1883). - In: UETZ, P., P. FREED & J. HOŠEK (eds.), *The Reptile Database* (accessed 23-05-2026).
- WETTSTEIN, O. VON (1937): Über Balearen-Eidechsen. - *Zoologischer Anzeiger*, Leipzig, 117: 293-297.



## Title page

UNIVERSIDAD DE BARCELONA DIVISION DE CIENCIAS EXPERIMENTALES Y MATEMATICAS  
FACULTAD DE BIOLOGIA

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL  
CATEDRA DE ZOOLOGIA (VERTEBRADOS)

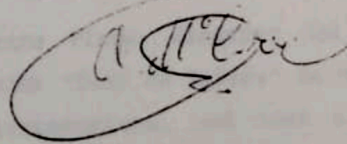
REVISION TAXONOMICA DE LAS SUBESPECIES DEL

LACERTIDO Podarcis pityusensis , BOSCA, 1883

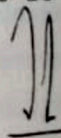
Memoria presentada para optar al grado de Doctor  
en Biología por la Universidad de Barcelona,

Realizada por:

ANTONIA MARIA CIRER COSTA

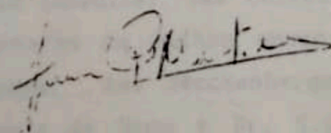


El ponente de la Tesis



Dr. Jacinto Nadal Puigdefábregas  
Catedrático de Zoología Verte-  
brados de la Universidad de  
Barcelona

El director de la Tesis



Dr. Juan Pablo Martínez Rica  
Investigador del Instituto  
Pirenaico de Biología, Jaca  
del C.S.I.C.

## Acknowledgments (page I)

## AGRADECIMIENTOS

Para la realización de la presente tesis se ha recibido el apoyo y ayuda incondicional de muchas personas e instituciones, sin cuya colaboración no se hubiera podido llevar a termino, por ello me es muy grata antes de desarrollarla expresarles mi más profundo agradecimiento:

En primer Lugar al Dr. JUAN PABLO MARTINEZ-RICA, investigador del C.S.I.C., director de esta tesis y que desde 1979 ha dirigido todos los pasos de mi formación científica y trabajos encaminados a desarrollar la presente tesis.

Al Dr. JACINTO NADAL, catedrático de Vertebrados de la Universidad de Barcelona, ponente de esta tesis y profesor a quien quisiera manifestar mi más profundo agradecimiento y respeto.

A todo el personal del Institute Pirenaico de Ecología de Jaca (C.S.I.C.) en donde he realizado una gran parte de mis investigaciones, y en especial a los Drs. BALCELLS y PUIGDEFABREGAS, directores de dicho centre.

A CLAUDE-PIERRE GUILLAUME, del Laboratoire de Biogéographie et Ecologie des Vertébrés de la Ecole Pratique de Hautes Etudes, que me ha enseñado las técnicas de electroforesis y cuyos análisis se realizaron conjuntamente en su laboratorio. Así como al Dr. BONS director de dicho laboratorio y a la Dra. PASTEUR directora del Laboratoire de Génétic de Montpellier (CEREM).

Al Dr. LORENZO PLAZA, director del departamento de Colorimetría del Instituto de Optica "Daza de Valdés" de Madrid (CSIC), quo ha dirigido los análisis colorimétricos, así como a todo el personal de dicho Instituto.

Al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) por concederme una bolsa de viaje que me permitió consultar las colecciones de diversos museos alemanes y a los directores de dichos museos que me acogieron con gran amabilidad: Dr. K. KLEMMER del Senckenbergmuseum de Frankfurt, Dr. W. BÖHME del Museo A. Koenig de Bonn y Dr. E. GRABER del Zoologische Staatssammlung de Munich.

## ACKNOWLEDGMENTS

For the realization of this thesis I have received the support and unconditional help of many people and institutions, without their collaboration this effort could not have been completed. Therefore I am very grateful to be able to express my deep gratitude:

In the first place to Dr. JUAN PABLO MARTÍNEZ-RICA, researcher at C.S.I.C., supervisor of this thesis, and since 1979 involved in directing all the steps of my scientific training and work aimed at the development of the present thesis.

To Dr. JACINTO NADAL, Vertebrate Professor at the University of Barcelona, Chairman of the Council of Deans regarding this thesis, and professor to whom I would like to express my deepest gratitude and respect.

To all the staff of the Institute Pirenaico de Ecología de Jaca (C.S.I.C.) where I have carried out a large part of my research, and especially to Dr. BALCELLS and Dr. PUIGDEFABREGAS, directors of this institute.

To CLAUDE-PIERRE GUILLAUME, of the Laboratoire de Biogéographie et Ecologie des Vertébrés de la Ecole Pratique de Hautes Etudes, who taught me the techniques of electrophoresis and jointly carried out the analysis in his laboratory. As well to Dr. BONS, director of the same laboratory, and to Dr. PASTEUR, director of the Laboratoire de Génétic de Montpellier (C.E.R.E.M.).

To Dr. LORENZO PLAZA, director of the Department of Colorimetry at the Instituto de Optica "Daza de Valdés" in Madrid (C.S.I.C.), who has directed the colorimetric analysis, as well as to all the personnel of the same institute.

To the Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.), for granting me a scholarship that allowed me to consult the collections of various German museums, and to the directors of these museums who welcomed me with great kindness: Dr. K. KLEMMER of the Senckenbergmuseum in Frankfurt, Dr. W. BÖHME of the Alexander Koenig Museum in Bonn and Dr. E. GRABER of the Zoologische Staatssammlung in Munich.

## Acknowledgments (page II)

Al departamento de Bioestadística de la Universidad de Barcelona y muy especialmente a su Director Dr. CUADRAS que atendió todas las dudas surgidas a lo largo de los análisis estadísticos, me permitió la utilización del program CANP y me facilitó bibliografía sobre diversas pruebas estadísticas. Así como al personal del Centro de Cálculo de la Universidad de Barcelona que me orientaron en la utilización de sus servicios.

Al I.C.O.N.A. que facilitó los permisos de captura de *Podarcis pityusensis*.

A todas aquellas personas que atendieron mis dudas y consultas, orientándome en algunos casos sobre los distintos análisis aplicados, en otros proporcionándome bibliografía, entre ellas quisiera remarcar a los Drs. PETITPIERRE y RAMÓN de la Universidad de les Illes Balears; Dra. DURFORT, Dra. VIVES-BALMAÑA, Dr. BORJA SANCHIZ, Dr. VALVERDE, Dr. ROS, Dr. POMAR, Dr. ORTIZ DE VEGA, Dr. ALCOVER, Sr. CUERDA BARCELO y tantos otros cuya nominación es casi interminable.

Finalmente y con especial caring a las personas que me acompañaron a los islotes, especialmente a las tripulaciones del barco pesquero "Trompet" y del barco del servicio de Faros de las Pitiüsas.

A todos ellos Muchas Gracias.

To the Department of Biostatistics of the University of Barcelona and especially to its director Dr. CUADRAS, who answered all the doubts that arose during the statistical analysis, allowed me to use the CANP program, and provided me with bibliography on various statistical tests. As well as the staff of the Calculation Center of the University of Barcelona who guided me in the use of their services.

To I.C.O.N.A. that facilitated the capture permits of *Podarcis pityusensis*.

To all those people who answered my questions and queries, orienting me in some cases about the different applied analysis, in others providing me bibliography, among them I would like to highlight Dr. PETITPIERRE and Dr. RAMÓN from the University of the Balearic Islands; Dr. DURFORT, Dr. VIVES-BALMAÑA, Dr. BORJA SANCHIZ, Dr. VALVERDE, Dr. ROS, Dr. POMAR, Dr. ORTIZ DE VEGA, Dr. ALCOVER, Mr. CUERDA BARCELÓ and many others whose nomination is almost endless.

Finally and with special caring to the people who accompanied me to the islets, especially to the crews of the fishing boat "Trompet" and the lighthouse service boat of the Pityusan Islands.

To all of them: Thank you very much.

## Index (page III-IV)

1. INTRODUCCION	1. INTRODUCTION	1
2. MATERIAL Y METODOS	2. MATERIAL AND METHODS	4
2.1 Introduccion	2.1 <b>Introduction</b>	4
2.2 Método de captura y conservación	2.2 <b>Method of capture and conservation</b>	5
2.3 Material utilizado en los análisis biométricos	2.3 <b>Material used in biometric analysis</b>	6
2.3.1 Variables biométricas aplicadas	2.3.1 Applied biometric variables	
2.3.2 Análisis biométricos realizados	2.3.2 Performed biometric analysis	
2.4 Material y método utilizados en los análisis electroforeticos	2.4 <b>Material and method used in the electrophoretic analysis</b>	10
2.5 Material y método utilizados en los análisis colorimétricos	2.5 <b>Material and method used in the colorimetric analysis</b>	12
3. LAS POBLACIONES Y LAS ISLAS DONDE HABITAN	3. <b>THE POPULATIONS AND THE ISLANDS WHERE THEY LIVE</b>	14
3.1 Introducción	3.1 <b>Introduction</b>	14
3.2 Eivissa o Ibiza (1)	3.2 <b>Eivissa or Ibiza (1)</b>	17
3.2.1 Descripción de la isla	3.2.1 Description of the island	
3.2.2 Formas descritas	3.2.2 Described forms	
3.3 Ciutat de Palma (43)	3.3 <b>City of Palma de Mallorca (43)</b>	20
3.3.1 Formas descritas	3.3.1 Described forms	
3.4 "Isla del Bosque de Sant Miguel" (42)	3.4 <b>"Isla del Bosque de Sant Miguel" (42)</b>	21
3.4.1 Descripción del hábitat	3.4.1 Description of the habitat	
3.4.2 Formas descritas	3.4.2 Described forms	
3.5 Formentera (2)	3.5 <b>Formentera (2)</b>	22
3.5.1 Descripción de la isla	3.5.1 Description of the island	
3.5.2 Formas descritas	3.5.2 Described forms	
3.6 Punta de Trucadors (3)	3.6 <b>Punta de Trucadors (3)</b>	27
3.6.1 Descripción del hábitat	3.6.1 Description of the habitat	
3.6.2 Formas descritas	3.6.2 Described forms	
3.7 Sabina (44)	3.7 <b>Sabina (44)</b>	29
3.7.1 Formas descritas	3.7.1 Described forms	
3.8 Conejo (45)	3.8 <b>Conejo (45)</b>	31
3.8.1 Formas descritas	3.8.1 Described forms	
3.9 Illetes (4)	3.9 <b>Illetes (4)</b>	32
3.9.1 Descripción de la zona	3.9.1 Description of the zone	
3.9.2 Formas descritas	3.9.2 Described forms	
3.9.3 Población de Rodona de Illetes (4)	3.9.3 Population of Rodona de Illetes (4)	
3.10 Espalmador (5)	3.10 <b>Espalmador (5)</b>	34
3.10.1 Descripción de la isla	3.10.1 Description of the island	
3.10.2 Formas descritas	3.10.2 Described forms	
3.11 Gastabí o Castaví (6)	3.11 <b>Gastabí or Castaví (6)</b>	36
3.11.1 Formas descritas	3.11.1 Described forms	
3.12 Illot de s'Alga (7)	3.12 <b>Illot de s'Alga (7)</b>	37
3.12.1 Formas descritas	3.12.1 Described forms	
3.13 Torretes (8)	3.13 <b>Torretes (8)</b>	37
3.13.1 Formas descritas	3.13.1 Described forms	

## Index (page IV-V)

3.14 Illa den Pou o des Porcs (9)	3.14 <b>Illa den Pou or des Porcs</b> (9)	38
3.14.1 Formas descritas	3.14.1 Described forms	
3.15 Illa des Penjats (10)	3.15 <b>Illa des Penjats</b> (10)	39
3.15.1 Descripción de la isla	3.15.1 Description of the island	
3.15.2 Formas descritas	3.15.2 Described forms	
3.16 Caragoler o "Negreta" (11)	3.16 <b>Caragoler or "Negreta"</b> (11)	41
3.16.1 Formas descritas	3.16.1 Described forms	
3.17 Espardell (12)	3.17 <b>Espardell</b> (12)	41
3.17.1 Descripción de la isla	3.17.1 Description of the island	
3.17.2 Formas descritas	3.17.2 Described forms	
3.18 Negra Nord (16)	3.18 <b>Negra Nord</b> (16)	44
3.18.1 Formas descritas	3.18.1 Described forms	
3.19 Illot de Sa Sal Rosa (13)	3.19 <b>Illot de Sa Sal Rosa</b> (13)	45
3.19.1 Formas descritas	3.19.1 Described forms	
3.20 Illetes de Port Roig o Purroig (14)	3.20 <b>Illetes de Port Roig or Purroig</b> (14)	46
3.20.1 Formas descritas	3.20.1 Described forms	
3.21 Negra de Llevant (15)	3.21 <b>Negra de Llevant</b> (15)	47
3.22 Es Dau Gros	3.22 <b>Es Dau Gros</b>	49
3.23 Illa de Ses Rates (17)	3.23 <b>Illa de Ses Rates</b> (17)	51
3.23.1 Formas descritas	3.23.1 Described forms	
3.24 Malví Nord, Petit o Pla (18)	3.24 <b>Malví Nord, Petit or Pla</b> (18)	52
3.24.1 Formas descritas	3.24.1 Described forms	
3.25 Malví Sud (19)	3.25 <b>Malví Sud, Gros or Rodó</b> (19)	53
3.25.1 Formas descritas	3.25.1 Described forms	
3.26 Rodona de Santa Eulalia (20)	3.26 <b>Rodona de Santa Eulalia</b> (20)	53
3.26.1 Formas descritas	3.26.1 Described forms	
3.27 Grossa de Santa Eulalia o Illa de Sta. Eulalia (21)	3.27 <b>Grossa or Illa de Santa Eulalia</b> (21)	54
3.27.1 Formas descritas	3.27.1 Described forms	
3.28 Es Canar (22)	3.28 <b>Es Canar</b> (22)	56
3.28.1 Formas descritas	3.28.1 Described forms	
3.29 Tagomago (23)	3.29 <b>Tagomago</b> (23)	57
3.29.1 Descripción de la isla	3.29.1 Description of the island	
3.29.2 Formas descritas	3.29.2 Described forms	
3.30 Illot de s'Hort (24)	3.30 <b>Illot de s'Hort</b> (24)	59
3.30.1 Formas descritas	3.30.1 Described forms	
3.31 Illot de Sa Mesquida (25)	3.31 <b>Illot de Sa Mesquida</b> (25)	60
3.31.1 Formas descritas	3.31.1 Described forms	
3.32 Illot des Canaret (26)	3.32 <b>Illot des Canaret</b> (26)	61
3.32.1 Formas descritas	3.32.1 Described forms	
3.33 Illa den Caldés (27)	3.33 <b>Illa den Caldés</b> (27)	61
3.33.1 Formas descritas	3.33.1 Described forms	
3.34 Illa Murada (28)	3.34 <b>Illa Murada</b> (28)	63
3.34.1 Descripción de la isla	3.34.1 Description of the island	
3.34.2 Formas descritas	3.34.2 Described forms	
3.35 Illa Margalida (29)	3.35 <b>Illa Margalida</b> (29)	64
3.35.1 Descripción de la isla	3.35.1 Description of the island	
3.35.2 Formas descritas	3.35.2 Described forms	

## Index (page VI-VII)

3.36 Illot de Cala Salada (30)	3.36 <b>Illot de Cala Salada</b> (30)	65
3.36.1 Formas descritas	3.36.1 Described forms	
3.37 Grupo de Ses Illes Bledes	3.37 <b>Ses Illes Bledes group</b>	67
3.38 Bleda Na Plana (31)	3.38 <b>Bleda Na Plana</b> (31)	69
3.38.1 Descripción de la isla	3.38.1 Description of the island	
3.38.2 Formas descritas	3.38.2 Described forms	
3.39 Escull Vermell (32)	3.39 <b>Escull Vermell</b> (32)	70
3.39.1 Formas descritas	3.39.1 Described forms	
3.40 Bleda Na Bosc (33)	3.40 <b>Bleda Na Bosc</b> (33)	71
3.40.1 Formas descritas	3.40.1 Described forms	
3.41 Bleda Na Gorra (34)	3.41 <b>Bleda Na Gorra</b> (34)	71
3.41.1 Formas descritas	3.41.1 Described forms	
3.42 Sa Conillera (35)	3.42 <b>Sa Conillera</b> (35)	72
3.42.1 Formas descritas	3.42.1 Described forms	
3.43 Illa del Bosc de Conillera (36)	3.43 <b>Illa del Bosc de Conillera</b> (36)	73
3.43.1 Formas descritas	3.43.1 Described forms	
3.44 Espartar (37)	3.44 <b>Espartar</b> (37)	75
3.44.1 Descripción de la isla	3.44.1 Description of the island	
3.44.2 Formas descritas	3.44.2 Described forms	
3.45 Escull de s'Espartar (38)	3.45 <b>Escull de s'Espartar</b> (38)	76
3.45.1 Formas descritas	3.45.1 Described forms	
3.46 Frare (39)	3.46 <b>Frare</b> (39)	77
3.46.1 Descripción de la isla	3.46.1 Description of the island	
3.46.2 Formas descritas	3.46.2 Described forms	
3.47 Es Vedrà (40)	3.47 <b>Es Vedrà</b> (40)	78
3.47.1 Descripción de la isla	3.47.1 Description of the island	
3.47.2 Formas descritas	3.47.2 Described forms	
3.48 Es Vedranell (41)	3.48 <b>Es Vedranell</b> (41)	81
3.48.1 Formas descritas	3.48.1 Described forms	
4. REVISIONES TAXONOMICAS RECIENTES	4. <b>RECENT TAXONOMIC REVISIONS</b>	82
4.1 Introducción	4.1 <b>Introduction</b>	82
4.2 El trabajo de LILGE	4.2 <b>The work of LILGE</b>	82
4.3 Monografía de RODRIGUEZ RUIZ	4.3 <b>Monograph by RODRIGUEZ RUIZ</b>	86
4.4 Una introducción a la sistemática de toda la especie	4.4 <b>Introduction to the systematics of the entire species</b>	88
4.5 Una revisión taxonómica de toda la especie	4.5 <b>A taxonomic revision of the entire species</b>	90
5. HISTORIA GEOLOGICA Y CLIMA ACTUAL DE LAS PITIUSAS	5. <b>GEOLOGICAL HISTORY AND CURRENT CLIMATE OF THE PITIUSAN ISLANDS</b>	99
5.1 Breve introducción a la geología de las Pitiüsas	5.1 <b>Brief introduction to the geology of the Pityusan Islands</b>	99
5.2 El Cuaternario	5.2 <b>The Quaternary</b>	99
5.2.1 Variaciones del nivel del mar anteriores al Würm	5.2.1 Variations in sea level prior to Würm	101
5.2.2 Variaciones del nivel del mar Postwürmianas	5.2.2 Postwürmian sea level variations	107
5.3 Clima actual de las Pitiüsas	5.3 <b>Current climate of the Pityusan Islands</b>	111
5.3.1 Radiación	5.3.1 Radiation	111
5.3.2 Temperatura	5.3.2 Temperature	111
5.3.3 Precipitaciones	5.3.3 Precipitations	115

## Index (page VII-VIII)

6 .ANALISIS ESTADISTICOS	6. STATISTICAL ANALYSIS	118
6.1 Introducción	6.1 <b>Introduction</b>	118
6.2 Análisis de las medias	6.2 <b>Analysis of the means</b>	121
6.3 Análisis del dimorfismo sexual	6.3 <b>Analysis of sexual dimorphism</b>	156
6.4 Análisis factorial	6.4 <b>Factor analysis</b>	160
6.4.1 Fundamento del análisis	6.4.1 Basis of the analysis	160
6.4.2 Método usado	6.4.2 Used method	161
6.4.3 Resultados obtenidos	6.4.3 Obtained results	162
6.4.3.1 Matrices factoriales	6.4.3.1 Factor matrices	170
6.4.3.2 Representación factorial de las variables	6.4.3.2 Factor representation of the variables	171
6.4.4 Interpretación de los factores	6.4.4 Interpretation of the factors	173
6.4.5 Conclusiones	6.4.5 Conclusions	175
6.5 Análisis discriminante	6.5 <b>Discriminant analysis</b>	176
6.5.1 Fundamento del análisis	6.5.1 Basis of the analysis	176
6.5.2 Método usado	6.5.2 Used method	177
6.5.3 Resultados obtenidos	6.5.3 Obtained results	179
6.5.4 Matrices de reclasificación	6.5.4 Reclassification matrices	181
6.5.5 Conclusiones	6.5.5 Conclusions	187
6.6 Análisis canónico de poblaciones	6.6 <b>Canonical population analysis</b>	190
6.6.1 Descripción del método	6.6.1 Method description	190
6.6.2 Método usado	6.6.2 Used method	192
6.6.3 Resultados	6.6.3 Results	194
6.6.4 Poblaciones geográficamente cercanas a Eivissa	6.6.4 Populations geographically close to Ibiza	194
6.6.4.1 Poblaciones de islotes al norte de Eivissa	6.6.4.1 Islet populations north of Ibiza	197
6.6.4.2 Poblaciones de Palma e islotes al sur de Eivissa	6.6.4.2 Palma and islets south of Ibiza	197
6.6.4.3 Análisis confirmatorio	6.6.4.3 Confirmatory analysis	200
6.6.4.4 Conclusiones sobre las poblaciones cercanas a Eivissa	6.6.4.4 Conclusions on populations close to Ibiza	200
6.6.5 Poblaciones cercanas a Formentera y Es Freus	6.6.5 Populations near Formentera and Es Freus	203
6.6.5.1 Poblaciones de las islas circundantes a Espalmador	6.6.5.1 Populations of the islands surrounding Espalmador	206
6.6.5.2 El taxon <i>Podarcis pityusensis gastabiensis</i>	6.6.5.2 The taxon <i>Podarcis pityusensis gastabiensis</i>	206
6.6.5.3 Poblaciones muy próximas a Formentera	6.6.5.3 Populations very close to Formentera	206
6.6.5.4 Conclusiones sobre las poblaciones de Es Freus	6.6.5.4 Conclusions on the Es Freus populations	211
6.6.6 Poblaciones al este de Eivissa	6.6.6 Populations east of Ibiza	212
6.6.6.1 Es Malvins y Rates	6.6.6.1 Es Malvins and Rates	212
6.6.6.2 Poblaciones de los islotes de Santa Eulalia	6.6.6.2 Populations of the islets of Santa Eulalia	212
6.6.6.3 Poblaciones al noroeste de Eivissa	6.6.6.3 Populations northwest of Ibiza	218
6.6.6.4 Conclusiones sobre las poblaciones del este	6.6.6.4 Conclusions on eastern populations	218
6.6.7 Poblaciones melánicas	6.6.7 Melanic populations	219
6.6.8 Grupo de islas de Espartar y Vedrà	6.6.8 The Espartar and Vedrà islands group	222
6.6.8.1 Vedrà. y Vedranell	6.6.8.1 Vedrà. and Vedranell	222
6.6.8.2 Conclusiones de los grupos de Espartar y Vedrà	6.6.8.2 Conclusions on the Espartar-Vedrà group	226
6.6.9 Poblaciones de las islas de Sant Antoni	6.6.9 Populations of the Sant Antoni Islands	226
6.7 Taxonomía numérica	6.7 <b>Numerical taxonomy</b>	229
6.7.1 Fundamento del análisis	6.7.1 Basis of the analysis	229
6.7.2 Algoritmos de clasificación	6.7.2 Classification algorithms	231
6.7.3 Método utilizado	6.7.3 Used method	233
6.7.4 Resultados	6.7.4 Results	236
6.7.4.1 Análisis de los dendrogramas	6.7.4.1 Analysis of the dendrograms	242
6.7.5 Discusión y conclusiones	6.7.5 Discussion and conclusions	252

## Index (page VIII-X)

6.8	Discusión conjunta de todas las técnicas estadísticas	<b>6.8 Joint discussion of all statistical techniques</b>	253
7.	<b>ANÁLISIS ELECTROFORETICO</b>	<b>7. ELECTROPHORETIC ANALYSIS</b>	258
7.1	Introducción	<b>7.1 Introduction</b>	258
7.2	Fundamento de la electroforesis	<b>7.2 Basis of electrophoresis</b>	260
7.3	Animales analizados	<b>7.3 Analyzed specimens</b>	262
7.4	Descripción de la técnica usada	<b>7.4 Description of the used technique</b>	265
7.4.1	Enzimas analizados	7.4.1 Analyzed enzymes	266
7.5	Resultados obtenidos	<b>7.5 Obtained results</b>	268
7.6	Análisis y discusión de las frecuencias génicas y de la heterozigosis	<b>7.6 Analysis and discussion of gene frequencies and heterozygosis</b>	270
7.6.1	Loci homomorfos	7.6.1 Homomorphic loci	270
7.6.2	Loci con variabilidad en <i>Podarcis pityusensis</i>	7.6.2 Loci with variability in <i>Podarcis pityusensis</i>	271
7.6.3	Tasa media de heterozigosis	7.6.3 Average rate of heterozygosis	278
7.7	Análisis y discusión de las matrices de distancias	<b>7.7 Analysis and discussion of distance matrices</b>	281
7.8	Análisis y discusión de los dendrogramas	<b>7.8 Analysis and discussion of the dendrograms</b>	286
7.9	Conclusiones 291	<b>7.9 Conclusions</b>	291
8.	<b>ANÁLISIS COLORIMETRICO</b>	<b>8. COLORIMETRIC ANALYSIS</b>	294
8.1	Introducción	<b>8.1 Introduction</b>	294
8.1.1	El color según distintos observadores	8.1.1 The color according to different observers	295
8.2	Método desarrollado	<b>8.2 Developed method</b>	297
8.2.1	Claridad L	8.2.1 Clarity L	297
8.2.2	Croma C	8.2.2 Chroma C	299
8.2.3	Tono H	8.2.3 Tone H	299
8.2.4	Animales analizados	8.2.4 Analyzed specimens	301
8.3	Resultados obtenidos	<b>8.3 Obtained results</b>	304
8.3.1	Dorsos	8.3.1 Dorsal	304
8.3.1.1	Claridad L	8.3.1.1 Clarity L	304
8.3.1.2	Croma C	8.3.1.2 Chroma C	306
8.3.1.3	Tono H	8.3.1.3 Tone H	306
8.3.2	Vientres	<b>8.3.2 Ventral</b>	309
8.3.2.1	Claridad L	8.3.2.1 Clarity L	309
8.3.2.2	Croma C	8.3.2.2 Chroma C	309
8.3.2.3	Tono H	8.3.2.3 Tone H	313
8.3.3	Laterales	8.3.3 Lateral	313
8.3.3.1	Claridad L	8.3.3.1 Clarity L	313
8.3.3.2	Croma C	8.3.3.2 Chroma C	315
8.3.3.3	Tono H	8.3.3.3 Tone H	315
8.4	Resultados en las distintas poblaciones	<b>8.4 Results in the different populations</b>	318
8.4.1	Eivissa (1.2) Puig des Molins	8.4.1 Ibiza (1.2) Puig des Molins	318
8.4.2	Eivissa (1.3) Sant Carles	8.4.2 Ibiza (1.3) Sant Carles	318
8.4.3	Eivissa (1.4) Sant Vicent	8.4.3 Ibiza (1.4) Sant Vicent	322
8.4.4	Formentera (2) Cap de Berberia	8.4.4 Formentera (2) Cap de Berberia	322
8.4.5	Punta de Trucadors (3)	8.4.5 Punta de Trucadors (3)	326
8.4.6	Espalmador (5)	8.4.6 Espalmador (5)	326
8.4.7	Gastabí (6)	8.4.7 Gastabí (6)	326
8.4.8	Alga (7)	8.4.8 Alga (7)	326
8.4.9	Torretes (8)	8.4.9 Torretes (8)	331
8.4.10	Pou (9)	8.4.10 Pou (9)	331
8.4.11	Penjats (10)	8.4.11 Penjats (10)	331

## Index (page X-XI)

8.4.12 Espardell (12)	8.4.12 Espardell (12)	337
8.4.13 Negra Nord (16)	8.4.13 Negra Nord (16)	337
8.4.14 Caldés (27)	8.4.14 Caldés (27)	343
8.4.15 Murada (28)	8.4.15 Murada (28)	343
8.4.16 Bleda Na Plana (31)	8.4.16 Bleda Na Plana (31)	346
8.4.17 Espartar (37)	8.4.17 Espartar (37)	346
8.4.18 Frare (39)	8.4.18 Frare (39)	346
8.4.19 Vedrà (40)	8.4.19 Vedrà (40)	350
8.5 Tratamiento estadístico multivariante	8.5 <b>Multivariate statistical treatment</b>	352
8.5.1 Construcción de dendrograma	8.5.1 Dendrogram construction	355
8.6 Discusión y Conclusiones	8.6 <b>Discussion and conclusions</b>	360
<b>9. VARIABILIDAD GEOGRAFICA Y LINEAS EVOLUTIVAS</b>	<b>9. GEOGRAPHIC VARIABILITY AND EVOLUTION LINES</b>	365
9.1 Introducción	9.1 <b>Introduction</b>	365
9.2 Las clinas	9.2 <b>The clines</b>	367
9.2.1 Clinas entre las poblaciones de la Isla de Formentera	9.2.1 Clines among the populations of Formentera	367
9.2.2 Clina observada en la Isla de Espardell	9.2.2 Cline observed on Isla de Espardell	370
9.2.3 Clina entre las Islas de Es Freus	9.2.3 Cline between the Es Freus islands	370
9.2.4 Variación geográfica en las poblaciones del este de las Pitiüsas	9.2.4 Geographical variation in the eastern populations of the Pityusan Islands	373
9.2.5 Variación geográfica entre las poblaciones melánicas	9.2.5 Geographical variation among melanic populations	373
9.3 Líneas de variación	9.3 <b>Lines of variation</b>	378
9.3.1 Aumento de tamaño	9.3.1 Increase in size	380
9.3.2 Coloración y cripsis	9.3.2 Coloration and crypsis	382
9.3.2.1 Ambientes despejados	9.3.2.1 Light environments	383
9.3.2.2 Zonas arbustivas	9.3.2.2 Shrub areas	384
9.3.2.3 Posibilidad de cripsis de los individuos melánicos	9.3.2.3 Possibility of crypsis of melanic specimens	386
<b>10. PROPUESTA DE UNA NUEVA TAXONOMIA PARA <i>PODARCIS PITYUSENSIS</i></b>	<b>10. NEW TAXONOMIC PROPOSITION FOR <i>PODARCIS PITYUSENSIS</i></b>	389
10.1 Introducción	10.1 <b>Introduction</b>	389
10.2 Concepto de subespecie	10.2 <b>Subspecies concept</b>	390
10.2.1 Nacimiento del concepto de subespecie	10.2.1 Birth of the subspecies concept	390
10.2.2 Hacia una concepción sintética de subespecie	10.2.2 Towards a synthetic subspecies concept	392
10.2.3 Aportaciones recientes a la sistemática	10.2.3 Recent contributions to the systematics	394
10.3 Plasticidad fenotípica de <i>Podarcis pityusensis</i>	<b>10.3 Phenotypic plasticity of <i>Podarcis pityusensis</i></b>	396
10.4 Propuesta taxonómica	<b>10.4 Taxonomic proposal</b>	398
<i>Podarcis pityusensis pityusensis</i>	<i>Podarcis pityusensis pityusensis</i>	398
<i>Podarcis pityusensis affinis</i>	<i>Podarcis pityusensis affinis</i>	401
<i>Podarcis pityusensis formenterae</i>	<i>Podarcis pityusensis formenterae</i>	403
<i>Podarcis pityusensis kameriana</i>	<i>Podarcis pityusensis kameriana</i>	405
<i>Podarcis pityusensis maluquerorum</i>	<i>Podarcis pityusensis maluquerorum</i>	407
<i>Podarcis pityusensis vedrae</i>	<i>Podarcis pityusensis vedrae</i>	410
<b>11. CONCLUSIONES</b>	<b>11. CONCLUSIONS</b>	412
<b>12. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>12. BIBLIOGRAPHY</b>	416
Addenda	<b>Addendum</b>	435
APENDICE	<b>APPENDIX</b>	436

## Chapter 1. Introduction (page 1-2)

## (1) INTRODUCCION

El lacértido *Podarcis pityusensis* es el ejemplo más llamativo y exuberante de radiación evolutiva dentro de nuestra herpetofauna. Su distribución en un gran número de islas e islotes de las Pitiüsas ha proporcionado el marco para originar diversas morfologías y coloraciones corporales que en su conjunto ofrecen un amplio abanico de poblaciones, a veces con pequeñas diferencias, otras con características marcadamente distintas de la forma típica. Cada una de estas poblaciones ocupa un nicho ligeramente distinto y el hecho de permanecer aisladas durante más o menos tiempo, ha permitido que cada una de ellas se adapte a su hábitat y vayan variando sus características a medida que varían las condiciones ecológicas a que están sometidas.

Durante los años veinte diversos herpetólogos apreciaron esta diversidad y desde entonces se han descrito hasta cuarenta subespecies distintas, conformando un mapa biogeográfico en el cual prácticamente cada isla se halla ocupada por una subespecie distinta. Sin embargo la equivalencia "una isla - una subespecie" oculta la mayor parte del sentido biológico y evolutivo de esta radiación y ya en 1975 (LILGE, 1975 ; RODRÍGUEZ RUIZ, 1975) empezaron a publicarse trabajos en los cuales se apreciaba la existencia de poblaciones sinónimas; a la vez que el concepto de subespecie iba evolucionando y poniendo en tela de juicio la validez de la equivalencia, y haciéndose ostensible la necesidad de una revisión taxonómica. Por ello se inició esta revisión, precedida de un estudio introductorio (CIRER, 1981), en el cual se puso de manifiesto la complejidad del problema y la necesidad de experimentar diversas técnicas simultáneamente a fin de solucionarlo.

Clásicamente se ha considerado en zoología que una subespecie es válida si sus individuos presentan diferencias biométricas frente al resto de poblaciones de la especie y por ello una gran parte de este estudio se ha basado en los análisis estadísticos de las variables biométricas (capítulo 6). Además la coloración corporal también es un atributo frecuentemente utilizado y por este motivo se describen las características de todas las poblaciones de la especie en el capítulo 3; aunque conscientes de que la apreciación del color es subjetiva, se completa con un estudio del color basado en técnicas físicas colorimétricas en el capítulo 8.

## 1. INTRODUCTION

The lacertid lizard *Podarcis pityusensis* is the most striking and exuberant example of evolutionary radiation within the Spanish herpetofauna. Its distribution in a large number of islands and islets of the Pityusan Islands has provided the framework to originate diverse body morphologies and colorations that as a whole offer a wide range of populations, sometimes with small differences, others with markedly different characteristics compared to the typical form. Each of these populations occupies a slightly different niche and the fact of remaining isolated for more or less time, has allowed each of them to adapt to their habitat and vary their characteristics as the ecological conditions, to which they are submitted, vary.

During the nineteen-twenties, various herpetologists appreciated this diversity and since then up to forty different subspecies have been described, forming a biogeographic map in which practically every island is occupied by a different subspecies. However the equivalence "one island - one subspecies" hides most of the biological and evolutionary sense of this radiation and since 1975 (LILGE 1975 ; RODRÍGUEZ RUIZ 1975) began to publish works in which the existence of synonymous populations was appreciated; at the same time that the concept of subspecies was evolving, questioning the validity of equivalence, and making the need for a taxonomic revision ostensible. Therefore, this revision was initiated, preceded by an introductory study (CIRER 1981), which showed the complexity of the problem and the need to experiment with different techniques simultaneously in order to solve it.

Classically, it has been considered in zoology that a subspecies is valid if its specimens present biometric differences with respect to the rest of the populations of the species and for this reason a large part of this study has been based on the statistical analysis of the biometric variables (chapter 6). In addition, body coloration is also an attribute frequently used and for this reason the characteristics of all the populations of the species are described in chapter 3; however, realizing that the valuation of color is subjective, it is completed with a study of color based on physical colorimetric techniques in chapter 8.

## Chapter 1. Introduction (page 2-3)

Pero la concepción de subespecie es más exigente y restrictiva en la actualidad, discusión que se lleva a cabo en el capítulo 10. Y la existencia de técnicas de análisis genéticos invitan a profundizar en las causas de la variabilidad. Por ello se ha realizado 'también un estudio, mediante electroforesis, de los genes que codifican proteínas enzimáticas, desarrollado en el capítulo 7.

Todos estos análisis, sin embargo, han deparado en la comprobación de una gran variabilidad intrasubspecífica, biométrica, genética y colorimétrica; que en la mayoría de los casos es superior a la intersubspecífica, cuestionando la validez de la división actual de la especie. Este problema se acentúa al comprobar que muchas poblaciones varían gradualmente sus características de forma clinal, configurando unas líneas de evolución debidas a la necesidad de adaptarse a nichos concretos, tal y como se discute en el capítulo 9.

Al final de estas discusiones se presenta, a modo de conclusión de todo el estudio, una propuesta de nueva taxonomía; en la cual los 42 nombres subespecíficos descritos hasta el momento, se agrupan en 6 grupos de sinonimias a los cuales se propone se les asigne el rango de subespecie, ya que responden mejor a la realidad actual de la especie (diagnóstico inequívoco de cada una de las 6 subespecies), historia y biogeografía.

Se han incluido en este estudio ejemplares de todas las islas que sustentan poblaciones de lacértidos, y por tanto de todas las subespecies descritas, aunque la muestra analizada de cada una de ellas es muy desigual. Algunas poblaciones descritas como subespecie se hallan extinguidas en la actualidad, ya que su "isla" original hoy en día está unida a otra isla mediante tómbolos o diques; en cuyo caso solo se han utilizado los ejemplares sobre los cuales se realizaron las descripciones correspondientes, depositados actualmente en distintos museos.

Aunque al inicio del presente estudio ya se habían realizado algunas revisiones taxonómicas parciales, se abordó el problema sin ningún presupuesto de sinonimia preconcebido y se adoptó la premisa "una isla - una población" o unidad de taxonomía, por más que algunas subespecies reconocidas por todos los autores que han tratado la especie, habitan en dos o más islas. Estos casos se han tratado de igual forma que las subespecies

But the subspecies concept is more demanding and restrictive at present, a discussion that takes place in [chapter 10](#). And the existence of genetic analysis techniques invite us to delve into the causes of variability. For this reason, a study has also been carried out, by means of electrophoresis, of the genes that encode enzymatic proteins, revealed in [chapter 7](#).

All these analysis, however, have led to the verification of a great intra-subspecific variability, biometric, genetic and colorimetric; which in most cases it is superior to the inter-subspecific variability, questioning the validity of the current division of the species. This problem is accentuated by the fact that many populations gradually vary their characteristics in a clinal fashion, configuring some lines of evolution due to the need to adapt to specific niches, as discussed in [chapter 9](#).

At the end of these discussions, a proposal for a new taxonomy is presented as a conclusion to the complete study; in which the 42 subspecific names described so far, are grouped into 6 groups of synonyms in which the subspecies rank is proposed, since they respond better to the current reality of the species (unequivocal diagnosis of each of the 6 subspecies), history and biogeography.

Specimens of all the islands that sustain lacertid lizard populations have been included in this study, and therefore of all the subspecies described, although the analyzed sample of each of them is very unequal. Some populations described as subspecies are currently extinct, since their original "island" today is joined to another island by means of sediment accumulation or dykes; in which case only the specimens on which the corresponding descriptions were made, currently deposited in different museums, have been used.

Although at the beginning of the present study some partial taxonomic revisions had already been made, the study was addressed without any preconceived synonymy and the premise was adopted: "one island - one population" or taxonomic unit, no matter how many subspecies inhabit two or more islands, recognized by the authors who have treated the species. These cases have been treated in the same way as the subspecies restricted

## Chapter 1. Introduction (page 3)

restringidas a una sola isla, pero en cierto modo el índice de semejanza que demostraban a lo largo de los análisis, ha servido como baremo a la hora de comparar a las distintas subespecies establecidas.

Por otra parte en algunos análisis se creyó conveniente obtener muestras de distintas localidades de una misma isla (misma subespecie), para comprobar la variabilidad intrasubspecífica por una parte, y por otra obtener una norma de decisión al comparar subespecies muy semejantes con pequeñas variaciones locales.

to a single island, but in a certain way the index of similarity that they demonstrated throughout the analysis, has served as a scale when comparing the different established subspecies.

On the other hand, in some analysis it was considered convenient to obtain samples from different localities of the same island (same subspecies), to check the intra-subspecific variability on the one hand, and on the other to obtain a decision rule when comparing very similar subspecies with small local variations.

## 2. MATERIAL Y METODOS

### 2.1 INTRODUCCIÓN

El estudio de la taxonomía de *Podarcis pityusensis* es extraordinariamente complejo y en un estudio introductorio (CIRER, 1981) se puso de manifiesto la necesidad de ensayar nuevas técnicas y apurar al máximo posible las disponibilidades de análisis en distintos campos.

Existen diversos métodos aplicables a los estudios taxonómicos entre los que destacan los estudios de taxonomía bioquímica y el procesado estadístico de los caracteres fenéticos, tanto los cuantitativos como los cualitativos.

No todos los métodos de análisis existentes son adecuados a la configuración de esta especie, ni tampoco todos son asequibles dada la compleja infraestructura necesaria o su elevado coste económico. Pero los utilizados en este estudio han demostrado ser de alta resolución al aplicarlos a otras especies y parecen ser los más adecuados para *P. pityusensis*, sin desechar que en un futuro la aplicación de nuevas técnicas pueda proporcionar nuevos datos al respecto.

Se han seguido tres campos principales de análisis, que cuantifican tres aspectos bien distintos de las lagartijas. Por una parte el estudio de sus características biométricas procesados con técnicas estadísticas multivariantes, por otro sus características genéticas detectadas mediante electroforesis de proteínas solubles y finalmente sus coloraciones externas cuantificadas mediante técnicas colorimétricas.

Cada una de las técnicas utilizadas es bien distinta de las demás, con finalidades y métodos utilizados particulares y con restricciones propias; por ello se ha creído conveniente describir ampliamente los métodos empleados al iniciar cada uno de sus capítulos respectivos.

### 2.2 MÉTODO DE CAPTURA Y CONSERVACIÓN

Se relizaron diversas visitas a cada uno de los islotes del archipiélago Pitiüso, a fin de obtener los animales necesarios para los análisis. En las poblaciones con mayor densidad de individuos bastó con una sola visita,

## 2. MATERIAL AND METHODS

### 2.1 INTRODUCTION

The study of the taxonomy of *Podarcis pityusensis* is extraordinarily complex and in an introductory study (CIRER 1981) the need to test new techniques and to maximize the availability of analysis in different fields was revealed.

There are several methods applicable to taxonomic studies, among which the studies of biochemical taxonomy and the statistical processing of phenetic characters stand out, both quantitative and qualitative.

Not all existing methods of analysis are suitable for the configuration of this species, nor are all available due to the complex infrastructure required or its high economic cost. But those used in this study have proven to be high resolution when applied to other species and seem to be the most suitable for *P. pityusensis*, without discarding that in the future the application of new techniques may provide new data in this regard.

Three main fields of analysis have been followed, which quantify three very different aspects of the lizards. On the one hand, the study of their biometric characteristics processed with multivariate statistical techniques, on the other, their genetic characteristics detected by soluble protein electrophoresis and finally their external colorations quantified by colorimetric techniques.

Each of the techniques used is very different from the others, with particular purposes and methods used and with own restrictions; for this reason, it has been considered convenient to describe the methods used at the beginning of each of their respective chapters.

### 2.2 METHOD OF CAPTURE AND CONSERVATION

Several visits were made to each one of the islets of the Pityusan archipelago, in order to obtain the animals needed for the analysis. In populations with a higher density of specimens, it was enough to have only one

## Chapter 2. Material and methods (page 5-6)

pero la mayoría de poblaciones han sufrido 2 ó mas recaptaciones en diferentes años, hasta obtener todo el material necesario.

El sistema utilizado para la captura fue el de trampeo, por considerarlo mas aleatorio y menos nocivo para la población, ya que difícilmente se consiguen juveniles por este método, a pesar de que se les observó continuamente deambulando alrededor de las trampas, sin decidirse a entrar en ellas, para evitar los combates con los adultos. Dentro de las trampas se colocaba un cebo muy oloroso que atraía la atención de los individuos de la zona circundante. Una vez detectada la trampa los distintos individuos combatían entre sí antes de entrar en ellas y así los más fuertes eran los primeros en ser capturados. Si se sitúa repetidamente la trampa en un mismo lugar, van capturándose todos los individuos del área circundante siguiendo un orden jerárquico en las primeras capturas, que se desvanece posteriormente después de los 2 ó 3 primeros individuos.

Las trampas consistían en botes de plástico provistos de tapa, vivamente coloreados (rojo, amarillo) ya que se observó que era muy atractivo a las lagartijas, además de su facilidad de transporte dado su poco peso. En su interior se depositaba fruta machacada días antes, cuyo olor atraía con éxito a las lagartijas.

Si los individuos debían usarse solo para análisis biométricos se guardaban en alcohol de 70°C después de anotar la coloración que presentaban. Si por el contrario su finalidad eran los análisis colorimétricos o electroforéticos se guardaban vivos para su transporte.

### 2.3 MATERIAL UTILIZADO EN LOS ANÁLISIS BIOMÉTRICOS

Se ha usado el total de animales disponibles, ya que las mediciones biométricas pueden realizarse después de haber manipulado a los animales para otros análisis. Buena parte de los individuos pertenecen a una colección propia que se depositará en alguna institución científica una vez haya concluido el presente estudio, así como

visit, but most of the populations have undergone two or more capture sessions in different years, until we obtained all the necessary material.

The system used for capturing the lizards was trapping, considering it more random and less harmful for the population, since it is difficult to get juveniles by this method, even though they were observed continuously wandering around the traps, without deciding to enter them, to avoid combats with adults. Inside the traps a very odorous bait was placed that attracted the attention of the lizards of the surrounding area. Once the trap was detected, the lizards fought each other before entering the trap, and consequently the strongest were the first to be captured. If the trap is placed repeatedly in the same place, all the lizards of the surrounding area are captured following a hierarchical order in the first captures, which later fades away after the first two or three lizards had been caught.

The traps consisted of plastic canisters with a lid, brightly colored (red, yellow) since it was observed that it was very attractive to lizards, as well as its ease of transport due to its low weight. In its interior fruit was crushed days before, whose smell attracted successfully the lizards.

If the lizards were to be used for biometric analysis only, they were stored in 70% ethanol<sup>(1)</sup> after recording the color they presented. If, on the contrary, their purpose was colorimetric- or electrophoretic analysis, they were kept alive for transport.

### 2.3 MATERIAL USED IN BIOMETRIC ANALYSIS

All the available animals have been used, since biometric measurements can be made after having manipulated the animals for other analysis. Many used specimens in this study belong to our private collection, that will be deposited in a scientific institution once this study has been concluded. In this study also numerous specimens

(1) alcohol de 70°C corrected in 70% ethanol.

## Chapter 2. Material and methods (page 6-7)

numerosos ejemplares procedentes de las colecciones del Senckenberg-Museum de Frankfurt, Museum Alexander Koenig de Bonn, Zoologische Staatssammlung de Munich e Instituto Pirenaico de Ecología (C.S.I.C.) de Jaca. La relación detallada de los individuos utilizados figura en la tabla 6-I del capítulo de análisis estadísticos.

Algunas poblaciones poseen gran número de efectivos al estar representadas en todas las colecciones, mientras que otras no llegan al mínimo deseable (10 ejemplares para cada sexo); estas poblaciones no se han podido procesar adecuadamente y por lo tanto las conclusiones que se obtienen de ellas quedan abiertas a discusiones futuras, ya que hoy por hoy aún merecen una cierta reserva.

El material procedente de colecciones ajenas ha sufrido un proceso de selección cuando las referencias geográficas del lugar de captura ofrecían dudas y no podían cotejarse de forma inequívoca con las poblaciones recolectadas para la colección propia.

### 2.3.1 VARIABLES BIOMÉTRICOS APLICADAS

Inicialmente se eligieron 22 variables aleatorias, que se aplicaban a cada uno de los individuos, posteriormente se redujeron a 17 ya que algunas de ellas presentaban dificultades para obtenerse sobre individuos de colecciones depositadas en museos, o bien eran frecuentemente incompletas, como por ejemplo la longitud de la cola. Debido a ello se desecharon 5 variables ya que los análisis multivariantes precisan de valores para todos los individuos en todas las variables (observaciones completas).

Todos los individuos utilizados se han medido nuevamente, desechando las mediciones realizadas anteriormente sobre ellos por otros investigadores, no por considerar que el método sea distinto, sino porque cada investigador ejerce un error de medición característico y así se elimina el error estadístico derivado del efecto "distinto investigador".

were included from the collections of the Senckenberg Museum in Frankfurt, Museum Alexander Koenig in Bonn, Zoologische Staatssammlung in Munich and the Instituto Pirenaico de Ecología (C.S.I.C.) in Jaca. The detailed list of used specimens is shown in table 6-I of the chapter on statistical analysis.

Some populations have a large number of included specimens, for they are represented in all the collections, while other populations do not reach the desirable minimum (10 specimens for each sex); these populations have not been able to be processed properly, and therefore the conclusions that are obtained from them are open to future discussions, and for now they must be treated with some reservations.

The material from other collections has undergone a selection process when the geographical references of the place of capture offered doubts and could not be compared unequivocally with the lizards collected for our own collection.

### 2.3.1 APPLIED BIOMETRIC VARIABLES

Initially 22 random variables were selected, which were applied to each of the specimens. Later they were reduced to 17, because some of them had difficulties to obtain data from museum specimens. These specimens were frequently incomplete, causing, for example, problems in retrieving data of the length of the tail. Due to this, 5 variables were discarded, since multivariate analysis require values for all specimens in all variables (complete observations).

All the specimens used have been measured again, discarding the measurements previously made on them by other researchers, not considering that the method is different, but because each researcher exercises a characteristic measurement error and thus eliminating the statistical error derived from the "different investigator" effect.

## Chapter 2. Material and methods (page 7)

Las 17 variables utilizadas en todos los análisis estadísticos son las siguientes:

1. **LC. Longitud corporal.** Tomada por la parte ventral, desde la punta del hocico hasta el inicio de la abertura cloacal con un hilo tenso que posteriormente se media con precisión de 1 milímetro.
2. **AC. Anchura de la cabeza.** Medida con un pie de rey por la parte más ancha de la cabeza con precisión de una décima de milímetro.
3. **LP. Longitud del píleo.** Se toma con un pie de rey encajado entre el hocico y el final del píleo, con precisión de una décima de milímetro.
5. **PA. Longitud de la pata anterior.** Estirando la pata anterior derecha sobre una regla milimetrada y midiendo desde la axila hasta el final de la uña del dedo más largo. En caso de presentar alguna amputación se medía la pata izquierda, si ésta también estaba lesionada se omite la observación. La precisión de medida es de 1 milímetro.

The 17 variables used in all statistical analysis are the following<sup>(2)</sup>:

1. **LC. Body length.** Taken by the ventral part, from the tip of the snout to the beginning of the cloacal opening with a tense thread that is later measured with the precision of 1 millimeter.
2. **AC. Width of the head.** Measured with a caliper on the widest part of the head with a precision of one tenth of a millimeter.
3. **LP. Length of the head.** It is taken with a caliper measured from the snout to the end of the head, with a precision of one tenth of a millimeter.
5. **PA. Length of the anterior leg.** Stretching the right anterior leg on a millimeter ruler and measuring from the armpit to the end of the nail of the longest finger. In case of presenting an amputation the left leg was measured, if it was also injured, the observation is omitted. The measurement accuracy is 1 millimeter.

2. It appears there is an omission. Variable 4, Pileus width, does not appear in the list of variables, although it is used in the statistical analyses (Figures 6-7 and 6-8) and in the evaluations of the results of the various statistical analyses. However, the variables tympanic, masseteric, and anal scale surface area were included in the introductory paper (CIRER 1981a) here are excluded. Tail length was also measured in all specimens but excluded from the analyses. It is an invalid variable because the vast majority of specimens had regenerated tails.

## Chapter 2. Material and methods (page 8-9)

6. **PP. Longitud de la pata posterior.** Se procede como en el caso de la variable 5 (PA), pero con la pata posterior derecha.
7. **LC. Longitud Gular.** Estirando la región gular para evitar la formación de arrugas epidérmicas frecuentes en esta zona y midiendo desde el hocico hasta el collar, inclusive. La precisión es de 1 décima de milímetro.
8. **EC. Número de escamas del collar.** Se han contado todas las escamas del collar que se diferencian de las demás por su tamaño y por presentar un borde recto.
9. **ESL. Número de escamas supralabiales.** Se cuentan todas las escamas que bordean la parte superior de la abertura bucal.
10. **EIL. Número de escamas infralabiales.** Se consideran todas las escamas que bordean la parte inferior de la boca.
11. **EV. Número de escamas ventrales longitudinales.** Se han contado todas las hileras de escamas ventrales diferenciadas como placas más o menos cuadrangulares, que se sitúan entre el collar y la región que rodea la cloaca.
12. **EDL. Número de escamas dorsales longitudinales.** Se miden desde el final del píleo hasta el primer anillo caudal por el centro del dorso.
13. **EDT. Número de escamas dorsales transversales.** Se han medido desde la primera diferenciada de las ventrales, hacia el centro del dorso, hasta llegar a la última escama diferenciada de las ventrales del otro costado. Se ha elegido la zona equidistante de los dos pares de extremidades.
14. **L. Número de lamelas bajo el cuarto dedo de la pata posterior.** Se cuentan todos los cojinetes que se sitúan bajo las falanges de dicho dedo.
15. **PF. Número de poros femorales.** Se consideran todos los poros de ambos lados sumados.
16. **EG. Número de escamas gulares.** Se han contado en línea recta por el centro de la región gular, desde el final de las placas que rodean el hocico hasta la escama que toca las que forman el collar.
17. **P. Peso.** Se han pesado los individuos ya conservados en alcohol, para así poder homogeneizar a los individuos de recolección reciente con los guardados en las colecciones de museo. Aunque hay que ser conscientes del error que implica el tomar esta medida en tales condiciones. La precisión es en décima de gramo.
6. **PP. Length of the hind leg.** Proceeded as in the case of variable 5 (PA), but with the right hind leg.
7. **LC. Gular length.** Stretching the gular region to avoid the formation of epidermal wrinkles in this area, and measuring from the snout to the collar (including the collar scales). The precision is one tenth of a millimeter.
8. **EC. Number of scales of the collar.** All the scales of the collar have been counted, which differ from the rest due to their size and because they have a straight edge.
9. **ESL. Number of supra-labial scales.** All the scales that line the upper part of the mouth opening are counted.
10. **EIL. Number of infra-labial scales.** All the scales that border the lower part of the mouth are considered.
11. **EV. Number of longitudinal ventral scales.** All rows of different ventral scales have been counted as more or less quadrangular plates, which are located between the collar and the region surrounding the cloaca.
12. **EDL. Number of longitudinal dorsal scales.** They are measured from the end of the head to the first caudal ring through the center of the back.
13. **EDT. Number of transverse dorsal scales.** They have been measured from the first one differentiated from the ventral ones, towards the center of the back, until reaching the last scale differentiated from the ventral ones from the other side. The zone equidistant of the two pairs of extremities has been chosen.
14. **L. Number of lamellae under the fourth finger of the hind leg.** All the bearings that are placed under the phalanges of fourth finger are counted.
15. **PF. Number of femoral pores.** All pores of both sides are added together.
16. **EG. Number of gular scales.** They have been counted in a straight line through the center of the gular region, from the end of the plates that surround the muzzle to the scale that touches the ones that form the collar.
17. **P. Weight.** Specimens already conserved in alcohol have been weighed, in order to homogenize the specimens of recent collection with those stored in the museum collections. Although we must be aware of the error involved in taking this measurement under such conditions. The precision is in tenth of a gram.

## Chapter 2. Material and methods (page 9-10)

## 2.3.2 ANÁLISIS BIOMÉTRICOS REALIZADOS

Inicialmente se ha realizado una estadística descriptiva de cada población, separando machos y hembras, tabulando las medias, desviaciones típicas y márgenes de confianza de las medias, las cuales se han representado gráficamente para las 17 variables a fin de poder comparar las medias de distintas poblaciones visualmente.

Se ha realizado un test *t*-Student entre machos y hembras para todas las variables, para comprobar la existencia de dimorfismo sexual.

El análisis ha sido más exhaustivo en el campo de la estadística multivariante, ya que otorga un mayor poder resolutorio que la univariante. En este campo se han realizado análisis factoriales, discriminantes, canónico de poblaciones y taxonomía numérica, utilizando simultáneamente a las 17 variables descritas en el apartado anterior. La descripción de cada uno de estos métodos se realiza previamente a cada uno de sus análisis correspondientes, ya que se ha considerado que así su metodología resulta más comprensible, al presentar la aplicación concreta inmediatamente después.

Todos los análisis estadísticos, así como los gráficos que los acompañan se han realizado utilizando los servicios del Centro de Cálculo de la Universidad de Barcelona, con ayuda de numerosos consejos de las personas que lo integran, así como de las adscritas al departamento de bioestadística de la facultad de ciencias biológicas de dicha universidad.

## 2.4 MATERIAL Y MÉTODO UTILIZADOS EN LOS ANÁLISIS ELECTROFORETICOS

Este análisis exige el ingreso de los animales vivos en el laboratorio, lo cual ha restringido las posibilidades en el número de individuos a analizar. Se ha elegido una representación de poblaciones, entre aquellas que son más semejantes entre sí, por un lado; y por otro, entre las poblaciones que se diferencian fenotípicamente de todas las demás de forma clara.

## 2.3.2 PERFORMED BIOMETRIC ANALYSIS

Initially, a descriptive statistics of each population was made, separating males and females, tabulating the means, standard deviations and confidence margins of the means, which have been represented graphically for the 17 variables in order to be able to compare the means of different populations visually.

A Student's *t*-test was carried out between males and females for all the variables, to verify the existence of sexual dimorphism.

The analysis has been more exhaustive in the field of multivariate statistics, since it grants a greater resolutive power than the univariate one. In this field, factorial, discriminant, canonical analysis of populations and numerical taxonomy have been performed, using simultaneously the 17 variables described in the previous section. The description of each of these methods is done before each one of its corresponding analysis, since it has been considered that this way its methodology is more understandable, when presenting the concrete application immediately afterwards.

All the statistical analysis, as well as the graphs that accompany them, have been made using the services of the Calculation Center of the University of Barcelona, with the help of numerous councils of the people that comprise it, as well as those assigned to the department of Biostatistics of the faculty of Biological Sciences of the same university.

## 2.4 MATERIAL AND METHOD USED IN THE ELECTROPHORETIC ANALYSIS

This analysis requires the entry of living animals into the laboratory, which has restricted the possibilities in the number of specimens to be analyzed. A representation of populations has been chosen, among those that are more similar to each other, on the one hand; and on the other, among the populations that clearly differ phenotypically from all the others.

## Chapter 2. Material and methods (page 10-11)

Las poblaciones analizadas con su número de efectivos se detallan en la tabla 7-I, con un total de 193 individuos. Se han analizado características genéticas somáticas y por lo tanto no tiene sentido separar los análisis según el sexo.

Los individuos de cada isla se han considerado como poblaciones independientes, excepto los de Eivissa y Espardell que se han dividido en varias subpoblaciones según el lugar de muestreo y se han tratado a lo largo del análisis como si procedieran de islas individuales. Análogamente se ha procedido con los individuos de Formentera, separándose la población de Cap de Berberia de la de Punta de Trucadors, ya que ésta última constituye una subespecie por sí sola.

Todos los análisis desde el sacrificio de los animales hasta la obtención de resultados numéricos se han realizado en el Laboratoire de Génétique de C.E.R.E.M. en Montpellier, con la colaboración de CLAUDE-P. GUILLAUME y la directora de dicho laboratorio Dra. NICOLE PASTEUR.

Los loci seleccionados para el análisis codifican proteínas enzimática que se han aislado mediante las técnicas descritas por Guillaume y Lanza (1982), para someterlas después a electroforesis horizontal sobre una placa de gel de almidón al 12 %.

La migración ha durado entre 6 y 12 horas, manteniendo a las proteínas en un campo eléctrico continuo. Después de la cual se han revelado según las técnicas descritas por Selander et Al (1971).

El total de proteínas analizadas (loci génicos) asciende a 19 y se detallan en la tabla 7-II del capítulo 7. En este mismo capítulo se describen de forma más amplia el fundamento de la electroforesis y las características propias del método utilizado.

Una vez obtenidos los análisis de cada individuo se han calculado las frecuencias génicas de cada población para los distintos loci, así como su índice de heterozigosis. Posteriormente se ha calculado el índice de identidad genética (I) de NEI (1972) y la distancia genética media (D) para cada par de poblaciones, construyéndose con ellos una matriz a partir de la cual obtener un dendrograma.

The analyzed populations with their number of specimens are shown in table 7-I, with a total of 193 specimens. Somatic genetic characteristics have been analyzed and therefore it makes no sense to separate the analysis according to sex.

The specimens of each island have been considered as independent populations, except those of Ibiza and Espardell that have been divided in several subpopulations according to the place of sampling and have been treated throughout the analysis as if they came from individual islands. Similarly, we have proceeded with the specimens of Formentera, separating the population of Cap de Berberia from that of Punta de Trucadors, since the latter constitutes a subspecies in its own right.

All analysis, from the euthanasia of the animals to the obtaining of numerical results, have been made in the Genetics Laboratory of C.E.R.E.M. in Montpellier, with the collaboration of CLAUDE-P. GUILLAUME, and the director of the laboratory, Dr. NICOLE PASTEUR.

The loci selected for the analysis of the genes that encode enzymatic proteins, that have been isolated by the techniques described by GUILLAUME & LANZA (1982), to then submit them to horizontal electrophoresis on a 12% starch gel plate.

The migration has lasted between 6 and 12 hours, keeping the proteins in a continuous electric field. After which they have been revealed according the techniques described by SELANDER et al. (1971).

The total of analyzed proteins (gene loci) amounts to 19 and are shown in table 7-II of chapter 7. In this same chapter the basis of electrophoresis and the characteristics of the used method are more extensive described.

Once the analysis of each specimen had been obtained, the gene frequencies of each population for the different loci have been calculated, as well as their heterozygosity index. Subsequently, the Nei index of genetic similarity (I) and the average genetic distance (D) for each pair of populations (NEI 1972), were calculated, constructing with them a matrix from which to obtain a dendrogram.

## Chapter 2. Material and methods (page 12)

## 2.5 MATERIAL Y MÉTODO UTILIZADOS EN LOS ANÁLISIS COLORIMÉTRICOS

Se seleccionó una muestra de poblaciones entre aquellas que poseían más dificultad en discriminar su coloración dorsal y entre aquellas que presentan una coloración característica que las diferencia de todas las demás de la especie.

En algunos casos se ha subdividido una subespecie en distintas poblaciones, ya que según la zona presentan una coloración distinta. Este es el caso de la subespecie que habita la isla de Eivissa (*P. pityusensis pityusensis*) de la cual se han considerado las poblaciones de Puig des Molins, Sant Carles y Sant Vicent (Véase el mapa de la figura 8-2); y de la población que ocupa la isla de s'Espardell (*P. p. espardellensis = P. p. gastabiensis*), con dos poblaciones: la del extremo N-E de la isla (Punta de Tramuntana) y la que ocupa la zona central de la isla.

El análisis se ha realizado separando machos, hembras y juveniles. Los efectivos de cada población se presentan en la tabla 8-III.

Las mediciones se tomaron sobre animales vivos, ya que su muerte y conservación, aunque sea reciente, altera notablemente su color, inmovilizados manualmente y con un baño de hielo previo. Se utilizó el fotómetro de reflexión Spectra-Prichard, modelo 1980, para realizar todos los análisis.

Este aparato realiza mediciones muy semejantes a las que hace el ojo humano, pero naturalmente sin la subjetividad que suele acompañar a las apreciaciones de color en el hombre (PLAZA, 1983, 1984). El Spectra-Prichard mide un área de tamaño determinado por el investigador e integra todos los puntos de color presentes en ella, para dar un color medio resultante. Este color viene definido por 3 coordenadas X, Y, Z, convertibles a 3 variables standard recomendables por el I.C.I. (International Commission of Illumination) en 1978: Claridad, Cromo y Tono.

Se realizaron mediciones de color medio en el dorso, costados y vientre de cada animal, así como algunas mediciones puntuales, cuando el área recubierta por un color homogéneo era suficientemente grande.

## 2.5 MATERIAL AND METHOD USED IN THE COLORIMETRIC ANALYSIS

A sample of populations was selected among those that had more difficulty in discriminating their dorsal coloration and among those that have a characteristic coloration that differentiates them from all others of the species.

In some cases a subspecies has been subdivided into different populations, since according to the zone, they present a different coloration. This is the case of the subspecies that inhabits the island of Ibiza (*P. pityusensis pityusensis*) of which the populations of Puig des Molins, Sant Carles and Sant Vicent have been considered (see the map in figure 8-2); and of the population that occupies the island of s'Espardell (*P. p. espardellensis = P. p. gastabiensis*), with two populations: the one on the northeastern end of the island (Punta de Tramuntana) and the one that occupies the central zone of the island.

The analysis has been carried out separating males, females and juveniles. The number of specimens of each population are presented in table 8-III.

The measurements were taken on live animals, since their death and conservation, although recent, noticeably alters their color, immobilized manually with a previous ice bath. The Spectra-Prichard reflection photometer, model 1980, was used to perform all the analysis.

This device performs measurements very similar to those made by the human eye, but naturally without the subjectivity that usually accompanies the appreciations of color in man (PLAZA 1983, 1984). The Spectra-Prichard measures an area which size is determined by the researcher, and integrates all the points of color, resulting in an average color. This color is defined by three X, Y, Z coordinates, convertible to three standard variables recommended by the I.C.I.<sup>(3)</sup> (International Commission on Illumination) in 1978: Clarity, Chroma and Tone.

Medium color measurements were made on the dorsal-, lateral- and ventral side of each lizard, as well as some spot measurements, when the area covered by a homogeneous color was sufficiently large.

(3) Usually abbreviated as C.I.E. for its French name: *Commission internationale de l'éclairage*.

## Chapter 2. Material and methods (page 13)

La iluminación es un factor que influye notablemente en el color que se observa, no solo como elemento subjetivo, sino incluso objetivo, afectando a las apreciaciones que realiza el fotómetro; por lo tanto siempre se realizaron las medidas con luz natural de cielo norte. Esta iluminación es la menos variable dentro de la luz natural, a lo largo del día. Además se realizaron mediciones con luz directa del sol y con distintos focos artificiales, pero los distintos tipos de mediciones no son comparables entre sí en los cálculos estadísticos posteriores y solo sirvieron para corroborar los resultados obtenidos con luz natural de cielo norte.

Todos los análisis se desarrollaron en el Instituto Optico "Daza de Valdés" del C.S.I.C. en Madrid, bajo la dirección del Dr. LORENZO PLAZA, director del departamento de Colorimetría de dicho centro.

Lighting is a factor that significantly influences the color that is observed, not only as a subjective element, but even as an objective, affecting the appreciation made by the photometer; therefore measurements were always made with natural light from the northern sky. This lighting is the least variable within natural light, throughout the day. In addition, measurements were made with direct sunlight and with different artificial foci, but the different types of measurements are not comparable to each other in the subsequent statistical calculations and only served to confirm the results obtained with natural northern sky light.

All the analysis were carried out at the "Daza de Valdés" Optical Institute of the C.S.I.C. in Madrid, under the direction of Dr. LORENZO PLAZA, director of the Department of Colorimetry.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 14-15)

## 3. LAS POBLACIONES Y LAS ISLAS DONDE HABITAN

## 3.1 INTRODUCCIÓN

Todas las islas de las Pitiüsas mayores de 1 Ha, así como la mayoría de los islotes menores, están habitados por *Podarcis pityusensis* BOSCA, 1883. Son una excepción los escollos costeros desprovistos de vegetación, frecuentemente inundados por el oleaje, que hacen inviable cualquier manifestación de vida terrestre.

La mayoría de poblaciones de lagartijas difícilmente emigran o sufren inmigración, aunque ello no es imposible ya que la acción humana, voluntaria o involuntariamente, facilita diversos medios de dispersión a todo ser vivo. La imposibilidad de migración fue asumida al describirse la mayoría de subespecies de *Podarcis pityusensis*, considerando que en cada isla vivía una población separada reproductivamente del resto de poblaciones de la especie y por tanto con evolución totalmente independiente.

Hoy en día no es posible mantener taxativamente esta afirmación, ya que todas las islas e islotes son objeto de visitas y acciones humanas, transportando todo tipo de materiales de una a otra, entre los cuales pueden haberse ocultado lagartijas. Frecuentemente antes de abandonar una isla se encontraron individuos ocultos entre el material utilizado en la isla, que se liberaban a fin de no introducirlos en la isla que posteriormente se iba a visitar. Además existen noticias fehacientes de introducciones voluntarias, así como de exterminios de poblaciones utilizando venenos, que han podido modificar notablemente las características genéticas de las poblaciones en los últimos años.

En este capítulo describiremos las distintas islas habitadas por lagartijas, con las características ecológicas más relevantes de cada una de ellas. Para facilitar la localización geográfica se acompaña de mapas levantados a partir de fotografía aérea con una escala aproximada de 1:15.000. En ellos puede apreciarse perfectamente la escasa superficie que poseen algunos islotes. Se han completado con los datos que proporcionan los mapas editados por el Servicio Cartográfico Militar de España, a fin de incluir los datos topográficos más significativos.

## 3. THE POPULATIONS AND THE ISLANDS WHERE THEY LIVE

## 3.1 INTRODUCTION

All the islands of the Pityusan Islands over 1 Ha., as well as most of the smaller islets, are inhabited by *Podarcis pityusensis* BOSCA, 1883. An exception are the coastal cliffs devoid of vegetation, often flooded by the waves, which make any manifestation of terrestrial life unviable.

The majority of populations of lizards hardly emigrate or experience immigration, although this is not impossible since human action, voluntarily or involuntarily, facilitates various means of dispersion to all living beings. The impossibility of migration was assumed when describing the majority of subspecies of *Podarcis pityusensis*, considering that in each island there lived a population separated reproductively from the rest of populations of the species and therefore with totally independent evolution.

Nowadays it is not possible to maintain this affirmation, since all the islands and islets are the object of human visits and actions, transporting all kinds of materials from one to another, among which lizards may have been hidden. Frequently before leaving an island, lizards were found hidden among the material used on the island, which were released in order not to introduce them to the island that was later to be visited. In addition, there are reliable reports of voluntary introductions, as well as extermination of populations using poisons, which have been able to significantly modify the genetic characteristics of populations in recent years.

In this chapter we will describe the different islands inhabited by lizards, with the most relevant ecological characteristics of each of them. To facilitate geographical location is accompanied by maps raised from aerial photography with a scale of approximately 1:15,000. From these images you can comprehend perfectly the scarce surface that some islets have. They have been completed with the data provided by the maps published by the Military Cartographic Service of Spain, in order to include the most significant topographic data.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 15)

Seguido de la descripción de la isla se presentan las formas de *Podarcis pityusensis* descritas, así como la descripción de los individuos que forman cada una de las poblaciones. La coloración se describe siempre considerando las observaciones de campo de los individuos vivos recién capturados, ya que al conservarse en alcohol se oscurecen y modifican notablemente sus tonos naturales. Solo se hace referencia a la coloración que presentan la mayoría de los individuos, pero debe tenerse presente que en todas las poblaciones siempre existen individuos con coloraciones aberrantes que se alejan notablemente del individuo medio poblacional, sobretodo en aquellas poblaciones con muchas efectivos y que habitan islas ecológicamente diversas.

Como hipótesis de trabajo se ha considerado la correspondencia "una isla - una población", a pesar de que algunas subespecies incluyen poblaciones de más de una isla y que sobre una misma isla pueden hallarse características poblacionales diferenciadoras según la zona en la cual se recolecte. Una excepción son las subespecies descritas con "Terra typica" sobre prolongaciones geográficas de las islas de Eivissa o de Formentera, que se han tratado como poblaciones independientes.

Solo se incluye la denominación taxonómica que ha recibido cada población hasta 1960, fecha en que se publicó el catálogo de anfibios y reptiles de MERTENS-WERMUTH. Existen revisiones taxonómicas más recientes que se discuten en el capítulo siguiente.

Following the description of the island, the described forms of *Podarcis pityusensis* are presented, as well as the description of the specimens that make up each of the populations. The coloration is always described considering the field observations of the newly captured living specimens, since when preserved in alcohol they darken and modify their natural tones remarkably. Only reference is made to the coloration presented by most specimens, but it should be noted that in all populations there are always specimens with aberrant coloration that are far from the average of the population, especially in those populations with a great number of lizards, and that inhabit ecologically diverse islands.

As a working hypothesis, the theorem "one island - one population" has been considered,<sup>(4)</sup> in spite of the fact that some subespecies include populations of more than one island and that differentiating population characteristics can be found on the same island according to the area in which it is collected. An exception are the subespecies described with their "Terra typica" on geographical extensions of the islands of Ibiza or Formentera, which have been treated as independent populations.

Only the taxonomic denomination is included, that each population received in 1960, when the catalog of amphibians and reptiles of MERTENS & WERMUTH (1960) was published.<sup>(5)</sup> There are more recent taxonomic revisions that are discussed in the next chapter.

(4) CIRER (1987a) not only considered the "one island - one population" theorem as the working hypothesis, but actual did chose it (with the additional conditions).

(5) Only 32 subespecies are listed in MERTENS & WERMUTH (1960). When you add the 5 extra populations due to multiple islands for one subespecies; *P. p. carlkochi* (+1), *P. p. maluquerorum* (+3), *P. p. vedrae* (+1), and add 4 populations with the presented synonyms, you can squeeze 41 populations out of MERTENS & WERMUTH (1960): So 41 populations versus 45 populations CIRER is referring to. This is incompatible with "Only the taxonomic denomination is included, that each population received in 1960". There should have been made an exception for Illot de s'Alga, Negra de Llevant, Illot de Sa Sal Rosa and Illot des Canaret.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 15-16)

Cada població va sempre numerada en los análisis posteriores con un número que aquí se incluye junto al nombre geográfico de cada isla.

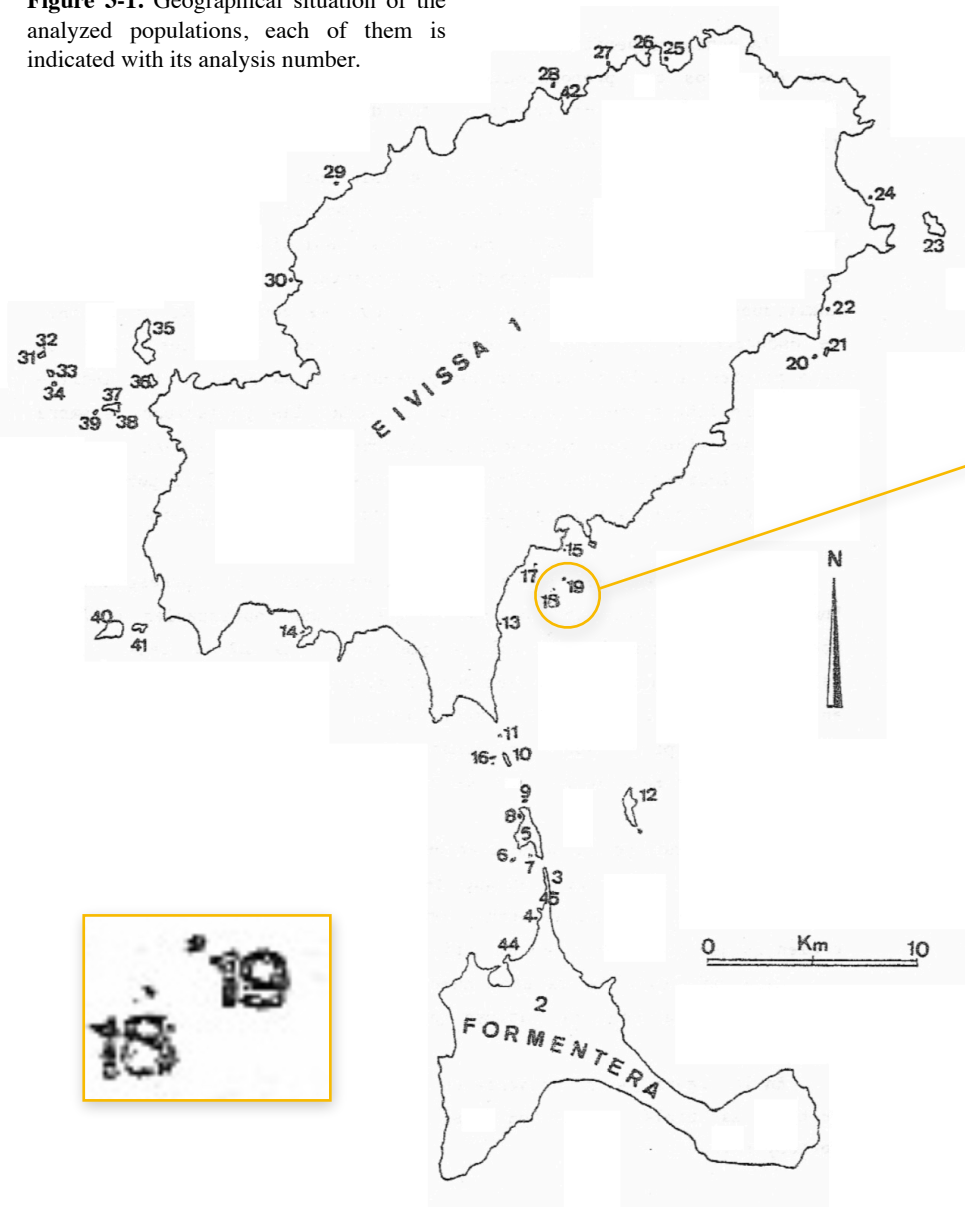
En la figura 3-1 se presenta un etapa con la localización geográfica de todas las poblaciones estudiadas, señaladas con su número poblacional correspondiente.

Each population is always numbered in the subsequent analysis with a number that is included here along with the geographical name of each island.

Figure 3-1 shows a map with the geographic location of all the studied populations, indicated with their corresponding population number.<sup>(9)</sup>

**Figura 3-1.** Situación geográfica de las poblaciones analizadas, cada una de ellas se señala con su número de análisis.

**Figure 3-1.** Geographical situation of the analyzed populations, each of them is indicated with its analysis number.



(6) The (first) corresponding names as taken from the index:

1. Eivissa
2. Formentera
3. Punta de Trucadors
4. Illetes (Rodona de Illetes only)
5. Espalmador
6. Gastabí
7. Illot de s'Alga
8. Torretes
9. Illa den Pou
10. Illa des Penjats
11. Caragoler
12. Espardell
13. Illot de Sa Sal Rosa
14. Illetes de Port Roig
15. Negra de Llevant
16. Negra Nord
17. Illa de Ses Rates
18. Malví Nord (in map pointing at 19)
19. Malví Sud (in map pointing at 18)
20. Rodona de Santa Eulalia
21. Grossa de Santa Eulalia
22. Es Canar
23. Tagomago
24. Illot de s'Hort
25. Illot de Sa Mesquida
26. Illot des Canaret
27. Illa den Caldés
28. Illa Murada
29. Illa Margalida
30. Illot de Cala Salada
31. Bleda Na Plana
32. Escull Vermell
33. Bleda Na Bosc
34. Bleda Na Gorra
35. Sa Conillera
36. Illa del Bosc de Conillera
37. Espartar
38. Escull de s'Espartar
39. Frare
40. Es Vedrà
41. Es Vedranell
42. "Isla del Bosque de Sant Miquel"
43. Ciutat de Palma (outside the range of this map)
44. Sabina
45. Conejo

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 17)

## 3.2 EIVISSA O IBIZA (1)

## 3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

Es la mayor de las islas, con 572 Km<sup>2</sup>. Con unos 170 Km de costas muy irregulares; su longitud mayor es de 41 Km desde Cap Llentrisca al sudoeste hasta Punta Grossa al nordeste. Es una isla con numerosas colinas, cuya altitud máxima es de 475 m en s'Atalaya de Sant Josep.

Esta formada principalmente por calizas, dolomías, areniscas y margas. En los valles y cuencas sedimentarias cercanas a la costa se depositan limos rojos utilizados como suelo agrícola.

La fauna vertebrada ibicenca se halla notablemente reducida respecto a las Gimnésias y al continente. No existen ofidios y entre los saurios con actividad diurna solo se cuenta con *Podarcis pityusensis*. Entre los mamíferos depredadores destaca la geneta (*Genetta genetta*), que en las Pitiüsas depreda de forma importante sobre las lagartijas, según se deduce de los análisis de sus excrementos (ALCOVER 1984b), entre las presas de origen animal podemos contar:

Insectos	83
<i>Apodemus sylvaticus</i>	83
<i>Podarcis pityusensis</i>	79
<i>Rattus</i> sp.	77

El erizo (*Erinaceus algirus*) también puede ser un depredador ocasional de lagartijas, aunque en una importancia mucho menor, al igual que los gatos domésticos o asilvestrados.

La avifauna cuenta con un centenar de especies, aunque solo la mitad de ellas nidifica en las islas Pitiüsas. Algunas de ellas depredadoras habituales de *Podarcis pityusensis* como *Falco tinnunculus*, cuyo radio de acción afecta a todas las islas del archipiélago. *Turdus merula*, sedentario en las Pitiüsas, se alimenta de insectos y lagartijas (COLECTIVO 1981); *Lanius senator* también es un depredador ocasional y las gaviotas (*Larus argentatus*, *L. ridibundus* y *L. audouinii*) se han observado en numerosas ocasiones picoteando e ingiriendo lagartijas, al igual que ocurre en las Gimnésias que depredan sobre *P. lilfordi* (RAMÓN et Al. 1985).

## 3.2 EIVISSA OR IBIZA (1)

## 3.2.1 DESCRIPTION OF THE ISLAND

It is the largest of the islands, with 572 km<sup>2</sup>. With about 170 km of very irregular coasts; its greater length is of 41 km from Cap Llentrisca to the southwest to Punta Grossa to the northeast. It is an island with numerous hills, whose maximum altitude is 475 m in s'Atalaya de Sant Josep.

It consists mainly of limestone, dolomite, sandstone and marl. In the valleys and sedimentary basins near the coast red silt is deposited, used as agricultural land.

The ibicenca vertebrate fauna is remarkably reduced compared to the Gymnesian Islands and continental Spain. There are no snakes and among the saurians with diurnal activity only *Podarcis pityusensis* is present. Predatory mammals include the genet (*Genetta genetta*), which in the Pityusan Islands depredate significantly on lizards, as deduced from the analysis of their excrement content (ALCOVER 1984b). From their intestines we can count:

Insects	83
<i>Apodemus sylvaticus</i>	83
<i>Podarcis pityusensis</i>	79
<i>Rattus</i> sp.	77

The North African hedgehog (*Atelerix algirus*) can also be an occasional predator of lizards, although in a much lesser importance, just like domestic or feral cats.

The avifauna consist of around a hundred species, although only half of them nest in the Pityusan Islands. Some of them are common predators of *Podarcis pityusensis* such as *Falco tinnunculus*, whose radius of action affects all the islands of the archipelago. *Turdus merula*, sedentary in the Pityusan Islands, feeds on insects and lizards (COLECTIVO 1981); *Lanius senator* is also an occasional predator, and seagulls (*Larus michahellis*, *Chroicocephalus ridibundus* and *Ichthyaetus audouinii*) have been observed numerous times hunting and catching lizards, as occurs in the Gymnesian Islands where they prey on *P. lilfordi* (RAMÓN et al. 1985).

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 18)

En la isla de Eivissa existe una gran diversidad de hábitats, cuyas poblaciones de lagartijas presentan diferencias entre sí en el color y diseño. Seguidamente se describen las características de las zonas en las cuales se ha recolectado.

- Puig des Molins: zona adosada a las murallas de la ciudad, con orientación sur. Es una colina rocosa, pero en las inmediaciones de la muralla existe un alto recubrimiento vegetal formado por matorrales de *Atriplex halimus*, de más de 1 metro de altura, cuyas hojas son de colores blanquecinos verde claro amarillentas.
- Huertas de Talamanca: el suelo es un acúmulo de sedimentos limosos fluvio-marinos de colores grises, en donde se instalan pequeñas huertas con cultivo de regadío. La vegetación es muy abundante en las zonas abandonadas, donde proliferan los juncos (*Juncus maritimus*, *J. acutus*) y el cañizo (*Phragmites communis*).
- Zonas rurales de secano: se ha recolectado en los campos de almendros cercanos a la parroquia de Sant Vicent y en campos de algarrobos de Sant Carles y Es Cubells. El suelo de estas zonas es de color pardo-rojizo y la vegetación típica de secano mediterráneo: abundancia de gramíneas y cardos, *Cneorum tricoccum*, *Ononis natrix*, *Plantago* sp., etc.; con abundantes muros de contención del suelo, donde se cobijan las lagartijas.
- Zona costera: Portinatx, Ses Salines, Port des Torrent. El suelo generalmente es pedregoso, a excepción de Ses Salines, donde hay dunas de arena fijadas por abundante vegetación. Abundan el pino blanco (*Pinus halepensis*), la savina (*Juniperus phoenicea* var. *lycia*), así como la maquia de *Pistacia lentiscus* y jaras (*Cistus* sp.). En las zonas próximas al mar se halla la alianza Crithmo-limonion formada fundamentalmente por *Crithmum maritimum* y varias especies de *Limonium*, así como *Helychrysum stoechas*, *Daucus gingidiuin*, *Asparagus stipularis*, etc. Más próximo al mar y en los salobrales (sobre todo de Ses Salines) se hallan las especies *Suaeda fruticosa*, *Arthrocnemum fruticosum*, *A. glaucum*, *Salsola* sp. etc.

On the island of Ibiza there is a great diversity of habitats, whose populations of lizards differ in color and pattern. The characteristics of the areas in which the lizards were collected are described below.

- Puig des Molins: Area attached to the Ibiza city walls, facing south. It is a rocky hill, but in the vicinity of the wall there is a high vegetation cover formed by shrubs of *Atriplex halimus*, more than 1 meter high, whose leaves are of whitish/yellowish light green colors.
- Huertas de Talamanca: The soil is an accumulation of fluvio-marine silty sediments of gray colors, where small orchards are installed with irrigated crops. The vegetation is very abundant in the abandoned areas, where rush proliferate (*Juncus maritimus*, *Juncus acutus*) and the common water reed (*Phragmites communis*).
- Dry rural areas: Lizards has been collected in the fields of almond trees near the parish of Sant Vicent and in fields of carob trees of Sant Carles and Es Cubells. The soil of these areas are reddish-brown and the vegetation is typical for Mediterranean dry land: Abundance of grasses and thistles, *Cneorum tricoccum*, *Ononis natrix*, *Plantago* sp., etc.; with abundant soil retaining walls, where the lizards live.
- Coastal area: Portinatx, Ses Salines, Port des Torrent. The soil is usually stony, except for Ses Salines, where there are sand dunes fixed by abundant vegetation. Abound are the Aleppo pine (*Pinus halepensis*), juniper (*Juniperus turbinata*), as well as *Pistacia lentiscus* and rockrose (*Cistus* sp.). In areas near the sea the so called Crithmo-limonium alliance is present, mainly consisting of *Crithmum maritimum* and several species of *Limonium*, as well as *Helychrysum stoechas*, *Daucus carota*, *Asparagus horridus*, and more. Closer to the sea and in the salt marshes (especially of Ses Salines) the following species are found: *Suaeda fruticosa*, *Sarcocornia fruticosa*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Salsola* sp., etc.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 19-20)

## 3.2.2 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta muralis* var. *pityusensis* BOSCA, 1883  
*Lacerta pityusensis pityusensis* MERTENS, 1921  
*Lacerta pityusensis pityusensis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis pityusensis* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis pityusensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis pityusensis* HARTMANN, 1953  
*Lacerta pityusensis pityusensis* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis pityusensis* MERTENS-WERMUTH, 1960

Morfológicamente tienen características intermedias respecto a las de toda la especie y las medias de sus variables biométricas nunca se hallan en los valores extremos, a excepción de la longitud corporal, que es particularmente pequeña en algunas zonas de la isla, siendo por tanto la media poblacional relativamente baja (véanse las figuras 6-1 y 6-2).

La coloración es muy variable según la zona, marcándose un paralelismo entre sus coloraciones dorsales y los colores predominantes de su entorno. En Puig des Molins presentan el dorso de color amarillo limón, con un marcado retículo de manchas negras que forman líneas interrumpidas, tanto en machos como en hembras, el vientre es muy claro con tonos limón o ligeramente anaranjados, sobre todo en los machos.

En las huertas de Talamanca los machos poseen el dorso variable desde el verde brillante al verde oscuro ceniciento, aunque también pueden poseerlo pardo oscuro, esta última coloración abunda más en las hembras. El retículo es negro, más o menos patente, pero muy variable, desde rayas perfectamente definidas a pequeñas manchas alineadas o dispersas. El vientre varía entre el amarillo y el celeste, a veces ligeramente asalmonado, pero siempre muy pálido.

En las zonas rurales predomina el color dorsal pardo en ambos sexos, pero los machos poseen zonas verdes mezcladas con el pardo, o bien son verde oscuro, mientras que esta coloración es rara en las hembras. El retículo es semejante al que presentan los individuos de Talamanca, al igual que la coloración dorsal.

En las zonas costeras predomina el dorso de color verde brillante en los machos y pardo-verdoso en las hembras,

## 3.2.2 DESCRIBED FORMS

*Lacerta muralis* var. *pityusensis* BOSCA, 1883  
*Podarcis pityusensis pityusensis* MERTENS, 1921<sup>(7)</sup>  
*Lacerta pityusensis pityusensis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis pityusensis* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis pityusensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis pityusensis* HARTMANN, 1953  
*Lacerta pityusensis pityusensis* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis pityusensis* MERTENS & WERMUTH, 1960

Morphologically they have intermediate characteristics with respect to those of the whole species and the means of their biometric variables are never found in the extreme values, except for the body length, which is particularly small in some areas of the island, therefore the population mean is relatively low (see figures 6-1 and 6-2).

The coloration is very variable according to the area, marking a parallelism between its dorsal colorations and the predominant colors of its environment. In Puig des Molins the lizards exhibit a back of lemon yellow color, with a marked reticulum of black spots that form interrupted lines, both in males and females, the belly is very clear with lemon or slightly orange tones, especially in males.

In the Talamanca orchards, males have variable backs from bright green to dark ashy green, although they may also show dark brown, this last coloration is more abundant in females. The reticulum is black, more or less visible, but very variable, from perfectly defined lines to small aligned or scattered spots. The belly varies between yellow and blue, sometimes slightly salmon-colored, but always very pale.

In rural areas, the dorsal brown color predominates in both sexes, but males have green areas mixed with brown, or they are dark green, whereas this coloration is rare in females. The reticulum is similar to that presented by the specimens of Talamanca, as well as the dorsal coloration.

In the coastal areas, the back is bright green in the males and brownish-green in the females, although both can

(7) MERTENS (1921) was quite early (however only once) in the use of *Podarcis pityusensis* as the species name.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 20-21)

aunque ambos pueden presentar las dos coloraciones, así como el pardo uniforme. El retículo dorsal y el vientre son tan variables como en las zonas anteriores, predominando los vientres blanquecinos o amarillentos.

El polimorfismo de la población de Eivissa ya fue apuntado por BOULENGER (1920) y EISENTRAUT (1949), si bien SALVADOR (1984) manifiesta no hallar variaciones geográficas en la isla de Eivissa.

## 3.3 CIUTAD DE PALMA (43)

En las murallas de la capital de Mallorca existe una población de *P. pityusensis pityusensis*, introducida por el hombre en época seguramente reciente, pero que no se ha podido determinar con precisión, probablemente a finales del siglo XIX o inicios del XX.

En 1953 HARTMANN describe esta población, junto con la que habita Ses Illetes de Mallorca (zona costera cercana a Ciutat de Palma) como la subespecie *P. pityusensis isletasi*. Pero EISENTRAUT enseguida la considera sinónima de la subespecie nominal.

En 1985 MARTÍNEZ-RICA (comunicación personal) constató que actualmente se trata de una población híbrida, al hallar ejemplares más robustos de color verdes semejantes a los de *P. p. pityusensis*, junto a individuos de menor talla, melánicos, que parecen responder mejor a las características de *Podarcis lilfordi*.

No se han capturado ejemplares de esta población, aunque se ha creído conveniente incluir los individuos de la colección del museo A. Koenig en los análisis estadísticos.

## 3.3.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta pityusensis isletasi* HARTMANN, 1953  
*Lacerta pityusensis pityusensis* EISENTRAUT, 1954  
*Lacerta pityusensis pityusensis* MERTENS-WERMUTH, 1960

present the two colorations, as well as the uniform brown. The dorsal reticulum and the belly are as variable as in the previous areas, predominantly the whitish or yellowish bellies.

The polymorphism of the population of Ibiza has already been pointed out by BOULENGER (1920) and EISENTRAUT (1949), although SALVADOR (1984) states that he does not find geographic variations on the island of Ibiza.

## 3.3 CITY OF PALMA DE MALLORCA (43)

On the walls of the capital of Mallorca there is a population of *P. pityusensis pityusensis*, introduced by man, surely in recent time, but that could not be determined accurately, probably in the late nineteenth or early twentieth century.

In 1953 HARTMANN describes this population, together with the population of Ses Illetes de Mallorca (coastal area near Palma de Mallorca), as the subspecies *Lacerta pityusensis isletasi* (HARTMANN 1953).<sup>(8)(11)</sup> But EISENTRAUT (1954)<sup>(9)(11)</sup> immediately considers it synonymous with the nominal subspecies.

In 1985 MARTÍNEZ-RICA (pers. comm.) observed that this is currently a hybrid population, when finding more robust green specimens, similar to those of *P. p. pityusensis*, together with melanic specimens of smaller size, that seem to respond better to the characteristics of *Podarcis lilfordi*.

No specimens of this population have been captured, although it has been considered convenient to include the specimens of the A. Koenig museum collection in the statistical analysis.<sup>(10)</sup>

3.3.1 DESCRIBED FORMS<sup>(12)</sup>

*Lacerta pityusensis isletasi* HARTMANN, 1953<sup>(11)</sup>  
*Lacerta pityusensis pityusensis* EISENTRAUT, 1954<sup>(11)</sup>  
*Lacerta pityusensis pityusensis* MERTENS & WERMUTH, 1960

(8) HARTMANN (1953) still used *Lacerta pityusensis* as the species name, and the reference was added. \*

(9) Transformed into a reference: EISENTRAUT (1954). \*

\* We will continue inserting missing references into the translated text without further notice.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 21)

- (10) According to [table 6-I](#), the used 4 males and 2 females from the Palma de Mallorca population originated from the collection of the Senckenbergmuseum in Frankfurt, in stead of the Alexander Koenig Museum in Bonn. However, it would have been very inconvenient to include 6 specimens of an obvious translocated population, which apparently also had undergo a process of hybridization with another species, as observed in 1985 by the supervisor of this dissertation, has not been explained. Actually, when analyzing the text “when finding more robust green specimens, similar to those of *P. p. pityusensis*, together with melanic specimens of smaller size, that seem to respond better to the characteristics of *Podarcis lilfordi*”, it seems more likely that MARTÍNEZ-RICA encountered a population of *P. pityusensis* living in sympatry with *P. lilfordi* than a hybrid population.
- (11) Considering *Lacerta pityusensis isletasi* both [HARTMANN \(1953\)](#) and [EISENTRAUT \(1954\)](#) are only referring to “Las Isletas” and not to the population of Palma de Mallorca. The population of Palma de Mallorca was first mentioned by LORENZ MÜLLER, he considered the lizards (1,1,0) as translocated *Lacerta lilfordi pityusensis* ([MÜLLER 1927](#)), and never there has been any author thinking differently on the Palma de Mallorca population.
- (12) A well-considered list to replace “3.3.1 DESCRIBED FORMS” would be:
- *Lacerta lilfordi pityusensis* [MÜLLER, 1927](#)
  - *Lacerta pityusensis pityusensis* [WETTSTEIN, 1937](#)
  - *Lacerta pityusensis pityusensis* [EISENTRAUT, 1949a](#)
  - *Lacerta pityusensis pityusensis* [EISENTRAUT, 1949b](#)
  - *Lacerta pityusensis pityusensis* [MERTENS, 1957](#)
  - *Lacerta pityusensis pityusensis* [MERTENS & WERMUTH, 1960](#)

## 3.4 "ISLA DEL BOSQUE DE SANT MIGUEL" (42)

## 3.4.1 DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Cerrando la ensenada del port de Sant Miguel, existe la Punta de Sa ferradura, a la cual parece referirse [EISENTRAUT \(1928b\)](#), al describirla como la "Terra typica" de una nueva subespecie. Hoy en día no es una isla sino un tómbolo estable, con gran espesor de sedimentos que la unen a Eivissa (figura 3-2), con un pequeño bosque de pino blanco (*Pinus halepensis*), con sotobosque característico de matorrales de *Erica multiflora* y *Rosmarinus officinalis*.

En cualquier caso esta subespecie debe considerarse hoy extinguida como tal, ya que no existe separación con los individuos de Eivissa y Sa Ferradura, inter cruzándose libremente. Se ha muestreado la zona y no se hallaron criterios diferenciales respecto a la población de Eivissa, pero parece interesante incluir los ejemplares de la colección del museo A. Koenig, a fin de establecer relaciones entre la antigua población de Sa Ferradura (sobre la cual se describió la subespecie) y la actual de Eivissa.

## 3.4 “ISLA DEL BOSQUE DE SANT MIGUEL” (42)

## 3.4.1 DESCRIPTION OF THE HABITAT

Close to the inlet of the port of Sant Miguel, there is the Punta de Sa Ferradura, which seems to refer to [EISENTRAUT \(1928b\)](#), describing it as the “Terra typica” of a new subspecies. Today it is not an island but a peninsula, connected to Ibiza through a thick stable sediment strip ([figure 3-2](#)), with a small forest of Aleppo pine (*Pinus halepensis*), with a characteristic scrub undergrowth, consisting of *Erica multiflora* and *Rosmarinus officinalis*.

In any case this subspecies must be considered extinguished today, because there is no separation between the specimens of Ibiza and Sa Ferradura, so they are interbreeding freely. The area has been sampled, and no differential criteria were found regarding the population of Ibiza, but it seems interesting to include the specimens of the A. Koenig museum collection, in order to establish relations between the old population of Sa Ferradura (on which the subspecies was described) and the current population of Ibiza.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 21-22)

**Figura 3-2.** Mapa levantado a partir de las fotografías aéreas, las cifras indican las alturas topográficas.

**Figure 3-2.** Map derived from aerial photographs. The numbers are representing the topographic heights.



## 3.4.2 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi miguelensis* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis miguelensis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis miguelensis* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis miguelensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis miguelensis* MERTENS-WERMUTH, 1960

## 3.4.2 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi miguelensis* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis miguelensis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis miguelensis* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis miguelensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis miguelensis* MERTENS & WERMUTH, 1960

## 3.5 FORMENTERA (2)

## 3.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

Segunda isla en extensión con 83 Km<sup>2</sup>, es la más meridional de todo el archipiélago. Separada de Eivissa por una distancia de 6 Km, entre ambas existe un gran grupo de islas e islotes que hemos denominado grupo de Es Freus. En concreto este topónimo corresponde a un estrecho paso marítimo entre las islas de Es Penjats y Negres al norte y isla des Porcs o den Pou y Espalmador al sur.

Formentera se configura con dos grandes promontorios formados por calizas organógenas: La Mola al este con la elevación mayor de la isla (192 m) y al noroeste un macizo que ocupa la zona comprendida entre Punta Prima, Punta Pedrera y Cap de Berberia. Ambos promontorios se hallan unidos por una estrecha franja de areniscas carbonatadas de baja altitud.

Toda la isla se halla recubierta por un importante manto de areniscas y costra carbonatada de edad Cuaternaria (RANGHEARD, 1969). Estas costras se forman en periodos

## 3.5 FORMENTERA (2)

## 3.5.1 DESCRIPTION OF THE ISLAND

Formentera is with 83 km<sup>2</sup> the second island in size, and is the southernmost of the entire archipelago. Separated from Ibiza by a distance of 6 km, in between there is a large group of islands and islets which are called the Es Freus group. Specifically, the name of this place corresponds to a narrow maritime passage between the islands of Es Penjats and Negres to the north and island of Porcs or den Pou and Espalmador to the south.

Formentera consists of two large promontories of organogenic limestones: La Mola to the east with the highest elevation of the island (192 m), and to the northwest a massif that occupies the area between Punta Prima, Punta Pedrera and Cap de Berberia. Both promontories are joined by a low-altitude narrow strip of carbonate sandstones.

The whole island is covered by an important mantle of sandstones and carbonated crust of Quaternary age (RANGHEARD 1969). These crusts are formed in arid

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 22-23)

áridos, debido a la migración ascendente del agua del suelo (evaporación), cargada de carbonato cálcico, procedente de las rocas basales, que precipita cerca de la superficie; lo cual nos da testimonio del clima árido que sufrió la isla en épocas anteriores no muy lejanas.

Al norte de la isla existe una prolongación: Punta de Trucadors, de dunas fijadas en algunas zonas por la costra carbonatada, que tiende a unir Espalmador con Formentera formando un tómbolo. En las zonas no fijadas el oleaje erosiona con facilidad formando "islas" temporales.

El clima de Formentera es más árido que el de Eivissa a pesar de su proximidad (véase el capt. 5). Y su fauna también es sensiblemente diferente. De las 15 especies de mamíferos de Eivissa solo existen 8, y aquí habitan el quiróptero *Rhinolophus ferrum-equinum* y el glírido *Eliomys quercinus* (ALCOVER, 1979), que no se hallan presentes en Eivissa. Pero entre ellos no existe ningún carnívoro silvestre que pueda depredar sobre *Podarcis pityusensis*.

La avifauna tiene una composición semejante a la de Eivissa, si bien al existir una zona de estanques permanentes (Estany Pudent y Estany des Peix), las aves acuáticas son numerosas.

Entre los invertebrados también se encuentran especies interesantes, como los tenebriónidos: *Alphasida (Glabrasida) ibicensis* que se ha diferenciado aquí en la subespecie *ovalaris*, *Asida (Asida) ludovici* en la subespecie *minorata* y *Asida (Granulasida) mater* en la forma *immarginata*, al igual que en Espalmador (ESPAÑOL, 1984).

Se han elegido 4 zonas de recolección: Cap de Berberia, La Mola, alrededores de Sant Francesc y zona de las salinas de Marroig; Punta de Trucadors también ha sido objeto de estudio, pero se tratará aparte.

- Cap de Berberia: zona pedregosa, con escasa cobertura vegetal, en la cual hallamos grandes matorrales dispersos de *Pistacia lentiscus*, achaparrados por el viento, de hasta unos 4 metros de diámetro por una altura de 0.5 m. Debajo de ellos se cobijan preferentemente las lagartijas. Entre matorral y matorral hay infinidad de clastos de todos los tamaños con abundantes grietas y aristas, que proceden "de la disgregación de la costra carbonatada, particularmente importante en esta zona.

periods, due to the upward migration of groundwater (evaporation), loaded with calcium carbonate, from the basal rocks, which precipitates near the surface; which gives us testimony of the arid climate endured by the island in earlier times not too far away.

There is an extension to the north of the island: Punta de Trucadors, consisting of dunes fixed in some areas by the carbonated crust, which tends to join Espalmador with Formentera by sedimentation. In unfixed areas the waves erode easily forming temporary "islands".

The climate of Formentera is more arid than that of Ibiza despite its proximity (see chapter 5). And its fauna is also noticeably different. Of the 15 mammal species of Ibiza there are only 8 on Formentera, and on Formentera live the greater horseshoe bat *Rhinolophus ferrumequinum* and the garden dormouse *Eliomys quercinus* (ALCOVER 1979), which are not present in Ibiza. But among them there is no wild carnivore that can prey on *Podarcis pityusensis*.

The avifauna has a composition similar to that of Ibiza, and because there is an area with permanent ponds (Estany Pudent and Estany des Peix), water birds are numerous.

Interesting species are also found among invertebrates, such as tenebrionids: *Alphasida ibicensis* that has differentiated here in the subspecies *ovalaris*, *Asida ludovici* in the subspecies *minorata* and *Asida mater* in the *immarginata* form, like in Espalmador (ESPAÑOL 1984).

Four collection areas have been chosen: Cap de Berberia, La Mola, Sant Francesc area, and Salinas de Marroig; Punta de Trucadors has also been the object of study, but will be treated separately.

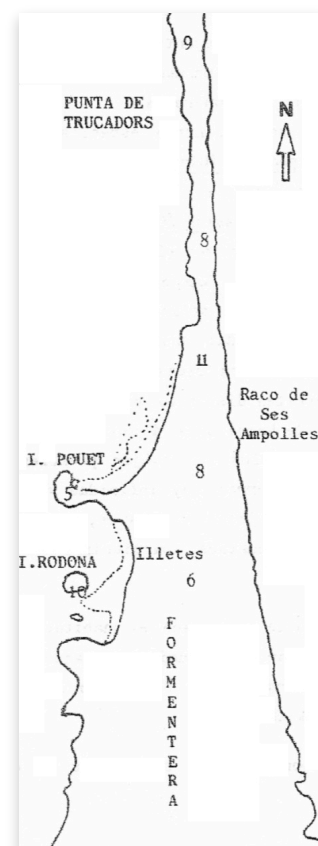
- Cap de Berberia: Stony area, with little vegetation cover, in which we find large dispersed thickets of *Pistacia lentiscus*, weathered by the wind, up to about 4 meters in diameter by a height of 0.5 m. Under them are preferably lizards. There is an infinity of clasts of all sizes between bushes and scrub with abundant cracks and ridges, which come from the disintegration of the carbonated crust, particularly important in this area.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 23-24)

- Punta de la Mola: en el extremo de este cabo el hábitat presenta cierta similitud con la zona anterior, con abundantes cantos angulosos y agrietados, aunque los matorrales son de tamaño mucho menor y abundan más las pequeñas plantas xerófitas.
- Cercanías de Sant Francesc: zona ocupada por campos de cultivo de secano, con suelo más delgado y árido que en las zonas de secano de Eivissa y frecuentemente cubierto por costra carbonatada, que los campesinos aprovechan para construir paredes de separación de cultivos, proporcionando a las lagartijas un cobijo ideal.
- Salinas de Marroig: rodeando los estanques de extracción de sal existen bosques claros de *Pinus halepensis* sobre un suelo arenoso. Hacia el norte se van esclareciendo paulatinamente dejando grandes claros con el suelo de arena al descubierto, hasta que desaparece el arbolado para dejar matorrales de *Pistacia lentiscus* principalmente. Más al norte en la zona de Illetes y Racó de Ses Ampolles (Fig. 3-3) el recubrimiento que alcanza esta máquina es muy pobre, pasando de forma gradual e insensiblemente a las condiciones de hábitat propias de la Punta de Trucadors, que se describirán posteriormente.
- Punta de la Mola: At the end of this cape the habitat has a certain similarity with the previous area, with abundant angular and cracked edges, although the shrubs are much smaller and the small xerophytic plants are more abundant.
- The Sant Francesc area: An area occupied by rain-fed agricultural fields, with a thinner and more arid soil than in the rain-fed areas of Ibiza and often covered by a carbonated crust, which the farmers take advantage of to build separation walls, providing the lizards an ideal shelter.
- Salinas de Marroig: Surrounding the salt extraction ponds there are clear forests of *Pinus halepensis* on a sandy soil. Towards the north they gradually become less abundant, leaving large clearings with a bare sand floor, until the trees disappear to give room to mainly *Pistacia lentiscus* bushes. Farther north in the area of Illetes and Racó de Ses Ampolles (figure 3-3), the covering by this maquis is very poor, passing gradually and unnoticeable into the habitat conditions typical of Punta de Trucadors, which will be described later.

**Figura 3-3.** Extremo norte de la isla de Formentera. Las cifras indican las elevaciones topográficas según los mapas del servicio cartográfico militar.

**Figure 3-3.** North end of Formentera island. The numbers indicate the topographic elevations according to the maps of the military cartographic service.



## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 25-26)

## 3.5.2 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi formenterae* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta lilfordi formenterae* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis formenterae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis formenterae* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis formenterae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis formenterae* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis formenterae* MERTENS-WERMUTH, 1960

En toda la isla, excepto en las inmediaciones de Punta de Trucadors, hallamos individuos marcadamente más robustos y de mayor talla que en Eivissa. La coloración es muy variable según la zona donde habitan.

En Cap de Berberia el color dorsal es verde azulado muy oscuro, casi melánico en la mayoría de individuos. El retículo dorsal muy abundante de color negro; vientre azul ultramar intenso, turquesa o celeste. También se han hallado individuos con coloraciones claras: pardo o verde, que siempre han sido juveniles o hembras de talla pequeña, lo cual hace sospechar que la selección los elimina antes de la madurez en cada generación.

La coloración mayoritaria resulta críptica con su ambiente, a pesar de su llamativo color cuando se observa al individuo en mano. ya que la zona sufre una alta iluminación solar que proyecta las sombras de las aristas de los clastos, de forma semejante a la silueta de una lagartija negra. Por otra parte los restos de *Pistacia lentiscus* son negruzcos y se hallan dispersos en el suelo. Todo ello hace suponer que el ojo de un ave (depredador por excelencia de *Podarcis pityusensis* en Fomentera) no distingue bien a la lagartija así pigmentada de su entorno, resultando críptica.

En el extremo de La Mola, la coloración de las lagartijas es semejante; pero a medida que avanzamos por los cercanos campos de cultivo o bosques de *Pinus halepensis* van apareciendo cada vez más adultos con coloraciones pardas o verdes. A menos de 1 Km de distancia de los acantilados de La Mola ya predominan las coloraciones dorsales verdes más o menos claras, en menor abundancia existen individuos pardos o pardo-verdosos. El retículo es siempre muy patente, perfilando rayas longitudinales. El vientre con tonalidades verdosas, asalmonadas o azuladas muy claras.

En las zona de cultivo podemos hallar gran diversidad de diseños dorsales, desde los dorsos verde brillantes a los verde-amarillentos o ocre-verdosos, con los flancos ocre; en menor proporción también se hallan individuos

## 3.5.2 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi formenterae* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta lilfordi formenterae* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis formenterae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis formenterae* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis formenterae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis formenterae* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis formenterae* MERTENS & WERMUTH, 1960

All over the island, except in the vicinity of Punta de Trucadors, we found specimens that were markedly more robust and larger than in Ibiza. The coloration is very variable according to the area where they live.

In Cap de Berberia the dorsal color is very dark bluish green, almost melanic in most specimens. The dorsal reticulum is very abundant and black; intense ultramarine blue belly, turquoise or light blue. Specimens with light colorations have also been found, brown or green, which have always been juveniles or females of small size, which makes us suspect that natural selection eliminates them before maturity in each generation.

The majority of coloration is cryptic with its environment, despite its striking color when the lizard is observed in hand. Since the area come under a high solar illumination that projects the shadows of the edges of the clasts, which are similar to the silhouette of a black lizard. On the other hand, the remains of *Pistacia lentiscus* are blackish and are scattered on the ground. All this suggests that the eye of a bird (predator par excellence on *Podarcis pityusensis* in Fomentera) can not very well distinguish a lizard so similar pigmented compared to its environment, resulting in crypsis.

At the end of La Mola, the coloration of the lizards is similar; but as we move through the nearby cultivated fields or *Pinus halepensis* forests, more and more adults appear with brown or green colorations. Less than 1 km away from the cliffs of La Mola, the dorsal green colorations predominate, in less abundance there are brown or greenish-brown specimens. The reticulum is always very distinct, profiling longitudinal stripes. The belly with greenish, salmon-colored or very clear bluish tones.

In the cultivation area we can find a great diversity of dorsal designs, from the bright green backs to the yellowish-green or ocher-greenish ones, with ocher flanks; in a smaller proportion there are also specimens

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 26-27)

con tonos pardos oscuros o amarillentos, pero nunca se hallan las coloraciones verde-azuladas casi melánicas de las dos zonas anteriores. El retículo dorsal puede ser abundante, formando líneas anchas, o bien más escaso con manchas dispersas o alineadas longitudinalmente. El vientre, generalmente muy claro, con tonalidades verdosas, celestes o naranjas, aunque algunos individuos pueden presentar tonos marcadamente intensos.

En la zona de salinas de Marroig, desde los bosquillos de *Pinus halepensis* hasta la Punta de Trucadors, se ha observado la existencia de una clina sur-norte, también detectada por RODRÍGUEZ RUIZ (1975). En las zonas de mayor cobertura vegetal el dorso es verde claro con los flancos ocre; a medida que la vegetación se hace más escasa y los acumulos de arena más importantes, los colores dorsales revierten a ocre cada vez más claro, desapareciendo los tonos verdosos, hasta que en la zona del Racó de Ses Ampolles, donde se instalan dunas con escasa vegetación el dorso se presenta gris-ocre (color arena) ligeramente más oscuro que los individuos de Punta de Trucadors. El tamaño corporal también va disminuyendo hacia el norte, encontrándose individuos cada vez más ágiles y aptos para la huida.

## 3.6 PUNTA DE TRUCADORS (3)

## 3.6.1 DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Es una prolongación al norte de Formentera hacia la isla de s'Espalmador (Fig.3-3 y 3-4), formada por areniscas y acúmulos de arena que sedimenta el mar. El extremo norte está cubierto en parte, por costra carbonatada que le confiere cierta resistencia a la erosión marina, pero no existe compactación en algunos puntos cercanos al Racó de Ses Ampolles. Algunos años las tempestades abren paso por estos puntos, desalojando los sedimentos y separando la Punta de Trucadors de Formentera por uno o dos brazos de mar, configurando a veces una pequeña "isla" temporal entre ambas tierras.

En los meses sucesivos la deriva litoral vuelve a unir los fragmentos de tierra, así en 1974 estaban unidos (RODRÍGUEZ RUIZ, 1975) y en 1981 Punta de Trucadors estaba separada de Formentera por un canal que volvió a cerrarse en 1983. Esta inestabilidad en la línea de costa afecta a toda la zona incluido el canal existente entre el extremo norte y la isla de s'Espalmador, que varía su

with dark brown or yellowish tones, but the blue-green almost melanistic colorations of the two previous zones are never found. The dorsal reticulum may be abundant, forming broad lines, or more sparse with scattered or longitudinally aligned spots. The belly, generally very clear, with greenish, light bluish or orange tones, although some specimens may have considerable intense tones.

In the area of Salinas de Marroig, from the *Pinus halepensis* groves to Punta de Trucadors, the existence of a south-north cline has been observed, also detected by RODRÍGUEZ RUIZ (1975). In the zones of greater vegetal cover the back is light green with the ocher flanks; as the vegetation becomes scarcer and the accumulated sand becomes more important, the dorsal colors revert to ocher and becoming lighter, the greenish tones are disappearing, until in the area of the Racó de Ses Ampolles, where dunes with scarce vegetation appear the back becomes gray-ocher (sand color), slightly darker than the specimens of Punta de Trucadors. The body size also decreases towards the north, finding specimens more agile and apt for flight.

## 3.6 PUNTA DE TRUCADORS (3)

## 3.6.1 DESCRIPTION OF THE HABITAT

It is an extension to the north of Formentera towards the island of s'Espalmador (figure 3-3 and 3-4), formed by sandstones and accumulations of sand, that the sea sediments. The northern end is covered in part by a carbonated crust that gives it some resistance to marine erosion, but there is no compaction at some points near the Racó de Ses Ampolles. Some years the storms make their way through these points, dislodging the sediments and separating the Punta de Trucadors from Formentera by one or two sea arms, sometimes forming a small temporary "island" between both lands.

In the following months the coastal drift reunites the fragments of land, thus in 1974 they were united (RODRÍGUEZ RUIZ 1975) and in 1981 Punta de Trucadors was separated from Formentera by a canal that closed again in 1983. This instability in the coastline affects the whole area including the existing channel between the north end and the island of s'Espalmador, which varies

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 27-28)

profundidad según la sedimentación. Durante los años 20 parece ser que existía un camino, aunque no en muy buenas condiciones que permitía llevar carretas a Espalmador, según el testimonio oral de varios formenterenses.

El suelo es arenoso de color claro, se halla casi desprovisto de vegetación, con pequeños ejemplares dispersos de "herba de trucadors" (*Otanthus maritimus*) (LLORENS, 1979) *Crithmum maritimum*, *Daucus gingidium* y *Limonium* sp. No hay rocallas y las lagartijas se cobijan en galerías excavada en la arenisca.

Sobre la playa descansan permanentemente gran número de gaviotas (*Larus argentatus*), a las cuales se ha visto depredar en numerosas ocasiones sobre las lagartijas.

its depth according to sedimentation. During the 1920s it seems that there has been a road, although not in very good condition, that allowed to take wagons all the way to s'Espalmador, according to the oral testimony of several people from Formentera.

The soil is sandy with a light color, it is almost devoid of vegetation, with small scattered specimens of "herba de trucadors" (*Otanthus maritimus*) (LLORENS 1979), *Crithmum maritimum*, *Daucus carota* and *Limonium* sp. There are no rocks and the lizards are sheltered in crevices in the sandstone.

A large number of seagulls (*Larus michahellis*) are permanently resting on the beach, which have been seen to depredate on lizards repeatedly.



**Figura 3-4.** Extremo norte de Formentera con las islas al sur del paso de Es Freus. Mapa levantado a partir de fotografía aérea y completado según los mapas del servicio cartográfico militar, las cifras indican las elevaciones topográficas máximas de cada isla.

**Figure 3-4.** North end of Formentera with the islands south of the channel of Es Freus. Map derived from aerial photography, and completed according to the maps of the military cartographic service, the numbers indicate the maximum topographic elevations of each island.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 29-31)

## 3.6.2 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi grueni* MÜLLER, 1928  
*Lacerta lilfordi grisea* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis grueni* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis grueni* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis grueni* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis grueni* MERTENS-WERMUTH, 1960

La talla es pequeña y las proporciones corporales gráciles, es la forma que posee estas características más acusadas de toda la especie. El color dorsal es muy característico, grisáceo claro, semejante al color del suelo arenoso, resultando críptico. Esta coloración también se presenta en los individuos de Illot de s'Alga y Illa Caragoler (también formadas de areniscas y con suelo arenoso). Sobre el fondo color ocre-grisáceo claro, hay manchas dispersas del retículo de color pardo. Existen individuos que no poseen manchas reticulares y entonces el color dorsal es ligeramente más oscuro que en el resto de los individuos que poseen manchas reticulares. Los flancos son semejantes al dorso ocre-grisáceo claro; el vientre es casi acromático blanco a veces con ténues tonos salmón o ligeramente tostado, con reflejos semejantes al nacar, debido a las sustancias de excreción que se acumulan debajo de la epidermis.

EISENTRAUT en su monografía de 1949 ya afirma que la coloración que presentan es una adaptación críptica con el color del suelo, que les protegería de los depredadores.

## 3.7 SABINA (44)

## 3.7.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta pityusensis sabinae* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis sabinae* MERTENS-WERMUTH, 1960

Esta subespecie puede considerarse extinguida en la actualidad, ya que la isla de La Sabina hoy es parte de los muelles del puerto de Formentera (Fig. 3-5). Las lagartijas que pueden hallarse en esta zona no difieren de las del resto de Formentera, tal y como demostró RODRÍGUEZ-RUIZ (1975), y por lo tanto no se ha considerado a la población actual, sino solo a los ejemplares que se conservan en el Museo A. Koenig de Bonn para los análisis biométricos.

## 3.6.2 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi grueni* MÜLLER, 1928  
*Lacerta lilfordi grisea* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis grueni* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis grueni* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis grueni* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis grueni* MERTENS & WERMUTH, 1960

The size is small and the body proportions graceful, it is the form that has the most pronounced characteristics of the whole species. The dorsal color is very characteristic, light grayish, similar to the color of the sandy soil, being cryptic. This coloration also occurs in the specimens of Illot de s'Alga and Illa Caragoler (also formed of sandstones and with sandy soil). On the light ochre-grayish-colored background, there are scattered spots of the brown reticulum. There are specimens that do not have reticular spots and then the dorsal color is slightly darker than in the rest of the specimens that have reticular spots. The flanks are similar to the light ochre-grayish back; the belly is almost achromatic white sometimes with salmon tones or lightly parched, with reflections similar to nacre, due to excretion substances that accumulate under the epidermis.

In his monograph EISENTRAUT (1949) already states that their coloration is a cryptic adaptation to the color of the soil, which would protect them from predators.

## 3.7 SABINA (44)

## 3.7.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta pityusensis sabinae* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis sabinae* MERTENS & WERMUTH, 1960

At present this subspecies can be considered extinct, since the island of La Sabina today is part of the docks of the port of Formentera (figure 3-5). The lizards that can be found in this area do not differ from those of the rest of Formentera, as demonstrated by RODRÍGUEZ RUIZ (1975), and therefore the current population has not been considered, only the specimens that are conserved in the Alexander Koenig Museum in Bonn for biometric analysis.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 30-31)

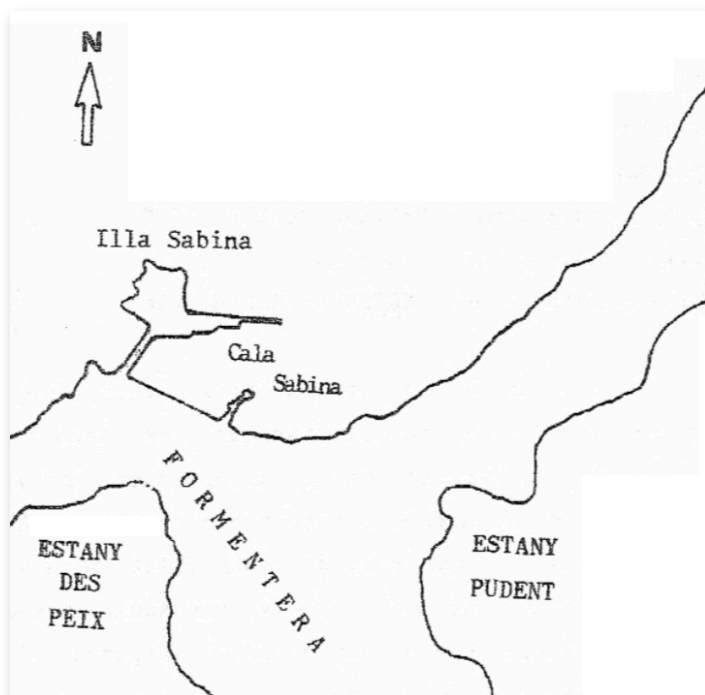


Figura 3-5. Situación actual del puerto de Formentera y de las isla Sabina.

Figure 3-5. Current situation of the port of Formentera and Isla Sabina.

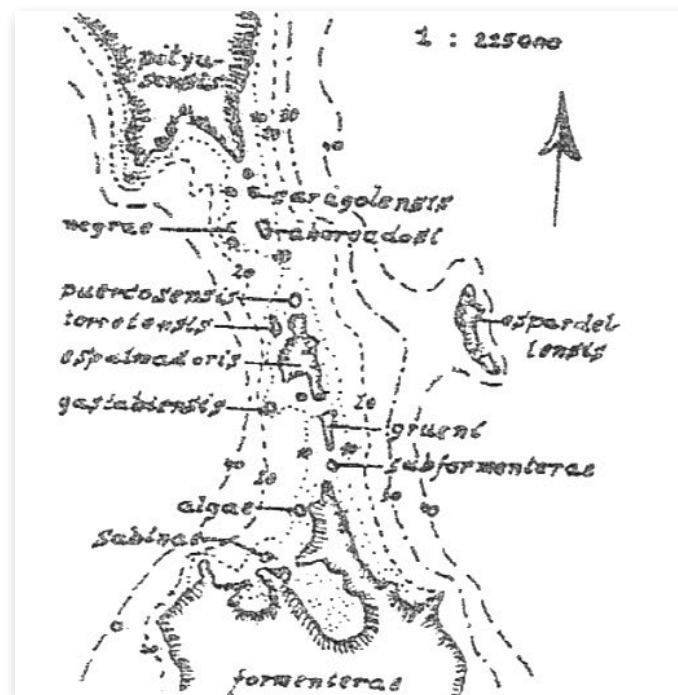


Figura 3-6. Mapa del norte de Formentera publicado en BUCHHOLZ 1954.

Figure 3-6. Map of the north of Formentera published in BUCHHOLZ (1954).

### 3.8 CONEJO (45)

BUCHHOLZ describe esta isla (hoy en día desconocida por este nombre) como "Terra typica" de la subespecie *subformenterae*. Por el mapa que acompaña su escrito (Fig. 3-6), parece ser se trata de una porción de Punta de Trucadors, separada por dos brazos de mar, que posteriormente se cerrarían y hoy no se puede precisar el lugar exacto, aunque debe ser cercano al Racó de Ses Ampolles. Se ha recolectado en esta zona, así como en sus inmediaciones para obtener datos de coloración que se describen en el apartado dedicado a Formentera, pero no se han separado los datos biométricos de esta población como si se tratase de un taxón separado.

#### 3.8.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta pityusensis subformenterae* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis subformenterae* MERTENS-WERMUTH, 1960

Solo se han utilizado los ejemplares de la colección del Museo A. Koenig, con los cuales trabajó BUCHHOLZ, desechando para los análisis biométricos a los individuos que hoy viven en la zona de Racó de Ses Ampolles, ya que existe una continuidad reproductora con la población

### 3.8 CONEJO (45)

BUCHHOLZ (1954) describes this island (nowadays unknown by this name) as "Terra typica" of the subspecies *P. p. subformenterae*. By the map that accompanies his writing (figure 3-6), it seems to be a portion of Punta de Trucadors, separated by two sea arms, which would later be closed and today it is not possible to determine the exact place, although be close to the Racó de Ses Ampolles. It has been collected in this area, as well as in its vicinity to obtain coloration data that are described in the section dedicated to Formentera, but the biometric data of this population have not been treated as separate taxon.

#### 3.8.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta pityusensis subformenterae* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis subformenterae* MERTENS & WERMUTH, 1960

Only copies of the collection of the A. Koenig Museum have been used, in which BUCHHOLZ worked, discarding for the biometric analysis the specimens who live in the area of Racó de Ses Ampolles, since there is a reproductive continuity with the population of

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 31-32)

de Formentera. En el apartado dedicado a esta última población se describe la clina existente en esta zona que afecta a la coloración y morfología la cual también puso de manifiesto RODRÍGUEZ-RUIZ (1975).

Las lagartijas que habitan en la zona de Racó de Ses Ampolles poseen el dorso de color gris-ocre ligeramente más oscuro que los de punta de Trucadors, aunque también se han hallado individuos semejantes en las cercanías de s'Estany Pudent, en proporción muy minoritaria. Muy pocos individuos presentan el dorso pardo-verdoso o verde, coloración que se hace progresivamente más abundante hacia Marroig y centro de Formentera. El conjunto de individuos analizados visualmente desde Racó de Ses Ampolles hasta el centro de la isla, pasando por Marroig, parecen configurar una clina en la coloración dorsal (tal y como ya se ha descrito anteriormente), de tal forma que a medida que el hábitat se hace más complejo y con mayor cobertura vegetal, los tonos son más verdosos e intensos.

El vientre es ocre muy claro o gris perla, aunque también puede presentarse asalmonado claro. La descripción de la población del Racó de Ses Ampolles coincide con la que proporciona RODRÍGUEZ-RUIZ (1975) para esta zona, así como con la de BUCHHOLZ (1954) para *L.p. subformenterae*.

Cabe considerar que el material que utilizó BUCHHOLZ en 1954 lo había capturado y conservado H.GRÜN en 1930, con lo que la coloración pudo variar en algunos aspectos. El mapa que acompaña su trabajo (Fig. 3-6) parece ser un reflejo de la situación de la línea de costa en 1930, pero los topónimos no son totalmente correctos, con el cual se ha dificultado los trabajos posteriores sobre esta subespecie y sus vecinas.

### 3.9 ILLETES (4)

#### 3.9.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

Zona situada al norte de Formentera y oeste de Punta de Trucadors, donde se configura una ensenada con un tómbolo: Pouet de Illetes (s'Alga en algunos trabajos) y la isla Rodona de Illetes. Es una zona con línea de costa inestable, en la cual hay grandes acúmulos de arena que el mar moviliza constantemente (Fig. 3-3).

Formentera. In the section dedicated to this last population, the existent cline is described in this zone that affects the coloration and morphology which RODRÍGUEZ RUIZ (1975) also showed.

The lizards that live in the area of Racó de Ses Ampolles have a dorsum of gray-ocher color slightly darker than those of Punta de Trucadors, although similar specimens have also been found in the vicinity of s'Estany Pudent, in a very small proportion. Very few specimens have brown-green or green back, coloration that becomes progressively more abundant towards Marroig and the center of Formentera. The group of specimens analyzed visually from Racó de Ses Ampolles to the center of the island, passing through Marroig, seem to configure a cline in the dorsal coloration (as already described above), in such a way that as the habitat it becomes more complex and with more vegetal coverage, the tones are more green and intense.

The belly is very light ocher or pearl gray, although pale salmon can also be present. The description of the Racó de Ses Ampolles population coincides with that provided by RODRÍGUEZ RUIZ (1975) for this area, as well as with that of BUCHHOLZ (1954) for *L. p. subformenterae*.

It can be considered that the material that BUCHHOLZ used in 1954 had been captured and conserved by H. GRÜN in 1930, so that the coloration could vary in some aspects. The map that accompanies their work (figure 3-6) seems to be a reflection of the situation of the coast line in 1930, but the place names are not completely correct, which complicates later works on this subspecies and its neighbors.

### 3.9 ILLETES (4)

#### 3.9.1 DESCRIPTION OF THE ZONE

Zone located in the north of Formentera and west to Punta de Trucadors, where a cove with sedimentation is formed: Pouet de Illetes (s'Alga in some works) and the island Rodona de Illetes. It is an area with unstable coastline, in which there are large accumulations of sand that the sea constantly moves (figure 3-3).

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 32-33)

Rodona de Illetes sustenta una pequeña población estable de lagartijas que se ha incluido en este estudio. Este islote está separado de Formentera por un canal de unos 150 metros de ancho con una profundidad variable según la sedimentación, pero no superior a 1.5 metros. Posee una escasa cobertura vegetal con especies de la alianza Crithmo-limonion, pero el mar abastece de restos de *Posidonia* que son refugio de pequeños crustáceos y reclamo de insectos; se ha comprobado con análisis del contenido estomacal que las lagartijas de esta y otras islas se alimentan en parte de estos dos grupos de Artrópodos.

## 3.9.2 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta pityusensis algae* WETTSTEIN, 1937  
*Lacerta pityusensis algae* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis algae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis algae* MERTENS-WERMUTH, 1960

WETTSTEIN situa su "Terra typica" en la isla Alga (=Isla Pouet), al norte de Formentera. No lo acompaña de ningún mapa, ni menciona ninguna isla vecina. Posteriormente BUCHHOLZ (1954) hace referencia a la misma subespecie situándola en su mapa en la isla Pouet de Illetes (Fig. 3-6), aunque sin precisar su topónimo.

Con el nombre de Alga se conoce entre los naturales de las Pitiüsas y en la cartografía oficial a otra pequeña isla al norte de Formentera, frente a Espalmador (Fig. 3-4). Actualmente la isla Pouet de Illetes es un tómbola unido-separada de Formentera según la deriva litoral, en la cual no hay población autóctona de lagartijas, por lo tanto si los ejemplares de *P.p.algae* proceden de este islote, debe considerarse extinguida a dicha subespecie, aunque no se descarta la duda de que la población sobre la cual se describió *P.p.algae* WETTSTEIN, 1937 procediera de otro islote: Illa Rodona de Illetes o bien Illa de s'Alga.

Rodona de Illetes supports a small stable population of lizards that has been included in this study. This islet is separated from Formentera by a channel about 150 meters wide with a variable depth depending on the sedimentation, but not exceeding 1.5 meters. It possesses a scarce vegetal cover with species of the Crithmo-limonium alliance, and the sea supplies the island with remains of *Posidonia*, that is refuge of small crustaceans and insects; it has been verified with analysis of the stomach contents that the lizards of this and other islands feed on part of these two groups of arthropods.

3.9.2 DESCRIBED FORMS<sup>(13)</sup>

*Lacerta pityusensis algae* WETTSTEIN, 1937  
*Lacerta pityusensis algae* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis algae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis algae* MERTENS & WERMUTH, 1960

WETTSTEIN (1937) locates his "Terra typica" on the island Alga (= Isla Pouet), north of Formentera. It does not accompany any map, nor does it mention any neighboring island (WETTSTEIN 1937). Subsequently, BUCHHOLZ (1954) makes reference to the same subspecies by placing it on his map on the island Pouet de Illetes (figure 3-6), although without specifying the name of the island.

The name of Alga is known among the natives of the Pityusan Islands as well as in official cartography, and apply to another small island to the north of Formentera, in front of Espalmador (figure 3-4). At the moment the island Pouet de Illetes is a united by sedimentation or a separated island of Formentera, depending the coastal drift, in which there is no autochthonous population of lizards. Therefore, if the *P. p. algae* specimens came from this islet, it should be considered extinct as subspecies, although the doubt is not ruled out, that the population on which *P. p. algae* WETTSTEIN, 1937 was described came from another islet: Illa Rodona de Illetes or Illa de s'Alga.

(13) We have to take into account that only specimens from Rodona de Illetes are used in this study out of the "Illetes zone", and no specimens from Pouet island. Subsequently the subspecies *Lacerta pityusensis algae* WETTSTEIN, 1937 is not used in this study (see table 6-I). We have to keep in mind that no record exists that establishes a connection between *Lacerta pityusensis algae* and Rodona de Illetes. Moreover, RODRÍGUEZ RUIZ (1976) inserts the Rodona de Illetes population into *Lacerta pityusensis formenterae*.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 33-34)

## 3.9.3 POBLACIÓN DE RODONA DE ILLETES (4)

La talla de las lagartijas de Rodona de Illetes es pequeña, aunque ligeramente mayor que los individuos de Punta de Trucadors. El color dorsal es ocre, en ocasiones pardoverdoso o verde-amarillento, con manchas del retículo negras, muy escasas, dispersas o alineadas; los laterales son ocre y el vientre muy claro con tonalidades ténues de verde o celeste. Son semejantes a los individuos de la zona de salinas de Marroig, situada sobre Formentera muy cerca de Illa Rodona.

RODRÍGUEZ RUIZ (1975) ya encontró semejanzas entre esta población y la de Marroig y apuntó que se trataba de una población de *P. pityusensis formenterae*. La descripción del color de estas lagartijas no se aleja de la que proporciona WETTSTEIN (1937) para *Podarcis pityusensis algae*.

## 3.10 ESPALMADOR (5)

## 3.10.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

Es la tercera isla en extensión de las Pitiisas, se halla situada entre Punta de Trucadors y el paso marítimo de Es Freus (Fig. 3-4). La zona oeste de la isla está recubierta por costras carbonatadas, mientras que el resto lo forman areniscas y dunas de arena sin consolidar. En la zona central existen campos de cultivo de secano con abundantes paredes de separación de cultivos. Algunos años se forma un estanque de aguas salobres estacionales en esta zona, que es visitado por algunas especies de aves acuáticas.

Es una isla con gran diversidad de biotopos, en comparación con las demás islas del archipiélago: Existen pequeños bosquecillos de *Pinus halepensis* y *Juniperus phoenicea* var. *Lycia*, así como vegetación rural en los campos agrícolas abandonados. Cerca del mar se instala la alianza Crithmo-Iimonion, en una zona de areniscas situada a 5 metros sobre el nivel del mar BOLOS-MOLINIER (1984) inventariaron la subasociación *senecietosum leucanthemifolii* con las especies *Limonium minutum caprariense*, *Frankenia laevis*, *Senecio leucanthemifolius* y *Catapodium marinum*. En los arenales viven *Ammophila arenaria* y *Juncus maritimus*.

## 3.9.3 POPULATION OF RODONA DE ILLETES (4)

The size of the lizards of Rodona de Illetes is small, although slightly larger than the specimens of Punta de Trucadors. The dorsal color is ocher, sometimes brownish-green or yellowish-green, with black reticulum spots, very sparse, scattered or aligned; the sides are ocher and the belly is very clear with shades of green or light blue. They are similar to specimens in the area of Salinas de Marroig, located on Formentera very close to Illa Rodona.

RODRÍGUEZ RUIZ (1975) already found similarities between this population and that of Marroig and pointed out that it was a population of *P. pityusensis formenterae*. The description of the color of these lizards does not depart from that provided by WETTSTEIN (1937) for *Podarcis pityusensis algae*.

## 3.10 ESPALMADOR (5)

## 3.10.1 DESCRIPTION OF THE ISLAND

Espalmador is the third island in size of the Pityusan Islands, and located between Punta de Trucadors and the maritime pass of Es Freus (figure 3-4). The western part of the island is covered by carbonated crusts, while the rest is sandstones and unconsolidated sand dunes. In the central zone there are dry farming fields with abundant separation walls. Some years a pond of seasonal brackish water is formed, which is visited by some species of water birds.

It is an island with great diversity of biotopes, in comparison with the other islands of the archipelago: There are small groves of *Pinus halepensis* and *Juniperus turbinata*, as well as rural vegetation in the abandoned agricultural fields. Close to the sea the Crithmo-Limonium alliance is present, in an area of sandstone located 5 meters above sea level. BOLOS-MOLINIER (1984) inventoried the sub-association *senecietosum leucanthemifolii* with the species *Limonium caprariense*, *Frankenia laevis*, *Senecio leucanthemifolius* and *Catapodium marinum*. *Ammophila arenaria* and *Juncus maritimus* live in the sandy areas.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 34-35)

Entre los mamíferos se han hallado solo *Oryctolagus cuniculus* y *Rattus rattus* (ALCOVER, 1984). Las aves llegan con facilidad desde las islas mayores, aparte de la colonia de aves acuáticas que en ocasiones ocupa las lagunas temporales que se forman en el interior. Entre los reptiles, aparte de las lagartijas, puede contarse a *Hemidactylus turcicus*, de indudable introducción por el hombre.

En Espalmador existen algunos invertebrados de especial interés como la subespecie nominal del gasterópodo *Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana*, (SCHRÖDER, 1984) así como los tenebriónidos *Alphasida (Glagrasida) ibicensis ovalaris*, *Asida (Asida) ludovici minorata* y *Asida (Granulasida) mater immarginata* (ESPAÑOL, 1984). La presencia humana ha sido constante desde hace varios siglos, inicialmente por cuestiones de vigilancia del tráfico marítimo en la zona (existe sobre ella una torre de defensa característica de las Pitiüsas), posteriormente al instalarse una explotación agrícola, y actualmente debido a la industria turística; con todo ello la morfología y condiciones ecológicas propias de la isla no se han visto alteradas en exceso.

## 3.10.2 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi espalmadoris* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis espalmadoris* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis espalmadoris* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis espalmadoris* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis espalmadoris* MERTENS-WERMUTH, 1960

Poseen una talla intermedia, con proporciones semejantes a las de otras poblaciones de la zona. La coloración dorsal es variable, entre los pardos y los verdes claros. El retículo es poco abundante y predominan los individuos con manchas dispersas o alineadas sin llegar a configurar líneas longitudinales continuas. Los laterales ocreos y el vientre muy claro, con tonalidades salmón, celeste o verde.

Among mammals, only *Oryctolagus cuniculus* and *Rattus rattus* have been found (ALCOVER 1984). The birds arrive easily from the larger islands, apart from the water bird colony that occasionally occupies the temporary lagoons that form in the interior. Among reptiles, apart from lizards, can be counted *Hemidactylus turcicus*, undoubted an introduction by man.

In Espalmador there are some invertebrates of special interest as the nominal subspecies of the gastropod *Trochoidea ebusitana*, (SCHRÖDER 1984) as well as the tenebrionids *Alphasida ibicensis ovalaris*, *Asida ludovici minorata* and *Asida mater immarginata* (ESPAÑOL 1984). The human presence has been constant for several centuries, initially for reasons of surveillance of maritime traffic in the area (there is a defense tower characteristic of the Pityusan Islands), later when installing a farm, and currently due to the tourism industry; with all this the morphology and ecological conditions of the island have not been excessively altered.

## 3.10.2 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi espalmadoris* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis espalmadoris* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis espalmadoris* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis espalmadoris* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis espalmadoris* MERTENS & WERMUTH, 1960

They have an intermediate size, with proportions similar to those of other populations in the area. The dorsal coloration is variable, between browns and light greens. The reticulum is not abundant and specimens with scattered or aligned spots predominate without forming continuous longitudinal lines. The lateral side is ochre and the belly is very light, with salmon, light blue or green tones.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 36)

## 3.11 ILLA GASTABÍ o CASTAVÍ (6)

Esta isla se halla frente a la Punta de Gastabí al oeste de Espalmador (Fig.3-4). Es un pequeño islote de rocas carbonatadas ennegrecidas por la meteorización, ya que posee poca altura y las salpicaduras del mar afectan en toda su extensión, ello impide que se desarrollen comunidades vegetales a excepción de algunas especies de la alianza Crithmo-limonium que se halla muy empobrecida.

## 3.11.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi gastabiensis* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* MERTENS-WERMUTH, 1960

EISENTRAUT (1949) apunta como sinónimas a *gastabiensis* a las subespecies *espalmadoris*, *ahorcadosi*, *espartellensis* y *negrae*, así como a los individuos de las poblaciones de Illot de s'Alga, Torretes y Caragoler, ya que solo existen pequeñas diferencias locales entre estas poblaciones, sin poderse diferenciar entre ellas.

Posteriormente BUCHHOLZ (1954) revisó el taxón y volvió a desglosarlo en las antiguas subespecies y MERTENS-WERMUTH (1960) establecieron en su catálogo que la "Terra typica" de *gastabiensis* eran las islas de: Gastabí, Negra del Nord, Illa des Penjats y Espardell.

La población de Gastabí hoy en día se halla en situación muy precaria, con muy pocos efectivos dada la rigurosidad del hábitat de esta isla que apenas permite la existencia de formas terrestres. Son individuos de talla pequeña y coloración pardo oscuro en el dorso, con muy pocas manchas negras. El vientre es claro, de color arena o blanco asalmonado.

## 3.11 ILLA GASTABÍ OR CASTAVÍ (6)

This island is opposite Punta de Gastabí to the west of Espalmador (figure 3-4). It is a small islet of carbonate rocks blackened by weathering, as it has little height and the splashes of the sea affect in all its extension, this prevents the development of plant communities except for some species of the Crithmo-limonium alliance that is very impoverished.

## 3.11.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi gastabiensis* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* MERTENS & WERMUTH, 1960

EISENTRAUT (1949) declared as synonymous to *L. p. gastabiensis* the subspecies: *L. p. espalmadoris*, *L. p. ahorcadosi*, *L. p. espartellensis* and *L. p. negrae*, as well as the populations of Illot de s'Alga, Torretes and Caragoler, since there are only small local differences between these populations, without being able to differentiate between them.

Subsequently, BUCHHOLZ (1954) revised the taxon and disaggregated it in the old subspecies. MERTENS & WERMUTH (1960) stated in their catalog that the "Terra typica" of *Lacerta pityusensis gastabiensis* were the islands of: Gastabí, Negra del Nord, Illa des Penjats and Espardell.<sup>(14)</sup>

The population of Gastabí today is in a very precarious situation, with very few specimens given the grueling of the habitat of this island that hardly allows the existence of terrestrial forms. They are specimens of small size and dark brown coloring on the back, with very few black spots. The belly is clear, sandy or white salmon color.

(14) MERTENS & WERMUTH (1960) are only listing Gastabí as terra typica of *Lacerta pityusensis gastabiensis*. The other three island names are belonging to the three synonyms, which still were included. The reason why MERTENS & WERMUTH (1960) left these three synonyms of *Lacerta pityusensis gastabiensis*, assigned by EISENTRAUT (1949b), unchanged in contrary to the other two populations, Torretas and Espalmador, which received back their original subspecies assignment, is unclear, and never explained.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 37-38)

## 3.12 ILLOT DE S'ALGA (7)

Situado al oeste de Espalmador, en la misma ensenada que Illa Gastabí, pero al sur de ésta (Fig. 3-4). Es un islote de areniscas, que al fragmentarse han originado un delgado recubrimiento de arena sobre el cual se instalan plantas de *Crithmum maritimum* y *Limonium* sp. casi exclusivamente.

## 3.12.1 FORMAS DESCRITAS

No esta claro el nombre subspecífico que debe recibir esta población. EISENTRAUT (1949) la denomina:

*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949

Sin embargo MERTENS-WERMUTH (1960) no consideran a esta isla dentro de las que forman la "Terra typica" de la subespecie *gastabiensis* y no la nombran en ningún otro taxón. Posteriormente RODRÍGUEZ RUIZ (1975), consideró que, era sinónima de la población de Espalmador (*P.p. espalmadoris*).

## 3.13 TORRETES (8)

Islote que cierra la Cala Torretes de Espalmador (Fig. 3-4), se halla separado de esta isla por un estrecho de mar poco profundo de 1.5 metros como máximo. Es un islote de escasa altura, formado por placas de costra carbonatada y areniscas, con escasa vegetación (*Crithmum maritimum* y *Limonium* sp.), aunque con abundantes acúmulos de *Posidonia* y otros restos procedentes del mar, en ellos es frecuente hallar lagartijas cazando pequeños crustáceos (el análisis de contenido estomacal ha revelado la ingestión de isópodos).

## 3.13.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis torretensis* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis torretensis* MERTENS-WERMUTH, 1960

## 3.12 ILLOT DE S'ALGA (7)

Located to the west of Espalmador, in the same bay as Illa Gastabí, but to the south of it (figure 3-4). It is an islet of sandstones, that by fragmenting have originated a thin covering of sand on which plants like *Crithmum maritimum* and *Limonium* sp. almost exclusively grow.

## 3.12.1 DESCRIBED FORMS

The subspecific name that this population should receive is unclear. EISENTRAUT (1949) calls it:<sup>(15)</sup>

*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949

However MERTENS & WERMUTH (1960) do not consider this island among those that form the "Terra typica" of the subspecies *gastabiensis* and do not name it in any other taxon. Later RODRÍGUEZ RUIZ (1975) considered this population synonymous with the population of Espalmador (*P. p. espalmadoris*).

## 3.13 TORRETES (8)

Islet close to Cala Torretes de Espalmador (figure 3-4), is separated from this island by a shallow sea strait of 1.5 meters maximum depth. It is an islet of low height, formed by plates of carbonated crust and sandstone, with scarce vegetation (*Crithmum maritimum* and *Limonium* sp.), although with abundant accumulations of *Posidonia* and other remains from the sea, in them it is common to find lizards hunting small crustaceans (analysis of stomach content has revealed the ingestion of isopods).

## 3.13.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis torretensis* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis torretensis* MERTENS & WERMUTH, 1960

(15) Using "*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949" is the right format inside the "DESCRIBED FORMS", but EISENTRAUT (1949b) calls it: *Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1928.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 38-39)

La talla y proporciones corporales de esta población son semejantes a las que presentan las poblaciones vecinas de Espalmador y Pou, así como su coloración. El dorso es ocre verdoso claro, o verde muy claro, el retículo es generalmente escaso con manchas más o menos alineadas o dispersas, los laterales son ocre y el vientre casi blanco o bien con ténues tonos verdosos o amarillentos.

## 3.14 ILLA DEN POU O DES PORCS (9)

Se halla al norte de Espalmador, separada por un canal de unos 150 metros de ancho por unos 2-3 metros de profundidad. Sobre esta isla se sitúa el faro den Pou que señala el paso marítimo de Es Freus. Al igual que las demás islas de la zona se halla recubierta de costra carbonatada, aunque en su parte central se ha desarrollado un delgado suelo sobre el que se implantan pequeños matorrales de la alianza Crithmo-limonion, así como restos, de algunas especies de jardín que fueron introducidas durante el periodo en que el faro estuvo habitado.

## 3.14.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta pityusensis puercosensis* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis puercosensis* MERTENS-WERMUTH, 1960

Es una población muy similar a las de Espalmador, Torretes y Penjats, tanto por sus características biométricas como por su coloración, con lo que estas poblaciones son indistinguibles entre sí.

## 3.15 ILLA DES PENJATS (10)

## 3.15.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

Situada al norte de las islas de Espalmador y den Pou y al sur de la Punta Portes de Eivissa (Fig. 3-7) y sobre ella se ha implantado un faro que señala el lado norte del paso marítimo de Es Freus. Es una isla de escasa altura, plana, formada por areniscas y costras carbonatadas, ligeramente fragmentadas, en algunos puntos existe un suelo incipiente, rellenando los hoyos y grietas de roca fracturada, sobre el cual se implantan pequeños matorrales de *Crithmum maritimum*, *Limonium*

The size and body proportions of this population are similar to those of the neighboring populations of Espalmador and Pou, as well as their coloration. The back is light green ocher, or very light green, the reticulum is generally scarce with more or less aligned or scattered spots, the sides are ocher and the belly almost white or with greenish tones or yellowish tones.

## 3.14 ILLA DEN POU OR DES PORCS (9)

It is located to the north of Espalmador, separated by a channel about 150 meters wide and about 2-3 meters deep. On this island the lighthouse den Pou is located, that marks the maritime passage of Es Freus. Like the other islands in the area, it is covered with carbonate crust, although in its central part a thin soil has been developed on which small shrubs of the Crithmo-limonium alliance are growing, as well as remains of some garden species, that were introduced during the period in which the lighthouse was inhabited.

## 3.14.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta pityusensis puercosensis* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis puercosensis* MERTENS & WERMUTH, 1960

It is a population very similar to those of Espalmador, Torretes and Penjats, as much for its biometric characteristics as for its coloration, from which these populations are indistinguishable from each other.

## 3.15 ILLA DES PENJATS (10)

## 3.15.1 DESCRIPTION OF THE ISLAND

Located to the north of the islands of Espalmador and den Pou and to the south of Punta Portes of Ibiza (figure 3-7) and on it a lighthouse that marks the north side of the maritime passage of Es Freus. It is an island of low height, flat, formed by sandstones and carbonated crusts, slightly fragmented, in some points there is an incipient soil, filling the holes and cracks of fractured rock, on which small shrubs of *Crithmum maritimum*, *Limonium* sp., *Daucus carota*, *Atriplex littoralis* are growing as well

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 39-40)

*inarimense ebusitana*, *Daucus gingidium*, *Atriplex littoralis*; así como *Pistacia lentiscus*, *Lavatera maritima*, *Asphodelus microcarpus* y *Urginea maritima*. También hay especies introducidas, ya que el faro ha estado habitado durante varios años, pero se hallan en franca regresión.

Esta isla es el único hábitat de la subespecie *balearicus* del tenebriónido *Crypticus pubens* (ESPAÑOL, 1984), además de esta especie, existen otros tenebriónidos como *Asida ludovici* y *Tentyria ophiusae*.

Las aves de Eivissa y Formentera llegan fácilmente hasta aquí al igual que a las otras islas de Es Freus, pudiendo depredar en ellas, especialmente *Falco tinnunculus*, del cual existe una importante colonia en las cercanas salinas de Eivissa. Además en esta isla habita una colonia importante de *Larus argentatus*.

## 3.15.2 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta pityusensis ahorcadosi* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis ahorcadosi* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* MERTENS-WERMUTH, 1960

Son lagartijas muy semejantes a las que habitan Espardell, Illa den Pou, Espalmador y Sa Torreta, tanto en talla como en coloración. Son de talla intermedia (dentro de los márgenes de la especie) y la coloración dorsal es con color de fondo pardo claro en las hembras y juvenes, los individuos de mayor talla (generalmente los machos, pero también alguna hembra) son verde-amarillento o ocre-verdoso en el centro con los laterales pardo claro. El retículo es poco patente, con manchas negras dispersas o alineadas. El vientre muy claro grisáceo casi blanco o con tonos verdosos, amarillentos o asalmonados.

Son ligeramente diferentes a la población de Gastabí, cuyo dorso es generalmente pardo más oscuro y el tono verde rara vez se presenta (al menos en la población actual). Algunos individuos de Negra Nord también se asemejan al individuo medio de Es Penjats, pero los machos de aquella tienden a poseer el dorso de color verde más brillante con las manchas del retículo más contrastadas y el vientre suele tomar tonos naranja muy intensos. Los individuos de Negra Nord con esta coloración extrema diferencian perfectamente de la población de Es Penjats, pero no ocurre así con los que presentan coloraciones pardas.

as *Pistacia lentiscus*, *Lavatera maritima*, *Asphodelus macrocarpus* and *Drimia maritima*. There are also introduced species, since the lighthouse has been inhabited for several years, but they are in clear regression.

This island is the only habitat of the tenebrionid *Crypticus pubens balearicus* (ESPAÑOL 1984), in addition to this species, there are other tenebrionids such as *Asida ludovici* and *Tentyria ophiusae*.

The birds of Ibiza and Formentera arrive easily here as well as the other islands of Es Freus, being able to prey on the lizards, especially *Falco tinnunculus*, of which there is an important colony in the nearby salt pans of Ibiza. Also on this island there is an important colony of *Larus michahellis*.

## 3.15.2 DESCRIBED FORMS

*Lacerta pityusensis ahorcadosi* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis ahorcadosi* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* MERTENS & WERMUTH, 1960

They are lizards very similar to those inhabiting Espardell, Illa den Pou, Espalmador and Sa Torreta, both in size and color. They are of intermediate size (within the margins of the species) and the dorsal coloration is with light brown background color in females and juveniles, the specimens of greater size (usually the males, but also some female) are green-yellowish or ocher-greenish in the center with light brown sides. The reticle is little exuberant, with scattered or aligned black spots. The belly is very light grayish almost white or with greenish, yellowish or salmon-colored tones.

They are slightly different from the population of Gastabí, whose back is usually darker brown and the green tone rarely occurs (at least in the current population). Some specimens of Negra Nord also resemble the average specimen of Es Penjats, but the males of that tend to have a brighter green back with more contrasted reticule spots and the belly usually consist of very intense orange tones. The specimens of Negra Nord with this extreme coloration differ perfectly from the population of Es Penjats, but this is not the case with those with brown colorations.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 40-41)

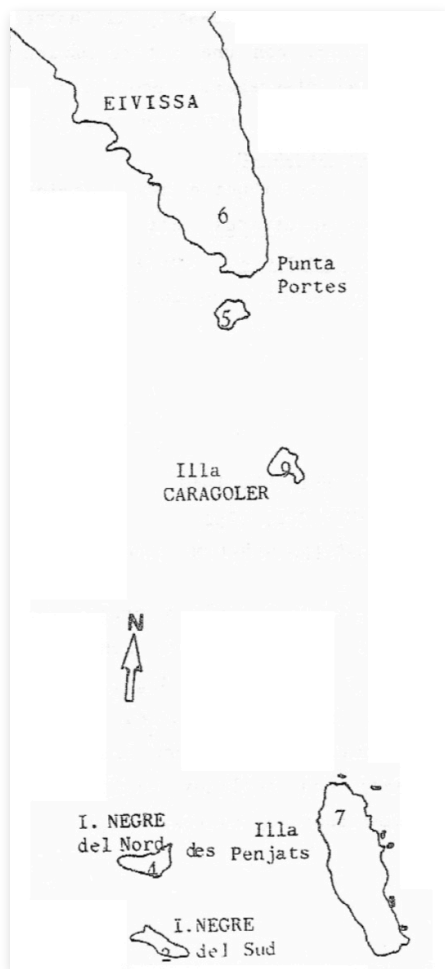


Figura 3-7.

Figure 3-7.

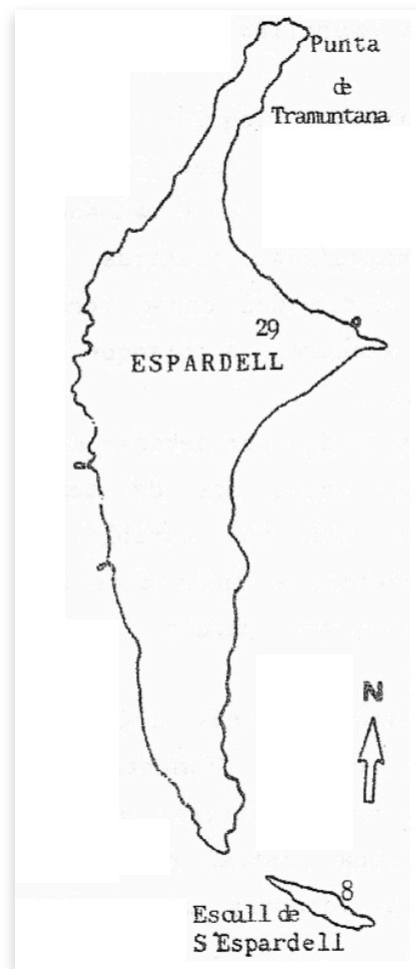


Figura 3-8.

Figure 3-8.

## 3.15 CARAGOLER O “NEGRETA” (11)

Se sitúa al sur de Punta de Ses Portes de Eivissa y al norte de Es Penjats (Fig.3-7). Es un pequeño escollo, con una altura máxima de 9 metros, formado por areniscas, que al disgregarse proporcionan un recubrimiento arenoso a la isla y permiten que enraícen pequeñas plantas de las especies de la alianza Crithmo-limonion.

En ella habitan algunos tenebriónidos de distribución muy restringida como *Heliopathes balearicus* y *Catomus angustatus*. Así como una gran colonia del gasterópodo *Cochlicella conoidea*, cuyas conchas vacías cubren el suelo en gran abundancia, proporcionando el nombre que recibe la isla.

## 3.16.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta ptyusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta ptyusensis caragolensis* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta ptyusensis caragolensis* MERTENS-WERMUTH, 1960

## 3.15 CARAGOLER OR “NEGRETA” (11)

It is located south of Punta de Ses Portes of Ibiza and north of Es Penjats (figure 3-7). It is a small rock, with a maximum height of 9 meters, formed by sandstones, which when disintegrated providing a sandy coating on the island and allow them to root small plants of the species of the Crithmo-limonium alliance.

The island is home to some tenebrionids with very restricted distribution, such as *Heliopathes balearicus* and *Catomus angustatus*. As well as a large colony of the gastropod *Cochlicella conoidea*, whose empty shells cover the ground in great abundance, providing the name that the island received.

## 3.16.6 DESCRIBED FORMS

*Lacerta ptyusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta ptyusensis caragolensis* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta ptyusensis caragolensis* MERTENS & WERMUTH, 1960

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 41-42)

Los individuos de esta población son de talla pequeña y proporciones corporales gráciles. El color dorsal es ocre claro semejante a las poblaciones de Punta de Trucadors y Illot de s'Alga, cuyos hábitats también poseen un suelo arenoso; el retículo dorsal es muy escaso, formado por pequeñas manchas de color pardo oscuro dispersas o alineadas. El vientre acromático blanco con reflejos perlados y en ocasiones con tonos amarillentos o asalmonados muy claros.

The specimens of this population are of small size and graceful body proportions. The dorsal color is clear ochre similar to the populations of Punta de Trucadors and Illot de s'Alga, whose habitats also have a sandy soil; the dorsal reticulum is very scarce, formed by small dark brown spots scattered or aligned. The white achromatic belly with pearly reflections and sometimes with very pale yellowish or salmon-colored tones.

## 3.17 ESPARDELL (12)

## 3.17 ESPARDELL (12)

## 3.17.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

## 3.17.1 DESCRIPTION OF THE ISLAND

Isla situada al sur de Eivissa y al este de Espalmador. Es una isla alargada de norte a sur (Fig.3-8) en la cual pueden distinguirse dos zonas con pequeñas diferencias ecológicas. En el extremo norte: Punta de Tramuntana el suelo es arenoso, con ausencia casi total de cantos o rocas; la vegetación es muy baja, formada principalmente por *Limonium inarimense ebusitana*, *Asphodelus fistulosus*, *Daucus eingidium*, *Inula crithmoides*, etc.

Island located south of Eivissa and east of Espalmador. It is an elongated island from north to south (figure 3-8) in which two zones with small ecological differences can be distinguished. At the north end: Punta de Tramuntana the soil is sandy, with almost total absence of ridges or rocks; the vegetation is very low, formed mainly by *Limonium* sp., *Asphodelus fistulosus*, *Daucus carota*, *Inula crithmoides*, etc.

En la zona central y sur de la isla existe una importante costra carbonatada que recubre el suelo y que al cuartearse forma un suelo pedregoso. La vegetación alcanza mayor altura, con matorrales de *Pistacia lentiscus* y pequeños arbolillos de *Juniperus phoenicea*, en esta zona se halla un ejemplar de *Phoenix* sp. introducido.

In the central and southern zone of the island there is an important carbonated crust that covers the ground and that when cracked forms a stony soil. The vegetation reaches greater height, with *Pistacia lentiscus* bushes and small trees of *Juniperus phoenicea*, in this area there is a specimen of *Phoenix* sp. introduced.

En toda la isla se encuentran excrementos de *Oryctolagus cuniculus* que parece ser es el único mamífero que habita la isla. Sobre sus acantilados existe una importante colonia de *Larus argentatus*. Y entre los invertebrados cabe remarcar los gasterópodos terrestres *Euparypha pisana* y *Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana ebusitana*.

All over the island there are excrements of *Oryctolagus cuniculus* that seems to be the only mammal that inhabited the island. On its cliffs there is an important colony of *Larus michahellis*. And among the invertebrates it should be noted the terrestrial gastropods *Theba pisana* and *Xerocrassa ebusitana*.

## 3.17.2 FORMAS DESCRITAS

## 3.17.2 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi espardellensis* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis espardellensis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis espardellensis* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* MERTENS-WERMUTH, 1960

*Lacerta lilfordi espardellensis* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis espardellensis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis espardellensis* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis gastabiensis* MERTENS & WERMUTH, 1960

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 43)

En Punta de Tramuntana las lagartijas poseen el dorso con tonos pardos muy claros, con pocas manchas reticulares y nunca poseer tonos verdes. El vientre también muy claro con tono amarillento o tostado. La talla corporal es pequeña.

En la zona central de la isla los individuos adquieren mayor tamaño y robustez corporal. La coloración dorsal se asemeja a la que presentan los individuos de las islas vecinas de Espalmador, Pou y Penjats, con dorso pardo en algunos individuos, mientras que otros (los de mayor talla) suelen presentar el centro del dorso verde-amarillento claro y los laterales ocre. El vientre es blanquecino o amarillento y en ocasiones ligeramente asalmonado.

Estas diferencias entre las dos poblaciones pueden ser debidas a:

- I. Los individuos más robustos, dominantes sobre los de menor talla, constituyen su territorio en la zona más estable de la isla (el centro) relegando a los juveniles e individuos más pequeños, cuyas coloraciones siempre son más pardas, a las zonas periféricas.
- II. Existe una depredación, sobre los individuos menos crípticos en todas las zonas de la isla. En la Punta de Tramontana el color pardo claro resulta más críptico con el entorno arenoso que los tonos verdes. Mientras que en la zona central resultaría críptica una coloración con tonalidades verdosas al existir mayor recubrimiento vegetal.

Ya se ha discutido la variación clinal en el tono que presentan los dorsos sobre la isla de Formentera, en esta isla se observa un fenómeno semejante pero al producirse en una distancia menor es menos patente. Por lo que parece ser que la causa de la variación sur-norte es debida a una clina que actúa de igual modo que sobre la isla de Formentera.

In Punta de Tramuntana the lizards have a back with very light brown tones, with few reticular spots and never have green tones. The belly is also very light with a yellowish tone. The body size is small.

In the central zone of the island specimens acquire greater size and corporal robustness. The dorsal coloration resembles that presented by specimens from the neighboring islands of Espalmador, Pou and Penjats, with brown backs in some specimens, while others (those of greater size) usually present in the center of the back light yellow-green, and on the lateral sides ocher. The belly is whitish or yellowish and sometimes slightly salmon-colored.

These differences between the two populations may be due to:

- I. The most robust specimens, dominant over those of smaller size, constitute their territory in the most stable area of the island (the center) relegating the juveniles and smallest specimens, whose colorations are always more brown, to the peripheral areas.
- II. There is a depredation, on less cryptic specimens in all areas of the island. In the Punta de Tramontana the light brown color is more cryptic with the sandy environment than the green tones. While in the central area would be a cryptic coloration with greenish tones to the greater vegetal cover.

The clinal variation in the tone presented by the backs on the island of Formentera has already been discussed, on this island a similar phenomenon is observed but when occurring at a shorter distance it is less obvious. For what seems to be the cause of the south-north variation is due to a cline that acts in the same way as on the island of Formentera.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 44-45)

## 3.18 NEGRA NORD (16)

Al oeste de Illa des Penjats se hallan Ses Illetes Negres (Fig. 3-7), la del sur es un pequeño escollo sin población de lagartijas y con escasas manifestaciones de vida terrestre; mientras que la del norte posee una importante población de lagartijas. La isla Negre del Nord está cubierta por abundante vegetación, con dominancia de *Allium* sp. así como matorrales de *Pistacia lentiscus*, *Sedum* sp. y especies de la alianza Crithmo-limonion.

## 3.18.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi intermedia* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta lilfordi negrae* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta ptyusensis negrae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta ptyusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta ptyusensis negrae* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta ptyusensis gastabiensis* MERTENS-WERMUTH, 1960

Su talla es intermedia dentro de los márgenes de la especie, con coloración dorsal de fondo en los machos y hembras de mayor tamaño pardo-verdoso o bien verde brillante o verde claro, con los laterales ocreos o pardo-anaranjado. Las hembras en general son más parduscas y con menor presencia de tonos verdes, generalmente presentan el dorso pardo, pero no es exclusivo de este sexo, ya que algunos machos, especialmente los de menor talla, también pueden presentar esta coloración. El retículo está formado por manchas negras que resaltan si el color de fondo es verde brillante, pero no así si es pardo; no suele ser muy abundante y las manchas se disponen alineadas o dispersas por el dorso. El vientre generalmente es anaranjado, desde los tonos muy vivos a los salmones pálidos, tanto en machos como en hembras, aunque también se hallan individuos con coloración ventral acromática clara.

No se diferencia de las otras poblaciones de Es Freus en sus proporciones corporales, pero la abundancia de individuos con vientres anaranjados y coloración dorsal verde brillante, diferencian en cierto modo a esta población de las poblaciones de Espardell, Espalmador, Penjats y Torretes.

## 3.18 NEGRA NORD (16)

To the west of Illa des Penjats are Ses Illetes Negres (figure 3-7), the southern one is a small rock without a population of lizards and with few manifestations of terrestrial life, while the north has a large population of lizards. The island Negre del Nord is covered by abundant vegetation, with dominance of *Allium* sp. as well as bushes of *Pistacia lentiscus*, *Sedum* sp. and species of the Crithmo-limonium alliance.

## 3.18.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi intermedia* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta lilfordi negrae* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta ptyusensis negrae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta ptyusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta ptyusensis negrae* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta ptyusensis gastabiensis* MERTENS & WERMUTH, 1960

Its size is intermediate within the margins of the species, with dorsal coloration of the background in males and females of larger brownish-green or bright green or light green, with ocher or brown-orange laterals. The females in general are more brownish and with less presence of green tones, generally they present the brown back, but it is not exclusive of this sex, since some males, especially those of smaller size, also can present this coloration. The reticle is formed by black spots that highlight if the background color is bright green, but not if it is brown; It is not usually very abundant and the spots are arranged aligned or scattered on the back. The belly is usually orange, from the very bright tones to the pale salmon, both in males and females, although there are also specimens with clear achromatic ventral coloration.

It is not different compared to the other populations of Es Freus in its corporal proportions, but the abundance of specimens with orange bellies and bright green dorsal coloration, differentiate this population from the populations of Espardell, Espalmador, Penjats and Torretes.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 44-45)

## 3.19 ILLOT DE SA SAL ROSA (13)

Islote situado en una pequeña ensenada frente al antiguo cargador de sal (sa Sal Rosa) de la industria salinera de Eivissa. Está separado por un canal de 2 metros de profundidad como máximo. Es un islote calizo con una vegetación no muy abundante, con pequeños matorrales achaparrados de *Pistacia lentiscus*, así como especies de la alianza Crithmo-limonion.

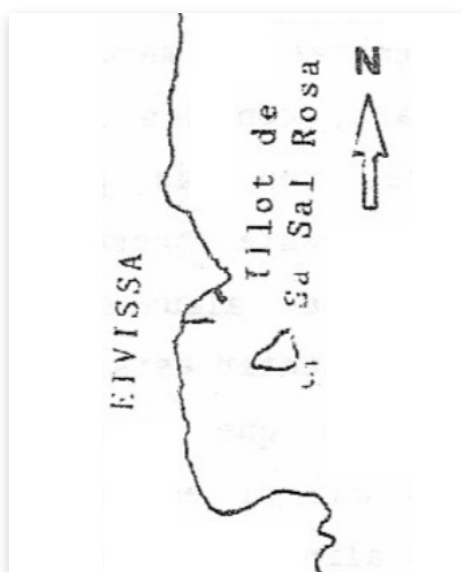
## 3.19.1 FORMAS DESCRITAS

*Podarcis pityusensis martinezi* CIRER, 1980

La talla de estos individuos es pequeña, aunque ligeramente mayor que la de los individuos de algunas poblaciones de Eivissa. El dorso es verde amarillento claro o verde parduzco, las hembras presentan generalmente tonos dorsales más pardos que los machos. El retículo es más abundante que en las poblaciones de Es Freus y semejante al que presentan algunas poblaciones de Eivissa (por ejemplo Puig des Molins), formado por manchas negras que disponen alineadamente. El vientre es de color claro casi blanco, variando desde los celestes o verdes muy ténues a los amarillentos. En general la coloración no varía en exceso respecto a las poblaciones cercanas de la isla de Eivissa.

Figura 3-9.

Figure 3-9.



## 3.19 ILLOT DE SA SAL ROSA (13)

Islet located in a small bay in front of the old salt loader (sa Sal Rosa) of the salt industry of Ibiza. It is separated by a channel with a maximum depth of 2 meters. It is a limestone islet with a not very abundant vegetation, with small bushes of *Pistacia lentiscus*, as well as species of the Crithmo-limonium alliance.

## 3.19.1 DESCRIBED FORMS

*Podarcis pityusensis martinezi* CIRER, 1980

The size of these specimens is small, although slightly larger than that of the specimens of some populations of Ibiza. The back is light yellowish green or brownish green, the females usually have dorsal tones more brown than the males. The reticulum is more abundant than in the populations of Es Freus and similar to some of the populations of Ibiza (for example Puig des Molins), formed by aligned black spots. The belly is light colored almost white, varying from very dull light blue or green to yellowish. In general, the coloration does not vary excessively from the nearby populations of the island of Ibiza.

Figura 3-10.

Figure 3-10.



## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 46-47)

## 3.20 ILLETES DE PORT ROIG O PURROIG (14)

Existen dos pequeños islotes en Port Roig, al sur de Eivissa, denominados Ses Illetes. Son unos escollos formados por rocas margoarcillosas, calizas y conglomerados: casi desprovistos de vegetación, si exceptuamos algún matorral de *Juniperus phoenicea*, *Daucus gingidium*, *Crithmum maritimum* y *Limonium* sp. más o menos dispersos. En el mayor de los islotes al disgregarse la roca arcillosa y los conglomerados se ha formado un delgado suelo que podría sustentar una vegetación más densa de la existente. Se hallan muy cercanos a la costa de Eivissa, el mayor de ellos separado solo por un brazo de mar de unos 5 metros de ancho por 0.5 metros de profundidad. La disposición de los estratos sedimentarios a ambos lados de este estrecho permiten suponer que el aislamiento del escollo es muy reciente, debido a la erosión del acantilado.

A pesar de su reciente separación en esta isla se ha diferenciado la subespecie de gasterópodo *Trochoidea (Xerocrassa) caroli alegriae* (SCHRÖDER, 1984).

## 3.20.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta pityusensis purroigensis* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis purroigensis* MERTENS-WERMUTH, 1960

Se han realizado visitas anuales desde 1980 hasta 1986 y al máximo se han podido observar 2 ejemplares de lagartijas en una misma visita (en la última se observó solo uno). Por ello se ha utilizado solamente el material del Museo A. Koenig de Bonn, que es suficiente para los análisis estadísticos de los machos, pero no de las hembras (solo se dispone de 1 individuo). La descripción colorimétrica tampoco es posible realizarla al no disponer de muestras vivas, ya que las conservadas en alcohol varían notablemente sus tonos. Los dos individuos hallados no se diferencian de los de Eivissa.

## 3.20 ILLETES DE PORT ROIG OR PURROIG (14)

There are two small islets in Port Roig, south of Eivissa, called Ses Illetes. They are rocks formed by margoarcillosas rocks, limestones and conglomerates: almost devoid of vegetation, except some bushes of *Juniperus phoenicea*, *Daucus carota*, *Crithmum maritimum* and *Limonium* sp. more or less scattered. In the largest of the islets where the clay rock and the conglomerates disintegrate, a thin soil has formed that could support a denser vegetation than the existing one. They are very close to the coast of Ibiza, the largest of them separated only by a sea arm of about 5 meters wide and 0.5 meters deep. The disposition of the sedimentary strata on both sides of this strait allows us to suppose that the isolation of this cliff is very recent, due to the erosion of the cliff.

Despite the recent separation of this island, the subspecies of the gastropod *Xerocrassa caroli alegriae* has been differentiated (SCHRÖDER 1984).

## 3.20.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta pityusensis purroigensis* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis purroigensis* MERTENS & WERMUTH, 1960

Annual visits have been made from 1980 to 1986 and a maximum of two specimens of lizards have been observed in one visit (in the last visit only one was observed). For this reason, only the material of the A. Koenig Museum in Bonn has been used,<sup>(16)</sup> which is sufficient for the statistical analysis of the males, but not of the females (only one specimen is available). The colorimetric description is not possible because there are no living samples, as those preserved in alcohol vary considerably in their tones. The two specimens found are no different from those from Ibiza.

(16) Senckenberg Museum and Museum Alexander Koenig should have been mentioned here, instead of ZFMK only.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 47)

## 3.21 NEGRA DE LLEVANT (15)

Islote calizo situado detrás de la ciudad de Eivissa, frente a las costas denominadas de s'Aranyet. No poseía población autóctona cuando la visitó EISENTRAUT (1930), el cual realizó en estas fechas una serie de experimentos a fin de comprobar la variabilidad de las generaciones híbridas y la evolución que seguía una subespecie al cambiarla de medio (EISENTRAUT, 1930).

Introdujo 50 lagartijas de Bleda Na Plana en la isla Negra de Llevant, para analizarlas en el futuro y comprobar si modificaban su morfología y coloración al someterlas a un ambiente distinto del original.

Otras introducciones semejantes se realizaron en los islotes de Escull de Tramuntana (Bledes), Es Vaixell (Bledes) y Sa Galera (norte de Es Vedrà); en los cuales no se han hallado lagartijas en las prospecciones realizadas durante los veranos de 1979 y 1980. MARTÍNEZ-RICA (comunicación personal) tampoco halló ningún ejemplar en Sa Galera durante sus visitas en 1962 y 1985.

En cuanto a Negra de Llevant, en 1979 se halló una población muy reducida, pero se recogieron testimonios de marineros y pescadores ibicencos que aseguraron no haber visto jamás lagartijas en este islote durante los años anteriores.

Los efectivos de este islote se han incluido en los análisis estadísticos, a pesar de ser una muestra muy reducida y de no conocer su origen: descendientes de la población introducida por EISENTRAUT, o procedentes de una nueva introducción más reciente.

La coloración que presentan estos individuos no difiere de la mayoría de individuos de Eivissa, el dorso es verde oscuro parduzco, o pardo con retículo de manchas negras alineadas; el vientre es blanco-amarillento.

## 3.21 NEGRA DE LLEVANT (15)

Calcareous islet located behind the city of Ibiza, in front of the coast of s'Aranyet. It did not have a native population when it was visited by EISENTRAUT (1930), who made a series of experiments at this time in order to verify the variability of hybrid generations and the evolution of a subspecies when changing it from medium (EISENTRAUT, 1930).

He introduced 50 lizards of Bleda Na Plana on the Isla Negra de Llevant, to analyze them in the future and check if they modified their morphology and coloration by subjecting them to an environment different from the original.

Other similar introductions were made in the islets of Escull de Tramuntana (Bledes), Es Vaixell (Bledes) and Sa Galera (north of Es Vedrà); in which lizards have not been found in the surveys carried out during the summers of 1979 and 1980. MARTÍNEZ-RICA (pers. comm.) also did not find any specimens in Sa Galera during his visits in 1962 and 1985.

As for Negra de Llevant, in 1979 a very small population was found,<sup>(17)</sup> but testimonies were collected from Ibizan sailors and fishermen who claimed never to have seen lizards on this islet during the previous years.

The specimens of this islet have been included in the statistical analysis, despite being a very small sample and not knowing its origin; descendants of the population introduced by EISENTRAUT (1930), or from a new more recent introduction.

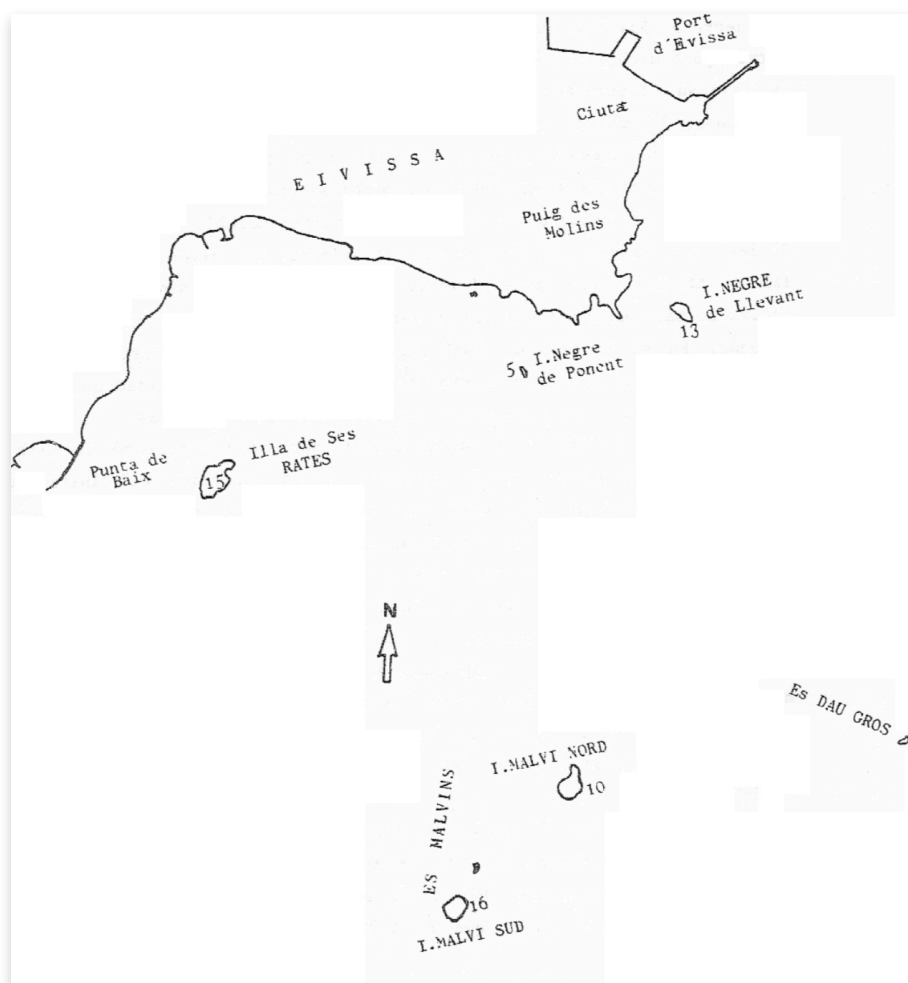
The coloration presented by these specimens does not differ from the majority of specimens of Ibiza, the back is dark greenish brown, or brown with a reticulum of black aligned spots; the belly is white-yellowish.

(17) This seems to be in accordance with MARTÍNEZ-RICA & CIRER (1982) where in table 1 this population is indicated with a **scarce** abundance. However, inside the text it says: "I. Negra del Este, next to Ibiza town, has a **moderate** population of lizards, which seem of the same subspecies as those of Ibiza island."

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 48-49)

**Figura 3-11.** Localización de las islas cercanas al puerto de Eivissa según las fotografías aérea. Las cifras indican la altura máxima que alcanza cada isla.

**Figure 3-11.** Location of the islands near the port of Ibiza according to aerial photographs. The numbers indicate the maximum height reached by each island.



## 3.22 ES DAU GROS

Escollo sobre el cual existe un faro de señalización de la entrada al puerto de Eivissa. No poseía población autóctona en 1930 y EISENTRAUT introdujo 8 machos procedentes de Escull Vermell (Bledes) y 20 hembras de Eivissa (EISENTRAUT, 1930). Cinco años después se recolectaron 3 machos y 3 hembras, que han sido estudiados por BÖHME y EISENTRAUT (1981). Se ha consultado este material y si observamos su color y los colocamos ordenadamente de más a menos melánicos, los 3 más oscuros son machos, el primero de los cuales indistinguible de los de Ses Bledes, les siguen las 3 hembras, la última de ellas semejante a las de Eivissa. La talla también varía gradacionalmente desde el individuo más oscuro y de mayor tamaño a la hembra más clara y más pequeña. En su trabajo de 1981 BÖHME y EISENTRAUT concluyen que la hibridación de estas dos poblaciones ha elevado la variabilidad notablemente respecto a la que existe en sus poblaciones originarias.

## 3.22 ES DAU GROS

Rock on which there is a light beacon of the entrance to the port of Ibiza. It had no native population in 1930 and EISENTRAUT introduced 8 males from Escull Vermell (Bledes) and 20 females from Ibiza (EISENTRAUT 1930). Five years later, 3 males and 3 females were collected and studied by BÖHME & EISENTRAUT (1981). This material has been consulted and if we observe its color and place them orderly from more to less melanic, the 3 darker ones are males, the first of which is indistinguishable from those of Ses Bledes, followed by the 3 females, the last of them similar to those of Ibiza. The size also varies gradationally from the darkest and largest specimen to the lightest and smallest female. In their work of 1981 BÖHME and EISENTRAUT conclude that the hybridization of these two populations has raised the variability remarkably compared to that which exists in their original populations (BÖHME & EISENTRAUT 1981).

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 49-50)

En 1962 MARTÍNEZ-RICA (comunicación personal) recolectó en esta isla un ejemplar oscuro, que se conserva en la colección del Instituto Pirenaico de Biología del CSIC en Jaca. En agosto de 1979 SALVADOR (SALVADOR, 1984) afirma que no vivía un solo ejemplar sobre este escollo. Pero sin embargo en agosto de 1981 se halló una población importante de lagartijas. En esta visita se recolectaron varios cadáveres recientes (menos de 1 mes) situados a simple vista entre las grietas de las rocas, lo cual hace sospechar se trataba de una introducción muy reciente realizada este mismo verano; los individuos excedentes debieron morir recogiendo en agosto su cadáver. Con todo ello es muy difícil deducir cual es el origen de los individuos hallados en Es Dau Gros.

Es probable que la población fundada por EISENTRAUT prosperase durante un indeterminado periodo de años, tal vez hasta 1962 y que finalmente se extinguiera. Más tarde debió permanecer sin población propia de lagartijas, hasta que en 1981 se realizara la introducción de los individuos cuyo cadáver se recogió en agosto. No se ha podido realizar ninguna visita posterior para comprobar si prosperan estos individuos, aunque no parece muy probable ya que en los últimos años se han sufrido fuertes temporales en la zona y las olas han rebasado la altura del islote.

En la visita de 1981 solo se recolectó un macho para incluirlo en los análisis electroforéticos y actualmente se guarda en la colección del Laboratoire de Biogéographie et Ecologie des Vertébrés de Montpellier. En consecuencia no se ha incluido esta población en ninguno de los análisis realizados en el presente estudio.

Los individuos actuales poseen una talla muy grande y robusta. La coloración es prácticamente melánica, en el dorso se observan tonos amarillo oscuro o verde oliva solo apreciables al ojo humano con una buena iluminación, existe un retículo muy conspicuo y abundante totalmente negro y los flancos presentan tonos azul ultramar muy oscuros con grandes manchas negras. El vientre es azul ultramar distinguible al ojo humano con iluminación corriente.

In 1962 MARTÍNEZ-RICA (pers. comm.) collected on this island a dark specimen, which is conserved in the collection of the Pyrenean Institute of Biology of the C.S.I.C. in Jaca. In August of 1979 SALVADOR (1984) affirms that not a single lizard was living on this rock. However, in August 1981, a large population of lizards was found. In this visit several recent cadavers (less than one month) were collected, located by sight between the cracks in the rocks, which makes you suspect that this was a very recent introduction made the same summer; the surplus individuals must have died and their corpses were collected in August. With all this it is very difficult to deduce what is the origin of the specimens found on Es Dau Gros.

It is probable that the population founded by EISENTRAUT (1930) prospered for an indeterminate period of years, perhaps until 1962 and that it finally became extinct. Later it had to remain without its own population of lizards, until in 1981 the introduction of the specimens whose cadáver was collected in August was carried out. It was not possible to make any subsequent visits to check whether these specimens thrive, although it is not very likely because in recent years there have been severe storms in the area and the waves have exceeded the height of the islet.

During the 1981 visit, only one male was collected to be included in the electrophoretic analysis and is currently stored in the collection of the Laboratoire de Biogéographie et Ecologie des Vertébrés de Montpellier. Consequently, this population has not been included in any of the analysis carried out in this study.

The current specimens have a very large and robust size. The color is practically melanic, on the back there are shades of dark yellow or olive green only visible to the human eye with good lighting, there is a very conspicuous and abundant totally black reticulum and the flanks have very dark blue ultramarine tones with large black spots. The belly is ultramarine blue distinguishable to the human eye with ordinary light.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 51)

## 3.23 ILLA DE SES RATES (17)

Se halla frente a la Punta de Baix (Fig. 3-11), en una ensenada poco profunda rellena de sedimentos limosos, que dificultan la determinación del tiempo que ha permanecido separada respecto a Eivissa. Está formada por roca caliza; hoy en día totalmente modificada ya que se construyó un edificio en la parte central de la isla que posteriormente se abandonó. Todo el islote presenta un aspecto deplorable, con ruinas y basuras dispersas y una vegetación autóctona relativamente empobrecida, que hoy día va recuperándose.

Las especies vegetales que se hallaron en 1980 son: *Pistacia lentiscus*, *Convulvulus arvensis*, *Asteriscus maritimus*, *Urginea maritima*, *Crithmum maritimum* y *Limonium* sp. En 1985 MARTINEZ-RICA (comunicación personal) constata que la asociación vegetal ha sufrido una gran ruralización respecto a la vegetación autóctona, Proliferando actualmente *Medicago arborea*.

## 3.23.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi ratae* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis ratae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis ratae* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis ratae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis ratae* MERTENS-WERMUTH, 1960

Son individuos de gran talla, semejantes en proporciones a las poblaciones de las cercanas islas Malvins y del grupo de islas frente a Santa Eulalia (Fig. 3-1). La coloración también es semejante a la que presentan en Es Malvins, pero el retículo dorsal se manifiesta menos marcado, con grandes manchas negras alineadas, pero que generalmente no llegan a configurar las gruesas líneas negras que presentan los individuos de Es Malvins. El color de fondo dorsal varía del verde-amarillento al verde oliva, los laterales son pardo-verdosos, a veces rojizos y el vientre azul o verde, en ocasiones asalmonado.

## 3.23 ILLA DE SES RATES (17)

It is located in front of Punta de Baix (figure 3-11), in a shallow cove filled with silty sediments, which makes it difficult to determine the time that has remained separated from Ibiza. It is formed by limestone; today completely modified since a building was built in the central part of the island that was later abandoned. The whole island has a deplorable aspect, with ruins and scattered garbage and a relatively impoverished autochthonous vegetation, which is now recovering.

The plant species found in 1980 are: *Pistacia lentiscus*, *Convulvulus arvensis*, *Pallenis maritima*, *Drimia maritima*, *Crithmum maritimum* and *Limonium* sp. In 1985 MARTÍNEZ-RICA (pers. comm.) notes that the plant association has endured a great ruralization with respect to native vegetation, currently proliferating *Medicago arborea*.

## 3.23.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi ratae* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis ratae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis ratae* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis ratae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis ratae* MERTENS & WERMUTH, 1960

They are specimens of great size, similar in proportion to the populations of the nearby Malvin Islands and the group of islands near Santa Eulalia (figure 3-1). The coloration is also similar to that presented in Es Malvins, but the dorsal reticulum is less pronounced, with large aligned black spots, but which generally do not manage to configure the thick black lines presented by the specimens of Es Malvins. The dorsal background color varies from greenish-yellow to olive green, the sides are brownish-green, sometimes reddish and the belly blue or green, sometimes salmon-colored.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 52)

## 3.24 MALVÍ NORD, PETIT O PLA (18)

Las islas Es Malvins se sitúan frente al puerto de Eivissa. Malví Nord presenta un recubrimiento vegetal algo más pobre que la isla del sur, formado por matorrales de *Phillyrea angustifolia*, *Medicago arborea*, *Daucus gingidium*, *Brassica* sp., *Asteriscus maritimus*, *Urginea maritima*, *Salsola* sp., *Limonium* sp. y *Crithmum maritimum* que dan testimonio de la relativa diversidad de la isla. También se ha localizado en ella *Micromeria inodora* (GUERAU D'ARELLANO & TORRES, 1981).

Se pudo comprobar en 1979 la nidificación de *Larus argentatus* en estas islas, que también son visitadas frecuentemente por otras aves procedentes de Eivissa. Entre los invertebrados destaca el gasterópodo *Eobania vermiculata* (GASULL, 1984) por su peculiar distribución.

## 3.24.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi affinis* MÜLLER, 1927  
*Lacerta lilfordi affinis* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis affinis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis affinis* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis affinis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis affinis* MERTENS-WERMUTH, 1960

MÜLLER describe una subespecie con este nombre en 1927 y sitúa su "Terra typica" en la Isla Guardia cercana a Ibiza, pero en su publicación de 1928 rectifica situándola en la isla Malví Pequeño al este de Ibiza.

La población de Malví Nord es de gran talla y robustez corporal, con coloración dorsal que varía desde el verde amarillento al verde oliva, con gruesas líneas reticulares negras, así como abundantes manchas negras entre las zonas de tonos verdes. El flanco suele ser pardo, verdoso o anaranjado, con abundantes manchas negras. El vientre de color verde claro, azul turquesa claro y en ocasiones asalmonado, con frecuentes manchas en todo él de color negro, en las escamas ventrales más laterales suelen poseer ocelos negros, azul turquesa o verde de tonos vivos.

## 3.24 MALVÍ NORD, PETIT OR PLA (18)

The Malvin islands are located in front of the port of Ibiza. Malví Nord has a slightly poorer vegetation than the southern island, formed by *Phillyrea angustifolia*, *Medicago arborea*, *Daucus carota*, *Brassica* sp., *Pallenis maritima*, *Drimia maritima*, *Salsola* sp., *Limonium* sp. and *Crithmum maritimum* that bear witness to the relative diversity of the island. *Micromeria inodora* has also been located there (GUERAU D'ARELLANO & TORRES 1981).

In 1979, the nesting of *Larus michahellis* was found in these islands, which are also frequently visited by other birds coming from Ibiza. Among the invertebrates, the gastropod *Eobania vermiculata* (GASULL 1984) stands out for its peculiar distribution.

## 3.24.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi affinis* MÜLLER, 1927  
*Lacerta lilfordi affinis* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis affinis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis affinis* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis affinis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis affinis* MERTENS & WERMUTH, 1960

MÜLLER describes a subspecies with this name in 1927 and places his "Terra typica" on Isla Guardia near Ibiza (MÜLLER 1927), but in his 1928 publication this was rectified putting it on Isla Malví Pequeño east of Ibiza (MÜLLER 1928).

The population of Malví Nord is of great size and corporal robustness, with dorsal coloration that varies from the yellowish green to the olive green, with thick black reticular lines, as well as abundant black spots between the areas of green tones. The flank is usually brownish, greenish or orange, with abundant black spots. The belly is of light green color, light turquoise blue and sometimes salmon-colored, with frequent black spots all over it. The more lateral ventral scales usually have black, turquoise blue or green tones of vivid colors.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 53-54)

## 3.25 MALVÍ SUD, GROS O RODÓ (19)

Al estar más resguardada del viento que Malví Nord debido a su topografía, la vegetación adquiere un mayor recubrimiento y altura, pero las especies que viven en ambas islas son semejantes, abundando más en esta isla *Medicago arborea* que llega a alturas de 1.5 - 2 metros. La composición faunística también es semejante en ambas islas. Véase la figura 3-11 para su localización geográfica.

## 3.25.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi schreitmülleri* MÜLLER, 1927  
*Lacerta lilfordi schreitmülleri* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis schreitmülleri* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis schreitmülleri* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis schreitmülleri* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis schreitmülleri* MERTENS-WERMUTH, 1960

La talla y coloración de estas lagartijas son semejantes a las de Malví Nord, aunque algunos individuos poseen las rayas reticulares más anchas y patentes que en Malví Nord y apenas existen individuos con manchas reticulares sin líneas, que sí son relativamente frecuentes en Malví Nord.

## 3.26 RODONA DE SANT EULALIA (20)

Pequeño islote al este de Illa Grossa de Sta. Eulalia, se halla relativamente protegida del temporal debido a la inclinación de sus vertientes que buzan hacia las costas de Eivissa. La vegetación es semejante a la Illa des Canar y Grossa de Sta. Eulalia, con grandes matorrales de *Pistacia lentiscus*, *Phyllirea angustifolia*, *Suaeda* sp. *Daucus gingidium* y abundantes crucíferas que no se pudieron identificar.

Existe una relativa variedad de gasterópodos con *Eobania vermiculata*, *Euparypha pisana* (GASULL, 1984) y *Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana redonae*, subespecie propia de esta isla (SCHRÖDER, 1978b), así como de insectos transportados por el viento desde Eivissa, en una de las visitas se llegó a recolectar noctuidos.

## 3.25 MALVÍ SUD, GROS OR RODÓ (19)

Being more sheltered from the wind than Malví Nord due to its topography, the vegetation acquires a greater coverage and height, but the plant species that live in both islands are similar, being more abundant in this island; *Medicago arborea* reaches heights of 1.5 - 2 meters. The faunal composition is also similar in both islands. See figure 3-11 for its geographic location.

## 3.25.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi schreitmülleri* MÜLLER, 1927  
*Lacerta lilfordi schreitmülleri* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis schreitmülleri* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis schreitmülleri* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis schreitmülleri* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis schreitmülleri* MERTENS & WERMUTH, 1960

The size and coloration of these lizards are similar to those of Malví Nord, although some specimens have wider and distinct reticular stripes than in Malví Nord and there are hardly any specimens with reticular marks without lines, which are relatively frequent in Malví Nord.

## 3.26 RODONA DE SANT EULALIA (20)

Small islet to the east of Illa Grossa de Sta. Eulalia, is relatively protected from the storm due to the inclination of its slopes that dive towards the Ibiza coasts. The vegetation is similar to the Illa des Canar and Grossa de Sta. Eulalia, with large thickets of *Pistacia lentiscus*, *Phyllirea angustifolia*, *Suaeda* sp. *Daucus carota* and abundant crucifers that could not be identified.

There is a relative variety of gastropods with *Eobania vermiculata*, *Euparypha pisana* (GASULL, 1984) and *Xerocrassa ebusitana redonae*, subspecies of this island (SCHRÖDER, 1978b), as well as well as insects transported by the wind from Ibiza, in one of the visits, owl moths (*Noctuidae*) were collected.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 54-55)

## 3.26.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi redonae* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis redonae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis redonae* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis redonae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis redonae* MERTENS-WERMUTH, 1960

Esta población es de talla grande y robusta. El dorso es con tonos verdes o verde-amarillo, con rayas negras del retículo continuas y bien delimitadas, aunque no tan gruesas como las que presentan los individuos de Es Malvins. Los flancos son pardos o bien pardo-verdosos, generalmente con algunas manchas de color naranja y negras. El vientre es naranja más o menos intenso, tanto en machos como en hembras.

## 3.27 GROSSA O ILLA DE STA. EULALIA (21)

Se halla frente a las costas de s'Argamassa de Santa Eulalia. Es una isla de rocas calizas cuarteadas y esparcidas entre una vegetación abundante. Cerca del mar enraizan las especies típicas, especialmente *Limonium inarimense ebusitana*, en las zonas más elevadas abunda *Urginea maritima* y allí donde no llega la influencia de las salpicaduras marinas existen matorrales de *Pistacia lentiscus* y *Phillyrea angustifolia*, además de *Cneorum tricocum*, *Heliotropium europaeum*, *Avena* sp. y una *Silene* que no pudo ser identificada.

Su fauna es parecida a la de Illa Rodona, si bien aquí el círculo de razas de *Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana* da origen a la subespecie *cisternasi*.

## 3.27.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi grossae* MÜLLER, 1929  
*Lacerta pityusensis grossae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis grossae* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis grossae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis grossae* MERTENS-WERMUTH, 1960

Es una población con talla y coloración semejantes a sus vecinas de Illa Rodona de Sta. Eulalia y Es Canar. Algunos individuos poseer dorso con tonos verde oscuro, casi azulado, lo cual les confiere un aspecto ligeramente más melánico, pero la mayoría son verde-amarillento o verde brillante, con flancos ocres pardos, en ocasiones anaranjados y los vientres con tonos naranja.

## 3.26.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi redonae* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis redonae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis redonae* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis redonae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis redonae* MERTENS & WERMUTH, 1960

This population is large and robust. The back is with green or yellow-green tones, with black lines of the reticulum continuous and well delimited, although not as thick as those of the specimens of Es Malvins. The flanks are brown or brownish-green, usually with some orange and black spots. The belly is orange more or less intense, both in males and females.

## 3.27 GROSSA OR ILLA DE STA. EULALIA (21)

It is located off the coast of s'Argamassa de Santa Eulalia. It is an island of cracked limestone rocks scattered among abundant vegetation. Near the sea, typical species take root, especially *Limonium inarimense ebusitana*, in the highest areas *Drimia maritima* abounds and where there is no influence of marine splashes, there are *Pistacia lentiscus* and *Phillyrea angustifolia* scrub, as well as *Cneorum tricocum*, *Heliotropium europaeum*, *Avena* sp. and a *Silene* that could not be identified.

Its fauna is similar to that of Illa Rodona, although here the circle of races of *Xerocrassa ebusitana* gives rise to the subspecies *cisternasi*.

## 3.27.1 DESCRIBED FORMS

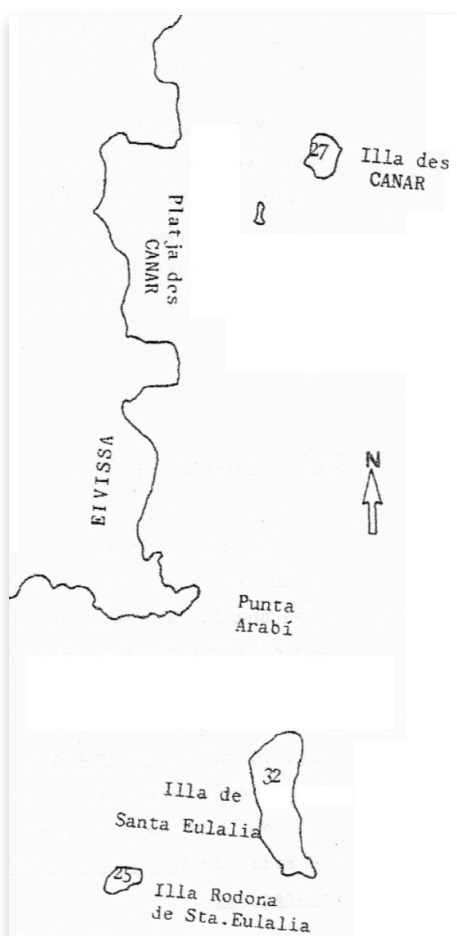
*Lacerta lilfordi grossae* MÜLLER, 1929  
*Lacerta pityusensis grossae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis grossae* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis grossae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis grossae* MERTENS & WERMUTH, 1960

It is a population with size and coloration similar to its neighbors of Illa Rodona de Sta. Eulalia and Es Canar. Some specimens have a back with dark green, almost bluish tones, which gives them a slightly more melanic aspect, but most are green-yellowish or bright green, with brown ochre flanks, sometimes orange and bellies with orange tones.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 55-56)

La existencia de algunos individuos con tendencia al cianismo ya fue observada por LILGE (1975), pero al parecer no los consideró minoritarios en la población, sino que acepta que es esta la coloración predominante. Estos individuos pueden recolectarse en las zonas cercanas al mar, pero en las zonas más estables de la isla y con mayor recubrimiento vegetal, no se aprecia esta tendencia al cianismo.

The existence of some specimens with a tendency to cyanism was already observed by LILGE (1975), but apparently did not consider them minority in the population, but accepts that this is the predominant coloration. These specimens can be collected in areas near the sea, but in the more stable areas of the island and with greater vegetal cover, this tendency to cyanism is not appreciated.



**Figura 3-12.** Mapa de las islas de la costa de Santa Eulalia según fotografía aérea. Las cifras indican las alturas topográficas.

**Figure 3-12.** Map of the islands of the coast of Santa Eulalia according to aerial photography. The numbers indicate the topographical heights.

## 3.28 ES CANAR (22)

Islote situado entre las playas de Es Ganar y Cala Nova, con suave pendiente hacia las costas de Eivissa y abrupto acantilado en el lado opuesto, esta topografía la resguarda de las tempestades y la vegetación adquiere una relativa altura. Hay gran densidad de matorrales de *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Thymelaea hirsuta*; así como *Helichrysum stoechas*, *Urginea maritima*, *Crithmum maritimum*, *Daucus gingidium* y *Limonium* sp. en las zonas más cercanas a la orilla.

## 3.28 ES CANAR (22)

Islet located between the beaches of Es Ganar and Cala Nova, with a gentle slope towards the Ibiza coasts and an abrupt cliff on the opposite side, this topography protects it from the storms and the vegetation acquires a relative height. There is a high density of thickets of *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Thymelaea hirsuta*; as well as *Helichrysum stoechas*, *Drimia maritima*, *Crithmum maritimum*, *Daucus carota* and *Limonium* sp. in the areas closest to the shore.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 56)

Su fauna es semejante a la de las islas vecinas de Sta. Eulalia, si bien es la "Terra typica" de *Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana canae* (SCHRÖDER, 1978b). En los tres islotes es frecuente hallar gaviotas (*Larus argentatus*), aunque no se ha comprobado su nidificación, así como diversas especies de aves e insectos voladores procedentes de Eivissa. En consecuencia las condiciones ecológicas de las tres islas de Santa Eulalia, así como las de Es Malvins, son muy semejantes, paralelamente también se observa una notable semejanza en la coloración y morfología entre las poblaciones de *P. pityusensis* que sustentan estas islas.

## 3.28.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi canensis* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis canensis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis canensis* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis canensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis canensis* MERTENS-WERMUTH, 1960

Presentan un notable gigantismo y robustez corporal, así como coloraciones muy brillantes, al igual que las presentes en Illa Rodona de Sta. Eulalia y en algunos individuos de Illa Grossa de Sta. Eulalia, con abundantes mancha reticulares negras que forman rayas longitudinales muy conspicuas. Los laterales son ocre anaranjados y el vientre generalmente anaranjado más o menos intenso.

Its fauna is similar to that of the neighboring islands of Sta. Eulalia, although it is the "Terra typica" of *Xerocrassa ebusitana canae* (SCHRÖDER, 1978b). In the three islets it is common to find seagulls (*Larus michahellis*), although their nesting has not been proven, as well as several species of birds and flying insects from Ibiza. Consequently the ecological conditions of the three islands of Santa Eulalia, as well as those of Es Malvins, are very similar, in parallel there is also a remarkable similarity in the coloration and morphology among the populations of *P. pityusensis* that sustain these islands.

## 3.28.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi canensis* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis canensis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis canensis* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis canensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis canensis* MERTENS & WERMUTH, 1960

They present a remarkable gigantism and corporal robustness, as well as very bright colorations, like those present in Illa Rodona of Sta. Eulalia and in some specimens of Illa Grossa of Sta. Eulalia, with abundant black reticular spots that form very conspicuous longitudinal stripes. The sides are orange ocher and the belly generally more or less intense orange.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 57-58)

## 3.29 TAGOMAGO (23)

## 3.29.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

Es uno de los islotes mayores y con mayor altura topográfica de las Pitiúsas. Formado principalmente por calizas y dolomías, con pequeñas intercalaciones de areniscas (RANGHEARD, 1969); sobre su superficie existen clastos procedentes de la roca madre, así como pequeños enclaves en los cuales se desarrolla un suelo precoz colonizado por la vegetación.

La vegetación es achaparrada al estar expuesta a los vientos procedentes del mar, aunque relativamente rica en especies. Predominan *Pinus halepensis* arbustivo, *Pistacia lentiscus*, *Foeniculum vulgare*, *Rosmarinus officinalis*, *Erica* sp. y *Withania frutescens* especie que solo habita en esta isla y en Vedrà Vedranell (GUERAU D'ARELLANO-TORRES, 1981). Cerca del mar se hallan *Urginea maritima* así como las especies de la alianza Crithmo-limonion. Su morfología se halla relativamente alterada debido a la construcción de una colonia de viviendas de veraneo, lo cual pone en grave peligro a la isla, ya que se pretende seguir construyendo progresivamente.

Entre su fauna vertebrada, además de lagartijas, se cuenta con *Oryctolagus cuniculus*, *Falco peregrinus* y *Larus argentatus*, estas dos aves nidifican en la isla. Entre los invertebrados hay interesantes subespecies como *Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana ortizi* (SCHRÖDER, 1978b) y los tenebriónidos *Asida (Granulasida) mater gasulli* y *Asida (Asida) ludovici ludovici* (ESPAÑOL, 1984).

## 3.29.2 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi tagomagensis* MÜLLER, 1927  
*Lacerta lilfordi tagomagensis* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis tagomagensis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis tagomagensis* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis tagomagensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis tagomagensis* MERTENS-WERMUTH, 1960

La talla de esta población es muy grande y con proporciones corporales robustas. La coloración es muy variable, el dorso generalmente se presenta de color verde o verde-pardusco, aunque no son escasos los individuos con dorso pardo, tanto machos como hembras. El retículo dorsal varía en abundancia y diseño según los individuos, desde manchas negras dispersas a rayas

## 3.29 TAGOMAGO (23)

## 3.29.1 DESCRIPTION OF THE ISLAND

It is one of the largest and one of the highest in topographic height islands of the Pityusan Islands. Composed mainly of limestones and dolomites, with small interspersed sandstones (RANGHEARD 1969); On its surface there are clasts from the bedrock, as well as small enclaves in which a precocious soil colonized by vegetation develops.

The vegetation is squated when exposed to winds from the sea, although relatively rich in species. Predominal *Pinus halepensis* shrub, *Pistacia lentiscus*, *Foeniculum vulgare*, *Rosmarinus officinalis*, *Erica* sp. and *Withania frutescens* species that only inhabits this island and in Vedrà and Vedranell (GUERAU D'ARELLANO-TORRES 1981). Near the sea are *Drimia maritima* as well as the species of the Crithmo-limonium alliance. Its morphology is relatively altered due to the construction of a colony of summer homes, which puts the island in serious danger, since it is intended to progressively continue building.

Among its vertebrate fauna, in addition to lizards, there are *Oryctolagus cuniculus*, *Falco peregrinus* and *Larus michahellis*, these two birds nest on the island. Among the invertebrates there are interesting subspecies such as *Xerocrassa ebusitana ortizi* (SCHRÖDER 1978b) and the tenebrionids *Asida mater gasulli* and *Asida ludovici ludovici* (ESPAÑOL 1984).

## 3.29.2 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi tagomagensis* MÜLLER, 1927  
*Lacerta lilfordi tagomagensis* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis tagomagensis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis tagomagensis* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis tagomagensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis tagomagensis* MERTENS & WERMUTH, 1960

The size of this population is very large and with robust body proportions. The coloration is very variable, the back is usually green or brownish-green, although there are quite a few specimens with a brown back, both males and females. The dorsal reticulum varies in abundance and design according to the specimens, from scattered black spots to more or less defined longitudinal lines.

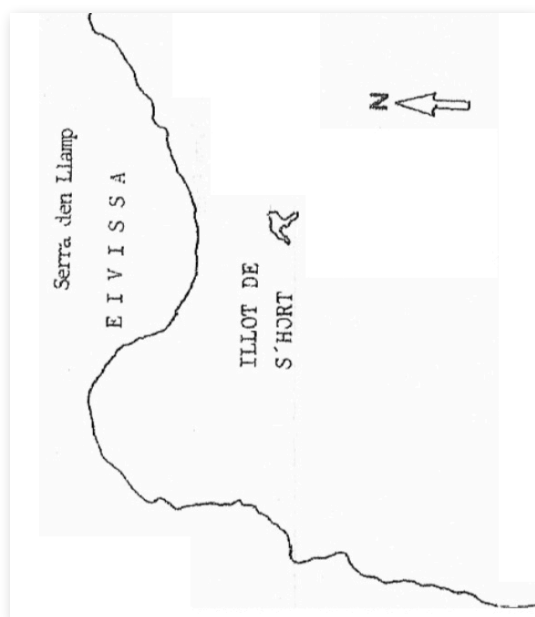
## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 58-59)

longitudinales más o menos definidas. El vientre siempre adquiere coloraciones muy claras, con tonos celestes o verde esmeralda y en ocasiones asalmonado.

The belly always acquires very light colors, with light blue tones or emerald green and sometimes salmon-colored.

**Figura 3-13.** Mapa de la isla de Tagomago según las fotografías aéreas. Se ha completado con los datos topográficos de los mapas del servicio cartográfico militar español, las principales alturas topográficas se indican con cifras.

**Figure 3-13.** Map of the island of Tagomago according to aerial photographs. It has been completed with the topographic data of the maps of the Spanish military cartographic service, the main topographic heights are indicated with numbers.



**Figura 3-14.** Isla de s'Hort, mapa realizado con ayuda de las fotografías aéreas obsérvese la escasa superficie que posee.

**Figure 3-14.** Isla de s'Hort, a map made with the help of aerial photographs, see how little surface it has.<sup>(18)</sup>

(18) We have turned figure 3-14 a quarter turn counter-clockwise, because the arrow pointing to the north is actually pointing to the west, consequently restoring the right perspective.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 59-60)

## 3.30 ILLOT DE S'HORT (24)

Frente los acantilados situados entre Cap des Lleó y Es Figueral, se halla un islote con suelo arenoso, donde enraizan pequeños matorrales de *Pistacia lentiscus*, *Asparagus acutifolius*, *Asphodelus* sp., *Limonium* sp., *Dactylis glomerata*, etc. La roca está poco consolidada y permite que las lagartijas escaven galerías en ella.

Con "Terra typica" en esta isla SCHRÖDER (1978), ha descrito la subespecie *Trochoidea* (*Xerocrassa*) *ebusitana hortae*.

## 3.30.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta pityusensis hortae* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis hortae* MERTENS-WERMUTH, 1960

Poseen una talla intermedia, aunque ligeramente grande y robusta, la coloración apenas varía presentándose los dorso con color verde claro, a veces pardo-verdoso, el retículo no es muy abundante y está formado por manchas negras alineadas. El vientre es celeste claro o verdoso claro.

## 3.31 ILLOT DE SA MESQUIDA (25)

En una zona de escollos cercana a las costas de Xarraca se halla la Illa de Sa Mesquida, separada de Eivissa por un canal poco profundo de unos 100 metros de ancho. Está constituida por rocas calizas que han formado una gruta que ocupa casi todo el subsuelo de la isla.

Sobre ella existen pequeños árboles de *Pinus halepensis* bajo los cuales crecen matorrales del sotobosque mediterráneo, semejante al que se encuentra en los cercanos bosques de Eivissa. Entremezclado con estas especies se hallan especies halófilas características de las costas rocosas.

Aunque no parece ser una isla antigua en ella se ha diferenciado la subespecie *mesquidiae* del gasterópodo *Trochoidea* (*Xerocrassa*) *ebusitana* (SCHRÖDER, 1978b).

## 3.30 ILLOT DE S'HORT (24)

In front of the cliffs between Cap des Lleó and Es Figueral, there is an islet with sandy soil, with small thickets of *Pistacia lentiscus*, *Asparagus acutifolius*, *Asphodelus* sp., *Limonium* sp., *Dactylis glomerata*, etc. The rock is poorly consolidated and allows the lizards shelter inside the crevices.

With "Terra typica" on this island SCHRÖDER (1978) has described the subspecies *Xerocrassa ebusitana hortae*.

## 3.30.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta pityusensis hortae* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis hortae* MERTENS & WERMUTH, 1960

They have an intermediate size, although slightly large and robust, the coloration hardly varies presenting the backs with light green, sometimes brownish-green, the reticulum is not very abundant and is formed by black aligned spots. The belly is light blue or light greenish,

## 3.31 ILLOT DE SA MESQUIDA (25)

In an area of rocks near the coast of Xarraca is the Illa de Sa Mesquida, separated from Ibiza by a shallow channel about 100 meters wide. It is constituted by limestone rocks that have formed a grotto that occupies almost all the subsoil of the island.

Above it there are small *Pinus halepensis* trees under which shrubs grow in the Mediterranean undergrowth, similar to that found in the nearby forests of Ibiza. Intermixed with these species are halophilic species characteristic of rocky coasts.

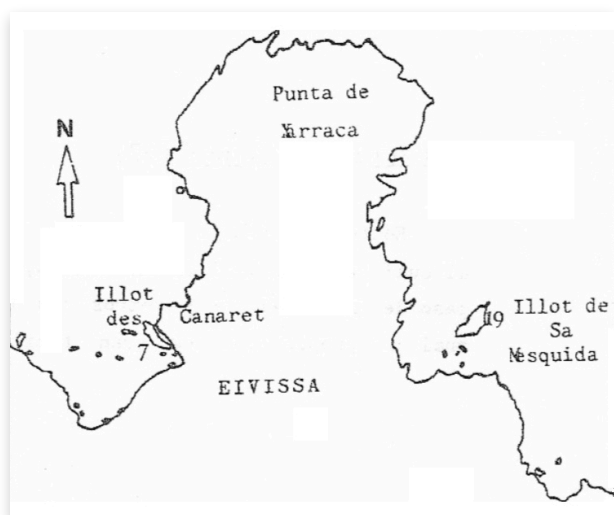
Although it does not seem to be an ancient island, in it the subspecies of the gastropod *Xerocrassa ebusitana mesquidiae* has been differentiated (SCHRÖDER, 1978b).

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 60-61)

## 3.31.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta pityusensis characae* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis characae* MERTENS-WERMUTH, 1960

Su talla es ligeramente más grande y robusta que la población de Eivissa (1) que habita en el norte de la isla, aunque en muy poco grado. La coloración que ostentan también se confunde con la de las poblaciones del norte de Eivissa (1), Canaret (26) y Caldés (27), si bien abundan más los individuos con dorso verdoso en Sa Mesquida, los laterales en todas ellas son pardos y el vientre muy claro, generalmente con tonos celestes.



**Figura 3-15.** Costas de Xarraca, según las fotografías aéreas y completado con los mapas topográficos.

**Figure 3-15.** Coasts of Xarraca, according to aerial photographs and completed with topographic maps.

## 3.31.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta pityusensis characae* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis characae* MERTENS & WERMUTH, 1960

Its size is slightly larger and more robust than the population of Ibiza (1) that inhabits the north of the island, although in very little degree. The coloration they flaunt could be confused with the coloration of the populations of the north of Ibiza (1), Canaret (26) and Caldés (27), although there are more specimens with greenish backs in Sa Mesquida, the lateral in all of them are brown and the belly very light, generally with light blue tones.

## 3.32 ILLOT DES CANARET (26)

Situado cerca de la Punta de Xarraca, en la Cala des Porcs (Figura 3-15). Se halla resguardada de los vientos y la vegetación llega a perfilar un estrato arbóreo formado por *Pinus halepensis*, debajo de ellos vive una mezcla de especies de sotobosque mediterráneo tales como *Rosmarinus officinalis*, *Asparagus stipularis*, *Pistacia lentiscus*, etc. con especies de costa rocosa como *Urginea marítima*, *Helichrysum stoechas*, *Limonium inarimense ebusitana* etc.

Está separada de Eivissa por una hendidura de unos 3 metros de ancha invadida por el mar, que solo alcanza una profundidad de unos 2 metros, por lo que parece ser que este islote debió formarse en época muy reciente debido a la erosión de la línea de costa, pero no se poseen datos al respecto.

## 3.32 ILLOT DES CANARET (26)

Located near the Punta de Xarraca, in the Cala des Porcs (figure 3-15). It is sheltered from the winds and the vegetation outlines an arboreal stratum formed by *Pinus halepensis*, under them live a mixture of Mediterranean undergrowth species such as *Rosmarinus officinalis*, *Asparagus horridus*, *Pistacia lentiscus*, etc. with rocky coast species such as *Drimia marítima*, *Helichrysum stoechas*, *Limonium* sp. etc.

It is separated from Ibiza by a gap of about 3 meters wide invaded by the sea, which only reaches a depth of about 2 meters, so it seems that this islet should have been formed in very recent times due to the erosion of the coast line, but do not have data about this.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 61-62)

## 3.32.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta pityusensis canaretensis* CIRER, 1980

Poseen una coloración semejante a la que ostentan las poblaciones vecinas, con dorso verdoso en los machos y más pardusco en las hembras, el retículo se halla formado por manchas negras más o menos alineadas y los flancos son pardos. El vientre con tonos celestes muy claros, en muchos individuos se hallan ocelos negros o verdes en las escamas ventrales laterales. Su talla y proporciones corporales son pequeñas dentro del conjunto de toda la especie, semejantes a las de la población de Eivissa.

## 3.32.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta pityusensis canaretensis* CIRER, 1980

They have a coloration similar to that of the neighboring populations, with a greenish back in males and more brownish in females, the reticle is formed by black spots more or less aligned and the flanks are brown. The belly with very clear light blue tones, in many specimens there are black or green ocelli in the lateral ventral scales. Its size and corporal proportions are small within the set of all the species, similar to those of the population of Ibiza.

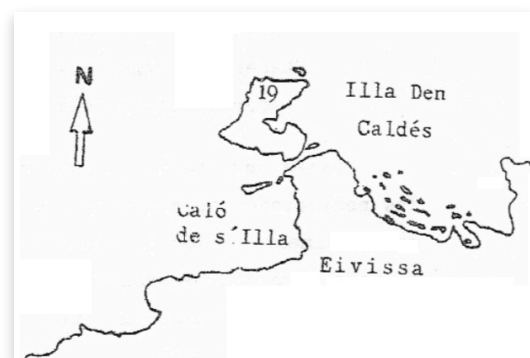


Figura 3-16.

Figure 3-16.

## 3.33 ILLA DEN CALDÉS (27)

Entre Benirrás y Xarraca se halla el Caló de s'Illa, frente al cual se sitúa la Illa den Caldés, separada de Eivissa por un estrecho paso de poco más de 5 metros con una profundidad de 0.5 metros, lo cual le proporciona una gran facilidad de acceso que permite una cierta migración de los seres vivos entre ambas islas.

Es un islote no muy elevado con una suave pendiente hacia el suroeste, cubierto por costras carbonatadas y expuesto al viento de Tramontana, debido a ello la vegetación crece achaparrada y los matorrales se hallan dispersos por la isla. Entre las especies que la habitan destacan *Pistacia lentiscus*, *Pinus halepensis* y *Juniperus phoenicea*. A grandes rasgos es un biotopo semejante al que se encuentra en las cercanas costas de Eivissa.

Sobre ella se vieron sobrevolar individuos de *Falco tinnunculus* y dada su proximidad a Eivissa debe ser visitada por diversas especies de aves. Entre los invertebrados cabe destacar al gasterópodo *Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana calderensis* (SCHRÖDER, 1978).

## 3.33 ILLA DEN CALDÉS (27)

Between Benirrás and Xarraca is Caló de s'Illa, in front of which the Illa den Caldés is located, separated from Ibiza by a narrow passage of just over 5 meters with a depth of 0.5 meters, which provides it a great ease of access that allows a certain migration of living beings between both islands.

It is not a very high islet with a gentle slope towards the southwest, covered by carbonated crusts and exposed to the Tramontana wind, due to this the vegetation grows squat and the thickets are dispersed on the island. Among the species that inhabit it are *Pistacia lentiscus*, *Pinus halepensis* and *Juniperus phoenicea*. Broadly speaking, it is a biotope similar to that found on the nearby coasts of Ibiza.

While on the island, we have seen specimens of *Falco tinnunculus* flying over it and given its proximity to Ibiza, it must be visited by various species of birds. Among invertebrates, it worth mentioning the gastropod *Xerocrassa ebusitana calderensis* (SCHRÖDER 1978).

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 62-63)

## 3.33.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi caldesiana* MÜLLER, 1928  
*Lacerta ptyusensis caldesiana* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta ptyusensis caldesiana* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta ptyusensis caldesiana* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta ptyusensis caldesiana* MERTENS-WERMUTH, 1960

Población de talla pequeña., con coloración dorsal predominantemente pardo oscuro, aunque también pueden hallarse individuos con dorso verde oscuro, especialmente entre los machos. El retículo no es demasiado patente, con pequeñas manchas alineadas. El vientre muy claro con tonos celestes, verdosos o amarillentos. Esta coloración es semejante a la que presentan los individuos de la población del norte de Eivissa.

## 3.34 ILLA MURADA (28)

Se halla muy cerca del Port de Sant Miguel, aunque fuera de esta ensenada (Fig. 3-2). Es un islote con paredes verticales que se elevan desde el nivel del mar y una amplia zona plana en su parte superior, rodeada de los restos de una antigua muralla, ya que su interior había servido de cárcel. En esta zona superior se halla la mayor parte de su vegetación entre las piedras derrumbadas de la pared.

Las especies vegetales que la habitan son las típicas de costa rocosa: *Asteriscus maritimus*, *Helichrysum stoechas*, *Daucus gingidium*, *Crithmum maritimum*, etc.

Los invertebrados con radiación evolutiva en las Pitiüsas se ven representados en esta isla por el gasterópodo *Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana muradae* (SCHRÖDER, 1978), lo cual atestigüa una separación antigua de la isla, aunque no tanto como Ses Illes Bledes, ya que entre los tenebriónidos hallamos la subespecie nominal de *Alphasida (Glabrasida) ibicensis* en vez de las formas más diferenciadas de las islas con mayor edad (ESPAÑOL, 1984).

## 3.34.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi muradae* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta ptyusensis muradae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta ptyusensis muradae* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta ptyusensis muradae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta ptyusensis muradae* MERTENS-WERMUTH, 1960

## 3.33.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi caldesiana* MÜLLER, 1928  
*Lacerta ptyusensis caldesiana* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta ptyusensis caldesiana* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta ptyusensis caldesiana* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta ptyusensis caldesiana* MERTENS & WERMUTH, 1960

Population of small size, with predominantly dark brown dorsal coloration, although specimens with dark green backs can also be found, especially among males. The reticle is not too distinct, with small aligned patches. The belly is very clear with light blue, greenish or yellowish tones. This coloration is similar to that presented by specimens from the population of northern Ibiza.

## 3.34 ILLA MURADA (28)

It is very close to Port de Sant Miguel, although outside this inlet (figure 3-2). It is an islet with vertical walls that rise from the sea level and a wide flat area in its upper part, surrounded by the remains of an old wall, since its interior had served as a prison. In this upper zone, most of the vegetation is found among the collapsed stones of the wall.

The plant species that inhabit it are typical of rocky coast: *Pallenis maritima*, *Helichrysum stoechas*, *Daucus carota*, *Crithmum maritimum*, etc.

Invertebrates with evolutionary radiation in the Pityusan Islands are represented on this island by the gastropod *Xerocrassa ebusitana muradae* (SCHRÖDER 1978), which attests to an ancient separation of the island, although not as much as Ses Illes Bledes, because between the tenebrionids the nominal subspecies of *Alphasida ibicensis* is found instead of the more differentiated forms of the older islands (ESPAÑOL 1984).

## 3.34.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi muradae* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta ptyusensis muradae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta ptyusensis muradae* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta ptyusensis muradae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta ptyusensis muradae* MERTENS & WERMUTH, 1960

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 63-64)

Poseen una talla grande y robusta, aunque no tan acusada como las poblaciones de Ses Bledes o del este de las Pitiüsas. La coloración es totalmente melánica en el centro del dorso, los laterales muy oscuros pero con pequeñas manchas de color azul ultramar y el vientre generalmente es azul ultramar intenso, aunque puede ser gris desde el muy oscuro al medio.

They have a large and robust size, although not as pronounced as the populations of Ses Bledes or the east of the Pityusan Islands. The coloration is completely melanic in the center of the back, the sides are very dark but with small patches of ultramarine blue and the belly is usually ultramarine blue, although it can be gray from very dark to medium.

## 3.35 ILLA MARGALIDA (29)

## 3.35 ILLA MARGALIDA (29)

## 3.35.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

## 3.35.1 DESCRIPTION OF THE ISLAND

Es una isla de rocas calizas formando escarpes verticales, con escasa superficie pero con una altura que llega a los 44 metros. Sus dimensiones son muy reducidas (Fig. 3-18) y en algunos puntos es notablemente estrecha, con lo que la erosión marina ha podido horadar arcos y grutas que la atraviesan. La vegetación es muy escasa e incrustada entre las grietas, pero sobre ella se halla la especie *Euphorbia ebusitana*, descrita por KUHBIER (1978) que es un endemismo que habita solo en este islote. Además viven en ella *Limonium inarimense ebusitana*, *Lavatera arborea*, *Asparagus stipularis*, *Allium ampelloprasum* y *Crithmum maritimum* (KUHBIER, 1978).

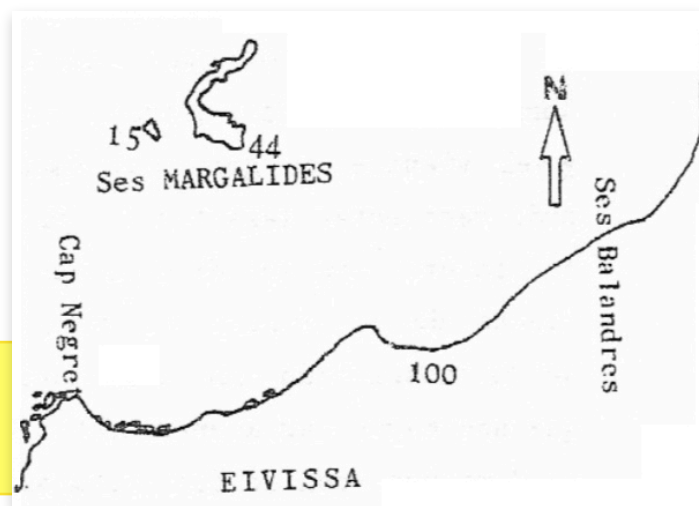
It is an island of limestone rocks forming vertical escarpments, with little surface but with a height that reaches 44 meters. Its dimensions are very small (figure 3-17)<sup>(25)</sup> and in some points it is remarkably narrow, so that marine erosion has been able to pierce arches and caves that cross it. The vegetation is very sparse and embedded between the cracks, but above all there is the species *Euphorbia ebusitana*, described by KUHBIER (1978) which is an endemic species that lives only on this islet. Also there are living *Limonium* sp., *Lavatera arborea*, *Asparagus stipularis*, *Allium ampelloprasum* and *Crithmum maritimum* (KUHBIER 1978).

Al igual que en Murada los invertebrados nos señalan una separación relativamente antigua de la isla, al hallarse en ella *Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana margaritae* (SCHRÖDER, 1978) pero con el tenebriónido *Alphasida (Glabrasida) ibicensis ibicensis*, con lo que debe tener una separación más reciente que Ses Illes Bledes.

As in Murada, the invertebrates point to a relatively old separation of the island, however, because *Xerocrassa ebusitana margaritae* (SCHRÖDER 1978) and the tenebrionid *Alphasida ibicensis ibicensis* are found here, it must have been a more recent separation than Ses Illes Bledes.

**Figura 3-18.** Mapa levantado a partir de las fotografías aéreas, se indican con cifras las alturas topográficas más relevantes.

**Figure 3-17.** Map raised from aerial photographs, the most relevant topographic heights are indicated with numbers.<sup>(19)</sup>



(19) The original number was “3-18” which we changed into “3-17” to maintain the right sequence

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 64-65)

En las cercanas costas de Eivissa nidifican *Falco peregrinus*, *Lanius senator* y *Corvus corax*, que pueden acceder fácilmente a la isla y depredar en ella sobre las lagartijas.

## 3.35.2 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi hedwig-kamerae* MÜLLER, 1927  
*Lacerta lilfordi hedwig-kamerae* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis hedwig-kamerae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis hedwig-kamerae* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis hedwig-kamerae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis hedwigkamerae* MERTENS-WERMUTH, 1960

Población con dorso muy melánico, aunque en algunos individuos las bandas dorsolaterales claras llegan a diferenciarse del resto al poseer un color pardo-amarillento más claro que el centro del dorso; los flancos siempre son muy oscuros sin diferenciarse tono y el vientre es gris muy oscuro o azul ultramar oscuro. Apenas se pudo recolectar lagartijas, ya que habitan en las zonas más elevadas del islote, que son de difícil acceso, solo se recolectó en las inmediaciones de la orilla del mar, capturándose 8 hembras. Esta muestra se ha completado con individuos procedentes de diversas colecciones, que son mayoritariamente hembras; en total solo se ha podido disponer de 2 machos, con lo que los análisis para este sexo no pueden considerarse con suficiente validez y solo se podrán extraer conclusiones de los análisis de las hembras.

## 3.36 ILLOT DE CALA SALADA (30)

Es un pequeño islote situado cerca de las costas de Cala Salada (Figura 3-18). Su cúspide llega a una cierta altura y queda fuera del influjo del mar, pudiéndose desarrollar grandes matorrales de *Juniperus phoenicea* y *Olea europaea* var. *silvestris*. En las zonas que reciben las salpicaduras del mar se desarrolla la alianza Crithmo-limonion.

En ella habitan diversos gasterópodos como *Eobania vermiculata*, *Helicella pyramidata* y la subespecie propia de esta isla *Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana calasaladae*. Así como diversos insectos que llegan fácilmente desde los campos de Eivissa.

On the nearby coasts of Ibiza, *Falco peregrinus*, *Lanius senator* and *Corvus corax* nest, which can easily access the island and prey on it on the lizards.

## 3.35.2 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi hedwig-kamerae* MÜLLER, 1927  
*Lacerta lilfordi hedwig-kamerae* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis hedwig-kamerae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis hedwig-kamerae* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis hedwig-kamerae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis hedwigkamerae* MERTENS & WERMUTH, 1960

Population with very melanic back, although in some specimens the light dorsolateral bands come to differentiate themselves from the rest having a lighter brownish-yellow color than the center of the back; the flanks are always very dark without differentiating tone and the belly is very dark gray or dark ultramarine blue. Lizards could barely be collected, since they live in the highest areas of the islet, which are difficult to access, only collected in the vicinity of the seashore, capturing 8 females. This sample has been completed with specimens from different collections, which are mostly females; in total, only 2 males have been available, so the analysis for this sex can not be considered with sufficient validity and only conclusions can be drawn from the analysis of the females.

## 3.36 ILLOT DE CALA SALADA (30)

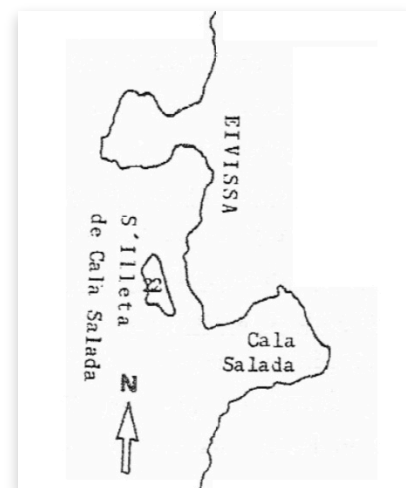
It is a small islet located near the coasts of Cala Salada (figure 3-18). Its peak reaches a certain height and is outside the influence of the sea, being able to develop large thickets of *Juniperus phoenicea* and *Olea europaea silvestris*. In the areas that receive splashes from the sea, the Crithmo-limonium alliance develops.

On the island live diverse gastropods like *Eobania vermiculata*, *Helicella pyramidata* and the own subspecies of this island *Xerocrassa ebusitana calasaladae*, as well as various insects that arrive easily from the fields of Ibiza.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 66-67)

Figura 3-18. Mapa de las costas de Cala Salada.

Figure 3-18. Map of the coast of Cala Salada.



## 3.36.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi cala saladae* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis cala saladae* EISENTRAU, 1930  
*Lacerta pityusensis cala-saladae* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis cala-saladae* EISENTRAU, 1949  
*Lacerta pityusensis calasaladae* MERTENS-WERMUTH, 1960

Poseen una talla corporal intermedia. El color dorsal es verde con abundantes manchas reticulares negras; los flancos son pardo claro, frecuentemente con manchas anaranjadas. El vientre es generalmente con tonos naranjas, desde el tenue al muy intenso, tanto en machos como en hembras.

## 3.37 GRUPO DE SES ILLES BLEDES

Este grupo esta formado por 7 islotes de los cuales solo 4 poseen población autóctona de lagartijas: Na Plana, Na Bosc, Na Gorra y Escull Vermell. Se sitúan al oeste de Conillera y noroeste de Espartar (Figura 3-19), separadas del resto de las Pitiúsas por un mar profundo que alcanza los 70 metros, lo cual les confiere un aislamiento relativamente elevado.

Todas ellas estan formadas por dolomías y calizas (RANGHEARD, 1969); y su nombre alude a que sobre ellas abunda la acelga marina (*Beta vulgaris* var. *maritima*), junto a las especies características de la alianza Crithmo-limonion.

## 3.36.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi cala saladae* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis cala saladae* EISENTRAU, 1930  
*Lacerta pityusensis cala-saladae* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis cala-saladae* EISENTRAU, 1949  
*Lacerta pityusensis calasaladae* MERTENS & WERMUTH, 1960

They have an intermediate body size. The dorsal color is green with abundant black reticular spots; the flanks are light brown, often with orange spots. The belly is usually with orange tones, from dimmed to the very intense, both in males and females.

## 3.37 SES ILLES BLEDES GROUP

This group is formed by 7 islets of which only 4 have a native population of lizards: Na Plana, Na Bosc, Na Gorra and Escull Vermell. They are located west of Conillera and northwest of Espartar (figure 3-19), separated from the rest of the Pityusan Islands by a deep sea that reaches 70 meters, which gives them a relatively high isolation.

All of them are formed by dolomites and limestones (RANGHEARD, 1969); and its name alludes to the abundance of sea beet<sup>(20)</sup> (*Beta vulgaris* *maritima*), along with the characteristic species of the Crithmo-limonium alliance.

(20) “and its name alludes to the abundance of **sea beet**”, **bleda marina** in the Catalan language.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 67)

La fauna invertebrada de las Bledes nos indica que son las islas más diferenciadas de las Pitiüsas, hallándose varias subespecies vicariantes características, tales como los tenebriónidos *Alphasida (Glabrasida) ibicensis medae* que se ha hallado en Escull Vermell, Bleda Na Plana y Bleda Na Bosc; en esta última también vive la subespecie *Asida (Glanulasida) mater cunicularia* (ESPAÑOL, 1984). El gasterópodo *Pachychila acuminata* parece ser que se halla en un estadio inicial de formación de razas locales, ya que en Eivissa posee una talla pequeña, mientras que en Escull Vermell la talla es notablemente mayor y en Bleda Na Gorra se hallan individuos con talla intermedia, formando pues en estas dos islas de Ses Bledes sendas razas locales (COLOM, 1978).

Además Bleda Na Plana y Bleda Na Gorra son los únicos lugares donde vive el gasterópodo *Iberellus companyonii pythiusensis*. En Eivissa también se halla esta especie al igual que en otras localidades allende las Pitiüsas, pero la subespecie *pythiusensis* es exclusiva de las islas Bledes.

The invertebrate fauna of the Bledes indicates that they are the most differentiated islands of the Pityusan Islands, having several characteristic vicariant subspecies, such as the tenebrionidae *Alphasida ibicensis medae* that has been found in Escull Vermell, Bleda Na Plana and Bleda Na Bosc; in this last one also lives the subspecies *Asida mater cunicularia* (ESPAÑOL 1984). The gastropod *Pachychila acuminata* seems to be in an initial stage of formation of local races, since in Ibiza it has a small size, while in Escull Vermell the size is noticeably larger and in Bleda Na Gorra there are specimens of intermediate size, thus forming in these two islands of the Bledes islands two local races (COLOM 1978).

In addition Bleda Na Plana and Bleda Na Gorra are the only places where the gastropod *Iberellus companyonii pythiusensis* lives. In Ibiza this species is also found as in other locations beyond the Pityusan Islands, but the subspecies *pythiusensis* is exclusive to the Bledes.

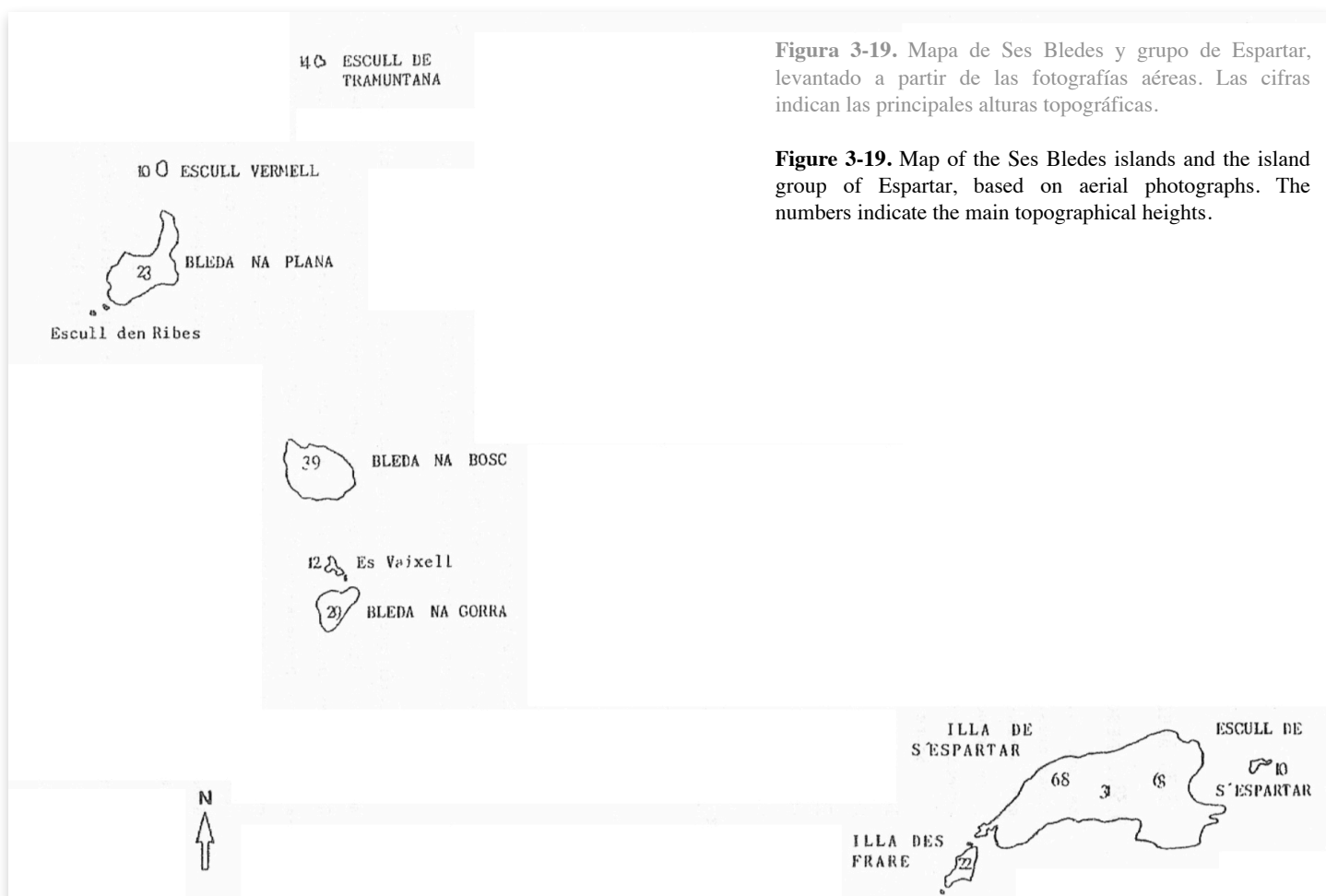


Figura 3-19. Mapa de Ses Bledes y grupo de Espartar, levantado a partir de las fotografías aéreas. Las cifras indican las principales alturas topográficas.

Figure 3-19. Map of the Ses Bledes islands and the island group of Espartar, based on aerial photographs. The numbers indicate the main topographical heights.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 67-69)

El círculo de razas de *Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana* se ve representado en este grupo de islas por 2 subespecies, *scopulicola* en Bleda Na Plana, Na Bosc y Na Gorra y *conjugens* en Escull Vermell.

The circle of races of *Xerocrassa ebusitana* is represented in this group of islands by two subspecies, *scopulicola* in Bleda Na Plana, Na Bosc and Na Gorra and *conjugens* in Escull Vermell.

## 3.38 BLEDA NA PLANA (31)

## 3.38 BLEDA NA PLANA (31)

## 3.38.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

## 3.38.1 DESCRIPTION OF THE ISLAND

Es una isla caliza muy agrietada y cubierta de canto angulosos con finas aristas, de color blanquecino, pero cuyas sombras se proyectan muy oscuras sobre el suelo claro. El recubrimiento vegetal es escaso y se reduce prácticamente a *Beta vulgaris* var. *maritima* y algunas especies de la alianza Crithmo-limonion.

It is a limestone island very cracked and covered with fine angular edges, of whitish color, but whose shadows are projected very dark on the light floor. Plant cover is scarce and practically reduced to *Beta vulgaris* var. *maritima* and some species of the Crithmo-limonium alliance.

Sobre ella se sitúa el único faro marítimo de la zona, lo cual le proporciona mayor impacto humano que al resto de las islas de Ses Bledes, un testimonio de ello es la presencia de *Hemidactylus turcicus* de indudable introducción. Además viven en ella interesantes especies de invertebrados que ya se han mencionado en el apartado anterior.

On the island is located the only maritime lighthouse in the area, which provides greater human impact than the rest of the Ses Bledes islands, a testimony of this is the presence of *Hemidactylus turcicus* of undoubted introduced origin. In addition, there are interesting invertebrate species that have already been mentioned in the previous section.

## 3.38.2 FORMAS DESCRITAS

## 3.38.2 DESCRIBED FORMS

*Podarcis pityusensis maluquerorum* MERTENS, 1921  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* MERTENS, 1922  
*Lacerta lilfordi maluquerorum* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* MERTENS-WERMUTH, 1960

*Podarcis pityusensis maluquerorum* MERTENS, 1921  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* MERTENS, 1922  
*Lacerta lilfordi maluquerorum* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* MERTENS & WERMUTH, 1960

Población que presenta un gran gigantismo corporal y coloración melánica, al igual que todas las demás poblaciones de Ses Bledes. El color es negro uniforme en el dorso, laterales, patas y cola, a veces con pequeñas manchas grises muy oscuras o pardo muy oscuro que resaltan ligeramente sobre el color negro. El vientre puede variar desde el gris claro al gris muy oscuro, casi negro y en algunos individuos puede tomar tonos azul oscuro, sobretodo justo después de realizar la muda.

Population that presents a great body gigantism and melanic coloration, as well as all other populations of Ses Bledes. The color is uniform black on the back, sides, legs and tail, sometimes with small gray spots very dark or very dark brown that stand out slightly on the color black. The belly can vary from light gray to very dark gray, almost black and in some specimens can take dark blue tones, especially just after shedding.

Se han observado varios juveniles y todos ellos presentan el dorso de color gris oscuro, sobre el que se diferencian perfectamente las rayas reticulares más oscuras. Pero al crecer los tonos dorsales revierten a negro uniforme.

Several juveniles have been observed and all of them have a dark gray back, on which the darker reticular stripes are perfectly different. But as the dorsal tones grow they revert to uniform black.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 70-71)

Esta coloración no resulta tan aposemática como cabría suponer, sino que en un biotopo árido con rocas agrietadas, generalmente es difícil discernir entre las grietas que presenta el sustrato, o las sombras de sus aristas y la silueta de una lagartija estática de color negro.

## 3.39 ESCULL VERMELL (32)

Es un pequeño escollo al norte de Bleda Na Plana (Figura 3-19), posee una vegetación escasa y de composición semejante a Bleda Na Plana. Su parte superior es suficientemente elevada para que quede bien protegida del oleaje y pueda implantarse una comunidad de vida terrestre suficientemente estable para mantener una población de lagartijas.

## 3.39.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta pityusensis gorrae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis gorrae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* MERTENS-WERMUTH, 1960

Solo se ha consultado material conservado de diversas colecciones, pero no se aprecian diferencias de talla corporal, proporciones o coloración respecto a las lagartijas de Bleda Na Plana.

## 3.40 BLEDA NA BOSC (33)

Se halla entre Bleda Na Plana y Bleda Na Gorra (véase la figura 5-19). Es muy escarpada y en su cúspide se implantan grandes matorrales de *Tamarix africana*, *Medicago arborea* y *Arthocnemum* sp. Las características faunísticas ya se han presentado, junto con las de las otras islas Bledes, en un apartado anterior.

## 3.40.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi maluquerorum* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis gorrae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* MERTENS-WERMUTH, 1960

This coloration is not as aposematic as one might suppose, but in an arid biotope with cracked rocks, it is usually difficult to discern between the cracks that the substrate presents, or the shadows of its edges and the silhouette of a static black lizard.

## 3.39 ESCULL VERMELL (32)

It is a small rock to the north of Bleda Na Plana (figure 3-19), it has a sparse vegetation of similar composition as Bleda Na Plana. Its upper part is sufficiently high to be well protected from the waves and a community of terrestrial life sufficiently stable to maintain a population of lizards.

## 3.39.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta pityusensis gorrae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis gorrae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* MERTENS & WERMUTH, 1960

Only conserved material from different collections has been consulted, but there are no differences in body size, proportions or coloration compared to the lizards of Bleda Na Plana.

## 3.40 BLEDA NA BOSC (33)

It lies between Bleda Na Plana and Bleda Na Gorra (see figure 5-19). It is very steep and on its peak large shrubs of *Tamarix africana*, *Medicago arborea* and *Arthocnemum* sp. The faunistic characteristics have already been presented, along with those of the other Bledes Islands, in a previous section.

## 3.40.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi maluquerorum* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis gorrae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta pityusensis maluquerorum* MERTENS & WERMUTH, 1960

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 71-72)

Esta población y la de Bleda Na Gorra son las que poseen talla más grande y robusta de toda la especie. Sus coloraciones son melánicas, aunque es frecuente que los individuos de mayor talla desarrollen dorsos grises muy oscuros, sobre este color se diferencia un retículo de líneas muy gruesas ligeramente más negras; en su conjunto el dorso aparece algo menos melánico que el que muestran los individuos de Bleda Na Plana. Los laterales y el vientre son semejantes a los que presentan los individuos de Bleda Na Plana.

## 3.41 BLEDA NA GORRA (34)

Es la isla que se halla más al sur de su grupo. Su morfología y vegetación es semejante a la de Bleda Na Bosc. Ambas difieren de Bleda Na Plana y Escull Vermell por la altura de los matorrales, que no existen o son de talla muy baja en las Bledes de más al norte.

## 3.41.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi gorrae* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta ptyusensis gorrae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta ptyusensis maluquerorum* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta ptyusensis gorrae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta ptyusensis maluquerorum* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta ptyusensis maluquerorum* MERTENS-WERMUTH, 1960

No se han podido apreciar diferencias en proporciones corporales o en coloración entre estos individuos y los de Bleda Na Bosc. Aunque se han señalado pequeñas diferencias locales entre las distintas poblaciones de Ses Bledes, es muy difícil diferenciar entre ellas, apareciendo como si de una misma población se tratase, en la cual existiera un ligero polimorfismo intrapoblacional.

## 3.42 SA CONILLERA (35)

Es una isla alargada de norte a sur, con menor superficie que Espalmador, pero que figura entre las islas con mayor superficie de las Pitiüsas (Figura 3-20). Se situa cerrando el puerto natural de Sant Antoni de Portmany, formada por estratos calizos, sobre los que se ha formado una corteza caliza de precipitación fuertemente agrietada en la actualidad; en la parte sur además existen pudingas (RANGHEARD, 1969). Es una isla muy árida al no poseer zonas de umbría.

This population and that of Bleda Na Gorra are the ones that have the largest and most robust size of the entire species. Their colorations are melanic, although it is common for larger specimens to develop very dark gray backs. On this color, a reticle with very thick, slightly black lines differentiate; in this conjunct the back appears somewhat less melanistic than shown by the specimens of Bleda Na Plana. The laterals and the belly are similar to those presented by the specimens of Bleda Na Plana.

## 3.41 BLEDA NA GORRA (34)

It is the island that is the furthest south of the group. Its morphology and vegetation is similar to that of Bleda Na Bosc. Both differ from Bleda Na Plana and Escull Vermell by height of the bushes, which do not exist or are of very low size in the Bledes more to the north.

## 3.41.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi gorrae* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta ptyusensis gorrae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta ptyusensis maluquerorum* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta ptyusensis gorrae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta ptyusensis maluquerorum* BUCHHOLZ, 1954  
*Lacerta ptyusensis maluquerorum* MERTENS & WERMUTH, 1960

It has not been possible to find differences in body proportions or in coloration between these specimens and those of Bleda Na Bosc. Although small local differences have been noted between the different populations of Ses Bledes, it is very difficult to differentiate between them, appearing as if it were the same population, in which there was a slight intra-population polymorphism.

## 3.42 SA CONILLERA (35)

It is an elongated island from north to south, with a smaller surface area than Espalmador, but it is among the islands with the largest area of the Pityusan Islands (figure 3-20). It is located close to the natural port of Sant Antoni de Portmany, formed by limestone strata, on which a limestone crust of precipitation has been formed, which is now heavily cracked; in the southern part there are also pudding stones (RANGHEARD 1969). It is a very arid island because it does not have areas with shade.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 72-73)

Su relativa extensión permite cierta diversidad de hábitats, que van desde las pequeñas arboledas de *Pinus halepensis* y *Juniperus phoenicea*, a la maquia de *Pistacia lentiscus*, con *Erica multiflora*, *Rosmarinus officinalis* y *Galactites tomentosa* entre otras especies. Las zonas influenciadas por el oleaje presentan las especies de la alianza Crithmo-limonion.

En ella habita *Oryctolagus cuniculus*, probablemente introducido por el hombre desde la colonización de las islas. Entre los invertebrados se hallan algunas subespecies características de esta isla como el gasterópodo *Trochoidea (Xerocrassa) caroli caroli* y los tenebriónidos *Asida (Asida) ludovici ludovici* y *Asida (Granulasida) mater cunicularia*.

## 3.42.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi kochi* MÜLLER, 1927  
*Lacerta lilfordi kochi* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis kochi* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis carl-kochi* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis carl-kochi* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis carlkochi* MERTENS-WERMUTH, 1960

Su talla corporal es intermedia-grande. La coloración del dorso en la mayoría de individuos es verde oscuro, en algunas se presenta el color pardo o verde-parduzco; el retículo dorsal es de color pardo muy oscuro o negro y se dispone en rayas más o menos gruesas, a veces interrumpidas adquiriendo un tono más claro en las zonas de interrupción. Los flancos son beige o pardo-verdosos y en algunas ocasiones verdes, frecuentemente con manchas de distintos colores en un mismo individuo. El vientre es azul verdoso o verde, en ocasiones ligeramente asalmonado, pero siempre muy pálido; frecuentemente existen manchas ocelares negras o azul oscuro en los laterales del vientre. En toda la población se detecta una relativa variabilidad intrapoblacional que ya fue apuntada por EISENTRAUT (1949). También HARTMANN (1953) apuntó ciertas tendencias en las poblaciones de lagartijas de las Baleares y observó que cuanto mayor era la superficie de la isla más variabilidad presentaban y viceversa, las poblaciones de los pequeños islotes tendían más a la uniformidad.

## 3.43 ILLA DEL BOSC DE CONILLERA (36)

Islote formado por materiales calizos al igual que su vecina la isla Conillera. Se halla situado entre esta isla y Cala Conta (Eivissa) (Figura 3-20), pero es más árida y pedregosa que Conillera o las zonas cercanas de Eivissa.

The relative great surface allows a certain diversity of habitats, ranging from the small groves of *Pinus halepensis* and *Juniperus phoenicea*, to the maquis of *Pistacia lentiscus*, with *Erica multiflora*, *Rosmarinus officinalis* and *Galactites tomentosa* among other species. In the zones influenced by the sea, the species of the Crithmo-limonium alliance are present.

It inhabits *Oryctolagus cuniculus*, probably introduced by man during the colonization of the islands. Among the invertebrates there are some characteristic subspecies of this island such as the gastropod *Xerocrassa caroli caroli* and the tenebrionids *Asida ludovici ludovici* and *Asida mater cunicularia*.

## 3.42.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi kochi* MÜLLER, 1927  
*Lacerta lilfordi kochi* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis kochi* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis carl-kochi* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis carl-kochi* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis carlkochi* MERTENS & WERMUTH, 1960

The body size is medium-large. The coloration of the back in most specimens is dark green, in some the brown or greenish-brown color occurs; the dorsal reticulum is very dark brown or black and is arranged in more or less thick stripes, sometimes interrupted acquiring a lighter shade in the areas of interruption. The flanks are beige or brownish-green and sometimes green, often with spots of different colors in the same specimen. The belly is blue greenish or green, sometimes slightly salmon-colored, but always very pale; There are often black or dark blue ocellar spots on the sides of the belly. In the whole population a relative intra-population variability is detected that was already pointed out by EISENTRAUT (1949). HARTMANN (1953) also pointed out close trends in the lizard populations of the Balearic Islands and observed that the greater the surface of the island the more variability they presented and vice versa, the populations of the small islets tended to more uniformity.

## 3.43 ILLA DEL BOSC DE CONILLERA (36)

Islet formed by the same limestone materials as its neighbor Conillera Island. It is located between this island and Cala Conta (Ibiza) (figure 3-20), but it is more arid and stony than Conillera or the nearby areas of Ibiza.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 73-74)

No existen árboles en toda la isla y la cobertura vegetal se reduce a matorrales dispersos y achaparrados de *Pistacia lentiscus* con pequeñas herbáceas y gramíneas anuales entre ellos, así como las especies de la alianza Crithmo-limonion en las zonas más próximas al mar.

También en ella habita *Oryctolagus cuniculus* y en una visita se detectó la presencia de *Rattus rattus*. La fauna invertebrada es abundante en insectos voladores que llegan arrastrados por el viento desde Eivissa; pero en ella no se ha diferenciado ninguna subespecie de especial interés.

There are no trees on the whole island and the vegetation cover is reduced to scattered and scrubby scrub of *Pistacia lentiscus* with small herbaceous and annual grasses between them, as well as the Crithmo-limonium alliance in the areas closest to the sea.

*Oryctolagus cuniculus* also lives here and during one visit the presence of *Rattus rattus* was detected. The invertebrate fauna is abundant in flying insects that arrive carried by the wind from Ibiza; but we could not differentiate subspecies of special interest.



**Figura 3-20.** Mapa de Conillera segun las fotografías aéreas. Las alturas topográficas se indican con cifras.

**Figure 3-20.** Map of Conillera according to aerial photographs. The topographic heights are indicated with numbers.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 75)

## 3.43.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi kochi* MÜLLER, 1927  
*Lacerta lilfordi kochi* MÜLLER, 1927  
*Lacerta pityusensis kochi* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis carl-kochi* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis carl-kochi* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis carlkochi* MERTENS-WERMUTH, 1960

Tanto en talla como en coloración son semejantes a la población de Conillera, aunque abundan más los individuos con coloraciones pardas. Ambas poblaciones son particularmente esquivas frente a la presencia humana.

## 3.44 ESPARTAR (37)

## 3.44.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

Es la mayor del grupo de tres islas que se sitúa al sureste de Ses Bledes (Figuras 3-19 y 3-20). Sobre la mayor parte de su superficie afloran rocas dolomíticas, en algunas zonas cubiertas por una corteza carbonatada de precipitación, en otras zonas se ha desarrollado un suelo vegetal poco profundo.

Recibe su nombre de la planta de esparto (*Stipa tenacissima* y *Ligeum spartum*), ambas especies son muy abundantes en la isla y forman grandes matorrales en toda su extensión. Además se hallan arbustos de *Tamarix africana* y *Medicago arborea* entre otras especies, así como algunos interesantes endemismos como *Asperula pauí*, *Carduncellus dianius*, *Silene italica hifacensis* (GUERAU D'ARELLANO-TORRES, 1981) que le confieren un interés biogeográfico considerable, al igual que el que poseen las islas Bledes y Vedrà-Vedranell.

Las especies de su fauna también presentan un particular interés biogeográfico, entre las más remarcables se hallan los gasterópodos *Eobania vermiculata*, *Rumina decollata* y *Trochoidea (Xerocrassa) caroli espartariensis*, y entre los tenebriónidos *Asida (Asida) ludovici ludovici* y *Asida (Cranulasida) mater cunicularia*. Entre los vertebrados cabe destacar que en ella anida una importante colonia de *Larus argentatus*.

## 3.43.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi kochi* MÜLLER, 1927  
*Lacerta lilfordi kochi* MÜLLER, 1928<sup>(21)</sup>  
*Lacerta pityusensis kochi* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis carl-kochi* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis carl-kochi* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis carlkochi* MERTENS & WERMUTH, 1960

Both in size and coloration the lizards are similar to the population of Conillera, although there are more specimens with brown colorations. Both populations are particularly elusive in the face of human presence.

## 3.44 ESPARTAR (37)

## 3.44.1 DESCRIPTION OF THE ISLAND

It is the largest of the group of three islands located southeast of Ses Bledes (figures 3-19 and 3-20). On most of its surface dolomitic rocks appear, in some areas covered by a carbonated cortex of precipitation, in other areas a shallow vegetable soil has developed.

It received its name from the esparto grass (*Stipa tenacissima* and *Lygeum spartum*), both species are very abundant on the island and form large bushes in all its extension. In addition there are bushes of *Tamarix africana* and *Medicago arborea* among other species, as well as some interesting endemisms such as *Asperula pauí*, *Carduncellus dianius*, *Silene italica hifacensis* (GUERAU D'ARELLANO-TORRES 1981) that give it a considerable biogeographical interest, like the Bledes and Vedrà-Vedranell Islands.

The fauna also present a particular biogeographical interest, among the most remarkable are the gastropods *Eobania vermiculata*, *Rumina decollata* and *Xerocrassa caroli espartariensis*, and from the tenebrionids *Asida ludovici ludovici* and *Asida mater cunicularia*. Among vertebrates, it should be noted that an important colony of *Larus michahellis* nests here.

(21) Corrected into *Lacerta lilfordi kochi* MÜLLER, 1928.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 76-77)

## 3.44.2 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta pityusensis kameriana* MERTENS, 1927  
*Lacerta lilfordi kameriana* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis kameriana* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis kameriana* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis kameriana* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis kameriana* MERTENS-WERMUTH, 1960

Es una población con talla grande y robusta. La coloración que presentan es única entre todas las que ostenta la especie, en la zona central del dorso existe una ancha banda reticular (vertebral y dorsolateral oscura) de color pardo rojizo, el resto del dorso (bandas dorsolaterales claras), así como los laterales son verde esmeralda. El vientre mayoritariamente presenta un color turquesa más o menos claro o azul cian.

## 3.45 ESCULL DE S'ESPARTAR (38)

Islote escarpado que probablemente se formó al erosionarse la línea de costa de Espartar, ya que se halla en una rada poco profunda de esta isla (Figuras 3-19 y 3-20). El recubrimiento vegetal es muy reducido y pobre en especies ya que solo se hallaron representantes de la alianza Crithmo-limonion.

## 3.45.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi zenonis* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis zenonis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis zenonis* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis zenonis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis zenonis* MERTENS-WERMUTH, 1960

La talla es ligeramente menor y más grácil que la que poseen las lagartijas de Espartar. La coloración difiere ligeramente al presentar tonos menos brillantes y más parduzcos, sin las bellas coloraciones turquesa o esmeralda de la población de Espartar.

## 3.46 FRARE (39)

## 3.46.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

Se halla al oeste de Espartar, separada por un canal de unos 20 metros (Figura 3-19). Formada por rocas dolomíticas, sobre la que se forma un suelo incipiente con abundante materia orgánica en descomposición procedente de los excrementos de gaviotas. Sobre ella

## 3.44.2 DESCRIBED FORMS

*Lacerta pityusensis kameriana* MERTENS, 1927  
*Lacerta lilfordi kameriana* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis kameriana* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis kameriana* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis kameriana* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis kameriana* MERTENS & WERMUTH, 1960

It is a large and robust population. The coloration they present is unique among all the species, in the central area of the back there is a wide reticular band (dark vertebral and dorsolateral) of reddish brown color, the underside of the back (clear dorsolateral bands), as well as the lateral ones. They are emerald green. The belly is mostly more or less light turquoise or cyan blue.

## 3.45 ESCULL DE S'ESPARTAR (38)

Steep islet that probably was formed when the coast line of Espartar eroded, because it is in a shallow bay of this island (figures 3-19 and 3-20). The plant cover is very small and poor in species since only representatives of the Crithmo-limonium alliance were found.

## 3.45.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi zenonis* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis zenonis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis zenonis* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis zenonis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis zenonis* MERTENS & WERMUTH, 1960

The size is slightly smaller and more graceful than that of the Espartar lizards. The coloration differs slightly to present less bright and more brownish tones, without the beautiful turquoise or emerald colorations of the population of Espartar.

## 3.46 FRARE (39)

## 3.46.1 DESCRIPTION OF THE ISLAND

It is located west of Espartar, separated by a channel of about 20 meters (figure 3-19). Formed by dolomitic rocks, on which an incipient soil is formed with abundant decomposing organic matter from the droppings of gulls. On it nests an important colony of *Ichthyaetus audouinii*

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 77-78)

anida una importante colonia de *Larus audouinii* cuyos excrementos se expanden por toda la islas manchando de negro las rocas. Su vegetación es muy pobre dominando el esparto basto (*Lygeum spartum*), aunque también existen otras especies como *Asparagus acutifolius*, *Phoeniculum vulgare*, *Crithmum maritimum*, *Limonium* sp. etc.

La gaviota de Audouin es la característica faunística más importante de la isla, pero también cabe destacar al gasterópodo *Trochoidea* (*Xerocrassa*) *caroli espartariensis*, subespecie que también habita en Espartar.

## 3.46.2 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi frailensis* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis frailensis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis frailensis* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis frailensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis frailensis* MERTENS-WERMUTH, 1960

Población melánica de talla algo menor que las poblaciones de Ses Bledes y Espartar. El dorso es totalmente negro, así como las patas y cola; el vientre es semejante al que presentan las poblaciones de Ses Bledes; gris más o menos oscuro y azul ultramar después de la muda. Pero también se han hallado individuos que recuerdan a los de Vedrà pero muy oscurecidos, con el centro del dorso negro amarillento y los flancos negro azulado, con tonos apenas perceptibles si no se utiliza una buena iluminación.

El contraste de la coloración melánica de estas lagartijas frente a los vivos tonos esmeralda de Espartar no parece que tenga una explicación fácil. Tal vez debido a la deriva genética la población fundadora era genéticamente distinta de la de Espartar en los caracteres de pigmentación y ambas poblaciones se han diferenciado cada vez más a lo largo de las generaciones. La pigmentación de Espartar parece ser que responde a una adaptación al medio al presentar tonos de color existentes a su alrededor (habita principalmente dentro de los matorrales de esparto, cuyo color es de un suave esmeralda y sus hojas secas son con tonos púrpura); pero es difícil interpretar cual es el factor que condiciona que el melanismo sea adaptativamente más beneficioso en Frare. Las ventajas e inconvenientes del melanismo se discutiran en el capítulo dedicado a la colorimetría, pero ahora es interesante remarcar que en Frare existen abundantes manchas negras sobre las rocas debidas a

whose droppings spread throughout the islands, staining the rocks black. Its vegetation is very poor dominated by the esparto grass (*Lygeum spartum*), although there are also other species such as *Asparagus acutifolius*, *Phoeniculum vulgare*, *Crithmum maritimum*, *Limonium* sp. etc.

Audouin's gull is the most important faunistic feature of the island, but it is also worth mentioning the gastropod *Xerocrassa caroli espartariensis*, a subspecies that also lives in Espartar.

## 3.46.2 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi frailensis* EISENTRAUT, 1928  
*Lacerta pityusensis frailensis* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis frailensis* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis frailensis* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis frailensis* MERTENS & WERMUTH, 1960

Melanic population of somewhat smaller size than the populations of Ses Bledes and Espartar. The back is completely black, as well as the legs and tail; the belly is similar to the one presented by the Ses Bledes populations; more or less dark gray and ultramarine blue after the shedding. But specimens have also been found that resemble those of Vedrà but very dark, with the center of the back yellowish black and the flanks bluish black, with barely perceptible tones if good lighting is not used.

The contrast of the melanic coloration of these lizards against the emerald tones of Espartar does not seem to have an easy explanation. Perhaps due to genetic drift the founder population was genetically distinct from that of Espartar in the characters of pigmentation and both populations have differentiated more and more over the generations. The pigmentation of Espartar seems to respond to an adaptation to the environment by presenting existing color tones around them (it inhabits mainly within the esparto bushes, whose color is a soft emerald and its dry leaves are with purple tones); but it is difficult to interpret what is the factor that conditions that melanism is adaptively more beneficial in Frare. The advantages and disadvantages of melanism will be discussed in the chapter dedicated to colorimetry, but now it is interesting to note that in Frare there are abundant black spots on the rocks due to precipitated oxides and excrements and decomposing organic matter,

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 78-79)

óxidos precipitados y a excrementos y materia orgánica en descomposición, lo cual puede hacer confundir a las aves depredadoras al no poder diferenciar una lagartija negra estática de una mancha oscura. Este prodría ser uno de los factores, junto con las ventajas que adquieren los individuos melánicos (Véase el capítulo 9).

which can confuse the predatory birds who can not differentiate a static black lizard from a dark spot. This could be one of the factors, along with the advantages acquired by melanic specimens (see Chapter 9).

## 3.47 ES VEDRÀ (40)

## 3.47 ES VEDRÀ (40)

## 3.47.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

## 3.47.1 DESCRIPTION OF THE ISLAND

Se halla en el extremo sudoeste de Eivissa frente a las costas de Cap Blanc (Figura 3-21). Los materiales basales de la isla son areniscas margosas que afloran en la vertiente noroeste, sobre ellas se asientan capas de caliza de gran espesor que configuran las zonas más elevadas y abruptas, así como la vertiente SE (RANGHEARD, 1969).

It is located at the southwestern tip of Ibiza off the coast of Cap Blanc (figure 3-21). The basal materials of the island are marly sandstones that emerge on the northwestern slope, on them are settled layers of thick limestone that make up the highest and steepest areas, as well as the southeastern slope (RANGHEARD 1969).

Presenta una altura de 382 metros surgiendo en acantilado vertical desde el nivel del mar en su cara de levante. Este gran promontorio va bajando en acusadas pendientes hacia el oeste, pero deja una cresta que divide la isla en las vertientes noroeste y sudeste. La insolación que reciben ambas es muy desigual, siendo mucho mayor en la vertiente SE con vegetación más esclerófila, mientras que en la NW se implantan especies con mayor requerimiento de humedad, y sobre sus rocas se observan grandes manchas amarillas del líquen *Xantoria* sp.

It has a height of 382 meters arising in a vertical cliff from the sea level on its east face. This great promontorium goes down in sharp slopes towards the west, but leaves a ridge that divides the island in the northwestern and southeastern slopes. The insolation that both receive is very unequal, being much greater in the southeastern slope with more sclerophyllous vegetation, while in the northwestern species with higher humidity requirement are living, and on its rocks large yellow spots of lichen *Xantoria* sp.

Posee un gran interés botánico y biogeográfico en general ya que en ella viven notables endemismos de distribución restringida como *Saxifraga cossonians*, *Scabiosa cretica* (FONT I QUER, 1926), *Santolina chamaecyparissus* (CARDONA, 1980), junto a otras especies como *Withania frutescens*, *Euphorbia dendroides*, *Silene itálica hifacensis*, *Centaurea intybacea*, *Elaeoselinum asclepium*, *Asperula pauí*, *Teucrium polium*, *Osyris quadripartita*, etc. (GUERAU D'ARELLANO-TORRES, 1981), citándose una veintena de especies objeto del máximo interés biogeográfico para los botánicos, lo cual da idea del aislamiento y diferenciación de Vedrà-Vedranell, respecto a las demás islas de las Pitiüsas.

It has a great botanical and biogeographic interest in general because there are remarkable endemisms of restricted distribution such as *Saxifraga cossonians*, *Scabiosa cretica* (FONT I QUER 1926), *Santolina chamaecyparissus* (CARDONA 1980), along with other species such as *Withania frutescens*, *Euphorbia dendroides*, *Silene italica hifacensis*, *Centaurea intybacea*, *Elaeoselinum asclepium*, *Asperula pauí*, *Teucrium polium*, *Osyris quadripartite*, etc. (GUERAU D'ARELLANO-TORRES 1981), citing a score of species subject to the maximum biogeographical interest for botanists, which gives an idea of the isolation and differentiation of Vedrà-Vedranell, compared to the other islands of the Pityusan Islands.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 79-80)

Su fauna invertebrada es muy abundante adquiriendo especial interés biogeográfico las subespecies de gasterópodo *Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana vedrae* y el tenebriónido *Asida (Asida) ludovici ludovici*.

Entre los vertebrados se citan *Rattus rattus*, *Oryctolagus cuniculus*, *Larus audouinii*, *Hydrobates pelagicus*, *Sula bassana*, *Phalacrocorax carbo*, así como *Falco eleonora*, única cita de esta especie en las Pitiüsas.

## 3.47.2 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi vedrae* MÜLLER, 1927  
*Lacerta lilfordi vedrae* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis vedrae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis vedrae* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis vedrae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis vedrae* MERTENS-WERMUTH, 1960

Presentan una talla muy grande y robusta; la coloración es característica con el centro del dorso de color amarillo oscuro o amarillo limón y los laterales azul oscuro. Sobre estos tonos de fondo se aprecian grandes manchas reticulares negras que configuran gruesas rayas longitudinales, que ocupan la mayor parte del área dorsal. El vientre es azul ultramar semejante al azul de los laterales pero siempre ligeramente más claro, ya que no existen manchas negras que lo oscurezcan. Los tonos amarillos del dorso son semejantes a los que adquiere *Xantoria* sp. y probablemente tengan un significado críptico, ya que no abunda este líquen en ninguna otra isla y esta coloración es única entre todas las que ostentan las poblaciones de *Podarcis pityusensis*.

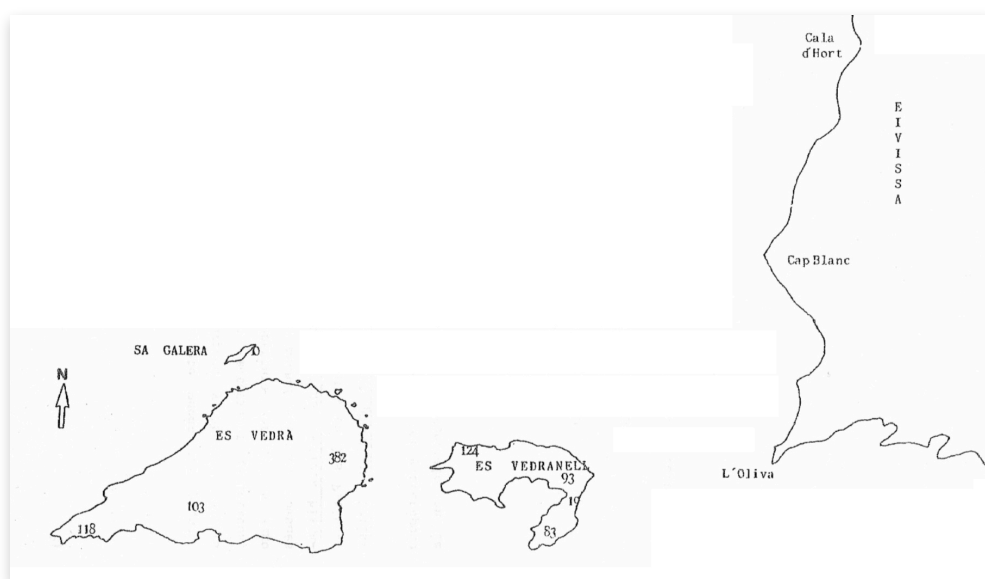
Its invertebrate fauna is very abundant, with a special biogeographical interest in the subspecies of gastropod *Xerocrassa ebusitana vedrae* and the tenebrionid *Asida ludovici ludovici*.

Among the vertebrates are *Rattus rattus*, *Oryctolagus cuniculus*, *Ichthyaetus audouinii*, *Hydrobates pelagicus*, *Sula bassana*, *Phalacrocorax carbo*, as well as *Falco eleonora*, the only citation of this species in the Pityusan Islands.

## 3.47.2 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi vedrae* MÜLLER, 1927  
*Lacerta lilfordi vedrae* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis vedrae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis vedrae* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis vedrae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis vedrae* MERTENS & WERMUTH, 1960

They are of a very large and robust size; coloration is characteristic with the center of the back of dark yellow or lemon yellow and the sides dark blue. On these background tones there are large black reticular patches that form thick longitudinal stripes, which occupy most of the dorsal area. The belly is ultramarine blue similar to the blue of the sides but always slightly lighter, since there are no black spots that obscure it. The yellow tones of the back are similar to those acquired by *Xantoria* sp. and probably have a cryptic meaning, since this lichen does not abound in any other island and this coloration is unique among all islands that have a population of *Podarcis pityusensis*.



**Figura 3-21.** Mapa de Vedrà y Vedranell según las fotografías aéreas, completado con los datos del servicio cartográfico militar. Las principales alturas topográficas se indican con cifras.

**Figure 3-21.** Map of Vedrà and Vedranell according to aerial photographs, completed with the data of the military cartographic service. The main topographic heights are indicated with numbers.

## Chapter 3. The populations and the islands where they live (page 81)

## 3.48 ES VEDRANELL (41)

Situado al este de Es Vedrà, es un islote mucho más pequeño y con menor altura, aunque igualmente escarpado y abrupto (Figura 3-21) y con factores ecológicos semejantes (materiales geológicos, orientación, humedad, flora y fauna). Su cobertura vegetal es algo menor que la de Es Vedrà, aunque se hallan muchas especies comunes como *Biscutella laevigata montana*, *Withania frutescens*, *Ballota hispanica* (FONT I QUER, 1926), así como especies frecuentes en las Pitiüsas como *Pistacia lentiscus*, *Pinus halepensis*, *Juniperus phoenicea*, *Smilax aspera*, *Stipa tenacissima*, etc.

Su fauna es equivalente en ambas islas a excepción del gasterópodo *Trochoide (Xerocrassa) ebusitana* que aquí se ha diferenciado en la subespecie *vedranellensis*.

## 3.48.1 FORMAS DESCRITAS

*Lacerta lilfordi vedranellensis* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis vedrae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis vedrae* MERTENS-MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis vedrae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis vedrae* MERTENS-WERMUTH, 1960

Esta población no se diferencia de la de Es Vedrà ni en características biométricas ni de coloración.

## 3.48 ES VEDRANELL (41)

Located east of Es Vedrà, it is a much smaller and flatter islet, although equally steep and abrupt (figure 3-21) and with similar ecological factors (geological materials, orientation, humidity, flora and fauna). Its vegetal cover is somewhat smaller than that of Es Vedrà, although there are many common species such as *Biscutella laevigata montana*, *Withania frutescens*, *Ballota hispanica* (FONT I QUER 1926), as well as frequent species in the Pityusan Islands such as *Pistacia lentiscus*, *Pinus halepensis*, *Juniperus phoenicea*, *Smilax aspera*, *Stipa tenacissima*, etc.

Its fauna is equivalent in both islands with the exception of the gastropod *Xerocrassa ebusitana* that here has differentiated into the subspecies *vedranellensis*.

## 3.48.1 DESCRIBED FORMS

*Lacerta lilfordi vedranellensis* MÜLLER, 1928  
*Lacerta pityusensis vedrae* EISENTRAUT, 1930  
*Lacerta pityusensis vedrae* MERTENS & MÜLLER, 1940  
*Lacerta pityusensis vedrae* EISENTRAUT, 1949  
*Lacerta pityusensis vedrae* MERTENS & WERMUTH, 1960

This population does not differ from that of Es Vedrà nor in biometric or coloration characteristics.

## Chapter 4. Recent taxonomic revisions (page 82-83)

## 4. REVISIONES TAXONOMICAS RECIENTES

## 4.1 INTRODUCCIÓN

Desde la publicación del catálogo de MERTENS-WERMUTH (1960), *Podarcis ptyusensis* ha sido objeto de cuatro trabajos taxonómicos previos al que se presenta aquí: dos parciales (LILGE, 1975; RODRIGUEZ RUIZ, 1975), un trabajo introductorio al presente estudio (CIRER, 1981) y una revisión taxonómica de toda la especie (SALVADOR, 1984).

Por tratarse de los estudios más cercanos en el tiempo y que pueden tener más influencia dentro de la opinión científica actual, se ha separado su análisis y discusión del resto de trabajos taxonómicos, a fin de concederles la relevancia que merecen.

## 4.2 EL TRABAJO DE LILGE

Analiza más de 500 individuos pertenecientes a las siguientes poblaciones:

Ibiza e islas de Purroig	107
Es Canar	15
Santa Eulalia	27
Rodona de Sta.Eulalia	22
Espartar	55
Escull de s'Espartar	10
Frare	27
Bleda Na Gorra	37
Bleda Na Bosc	25
Bleda Na Plana	42
Escull Vermell	16
Es Vedrà	19
Formentera (incluyendo Sabina, Pouet y Trucadors)	151

De cada individuo se toman 7 variables corporales distintas como variables estadísticas y las transforma en longitud relativa a fin de poder analizar las proporciones corporales.

Se realizan diversos análisis de correlación entre las distintas poblaciones y cambios alométricos de las proporciones corporales; se describe la coloración y el diseño que presentan cada una de las poblaciones analizadas y finalmente presenta una discusión de los resultados, cuyo resumen se presenta a continuación.

## 4. RECENT TAXONOMIC REVISIONS

## 4.1 INTRODUCTION

Since the publication of the MERTENS & WERMUTH catalog (1960), *Podarcis ptyusensis* has been the subject of four previous taxonomic works that are presented here: two partial revisions (LILGE 1975 ; RODRIGUEZ RUIZ 1975), an introductory work to the present study (CIRER 1981) and a taxonomic revision of the entire species (SALVADOR 1984).

Because they are the closest studies in time and that may have more influence within the current scientific opinion, their analysis and discussion have been separated from the rest of the taxonomic work, in order to grant them the relevance they deserve.

## 4.2 THE WORK OF LILGE

Analysis of more than 500 specimens belonging to the following populations:

Ibiza and islas de Purroig	107
Es Canar	15
Santa Eulalia	27
Rodona de Sta.Eulalia	22
Espartar	55
Escull de s'Espartar	10
Frare	27
Bleda Na Gorra	37
Bleda Na Bosc	25
Bleda Na Plana	42
Escull Vermell	16
Es Vedrà	19
Formentera (including Sabina, Pouet and Trucadors)	151

From each specimen 7 different body variables are taken as statistical variables and transformed into relative length in order to be able to analyze body proportions.

Various correlation analysis are made between the different populations and allometric changes of the body proportions; the coloration and design presented by each of the analyzed populations is described and finally a discussion of the results is presented, whose summary is presented below.

## Chapter 4. Recent taxonomic revisions (page 83)

Queda patente el dimorfismo sexual, presentando los machos mayor talla que las hembras. Todas las poblaciones que habitan en islas distintas a Eivissa, presentan un aumento de talla corporal, a excepción de la de Trucadors; y entre las poblaciones incluidas en el trabajo, las que ostentan mayor talla son las de las islas de Santa Eulalia y Bleda Na Bosc.

Se observa que las poblaciones de las islas del este de Eivissa no tienen tendencia hacia el melanismo y que las más aisladas presentan coloraciones más brillantes. La Talla corporal de estas poblaciones es muy grande, apreciándose la semejanza entre las hembras de Es Canar con los machos de Eivissa, confundiéndose tanto en proporciones corporales como en coloración, dando así idea de su gigantismo. Se admiten unas ciertas diferencias, aunque no muy acusadas, entre las poblaciones de las islas de Santa Eulalia, Rodona de Sta. Eulalia y Es Canar, según los análisis alométricos y de coloración; y en consecuencia se sigue manteniendo el status subespecífico de cada una de estas poblaciones.

Respecto a las poblaciones de Formentera y Trucadors se apunta la evidente hibridación que deben sufrir entre ellas, aunque se mantienen en subespecies distintas, dadas sus características morfológicas tan diferentes. Las poblaciones del norte de Formentera, La Sabina y Pouet, poseen morfología intermedia entre las poblaciones de Eivissa y Formentera, no pudiéndolas diferenciar estadísticamente y propone sean sinónimas de ambas.

Sexual dimorphism is obvious, presenting the males bigger than the females. All populations that inhabit islands other than Ibiza, have an increase in body size, with the exception of the lizards of Trucadors; and among the populations included in the work, the ones with greatest size are those of the islands of Santa Eulalia and Bleda Na Bosc.

It is observed that the populations of the eastern islands of Ibiza have no tendency towards melanism and that the most isolated have brighter colorations. The body size of these populations is very large, appreciating the similarity between the females of Es Canar with the males of Ibiza, being confused both in body proportions and in coloration, thus giving an idea of their gigantism. Some differences are admitted, although not very marked, between the populations of the islands of Santa Eulalia, Rodona de Sta. Eulalia and Es Canar, according to the allometric and coloration analysis; and consequently the subspecific status of each of these populations continues to be maintained.

Regarding the populations of Formentera and Trucadors, the obvious hybridization between them should be noted, although they are maintained in different subspecies, given their very different morphological characteristics. The populations of the north of Formentera, La Sabina<sup>(22)</sup> and Pouet, have intermediate morphology between the populations of Ibiza and Formentera, not being able to differentiate statistically and proposed to be synonymous with both.

(22) La Sabina is in LILGE (1975) not synonymous with the island of La Sabina. It is referring to “playa La Sabina”, the first beach to the north of the harbor, indicated in yellow on the areal image.



## Chapter 4. Recent taxonomic revisions (page 83-85)

No se hallan diferencias entre las lagartijas de las islas de Purroig y las de Eivissa. Ni tampoco entre las de Espartar y Escull de s'Espartar, si bien no se incluye a ésta última en la propuesta taxonómica final, por considerar que no se han analizado suficientes individuos de esta población.

La propuesta taxonómica presentada según los resultados obtenidos es la siguiente:

***Lacerta pityusensis pityusensis***  
*Lacerta pityusensis algae*  
*Lacerta pityusensis isletasi*  
*Lacerta pityusensis sabiniae*  
*Lacerta pityusensis subformenterae*  
*Lacerta pityusensis purroigensis*  
***Lacerta pityusensis formenterae***  
*Lacerta pityusensis algae*  
*Lacerta pityusensis sabiniae*  
*Lacerta pityusensis subformenterae*  
***Lacerta pityusensis grueni***  
***Lacerta pityusensis canensis***  
***Lacerta pityusensis grossae***  
***Lacerta pityusensis redonae***  
***Lacerta pityusensis frailensis***  
***Lacerta pityusensis maluquerorum***  
*Lacerta pityusensis gorrae*  
***Lacerta pityusensis vedrae***  
*Lacerta pityusensis vedranellensis*

En su conjunto es un trabajo meticuloso, apoyado con algunas pruebas estadísticas, que permiten un cierto grado de poder decisorio. Las coloraciones son descritas a partir de individuos vivos con precisión; pero sin embargo la metodología es de bajo poder resolutivo y gran parte de la variabilidad no puede quedar reflejada en sus resultados.

La propuesta taxonómica que se ofrece es en principio razonable dado el método usado ya que en los casos de difícil decisión, se opta por no cambiar la nomenclatura taxonómica de las poblaciones.

Sin embargo las poblaciones analizadas son pocas (solo 17), la mayoría de las cuales poseen ya de por sí características diferenciales entre ellas y no se incluyen a la mayoría de poblaciones que presentan una morfología intermedia que dificulta enormemente la discriminación entre las subespecies morfológicamente más próximas.

There are no differences between the lizards of the islands of Purroig and those of Ibiza. Neither between Espartar and Escull de s'Espartar, although the latter is not included in the final taxonomic proposal, considering that not enough specimens from this population have been analyzed.

The taxonomic proposal presented according to the results obtained is as follows:

***Lacerta pityusensis pityusensis***  
*Lacerta pityusensis algae*  
*Lacerta pityusensis isletasi*  
*Lacerta pityusensis sabiniae*  
*Lacerta pityusensis subformenterae*  
*Lacerta pityusensis purroigensis*  
***Lacerta pityusensis formenterae***  
*Lacerta pityusensis algae*  
*Lacerta pityusensis sabiniae*  
*Lacerta pityusensis subformenterae*  
***Lacerta pityusensis grueni***  
***Lacerta pityusensis canensis***  
***Lacerta pityusensis grossae***  
***Lacerta pityusensis redonae***  
***Lacerta pityusensis frailensis***  
***Lacerta pityusensis maluquerorum***  
*Lacerta pityusensis gorrae*  
***Lacerta pityusensis vedrae***  
*Lacerta pityusensis vedranellensis*

On the whole it is a meticulous work, supported by some statistical tests, which allow a certain degree of decision-making power. The colorations are described from living specimens with precision; but nevertheless the methodology is of low resolute power and great part of the variability can not be reflected in its results.

The taxonomic proposal that is offered is, in principle, reasonable, given the method used, since in cases of difficult decision, it is decided not to change the taxonomic nomenclature of the populations.

However, the populations analyzed are few (only 17), most of which already have differential characteristics among themselves and do not include the majority of populations that present an intermediate morphology that greatly impedes the discrimination between subspecies which are morphologically close to each other.

## Chapter 4. Recent taxonomic revisions (page 86-87)

## 4.3 MONOFRAFÍA DE RODRIGUEZ RUIZ

En el mismo año 1975, RODRIGUEZ RUIZ presenta una tesina para obtener el grado de licenciatura, basada en un estudio sobre las poblaciones de lacértidos de Formentera e islotes vecinos, publicándose posteriormente un resumen (RODRIGUEZ RUIZ, 1976).

El estudio se basa en unos 400 ejemplares recolectados de las siguientes islas:

Pouet  
Espalmador  
Formentera (separando diversas zonas de la isla)  
Trucadors  
La Sabina  
Alga  
Rodona de Illetes

Sobre cada individuo toma 15 variables biométricas: 8 longitudes corporales, 5 variables de folidosis, el número de poros femorales y número de lamelas bajo el 4º dedo de la pata posterior. Por primera vez se aplica un análisis multivariante a *Podarcis pityusensis*, realizando un análisis factorial de correspondencias, además de análisis de la varianza. Se describen los valores que toma cada variable en las distintas poblaciones, así como la coloración corporal que presentan.

Al igual que en otros estudios se remarca el dimorfismo sexual en el tamaño; así como la alta variabilidad en la coloración de los individuos de Formentera.

Se destaca los cambios de vegetación y sustrato paulatinos que se producen en la zona norte de Formentera, hacia la Punta de Trucadors, junto con los cambios de coloración dorsal y de tamaño de las lagartijas, cada vez más terrosas y grisáceas y más pequeñas, a medida que se esclarece la vegetación, formándose una clina entre las poblaciones en dirección sur-norte.

No se hallan diferencias significativas entre la población de más al norte de Formentera y la de Punta de Trucadors, debido a la clina existente entre ellas; y las poblaciones de Pouet y La Sabina tampoco se diferencian estadísticamente de la del norte de Formentera; aunque sí lo hacen con las ubicadas en el sur de la isla, considerándose a Pouet y La Sabina como poblaciones cuyos valores biométricos se hallan dentro de los

## 4.3 MONOGRAPH BY RODRIGUEZ RUIZ

In the same year 1975, RODRIGUEZ RUIZ presents a dissertation to obtain a bachelor's degree, based on a study of the populations of lacertidae from Formentera and neighboring islets, later published as a summary (RODRIGUEZ RUIZ 1976).

The study is based on about 400 specimens collected from the following islands:

Pouet  
Espalmador  
Formentera (separating different areas of the island)  
Trucadors  
La Sabina  
Alga  
Rodona de Illetes

About each specimen, 15 biometric variables are taken: 8 body lengths, 5 variables of pholidosis, the number of femoral pores and number of lamellae under the 4th finger of the hind leg. For the first time a multivariate analysis is applied to *Podarcis pityusensis*, performing a factorial correspondence analysis, in addition to analysis of variance. The values that each variable takes in the different populations are described, as well as the corporal coloration that they present.

As in other studies, the sexual dimorphism in size is highlighted; as well as the high variability in the coloration of the specimens of Formentera.

It highlights the changes of vegetation and gradual substrate that occur in the northern area of Formentera, towards the Punta de Trucadors, together with changes in dorsal coloration and size of the lizards, increasingly earthy and grayish and smaller, as the vegetation becomes less, forming a cline between the populations in a south-north direction.

No significant differences are found between the northernmost population of Formentera and that of Punta de Trucadors, due to the existing cline between them; and the populations of Pouet and La Sabina do not differ statistically from that of the north of Formentera; although they do so with those located in the south of the island, considering Pouet and La Sabina as populations whose biometric values are within the margins of

## Chapter 4. Recent taxonomic revisions (page 87-88)

márgenes de variabilidad de la subespecie *P. p. formenterae*.

En consecuencia se ofrece la siguiente propuesta taxonómica:

***Lacerta pityusensis espalmadoris***

(I. Espalmador y I. Alga)

***Lacerta pityusensis formenterae***

*Lacerta pityusensis algae*

*Lacerta pityusensis sabiniae*

*Lacerta pityusensis subformenterae*

(Formentera, Sabina, Conejo, Pouet y isla Rodona)

***Lacerta pityusensis grueni***

(en Punta de Trucadors)

En las conclusiones se apunta que los mecanismos evolutivos que influyen en estas poblaciones son la deriva genética, ya que las poblaciones mayores son más variables y las de menos efectivos más uniformes; y la adaptación al medio, al variar morfológicamente según las condiciones ecológicas, siendo un caso claro las poblaciones del norte de Formentera y Punta de Trucadors, adaptadas a espacios abiertos, casi desnudos de vegetación.

Por primera vez se aplica al estudio de esta especie métodos de análisis de alta resolución, que consideran todas las variables biométricas simultáneamente, aumentado enormemente el poder discriminatorio entre las distintas poblaciones.. También se apunta por primera vez la existencia de clinas entre las poblaciones de lagartijas, respondiendo su morfología a presiones adaptativas.

Las poblaciones de la zona quedan bien estudiadas, aunque algunas posean una muestra poblacional baja, y se define una estrategia de análisis para esta especie a la hora de realizar una revisión taxonómica de todas las subespecies.

#### 4.4 UNA INTRODUCCIÓN A LA SISTEMÁTICA DE TODA LA ESPECIE

En 1981 se presenta una tesina para optar al grado de licenciatura (CIRER, 1981), que pretendía ser una primera toma de contacto con el problema y una definición de la línea de investigación a seguir en el futuro, para revisar la taxonomía de la especie de una forma amplia y profunda.

variability of the subspecies *Podarcis pityusensis formenterae*.

Consequently, the following taxonomic proposal is offered:

***Lacerta pityusensis espalmadoris***

(I. Espalmador and I. Alga)

***Lacerta pityusensis formenterae***

*Lacerta pityusensis algae*

*Lacerta pityusensis sabiniae*

*Lacerta pityusensis subformenterae*

(Formentera, Sabina, Conejo, Pouet and isla Rodona)

***Lacerta pityusensis grueni***

(in Punta de Trucadors)

The conclusions point out that the evolutionary mechanisms that influence these populations are genetic drift, since the larger populations are more variable and the less effective the more uniform; and the adaptation to the environment, by varying morphologically according to ecological conditions, being a clear case the populations of the north of Formentera and Punta de Trucadors, adapted to open spaces, almost bare of vegetation.

For the first time, high-resolution analysis methods are applied to the study of this species, considering all biometric variables simultaneously, greatly increasing the discriminatory power between different populations. The existence of clines among lizard populations is also noted for the first time, with their morphology responding to adaptive pressures.

The populations of the area are well studied, although some have a low population sample, and an analysis strategy for this species is defined when carrying out a taxonomic revision of all the subspecies.

#### 4.4 INTRODUCTION TO THE SYSTEMATICS OF THE ENTIRE SPECIES

In 1981 a dissertation is presented to obtain the bachelor's degree (CIRER 1981), which was intended to be a first contact with the problem and a definition of the research line to follow in the future, to review the taxonomy of the species in a broad and deep way.

## Chapter 4. Recent taxonomic revisions (page 88-89)

Se analizaron 996 individuos de 38 poblaciones diferentes, aplicándoles 20 variables: 7 longitudes corporales, 7 variables de foliosis, 3 de superficies de escamas, el número de lamelas bajo el 4º dedo de la pata posterior, el número de poros femorales y el peso. Se realizaron análisis estadísticos multivariantes: análisis de componentes principales, análisis canónico de poblaciones y taxonomía numérica. Así como una breve descripción de la coloración que ostentan las poblaciones.

Mediante el análisis de componentes principales se determinaron las variables que aportan mayor información, las cuales serán utilizadas en los estudios posteriores a 1981. Con el análisis canónico de poblaciones queda manifestada la gran similitud biométrica de las distintas poblaciones, con una infinidad de formas intermedias entre las que poseen morfologías más extremas, no llegándose a poder discernir entre ellas.

La taxonomía numérica depara dos grupos de poblaciones, en el primero de los cuales se hallan las poblaciones de Eivissa, Formentera e islotes más cercanos a ambas; con separación muy reciente, a inicios del Holoceno; poseen una talla corporal pequeña y coloraciones claras. En el segundo grupo se sitúan las poblaciones con edad de separación más antigua, finales del Würm; de mayor talla corporal, configuración más robusta y coloraciones más brillantes, con manchas reticulares grandes muy oscuras y patentes.

De este último grupo, sin embargo pueden identificarse por su coloración 5 grupos de poblaciones: Vedrà-Vedranell, Islas Bledes, Margalida, Murada y Espartar.

Se presentan los 7 grupos de poblaciones resultantes, sin concederles ningún rango taxonómico, a la espera de poder profundizar en el problema y realizar una revisión general de la taxonomía de la especie.

Se apunta que el gigantismo y la acentuación del color, cada vez más fuerte u oscuro está relacionado con el tiempo que lleva la isla separada del resto de tierras emergidas. Y finalmente se apuntan algunas limitaciones que posee el método empleado: la excesiva variabilidad no permite discernir entre las distintas poblaciones y se sugieren líneas de investigación que permitan revisar la taxonomía de la especie.

996 specimens from 38 different populations were analyzed, applying 20 variables: 7 body lengths, 7 pholidosis variables, 3 scale surfaces, the number of lamellae under the 4th hind leg finger, the number of femoral pores and the weight. Multivariate statistical analysis were carried out: analysis of principal components, canonical analysis of populations and numerical taxonomy. As well as a brief description of the coloration of the populations.

Through the analysis of the main components, the variables that provide the most information were determined, which will be used in the studies after 1981. With the canonical analysis of populations, the great biometric similarity of the different populations is manifested, with an infinity of intermediate forms between those with more extreme morphologies, not being able to discern between them.

The numerical taxonomy is provided for two groups of populations. The first consisting of the populations of Ibiza, Formentera and islets closest to both; with very recent separation, at the beginning of the Holocene; they have a small body size and light colorations. In the second group are the populations with the oldest separation age, at the end of the Würm; larger body size, more robust configuration and brighter colorations, with very dark and distinct large reticular patches.

Of this last group, 5 groups of populations can be identified by their coloration: Vedrà-Vedranell, Islas Bledes, Margalida, Murada and Espartar.

The 7 groups of resulting populations are presented, without granting them any taxonomic rank, in the hope of deepening the problem and making a general revision of the taxonomy of the species.

It is pointed out that the gigantism and the accentuation of the color, each time stronger or darker, is related to the time that the island are separated from the rest of the emerged lands. And finally, some limitations of the method used are pointed out: The excessive variability does not allow to distinguish between the different populations and lines of research are suggested that allow to review the taxonomy of the species.

## Chapter 4. Recent taxonomic revisions (page 89-90)

emergidas. Y finalmente se apuntan algunas limitaciones que posee el método empleado: la excesiva variabilidad no permite discernir entre las distintas poblaciones y se sugieren líneas de investigación que permitan revisar la taxonomía de la especie.

No parece prudente realizar una valoración de este trabajo ya que los criterios se hallarían cargados de subjetividad, además se concibió como una aproximación al estudio que se presenta ahora y su única finalidad era introductoria al problema, quedando inacabado a la espera del presente trabajo.

#### 4.5 UNA REVISIÓN TAXONÓMICA DE TODA LA ESPECIE

Se realizó un estudio de la especie bajo el patrocinio de la Fundación March, publicándose posteriormente una revisión taxonómica de todas las subespecies (SALVADOR, 1984). Se pudo acceder a dicho trabajo, pero no se consiguió permiso para obtener ningún tipo de reproducción o copia y por tanto solo se considerarán los resultados de la publicación de 1984.

Se analizan numerosos ejemplares de la especie, muchos de ellos pertenecientes a la colección del Museo A. Koenig de Bonn, analizando individuos vivos solo en algunas poblaciones.

Se consideran 4 longitudes corporales, 4 variables de folidosis, el número de poros femorales, el número de lamelas bajo el 4<sup>o</sup> dedo de la pata posterior y en algunos individuos el peso. Como todo análisis estadístico se presentan las medias y desviaciones típicas para cada población.

Seguidamente se describen cada una de las subespecies propuestas en esta revisión, indicando su distribución geográfica y las diferencias que presenta para conferirles el rango. La mayoría de estas diferencias se basan en la coloración y diseño, pero generalmente no se especifica si es de individuos vivos o conservados.

La revisión propuesta es la siguiente:

##### *Podarcis pityusensis pityusensis*

Distribución: Eivissa, Illeta de Sa Sal Rossa, Illa Negra, Illa d'En Calders, Punta de Sa Ferradura, Na Bosc y Ses Illetes de Porroig.

emerged lands. And finally, some limitations of the method used are pointed out: The excessive variability does not allow to distinguish between the different populations and lines of research are suggested that allow to review the taxonomy of the species.

It does not seem prudent to make an assessment of this work because the criteria would be loaded with subjectivity, it was also conceived as an approximation to the study that is presented now and its sole purpose was the introductory to the problem, remaining unfinished pending the present work.

#### 4.5 A TAXONOMIC REVISION OF THE ENTIRE SPECIES

A study of the species was carried out under the sponsorship of the March Foundation, and a taxonomic revision of all the subspecies was published (SALVADOR 1984). The work could be accessed, but no permission was granted to obtain any type of reproduction or copy and therefore only the results of the 1984 publication will be considered.

Many specimens of the species are analyzed, many of them belonging to the collection of the A. Koenig Museum of Bonn, analyzing live specimens only in some populations.

Four body lengths, four pholidosis variables, the number of femoral pores, the number of lamellae under the 4th finger of the hind leg and in some specimens the weight are considered. Like any statistical analysis, the means and standard deviations for each population are presented.

Subsequently, each of the subspecies proposed in this review is described, indicating its geographical distribution and the differences it presents to confer the rank. Most of these differences are based on coloration and design, but it is generally not specified whether it is from living or conserved specimens.

The proposed revision is as follows:

##### *Podarcis pityusensis pityusensis*

Distribution: Ibiza, Illeta de Sa Sal Rossa, Illa Negra, Illa d'En Calders, Punta de Sa Ferradura, Na Bosc y Ses Illetes de Porroig.

## Chapter 4. Recent taxonomic revisions (page 90-91)

No se aprecian diferentes tendencias en la coloración según el emplazamiento geográfico en la población de Eivissa, aunque se cita que otros autores las pusieron de manifiesto. Negra de Llevant difiere ligeramente por su tamaño corporal (71 mm en machos) de la población de Eivissa (63.9 mm según EISENTRAUT, 1949; 66.3 mm según BUCHHOLZ, 1954); patas posteriores más cortas y píleo más ancho. Sal Rosa es de talla algo mayor a la población de Eivissa (76 mm en machos), al igual que Caldés, pero sus coloraciones y medias no se consideran suficientemente diferentes para separarlas de Eivissa, al igual que Illetes de Porroig.

La población de la Illa des Bosc clasificada en la subespecie *carlkochi* junto con Conillera, se separa de este taxón y se incluye en la subespecie nominal, ya que el píleo es relativamente más corto y posee menos escamas dorsales que Conillera. La longitud relativa del píleo en machos se apunta es de 24.7 en Illa des Bosc y 24.8 en Conillera (no se publican datos de Eivissa). En las hembras es de 22 y 23.1 respectivamente; con un número de escamas dorsales en los machos de 59.1 y 62.5 y en las hembras de 57 y 61.2. Diferencias semejantes o menores que en otros casos que se consideran, en este mismo trabajo, poblaciones de una misma subespecie.

*Podarcis pityusensis ratae*

Distribución: Illa de ses Rates.

Es semejante a las poblaciones de Es Malvins, pero difiere en su coloración más pálida y reducida reticulación.

*Podarcis pityusensis schreitmuelleri*

Distribución: Es Malvins.

No se aprecian diferencias entre las dos poblaciones de Es Malvins a excepción de pequeños matices en la coloración. Sin embargo en las tablas se publican algunas diferencias notables que siguiendo el criterio adoptado para otros taxones justificaría su separación, como por ejemplo la longitud relativa de la pata posterior con 48.5 y 50.9 en machos y 43.9 y 45.2 en las hembras; anchura relativa del píleo con valores de 51.7 y 49.5 en los machos y 51.1 y 50.5 en hembras; 31 y 33.2 escamas gulares en los machos y 29.7 y 30.4 en las hembras.

There are no different tendencies in the coloration according to the geographical location in the population of Ibiza, although it is mentioned that other authors have shown them. Negra de Llevant differs slightly by its body size (71 mm in males) from the population of Ibiza (63.9 mm according to EISENTRAUT (1949), 66.3 mm according to BUCHHOLZ (1954); shorter hind legs and wider pileus. Sal Rosa is slightly larger than the population of Ibiza (76 mm in males), like Caldés, but its colorations and averages are not considered sufficiently different to separate them from Ibiza, like Illetes de Porroig.

The population of the Illa des Bosc classified in the subspecies *carlkochi* together with Conillera, is separated from this taxon and is included in the nominal subspecies, since the pileus is relatively shorter and has less dorsal scales than Conillera. The relative length of the male pileus is 24.7 in Illa des Bosc and 24.8 in Conillera (Ibiza data are not published). In females it is 22 and 23.1 respectively; with a number of dorsal scales in the males of 59.1 and 62.5 and in the females of 57 and 61.2. Differences similar or less than in other cases that are considered, in this same work, populations of the same subspecies.

*Podarcis pityusensis ratae*

Distribution: Illa de ses Rates.

It is similar to the populations of Es Malvins, but it differs in its paler coloring and reduced reticulation.

*Podarcis pityusensis schreitmuelleri*

Distribution: Es Malvins.

There are no differences between the two populations of Es Malvins except for small nuances in the coloration. However, in the tables there are some notable differences that following the criteria adopted for other taxa would justify their separation, such as the relative length of the hind leg with 48.5 and 50.9 in males and 43.9 and 45.2 in females; relative width of the pileus with values of 51.7 and 49.5 in males and 51.1 and 50.5 in females; 31 and 33.2 gular scales in males and 29.7 and 30.4 in females.

*Podarcis pityusensis maluqueronn x Podarcis pityusensis pityusensis*

Distribución: Es Daus.

Describe la población híbrida fundada por EISENTRAUT en 1930 y se apunta que no se hallaron individuos vivos en esta isla.

*Podarcis pityussensis redonae*

Distribución: Illa de Sta. Eulalia, Illa Redona.

Se incluyen las dos poblaciones en la misma subespecie pues no manifiestan diferencias. Se describe la coloración de Illa Rodona y se apunta que es igual en la otra población.

*Podarcis pityusensis canensis*

Distribución: Es Canar.

Se describe largamente la coloración que presenta, que no es especialmente distinta de la del taxón anterior y se define como una forma grande, robusta, con píleo ancho y gran número de escamas dorsales. Según las 9 tablas de datos que se adjuntan en el texto, en todas las variables aparece Es Canar con valores semejantes a Illa de Sta. Eulalia e Illa Rodona, sino iguales a una de ellas.

*Podarcis pityusensis tagomagensis*

Distribución: Tagomago.

Forma grande con píleo corto, gran número de escamas dorsales, reticulación reducida con coloraciones pardas y oscuras y el vientre blanco.

*Podarcis pityusensis hortae*

Distribución: Illot de s'Hort.

Población cercana a la subespecie típica. Raza robusta con alto número de escamas dorsales. El retículo es con manchas reticuladas especialmente en los laterales, dorso verdoso y laterales grises con vientre azul.

*Podarcis pityusensis ssp.*

Distribución: Punta de Sa Galera (Portinatx de San Juan).

*Podarcis pityusensis maluqueronn x Podarcis pityusensis pityusensis*

Distribution: Es Daus.

It describes the hybrid population founded by EISENTRAUT in 1930 and it is noted that no living specimens were found on this island.

*Podarcis pityussensis redonae*

Distribution: Illa de Sta. Eulalia, Illa Redona.

The two populations are included in the same subspecies because they do not show differences. The coloration of Illa Rodona is described and it is noted that it is the same in the other population.

*Podarcis pityusensis canensis*

Distribution: Es Canar.

The coloration it presents is described at length, which is not especially different from that of the previous taxon and is defined as a large, robust form with broad pileus and a large number of dorsal scales. According to the 9 data tables that are attached in the text, in all the variables Es Canar appears with values similar to Illa de Sta. Eulalia and Illa Rodona, if not equal to one of them.

*Podarcis pityusensis tagomagensis*

Distribution: Tagomago.

Large shape with short pileus, large number of dorsal scales, reduced reticulation with brown and dark colorations and white belly.

*Podarcis pityusensis hortae*

Distribution: Illot de s'Hort.

Population close to the nominal subspecies. Robust race with high number of dorsal scales. The reticulum is with reticulate spots especially on the sides, greenish back and gray sides with blue belly.

*Podarcis pityusensis ssp.*

Distribution: Punta de Sa Galera (Portinatx de San Juan).

## Chapter 4. Recent taxonomic revisions (page 93-94)

No se han consultado individuos de esta población y solo se señala su existencia.

*Podarcis pityusensis characae*

Distribución: Illot de Sa Mesquida.

Se apunta la diferencia con *P. p. pityusensis* por su coloración, que presenta el dorso verde-azulado y los laterales pardo-rojizo.

*Podarcis pityusensis muradae*

Distribución: Illa Murada.

Subespecie grande con píleo y patas cortas y gran número de escamas dorsales. Melanismo conspicuo con vientre ultramar o turquesa.

*Podarcis pityusensis hedwigkammerae*

Distribución: Ses Margalides.

Raza grande y melánica entre negro grafito y verde oscuro, melanismo más acusado que la población de Illa Murada.

*Podarcis pityusensis calaosaladae*

Distribución: S'Illeta (de Cala Salada).

Cercana a la subespecie típica. Con vientre rojo, dorso verdoso y laterales rojos con sombras amarillas, diseño similar a la población de Eivissa, con talla mayor que ella.

*Podarcis pityusensis maluquerorum*

Distribución: Bleda Plana, Escull Vermell.

Melanismo más acusado que las otras dos poblaciones de Ses Bledes, con vientre, dorsos y laterales más oscuros y tamaño, robustez y número de escamas dorsales menores.

*Podarcis pityusensis gorrae*

Distribución: Na Bosc, Na Gorra .

En Na Bosc existen individuos con dorso verde-amarillento y con patas posteriores verde-metálico oscuro. Es una forma muy grande y robusta con patas

Specimens from this population have not been consulted and only its existence is indicated.

*Podarcis pityusensis characae*

Distribution: Illot de Sa Mesquida.

The difference with *P. p. pityusensis* is due to its coloration, which has a bluish-green back and reddish-brown sides.

*Podarcis pityusensis muradae*

Distribution: Illa Murada.

Large subspecies with short pileus, short legs and large number of dorsal scales. Conspicuous melanistic with ultramarine or turquoise belly.

*Podarcis pityusensis hedwigkammerae*

Distribution: Ses Margalides.

Large and melanic race between black graphite and dark green, melanism more pronounced than the population of Illa Murada.

*Podarcis pityusensis calaosaladae*

Distribution: S'Illeta (de Cala Salada).

Close to the nominal subspecies. With red belly, greenish back and red sides with yellow shadows, pattern similar to the population of Ibiza, with a larger size.

*Podarcis pityusensis maluquerorum*

Distribution: Bleda Plana, Escull Vermell.

Melanism more pronounced than the other two populations of Ses Bledes, with darker belly, back and sides, more sturdiness and lower number of dorsal scales.

*Podarcis pityusensis gorrae*

Distribution: Na Bosc, Na Gorra .

In Na Bosc there are specimens with greenish-yellow backs and dark green-metallic hind legs. It is a very large and robust form with short legs and narrow head.

## Chapter 4. Recent taxonomic revisions (page 94-95)

cortas y cabeza estrecha. Melanismo acentuado, aunque menor que en *maluquerorum*.

*Podarcis pityusensis carlkochi*

Distribución: Sa Conillera.

Coloración diferente de la población de illa des Bosc y por ello se excluye de este taxón. La de Conillera es una forma robusta con patas traseras largas y gran número de escamas dorsales. No es melánica y los vientres son blancos o azules, a veces verdes.

*Podarcis pityusensis kameriana*

Distribución: S'Espartar, Escull de s'Espartar.

La población de s'Espartar tiene tendencia al cianismo, con vientres verde-azulados con manchas verdes, ultramarinas, pardas o negras. No se hallan diferencias de coloración ni biométricas con *P. p. zenonis* (Escull de s'Espartar) y por ello se incluyen ambas poblaciones en este taxón.

*Podarcis pityusensis frailensis*

Distribución: S'Espardell de s'Espartar ("Fraile").

Tendencia al melanismo, dorso verde-oliva o amarillo oscuro y laterales ultramarinos.

*Podarcis pityusensis vedrae*

Distribución: Es Vedrà, Es Vedranell.

Se describe la coloración, de acuerdo con todos los autores que han tratado la especie y se remarca que Vedranell es más oscura que Vedrà, con pequeñas diferencias biométricas, que no justifican su separación taxonómica (en las tablas que acompañan el texto se aprecian algunas diferencias notables).

*Podarcis pityusensis caragolensis*

Distribución: En Caragoler.

Se describe la coloración (de individuos conservados), con dorso variable de verde-azulado a verde oliva con líneas supraciliares gris claro, laterales pardos o rojizos

Accentuated melanism, although less than in *maluquerorum*.

*Podarcis pityusensis carlkochi*

Distribution: Sa Conillera.

Different coloring then the population of Illa des Bosc and therefore this population is excluded from the subspecies. The population of Conillera is a robust form with long hind legs and great number of dorsal scales. It is not melanistic and the bellies are white or blue, sometimes green.

*Podarcis pityusensis kameriana*

Distribution: S'Espartar, Escull de s'Espartar.

The population of s'Espartar has a tendency to cyanism, with green-blue bellies with green, ultramarine, brown or black spots. No coloration or biometric differences are found with *P. p. zenonis* (Escull de s'Espartar) and therefore both populations are included in this taxon.

*Podarcis pityusensis frailensis*

Distribution: S'Espardell de s'Espartar ("Fraile").

Trend to melanism, green-olive or dark yellow back and ultramarine sides.

*Podarcis pityusensis vedrae*

Distribution: Es Vedrà, Es Vedranell.

Coloring is described, according to all the authors who have treated the species and it is noted that Vedranell is darker than Vedrà, with small biometric differences, which do not justify their taxonomic separation (some remarkable differences are shown in the tables that accompany the text).

*Podarcis pityusensis caragolensis*

Distribution: En Caragoler.

The coloration (of conserved specimens) is described, with variable backs from bluish green to olive green with supraciliary lines light gray, brown or reddish sides with

## Chapter 4. Recent taxonomic revisions (page 95-97)

con manchas negras. Los vientres amarillentos. Las hembras poseen dorso pardo o rojizo y rayas negras, con líneas supraciliares ocres y laterales pardo grisáceo con reticulación pardo oscuro, los vientres amarillo sucio.

*Podarcis pityusensis ahorcadosi*

Distribución: Es Penjats (“Ahorcados”).

Se restituye su categoría subespecífica en contra de EISENTRAUT (1949) y de acuerdo con BUCHHOLZ (1954). Es una población cercana a Espalmador pero de mayor talla y menos escamas dorsales. Según las tablas de datos la longitud corporal en los machos es de 74.9 en Penjats y 73.1 en Espalmador y en las hembras de 65.4 y 69.0 (solo se analizan 4 machos y 2 hembras de Espalmador). La escamación dorsal presenta en los machos los valores de 57.8 en Penjats y 58.5 en Espalmador y en las hembras de 55 y 57 respectivamente.

*Podarcis pityusensis negrae*

Distribución: Ses Illetes Negres.

Subespecie cercana a *ahorcadosi*, difiere solo en su robustez y mayor número de escamas dorsales. En Ses Illetes Negres las lagartijas son más rojizas y con reticulación mayor que en Penjats.

*Podarcis pityusensis formenterae*

Distribución: Formentera, La Savina, Illa de s'Alga, Illa d'En Forn, Conill de Formentera, s'Espalmador, s'Espardell y Illa des Porcs.

Se basa en los estudios de RODRIGUEZ RUIZ, que demostró la existencia de una clina sur-norte sobre la isla de Formentera (véase este mismo capítulo). Así como la no existencia de poblaciones diferentes a Formentera en La Savina, illa d'En Forn (Pouet de Illetes) y Conill de Formentera (Conejo en la literatura).

No halla diferencias entre Espalmador (solo analiza 4 machos y 2 hembras) y Formentera. Y aprecia pequeñas diferencias entre Espalmador y Espardell, ésta quizás con lagartijas más robustas y con dorso pardo. La población de Alga se caracteriza por su pequeño tamaño, patas traseras cortas, pero de acuerdo con RODRIGUEZ RUIZ es cercana a Espalmador. También incluye la población de isla des Porcs ya que no difiere en proporciones ni en coloración de la población de Espalmador.

black spots. Yellow bellies. The females have brown or reddish backs and black stripes, with ochre supraciliary lines and grayish-brown lateral lines, with dark brown reticulation, the bellies dirty yellow.

*Podarcis pityusensis ahorcadosi*

Distribution: Es Penjats (“Ahorcados”).

Its subspecific category is restored against EISENTRAUT (1949) and according to BUCHHOLZ (1954). It is a population close to Espalmador but larger and less dorsal scales. According to the data tables the corporal length in the males is 74.9 in Penjats and 73.1 in Espalmador and in the females of 65.4 and 69.0 (only 4 males and 2 females of Espalmador are analyzed). The dorsal scaling presents in males the values of 57.8 in Penjats and 58.5 in Espalmador and in females of 55 and 57 respectively.

*Podarcis pityusensis negrae*

Distribution: Ses Illetes Negres.

Subspecies close to *ahorcadosi*, differs only in its robustness and greater number of dorsal scales. In Ses Illetes Negres the lizards are more reddish and with greater reticulation than in Penjats.

*Podarcis pityusensis formenterae*

Distribution: Formentera, La Savina, Illa de s'Alga, Illa d'En Forn, Conill de Formentera, s'Espalmador, s'Espardell and Illa des Porcs.

It is based on the studies of RODRIGUEZ RUIZ (1975), who showed the existence of a south-north cline on the island of Formentera (see chapter 4.3). As well as the non-existence of other populations on Formentera in La Savina, Illa d'En Forn (Pouet de Illetes) and Conill de Formentera (Conejo in literature).

He finds no differences between Espalmador (only analyzed 4 males and 2 females) and Formentera. And he appreciates small differences between Espalmador and Espardell, this one perhaps with more robust lizards and with brown backs. The population of Alga is characterized by its small size, short back legs, but according to RODRIGUEZ RUIZ (1975) is close to Espalmador. It also includes the population of Porcs island since it does not differ in proportions or coloration from the population of Espalmador.

## Chapter 4. Recent taxonomic revisions (page 97-98)

*Podarcis pityusensis torretensis*

Distribución: Sa Torreta.

La única diferencia es la reducción de las manchas reticulares, respecto al taxón anterior. Las hembras son pardo grisáceas, los machos con dorso verde y laterales grises, ambos sexos sin líneas reticulares.

*Podarcis pityusensis gastabiensis*

Distribución: Illa de Gastaví.

Talla pequeña y diseño casi completamente desaparecido, patas traseras largas y cabeza ancha, cuerpo delgado y número de escamas dorsales relativamente elevado. Dorso y laterales parduzcos con débiles sombras verdes en el dorso.

Este trabajo adolece de graves errores metodológicos y sus conclusiones no se hallan fundamentadas con ninguna prueba de validez reconocida, a excepción del criterio del investigador.

No se presenta ningún análisis estadístico, por elemental que sea, que confirme las igualdades o diferencias entre las medias poblacionales. Afirmación que no puede realizarse nunca de forma subjetiva, pues incluso en los casos en que los valores medios puedan ser semejantes, las varianzas pueden resultar muy distintas y por tanto la unión o separación de taxones establecidos no puede realizarse solo con una tabla de medias poblacionales.

Todo el trabajo adolece de una falta de sistematización y las diferencias apuntadas en algunos casos sirven para unir poblaciones en una misma subespecie y en otros casos diferencias menores justifican la separación de poblaciones en taxones distintos, variando el criterio a lo largo del estudio.

Las descripciones de la coloración se realizan la mayoría de las veces sobre individuos conservados, o reproduciendo la descripción de otros autores. Las lagartijas varían sus colores al poco tiempo de morir, debido al conservante, los verdes revierten a azulados y los tonos pasan a ser oscuros, parduzcos y sucios, perdiendo su brillantez; debido a ello no es recomendable el uso de las colecciones para este tipo de análisis.

*Podarcis pityusensis torretensis*

Distribution: Sa Torreta.

The only difference is the reduction of the reticular spots, with respect to the previous taxon. The females are grayish brown, the males with green back and gray sides, both sexes without reticular lines.

*Podarcis pityusensis gastabiensis*

Distribution: Illa de Gastaví.

Small size and pattern almost completely disappeared, long hind legs and wide head, thin body and relatively high number of dorsal scales. Dorsal and lateral sides brownish with weak green shadows on the back.

This work suffers from serious methodological errors and its conclusions are not based on any recognized validity test, except for the researcher's criterion.

No statistical analysis is presented, however elementary, that confirms the equalities or differences between the population means. Affirmation that can never be done subjectively, because even in cases where the average values can be similar, the variances can be very different and therefore uniting or separating established taxa can not be done only with a table of population means.

All the work suffers from a lack of systematization and the differences noted in some cases serve to unite populations in the same subspecies and in other cases minor differences justify the separation of populations in different taxa, varying the criteria throughout the study.

The descriptions of the coloration are carried out most of the time on conserved specimens, or reproducing the description of other authors. The lizards vary their colors shortly after dying, due to the preservative, the green reverts to bluish and the tones become dark, brownish and dirty, losing their brilliance; Because of this, the use of collections for this type of analysis is not recommended.

## Chapter 4. Recent taxonomic revisions (page 98)

En ocasiones la descripción se aparta notablemente de la realidad observada por otros investigadores, como por ejemplo no detectándose la variabilidad geográfica en la isla de Eivissa; la población de Tagomago descrita con tonos oscuros y sucios; la subespecie *gorrae* con dorso verde-amarillento, etc. En algunos casos se admite que ciertas diferencias en la coloración son suficientes para separar taxones, caso de *ratae* separado de *schreitmülleri*; *canensis* separado de *redonae*; o bien *torretensis* de *formenterae*. En otros casos las diferencias no justifican la separación de dos poblaciones en taxones distintos, como por ejemplo Espalmador y Espardell, de Formentera cuyas poblaciones varían notablemente llegando casi al melanismo en las zonas de Cap de Berberia y acantilados de La Mola, mientras que Espalmador y Espardell siempre poseen coloraciones claras, aunque variables, parecidas a las que ostentan los individuos de los taxones denominados *torretensis* y *ahorcadosi* en este trabajo.

Sometimes the description departs notably from the reality observed by other researchers, as for example not detecting the geographical variability inside the island of Ibiza; the population of Tagomago described with dark and dirty tones; the subspecies *gorrae* with yellow-green back, etc. In some cases it is admitted that certain differences in coloration are sufficient to separate taxa, in case of *ratae* separated from *schreitmülleri*; *canensis* separated from *redonae*; or *torretensis* from *formenterae*. In other cases the differences do not justify the separation of two populations into different taxa, such as Espalmador and Espardell, from Formentera whose populations vary remarkably, reaching almost melanism in the areas of Cap de Berberia and the La Mola cliffs, while Espalmador and Espardell always have light, although variable colorations, similar to those held by the specimens of the taxa called *torretensis* and *ahorcadosi* in this work.

## Chapter 5. Geological history and current climate of the Pityusan Islands (page 99-100)

## 5. HISTORIA GEOLOGICA Y CLIMA ACTUAL DE LAS PITIUSAS

## 5.1 BREVE INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA DE LAS PITIUSAS

Los materiales que forman las Pitiúsas son básicamente sedimentarios, con una deposición que se inicia en el Mesozoico, sin un basamento conocido de materiales del Paleozoico. Estratigráficamente parecen relacionadas con el Macizo Catalán y con el Macizo Cítrabético que hoy en día forman las Cordilleras Litorales Catalanas y la Meseta Ibérica respectivamente. Aunque las Pitiúsas se configuran primordialmente como una prolongación hacia el nordeste de la cordillera Prebética Central y Meridional.

Durante todo el Mesozoico parece ser que permaneció sumergida, emergiendo en el Paleoceno para volver a sumergirse en el Neógeno. Una segunda emersión tuvo lugar hace 15-11 millones de años, quedando el relieve de las islas semejante al que presentan actualmente, a excepción de las modificaciones sufridas durante el Cuaternario. La opinión más extendida actualmente es que la separación de las Pitiúsas respecto a la península Ibérica es muy reciente, tal vez durante el Plioceno (RANGHEARD, 1969, 1984). Por lo tanto en este periodo debió producirse la colonización de *Podarcis* en estas islas, dando origen a la actual *Podarcis pityusensis*. Sin embargo el periodo en el cual se ha producido su evolución radial originando las poblaciones actuales es el Cuaternario, el cual se estudiará con mayor detalle.

## 5.2 EL CUATERNARIO

Durante el Cuaternario se suceden varias oscilaciones climáticas, con periodos fríos en los cuales se formaron grandes acúmulos de agua en forma de hielo sobre los continentes, con una disminución del caudal de agua en los océanos, que provocó un descenso considerable del nivel del mar respecto a los continentes; estos periodos son conocidos como las glaciaciones cuaternarias, a los cuales les seguía un periodo más o menos cálido o interglacial, en los que el hielo se fundía paulatinamente al elevarse la temperatura y el agua volvía a las cuencas oceánicas elevándose su nivel. Paralelamente el peso que perdían los continentes se iba compensando con

## 5. GEOLOGICAL HISTORY AND CURRENT CLIMATE OF THE PITIYUSAN ISLANDS

## 5.1 BRIEF INTRODUCTION TO THE GEOLOGY OF THE PITIYUSAN ISLANDS

The materials that form the Pityusan Islands are basically sedimentary, with a deposition that begins in the Mesozoic, without a known basement of Paleozoic materials. Stratigraphically they seem related to the Catalan Massif and to the Citra-betic Massif, which today form the Catalan Coastal Ridges and the Iberian Plateau, respectively. Although the Pityusan Islands are configured primarily as an extension to the northeast of the Central and South Pre-betic mountain range.

Throughout the Mesozoic it seems that it remained submerged, emerging in the Paleocene to return to submerge in the Neogene. A second emersion took place 15-11 million years ago, leaving the relief of the islands similar to the present one, except for the modifications sustained during the Quaternary. The most widespread opinion today is that the separation of the Pityusan Islands from the Iberian Peninsula is very recent, perhaps during the Pliocene (RANGHEARD 1969 ; RANGHEARD 1984). Therefore during this period should have been the colonization of *Podarcis* in these islands, giving rise to the current *Podarcis pityusensis*. However, the period in which there has been a radial evolution originating the current populations is the Quaternary, which will be studied in greater detail.

## 5.2 THE QUATERNARY

During the Quaternary several climatic oscillations followed, with cold periods in which large accumulations of water formed in the form of ice on the continents, with a decrease in the flow of water in the oceans, which caused a considerable decrease in sea level in respect to the continents: These periods are known as the Quaternary glaciations, which followed a period of more or less warm or interglacial, in which the ice gradually melted when the temperature rose and the water returned to the ocean basins rising its level. At the same time, the loss of the continents was offset by small eustatic elevation movements that further accentuated the

## Chapter 5. Geological history and current climate of the Pityusan Islands (page 100-101)

pequeños movimientos eustáticos de elevación que acentuaron aun más las variaciones de la línea de costa y produciendo uniones y separaciones alternativas entre tierras vecinas.

Se distinguen seis periodos glaciares clásicos: Biber, Donau, Günz, Mindel, Riss y Würm, separados entre sí por interglaciares. Los efectos producidos por cada una de estas glaciaciones quedan enmascarados estratigráficamente por los efectos de la glaciación siguiente, al igual que el efecto sobre los seres vivos al separarse y reunificarse alternativamente distintas poblaciones; con lo que las adquisiciones evolutivas de un periodo quedan ocultas por las modificaciones que pudieran sufrir en sucesivas separaciones.

La glaciación que ha influido más en las poblaciones de lacértidos de las Pitiüsas es la última, ya que determina la distribución actual de la especie, al separarse los distintos islotes en los que habita a medida que subía el nivel del mar después del Würm. Pero cada separación puede acentuar las diferencias acumuladas en separaciones anteriores. Así una población periférica, al reunirse nuevamente con el resto de la población originaria, podía tener ya alguna característica genética adquirida durante el tiempo en que permaneció separada reproductivamente, que no tiene por que desaparecer totalmente al hibridarse. En el siguiente periodo de separación, puede seguir acentuándose esta característica y por tanto no deben desdeñarse en principio las separaciones anteriores a la actual. Las diferencias entre las poblaciones sería una suma de las logradas en todas las separaciones que no lograron desvanecerse al reunificar-se las poblaciones, junto a las logradas más recientemente durante el Holoceno (MARTÍNEZ-RICA, comunicación personal).

Durante los periodos glaciares Eivissa se hallaba en la zona intermedia entre el dominio periglacial de Europa y el dominio lluvioso de Africa (JALUT, 1974). Según ORIOL DE BOLÓS (1981) la vegetación en las Pitiüsas era entonces de tipo estepario, aunque su clima era algo más lluvioso que en Mallorca.

variations of the coastline and produced alternative junctions and separations between neighboring lands.

There are six classic glacial periods: Biber, Donau, Günz, Mindel, Riss and Würm, separated by interglacials. The effects produced by each of these glaciations are masked stratigraphically by the effects of the following glaciación, as well as the effect on living beings as different populations alternately separate and reunify; with what the evolutionary acquisitions of a period are hidden by the modifications that could sustain in successive separations.

The glaciación that has had the most influence on the populations of lacertidae of the Pityusan Islands is the last, since it determines the current distribution of the species, by separating the different islets on which they live as the level of the sea rose after the Würm. But each separation can accentuate the differences accumulated in previous separations. Thus a peripheral population, when meeting again with the rest of the original population, could already have some genetic characteristic acquired during the time in which it remained reproductively separated, which does not have to disappear completely when hybridizing. In the following period of separation, this characteristic may continue to be accentuated and, therefore, separations prior to the current one should not be disregarded in principle. The differences between the populations would be a sum of those achieved in all the separations that failed to vanish when the populations were reunited, together with those most recently achieved during the Holocene (MARTÍNEZ-RICA pers. comm.).

During the glacial periods Ibiza was in the intermediate zone between the periglacial domain of Europe and the rainy domain of Africa (JALUT 1974). According to ORIOL DE BOLÓS (1981) the vegetation in the Pityusan Islands was then of the steppe type, although its climate was somewhat rainier than in Mallorca.

## Chapter 5. Geological history and current climate of the Pityusan Islands (page 101-102)

## 5.2.1 VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR ANTERIORES AL WÜRM

No se posee información directa sobre la línea de costa en las Pitiúsas en periodos anteriores al Siciliense. Del Siciliense II (hace más de 600.000 años) se conocen varios yacimientos fosilíferos de fauna marina que atestiguan sobre el nivel superior conseguido por el mar, situándose en un máximo de unos 40-50 metros sobre el nivel actual (Cuerda, 1984). Estos datos implican que Eivissa y Formentera estaban desmembradas en varios islotes correspondientes a sus zonas más elevadas, al inundarse las zonas bajas de las islas y la mayoría de islotes actuales permanecían por debajo del nivel del mar. Por lo tanto las poblaciones de lagartijas de los 'islotes más bajos debió fundarse posteriormente.

Las islas que poseen alturas superiores a los 50 metros (véase la tabla 5-I) son las siguientes:

Eivissa  
Formentera  
Tagomago  
Conillera  
Bosc de Conillera  
Espartar  
Vedrà  
Vedranell

que son las únicas que pudieron mantener poblaciones de vida terrestre sobre su superficie durante el Siciliense II.

Durante el Mindel el caudal de agua de los mares disminuye notablemente y su nivel desciende por debajo de los 40 metros respecto del nivel actual (LUMLEY, 1976), con lo que la mayoría de islotes se hallaban unidos entre sí, y a Eivissa y Formentera, en un solo bloque. Las islas que a su alrededor presentan profundidades marinas superiores a esta cota se mantuvieron aisladas, pero no es posible saber si todas ellas poseían población de lacértidos. Estas islas son:

Tagomago  
Murada  
Margalida  
Grupo de ses Illes Bledes  
Grupo de Espartar-Frare  
Vedrà - Vedranell

si los fondos marinos se han mantenidos semejantes a los de hoy en día, estas islas se separan por primera vez del resto del archipiélago durante el Mindel.

Durante el Tirreniense II, en el interglacial Riss-Würm, (hace unos 300.000 - 200.000 años) el nivel del mar se

## 5.2.1 VARIATIONS IN SEA LEVEL PRIOR TO WÜRM

There is no direct information about the coastline in the Pityusan Islands in periods before the Sicilian. From the Sicilian II (more than 600,000 years ago) several fossiliferous deposits of marine fauna are known that testify on the upper level achieved by the sea, standing at a maximum of about 40-50 meters above the current level (CUERDA, 1984). These data imply that Ibiza and Formentera were dismembered in several islands corresponding to their higher areas, when the low areas of the islands were flooded and most of the current islets remained below sea level. Therefore, the populations of lizards of the lower islets had to be founded later.

The islands that have heights greater than 50 meters (see table 5-I) are the following:

Eivissa  
Formentera  
Tagomago  
Conillera  
Bosc de Conillera  
Espartar  
Vedrà  
Vedranell

which are the only ones that could maintain populations of terrestrial life on its surface during the Sicilian II.

During the Mindel the water flow of the seas decreases notably and its level drops below 40 meters from the current level (LUMLEY 1976), with which the majority of islets were united to each other, and to Ibiza and Formentera, in a single block. The islands that have marine depths above this level remained isolated, but it is not possible to know if all of them had a population of lacertidae. These islands are:

Tagomago  
Murada  
Margalida  
Group of ses Illes Bledes  
Group of Espartar - Frare  
Vedrà - Vedranell

If the seabed has remained similar to today, these islands are separated for the first time from the rest of the archipelago during the Mindel.

During the Tirrenian II, in the interglacial Riss-Würm, (about 300,000 - 200,000 years ago) the sea level is

## Chapter 5. Geological history and current climate of the Pityusan Islands (page 102-106)

situa entre los 25 y los 30 metros por encima del nivel actual (CUERDA, 1984), volviéndose a inundar las zonas bajas de las Pitiúsas y desapareciendo las islas con cotas inferiores a los 30 metros. Los islotes que pudieron seguir manteniendo población de lacértidos, ya que presentan cotas topográficas superiores a los 30 metros son, además de las mencionadas anteriormente:

Grossa de Santa Eulalia  
Murada  
Margalida  
Bleda Na Bosc

En este periodo quedan aisladas y definitivamente establecidas las poblaciones de vida terrestre de los islotes que siguen a continuación y entre estas poblaciones probablemente deben contarse las de *Podarcis pityusensis*. Estos islotes son:

Tagomago  
Espartar  
Vedrà  
Vedranell  
Murada  
Margalida  
Illes Bledes  
Conillera  
Bosc de Conillera  
Grossa de Santa Eulalia  
Frare

Estas islas ya no volverán a sumergirse; aunque posteriormente durante el Würm sus respectivos territorios se acrecenten a medida que retrocede el mar hasta reunificarse con otras islas vecinas y finalmente todas Pitiúsas forman una única isla emergida. Al final del interglacial: Neothyrreniense, el nivel del mar se situa por encima de los +2 metros (BUTSER & CUERDA, 1962; CUERDA, 1984). Esta situación afecta a unos cuantos islotes, en algunos casos por cubrirlos el agua, en otros por quedar muy reducidas sus dimensiones o bien estar sometidos a inundaciones temporales bajo el efecto de las salpicaduras de las olas, restringiéndose en todos los casos las posibilidades de vida terrestre. Los islotes afectados serían:

Gastabí  
Alga  
Torretes

y probablemente:

Punta de Trucadors  
Sal Rosa  
Negra Nord  
Canaret

between 25 and 30 meters above the current level (CUERDA 1984), flooding the low areas of the Pityusan Islands again and the islands with levels lower than 30 meters disappeared. The islets that were able to continue maintaining a population of lacertidae, since they have topographic levels higher than 30 meters are, in addition to those mentioned above:

Grossa de Santa Eulalia  
Murada  
Margalida  
Bleda Na Bosc

In this period the populations of terrestrial life of the islets that follow are isolated and definitively established and between these populations probably those of *Podarcis pityusensis* must be included. These islets are:

Tagomago  
Espartar  
Vedrà  
Vedranell  
Murada  
Margalida  
Illes Bledes  
Conillera  
Bosc de Conillera  
Grossa de Santa Eulalia  
Frare

These islands will no longer submerge; although later during the Würm their respective territories increase as the sea retreats until reuniting with other neighboring islands and finally all Pityusan Islands form a single emerged island. At the end of the interglacial: Neothyrrenian, the sea level is above +2 meters (BUTSER & CUERDA 1962 ; CUERDA 1984). This situation affects a few islets, in some cases to be covered with water, in others because their size is very small or they are subject to temporary flooding under the effect of splashing waves, in all cases restricting the possibilities of terrestrial life. The affected islets would be:

Gastabí  
Alga  
Torretes

and probable:

Punta de Trucadors  
Sal Rosa  
Negra Nord  
Canaret

## Chapter 5. Geological history and current climate of the Pityusan Islands (page 103-107)

por lo que es de suponer que la fundación de las poblaciones de estas islas debe ser posterior al interglaciar Riss-Würm. La primera fase de transgresión del Würm, hace unos 80.000-60.000 años queda reflejada por un depósito marino en Ses Roques, cerca de Sant Ferran (Formentera), que se situa a +1 metro (CUERDA, 1984).

Desde este momento el nivel del mar sigue descendiendo hasta lograr un máximo de unos -100 metros en el Mediterráneo (LUMLEY, 1976) en el momento de mayor apogeo de la glaciación Würm, hace unos 20.000-25.000 años.

so it is to be assumed that the foundation of the populations of these islands must be after the interglacier Riss-Würm. The first phase of transgression of the Würm, about 80,000-60,000 years ago, is reflected by a marine deposit in Ses Roques, near Sant Ferran (Formentera), which is located at +1 meter (CUERDA, 1984).

From this moment the sea level continues to descend until reaching a maximum of about -100 meters in the Mediterranean (LUMLEY 1976) at the time of the greatest peak of the Würm glaciation, about 20,000-25,000 years ago.

ISL.	AM.	PME.	PMP.
Eivissa	475	-	-
Formentera	202	9.5	-
Punta Trucadors	9	9.5	0 Formentera
Rodona Illetes	10	9.5	1 Formentera
Espalmador	24	9.5	1 Formentera
Gastabí	3	9.5	9 Espalmador
Alga	2	9.5	2 Espalmador
Torretes	2	9.5	1 Espalmador
Pou - Porcs	15	9.5	2 Espalmador
Penjats	13	9	5 Negra Nord
Caragoler	13	3	5 Penjats
Espardell	29	30	25 Espalmador
Sal Rosa	5	2	-
Purroig	16	1	-
Negra Llevant	13	5	-
Negra Nord	4	9	5 Penjats
Rates	15	3	-
Malví Nord	10	20	15 Malví Sud
Malví Sud	16	20	15 Malví Nord
Rodona S.Eulalia	25	10	10 Grossa S.Eulalia
Grossa S.Eulalia	32	15	10 Rodona S.Eulalia
Es Canar	27	10	-
Tagomago	114	40	-
Hort	18	5	-
mesquida	19	5	-
Canaret	7	2	-
Caldés	19	0.5	-
Murada	32	40	-
Margalida	44	60	-
Escull Cala Salada	22	5	-
Bleda Na Plana	23	70	30 Escull Vermell
Escull Vermell	10	70	30 Bleda Na Plana
Bleda Na Bosc	39	70	40 Bleda Na Plana
Bleda Na Gorra	29	70	30 Bleda Na Bosc
Conillera	69	5	5 Bosc Conillera
Bosc de Conillera	67	5	5 Conillera
Espartar	68	40	5 Escull de s'Espartar
Escull de s'Espartar	10	40	5 Espartar
Frare	22	40	10 Espartar
Vedrà	382	60	30 Vedranell
Vedranell	124	60	30 Vedrà

Tabla 5-I.

ISL. = Isla  
 AM. = Altura Máxima  
 PME. = Profundidad máxima respecto a Eivissa  
 PMP. = Profundidad máxima a la isla más próxima  
 -- = La isla más cercana es Eivissa. Los datos batimétricos inferiores a 3 metros frecuentemente varían debido a fenómenos de deriva litoral.

Table 5-I.

ISL. = Island  
 AM. = Maximum height  
 PME. = Maximum depth in relation to Ibiza  
 PMP. = Maximum depth in relation to the nearest island  
 -- = The nearest island is Ibiza. Bathymetric data of less than 3 meters frequently vary due to coastal drift phenomena.

Chapter 5. Geological history and current climate of the Pityusan Islands (page 104-107)

Si no ha variado el fondo de la cuenca marina desde esta última transgresión, todos los islotes de las Pitiusas debieron unirse entre sí. Pero esto no implica la hibridación total de las poblaciones de lacértidos hasta formar una población más o menos homogénea con una variabilidad más reducida de la que se observa hoy día en la especie, ya que actualmente puede observarse que en la población de Formentera existen diferencias zonales muy elevadas. Así los individuos de Cap de Berberia y La Mola se diferencian perfectamente del resto de individuos de Formentera por su coloración, sin que exista ningún tipo de barrera que impida el cruzamiento reproductivo (Véase el capítulo III).

If the bottom of the sea basin has not changed since this last transgression, all the islets of the Pityusan Islands must have been joined together. But this does not imply the total hybridization of the populations of lacertids until forming a more or less homogeneous population with a variability more reduced than what is observed today in the species, since at present it can be observed that in the population of Formentera there are very high zonal differences. Thus, the specimens of Cap de Berberia and La Mola are perfectly differentiated from the rest of the specimens of Formentera by their coloration, without any type of barrier preventing reproductive crossing (See Chapter 3).

Tiempo Time	Niza Nice	Canal de la Mancha English Channel
15.000 - 12.000	- 90 , - 60	- 34
12.000 - 9.000	- 60 , - 45	- 40 , - 26.4
9.000 - 8.000	- 45 , - 20	- 32.6, - 19.5
8.000 - 7.000	- 20 , - 10	- 18.3, - 4.6
7.000 - 6.000	- 10 , - 5	- 10 , - 3
6.000 - 5.000	- 5 , - 2	- 7 , - 4.5
5.000 - 4.000	- 2 , 0	- 1.5, + 4

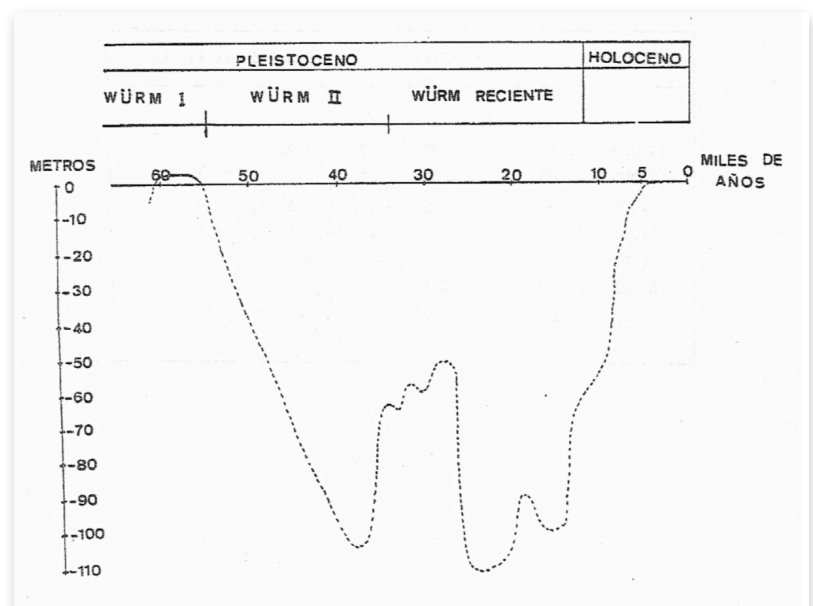
Tabla 5-II. Variaciones del nivel del mar en las costas de Niza (LUMLEY, 1976) y en las costas del Canal de la Mancha (DELIBRIAS & GUILLER, 1971), durante la última regresión marina del Cuaternario.

Table 5-II. Variations in sea level on the coasts of Nice (LUMLEY 1976) and on the coasts of the English Channel (DELIBRIAS & GUILLER 1971), during the last marine regression of the Quaternary.

Figura 5-1. Variaciones del nivel del Mediterráneo en las costas de Niza, según Lumley (1976), durante la última glaciación cuaternaria y el Holoceno.

Figure 5-1. Variations of the Mediterranean level on the coasts of Nice, according to LUMLEY (1976), during the last Quaternary and Holocene glaciations.

Pleistoceno = Pleistocene  
 Holoceno = Holocene  
 Würm reciente = Recent Würm  
 metros = meters  
 Miles de años = 1,000 years



## Chapter 5. Geological history and current climate of the Pityusan Islands (page 107-108)

5.2.2 VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR  
POSTWÜRMIANAS

El final de la transgresión marca el inicio de las separaciones progresivas de las distintas poblaciones actuales de *Podarcis pityusensis*. Tal vez esta es la fase más decisiva para entender la configuración actual de la especie, junto con el estudio minucioso de las condiciones ecológicas que afectan a cada población. Por desgracia no se poseen datos tomados en las Pitiüsas de este espacio de tiempo, pero sí que se conocen los de la costa de Niza (LUMLEY, 1976) y del Canal de la Mancha (DELIBRIAS & GUILLER, 1971), estos últimos obtenidos de forma muy precisa mediante técnicas de datación radioactiva basadas en el C 14.

No es totalmente correcto considerar que las variaciones del nivel del mar son semejantes en dos puntos distintos de la costa, ya que con ello no se considera el efecto debido a la basculación de las masas continentales, pero al no poder utilizar otros datos más próximos se usaran estas fuentes, aunque siempre consideradas a grandes rasgos al transferirlas a las costas pitiüsas.

Isla	Respecto a Eivissa	Isla más cercana	Respecto a la isla más cercana.
Bleda Na Plana	18.000	Escull Vermell	8.500
Escull Vermell	18.000	Bleda Na Plana	8.500
Bleda Na Bosc	18.000	Bleda Na Gorra	8.500
Bleda Na Gorra	18.000	Bleda Na Bosc	8.500
Margalida	12.000	-	-
Vedrà	12.000	Vedranell	8.500
Vedranell	12.000	Vedrà	8.500
Murada	9.000	-	-
Tagomago	9.000	-	-
Espartar	9.000	E.Espartar/Frere	6.000
Escull Espartar	9.000	Espartar	6.000
Frare	9.000	Espartar	6.000
Espardell	8.500	Espalmador	8.000
Malví Nord	8.000	Malví Sud	7.000
Malví Sud	8.000	Malví Nord	7.000
Grossa S.Eulalia	7.500	Rodona S.Eulalia	7.000
Rodona S.Eulalia	7.000	Grossa S.Eulalia	7.000
Es Canar	7.000	-	-
Formentera	6.500	-	-
Punta Trucadors	6.500	Formentera	unido
Rodona Illetes	6.500	Formentera	<5.000
Espalmador	6.500	Formentera	<5.000
Gastabi	6.500	Espalmador	6.500
Alga	6.500	Espalmador	<5.000
Torretes	6.500	Espalmador	<5.000
Pou - Porcs	6.500	Espalmador	<5.000
Penjats	6.500	Negra Nord	6.000
Negra Nord	6.500	Penjats	6.000
Negra Llevant	6.000	-	-
Hort	6.000	-	-
Mesquida	6.000	-	-
Es. Cala Salada	6.000	-	-
Conillera	6.000	Bosc. Conillera	6.000
Bosc de Conillera	6.000	Conillera	6.000
Caragoler	6.000	Penjats	6.000
Rates	<5.000	-	-
Sal Rosa	<5.000	-	-
Canaret	<5.000	-	-
Purroig	<5.000	-	-
Caldés	<5.000	-	-

## 5.2.2 POSTWÜRMIAN SEA LEVEL VARIATIONS

The end of the transgression marks the beginning of the progressive separations of the different current populations of *Podarcis pityusensis*. Perhaps this is the most decisive phase to understand the current configuration of the species, together with the meticulous study of the ecological conditions that affect each population. Unfortunately, we do not have data taken from the Pityusan Islands of this period of time, but we do know those from the coast of Nice (LUMLEY 1976) and the English Channel (DELIBRIAS & GUILLER 1971), the latter obtained very accurately by radioactive dating techniques based on C 14.

It is not entirely correct to consider that the variations in sea level are similar at two different points on the coast, since this does not take into account the effect due to the tilt of the continental masses, but since other more accurate data is not available we will use these sources, although always considered with some restraint when transferring them to the Pityusan shores.

**Tabla 5-III.** Edad aproximada de separación de las poblaciones, deducida de los datos batimétricos y los cambios del nivel del mar durante el post-Würm.

**Table 5-III.** Approximate age of separation of populations, deduced from bathymetric data and changes in sea level during the post-Würm.

Isla = Island

Respecto a Eivissa = In respect to Ibiza

Isla más cercana = Nearest island

Respecto a la isla más cercana = In respect to the nearest island

Note: <5,000 means less than 5,000 years of separation.

## Chapter 5. Geological history and current climate of the Pityusan Islands (page 109-110)

Los datos de la variación del nivel del mar se representan en la tabla 5-II y los de la batimetría actual en la tabla 5-I. Correlacionando ambos grupos de datos se puede obtener una estimación aproximada de la edad de separación de cada islote (Tabla 5-III) y por tanto de las poblaciones de lacértidos que los habitan.

En algunos puntos de la costa esta correlación puede apartarse notablemente de la realidad ya que el fondo de la cuenca marina puede haber variado considerablemente al rellenarse con los sedimentos fluvio-marinos, cuyo espesor es desconocido, como por ejemplo la zona norte de Formentera hasta el paso de Es Freus o la ensenada de Ses Figueretes. La actividad actual de los agentes geológicos indican numerosos puntos con línea de costa inestables en los cuales se forman tómbolos, barras litorales y se van rellenando las cuencas someras, impidiendo las especulaciones sobre la edad de separación de los islotes, como es el caso de los islotes adyacentes a Punta de Trucadors, Illot de Sa Sal Rosa, Illa de Ses Rates, Illa de s'Hort y Bosc de Conillera.

En otros casos los islotes pueden haber surgido en cualquier momento al erosionarse la línea de costa, como podría ser el caso de Illot de Sa Mesquida, Illot des Canaret, Illa den Caldés, Escull de Cala Salada, Illetes de Purroig, etc.

No existen estudios geológicos que se refieran a estos cambios en la batimetría y en la línea de costa y por lo tanto las correlaciones entre los cambios de nivel del mar y el aislamiento de las poblaciones solo pueden ser indicativos.

Según todas las evidencias, ya apuntadas por COLOM (1978), el grupo de Ses Illes Bledes se separó hace unos 18.000-15.000 años, siendo los primeros islotes del archipiélago que se desmembraron. Les siguieron Illa Margalida y Vedrà-Vedranell y a continuación Tagomago, Murada y grupo de Espartar-Frare, hace unos 10.000 años. Posteriormente se separó Espardell, las islas Bledes entre sí y Vedrà de Vedranell hacia 9.000-8.000 años antes de ahora.

Es Malvins debieron separarse hace unos 8.000 años y poco después lo hicieron las islas de Santa Eulalia, Rodona de Santa Eulalia y Es Canar. Entre 7.000 y 6.000 años debió producirse la abertura del paso marítimo de Es Freus, separando Formentera con su grupo de islas vecinas, de Eivissa con las islas más próximas a ella, a la

The data on sea level variation are shown in table 5-II and those of the current bathymetry in table 5-I. By correlating both groups of data it is possible to obtain an approximate estimate of the age of separation of each islet (table 5-III) and therefore of the populations of lacertids that inhabit them.

In some points of the coast, this correlation can be significantly different from the reality since the bottom of the marine basin may have varied considerably when filled with fluvial-marine sediments, whose thickness is unknown, such as the north of Formentera to the channel of Es Freus or the bay of Ses Figueretes. The current activity of the geological agents indicates numerous points with unstable coastline in which sediments are formed, sandbank which are filling the shallow basins, preventing speculations on the age of separation of the islets, as is the case of the islets adjacent to Punta de Trucadors, Illot de Sa Sal Rosa, Illa de Ses Rates, Illa de s'Hort and Bosc de Conillera.

In other cases the islets may have arisen at any time by erosion of the coastline, as could be the case at Illot de Sa Mesquida, Illot des Canaret, Illa den Caldés, Escull de Cala Salada, Illetes de Purroig, etc.

There are no geological studies that refer to these changes in the bathymetry and in the coastline and therefore the correlations between changes in sea level and the isolation of populations can only be indicative.

According to all the evidence, already pointed out by COLOM (1978), the group of Ses Illes Bledes separated about 18,000-15,000 years ago, being the first islets of the archipelago that was separated. They were followed by Illa Margalida and Vedrà-Vedranell and then Tagomago, Murada and the Espartar-Frare group, some 10,000 years ago. Later Espardell separated, the Bledes Islands among themselves and Vedrà from Vedranell towards 9,000-8,000 years before now.

It is Malvins had to separate about 8,000 years ago and shortly after the islands of Santa Eulalia, Rodona de Santa Eulalia and Es Canar. Between 7,000 and 6,000 years ago the opening of the channel of Es Freus had to have taken place, separating Formentera with its group of neighboring islands, from Ibiza with the islands closest to

## Chapter 5. Geological history and current climate of the Pityusan Islands (page 110-111)

vez que se individualizaban Negra Nord y Illa des Penjats.

Hace unos 6.000-5.000 años el nivel del mar se situó a unos -5 metros, separándose Negra de Llevant, Illot de s'Hort, Illot de Sa Mesquida, Illeta de Cala Salada, Conillera y Bosc de Conillera.

El resto de separaciones entre islas debieron efectuarse posteriormente de forma paulatina, aunque es posible que con posteriores reunificaciones en algunos casos, ya que el nivel del mar durante el Holoceno (últimos 5.000 años) ha variado entre unos -3 y unos +4 metros (DELIBRIAS-GUILLER, 1971; CUERDA, comunicación personal) y por lo tanto no puede precisarse la edad de aislamiento de las islas con escasa batimetría a su alrededor.

### 5.3 CLIMA ACTUAL DE LAS PITIÜSAS

El archipiélago de las Pitiüsas posee un clima caracterizado por su situación geográfica, localizada en el centro del Mediterráneo español, y poco modificado por otros factores secundarios como podría ser el relieve, ya que no presentan formas topográficas excesivamente abruptas.

#### 5.3.1 RADIACIÓN

La radiación solar que reciben es muy elevada durante todo el año y las horas de sol directo representan más del 50 % de las horas diurnas en cualquier mes del año, según se desprende de los datos publicados por GUIJARRO (1984) que se presentan en la tabla 5-IV. Estas horas de sol sólo se ven interrumpidas de forma esporádica por nubes ocasionales que no llegan a cubrir la totalidad del cielo, siendo muy escasos los días nublados a lo largo de todo el año.

#### 5.3.2 TEMPERATURA

Las temperaturas que se observan en las distintas estaciones presentan fluctuación según la zona, pero no parece ser que pueda atribuirse a ningún gradiente térmico existente en las islas, ya su superficie parece ser excesivamente pequeña, pero que sin embargo podría estar relacionado con causas microclimáticas debidas al enclave de cada estación meteorológica (GUIJARRO, 1984).

it, while Negra Nord and Illa des Penjats also were seperated.

About 6,000-5,000 years ago the sea level was about -5 meters, separating Negra de Llevant, Illot de s'Hort, Illot de Sa Mesquida, Illeta de Cala Salada, Conillera and Bosc de Conillera.

The rest of the separations between islands should have been carried out gradually, although it is possible that with subsequent reunifications in some cases, since the sea level during the Holocene (last 5,000 years) has varied between about -3 and about +4 meters (DELIBRIAS & GUILLER 1971 ; CUERDA pers. comm.) and therefore the age of isolation of the islands with little bathymetry around them can not be specified.

### 5.3 CURRENT CLIMATE OF THE PITIUSAN ISLANDS

The Pityusan archipelago has a climate characterized by its geographical location, located in the center of the Spanish Mediterranean, and little modified by other secondary factors such as shelter, since there are no topographical formations that are excessively abrupt.

#### 5.3.1 RADIATION

The solar radiation they receive is very high throughout the year and the hours of direct sunlight represent more than 50% of the daytime hours in any month of the year, as can be seen from the data published by GUIJARRO (1984) presented in table 5-IV. These hours of sun are only interrupted sporadically by occasional clouds that do not cover the entire sky, with very few cloudy days throughout the year.

#### 5.3.2 TEMPERATURE

The temperatures observed in the different seasons fluctuate according to the zone, but it does not seem that it can be attributed to any thermal gradient existing in the islands, and its surface seems to be excessively small, but that could nevertheless be related to microclimatic causes due to the enclave of each meteorological station (GUIJARRO, 1984).

## Chapter 5. Geological history and current climate of the Pityusan Islands (page 112-113)

	E Jan	F Feb	Mz Mar	Ab Apr	My May	Jn Jun	Jl Jul	Ag Aug	S Sep	O Oct	N Nov	D Dec	Annual Annual
Eivissa-Aeropuerto (1961-1979)													
<b>Ibiza airport (1961-1979)</b>													
Media diaria horas de Insolación Average hours of insolation	5.3	6.5	6.4	8.1	9.6	10.4	11.3	10.0	8.0	6.6	5.7	4.8	7.7
Duración relativa (%) Relative duration (%)	54	58	54	61	67	70	77	73	64	59	57	51	64
La Savina (1940-1951)													
<b>La Savina (1940-1951)</b>													
Media diaria horas de Insolación Average hours of insolation	5.5	7.1	6.9	8.0	9.4	11.2	11.7	10.4	7.6	6.6	6.1	4.8	7.9
Duración relativa (%) Relative duration (%)	56	63	58	60	66	75	80	76	61	59	60	51	66

**Tabla 5-IV.** Datos de Insolación de las Pitiüsas presentados por GUIJARRO (1984). En la estación de La Savina se aprecia una mayor insolación media anual respecto a la estación de Eivissa-Aeropuerto.

**Table 5-IV.** Insolation data of the Pityusan Islands presented by GUIJARRO (1984). In La Savina station, there is a greater annual average insolation compared to the Ibiza-airport station.

Así por ejemplo las temperaturas registradas durante un mismo periodo en las estaciones de Sant Miguel, Santa Eulalia y Coves Blanques son semejantes durante todo el año en las máximas y mínimas a las alcanzada en la estación de Eivissa-Aeropuerto, por ello no se han incluido estos datos en la tabla 5-V ya que son redundantes y así se facilita la lectura comparativa entre las demás estaciones.

No ocurre así en la estación situada en la Central Térmica de la ciudad de Eivissa, que presenta una mayor oscilación con máximos superiores y mínimos inferiores a las otras estaciones situadas sobre la isla de Eivissa, lo cual posiblemente es debido a la alta actividad energética que se desarrolla en las cercanías de esta estación.

Se poseen datos de la estación de La Savina, pero que comprende un periodo de observación distinto del que se posee para las demás estaciones (Tabla 5-V), por lo tanto no es factible comparar directamente los datos entre ellas. Pero sí que podemos detectar la oscilación térmica (diferencia entre máxima y mínima) que se registra en cada una de las estaciones y compararlas entre sí. Según datos de GAYA (1976) y GUIJARRO (1984) se aprecia que en La Savina existe una oscilación térmica menor que en las demás estaciones localizadas en la isla de Eivissa, esta diferencia tal vez es debida al emplazamiento de La Savina, casi rodeada por mar, al ser un antiguo islote

For example, the temperatures recorded during the same period in the stations of Sant Miguel, Santa Eulalia and Coves Blanques are similar throughout the year in the maximum and minimum to those reached at the Ibiza-Aeropuerto station, so they have not been included these data in table 5-V and since they are redundant and thus the comparative reading between the other stations is facilitated.

This is not the case in the station located in the Thermal Power Plant of the city of Ibiza, which has a greater oscillation with higher and lower maxima lower than the other stations located on the island of Ibiza, which is possibly due to the high energy activity that is developed in the vicinity of this station.

Data is available from the La Savina station, but it includes an observation period different from that of the other stations (table 5-V), therefore it is not feasible to directly compare the data between them. But we can detect the thermal oscillation (difference between maximum and minimum) that is recorded in each of the stations and compare them with each other. According to data from GAYA (1976) and GUIJARRO (1984), it can be seen that in La Savina there is a lower thermal oscillation than in the other stations located on the island of Ibiza, this difference is perhaps due to the location of La Savina, almost surrounded by sea, being an old islet

## Chapter 5. Geological history and current climate of the Pityusan Islands (page 113-115)

unido a Formentera por un dique, y por lo tanto con un gran influjo de mar que podría suavizar las temperaturas.

Estas pequeñas diferencias que se detectan en La Savina hacen sospechar que en cada islote deben registrarse pequeñas variaciones térmicas respecto a la isla de Eivissa, debidas al influjo del mar, relieve de la isla, orientación, así como recubrimiento vegetal, formando microclimas propios para cada isla, de los cuales no se poseen registros, pero que serían de gran interés ya que el clima condiciona enormemente la biología de las lagartijas.

A pesar de estos impedimento pueden deducirse interesantes resultados con los datos de que se dispone. La temperatura media de todo el año oscila alrededor de los 17°C, con una media anual mínima de unos 13°C y una media anual máxima de alrededor de 21°C.

Los días más fríos se registran durante el mes de Febrero, pero la media mensual de días durante los cuales pueden registrarse temperaturas inferiores a 0°C es sólo de 0.5 días para este mes de Febrero. Sin embargo durante este mes se han llegado a registrar máximas que ascienden a 22.8°C, temperatura que permite a las lagartijas abandonar su letargo y presentarse perfectamente activas.

attached to Formentera by a dike, and therefore with a large influx of sea that could soften the temperatures.

These small differences that are detected in La Savina make it suspect that in each islet there must be small thermal variations with respect to the island of Ibiza, due to the influence of the sea, relief of the island, orientation, as well as vegetal cover, forming own microclimates for each island, of which there are no records, but which would be of great interest since the climate greatly determines the biology of the lizards.

Despite these impediments, interesting results can be inferred from the data available. The average temperature of the whole year oscillates around 17° C., with a minimum annual average of about 13° C. and a maximum annual average of around 21° C.

The coldest days are recorded during the month of February, but the monthly average of days during which temperatures below 0° C. may be recorded is only 0.5 days for this month of February. However, during this month record temperature highs amounting to 22.8° C. have been reached that allows lizards to abandon their lethargy and appear perfectly active.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
<b>Eivissa Central Térmica</b>													
Máxima diaria	15.2	15.8	17.2	19.4	22.8	26.2	29.4	29.8	27.8	23.2	19.2	16.2	21.8
Mínima diaria	6.8	7.2	7.4	10.0	13.0	15.8	19.6	20.0	18.0	14.2	10.0	7.2	12.4
Media diaria	11.0	11.5	12.3	14.7	17.9	21.0	24.5	24.9	22.9	18.7	14.6	11.7	17.1
Oscilación	8.4	8.6	9.8	9.4	9.8	10.4	9.8	9.8	9.8	9.0	9.2	9.0	9.4
<b>Eivissa Ae:opuerto</b>													
Máxima diaria	15.2	15.4	16.4	18.6	22.0	25.4	28.8	29.4	27.2	23.2	18.8	15.8	21.3
Mínima diaria	8.2	8.2	8.6	10.6	13.8	17.2	20.4	21.2	19.2	15.6	11.6	9.2	13.7
Media diaria	11.7	11.8	12.5	14.6	17.9	21.3	24.6	25.3	23.2	19.4	15.2	12.5	17.5
Oscilación	7.0	7.2	7.8	8.0	8.2	8.2	8.4	8.2	8.0	7.6	7.2	6.6	7.8
<b>La Savina</b>													
Máxima diaria	13.7	14.4	16.0	18.2	20.8	24.9	27.5	28.3	26.5	22.6	19.1	15.3	20.6
Mínima diaria	9.8	10.1	11.6	13.3	16.0	19.6	22.6	23.1	21.3	17.6	13.9	10.9	15.8
Media diaria	11.7	12.3	13.8	15.8	18.4	22.2	25.0	25.7	23.9	20.1	16.5	13.1	18.2
Oscilación	3.9	4.3	4.4	4.9	4.8	5.3	4.9	5.2	5.2	5.0	5.2	4.4	4.8

**Tabla 5-V.** Medias de las máximas, mínimas y medias diarias en tres estaciones meteorológicas, durante los 12 meses del año y medias anuales. Datos de GUIJARRO (1984), confrontados con los de GAYA (1970).

**Table 5-V.** Average of the maximum, minimum and average daily in three weather stations, during the 12 months of the year and annual averages. Data of GUIJARRO (1984), compared with those of GAYA (1970).

## Chapter 5. Geological history and current climate of the Pityusan Islands (page 115-117)

En el extremo opuesto, los días más calurosos se registran durante el mes de Agosto con un máximo alcanzado de 35.6°C que no es una temperatura excesiva para los lacértidos; manteniéndose la media de este mes en los 25.3°C.

Por lo tanto los animales sin una clara homeotermia pueden permanecer activos durante cualquier mes del año, aunque los días con temperaturas más bajas entren en letargo. Todos los años durante los meses de invierno, aunque en distintas fechas según el año, se goza de unos días de relativo bienestar térmico, en los cuales las lagartijas abandonan sus refugios y se muestran activas. De hecho se han realizado numerosas observaciones de individuos expuestos al sol o divagando en busca de alimento durante todos los meses del año en Eivissa y Formentera; no se ha realizado este seguimiento en las poblaciones de los islotes, ya que su visita no siempre resulta fácil.

La temperatura del agua de mar se sitúa con una media para el mes más frío de unos 13.5°C y para el más cálido de unos 27°C (GAYA, 1976). Temperaturas mucho más suaves que sobre tierra firme, cuya influencia tal vez suavice las temperaturas que se registran en los islotes.

### 5.3.3 PRECIPITACIONES

Solo se reciben precipitaciones líquidas, aunque en algunas ocasiones pueden producirse en forma de granizo y muy ocasionalmente en forma de nieve o agua-nieve. En general son más abundantes hacia el centro de las islas mayores que en su periferia y cuanto más al norte del archipiélago. GUIJARRO (1984) nos provee de los siguientes datos:

Faro de la isla de Conillera	278 mm anuales
Faro de la isla de Tagomago	291 mm anuales
Eivissa - Aeropuerto	431 mm anuales
La Savina (Formentera)	351 mm anuales
Faro de La Mola (Formentera)	414 mm anuales

Según los cuales se aprecia una menor precipitación anual en las estaciones situadas sobre los islotes.

Con estos datos y otras observaciones realizadas en 15 puntos más, situados sobre las islas principales, GUIJARRO (1984) presenta un mapa de precipitación media anual (Fig. 5-2), en el cual se aprecia que las islas menores reciben menos precipitación anual que en

At the opposite extreme, the hottest days are recorded during the month of August with a maximum reached of 35.6° C. which is not an excessive temperature for the lacertids; maintaining the average of this month at 25.3° C.

Therefore animals without a clear homeothermy can remain active during any month of the year, although the days with lower temperatures go into lethargy. Every year during the winter months, although on different dates according to the year, you enjoy a few days of relative thermal comfort, in which the lizards leave their shelters and are active. In fact, numerous observations have been made of specimens exposed to the sun or rambling in search of food during all the months of the year in Ibiza and Formentera; This monitoring has not been carried out in the islet populations, since their visit is not always easy.

The seawater temperature is situated with an average for the coldest month of about 13.5° C. and for the warmest of about 27° C. (GAYA 1976). Temperatures much milder than on the mainland, whose influence at the same time might soften the temperatures that are registered in the islets.

### 5.3.3 PRECIPITATION

Only liquid precipitations are received, although in some occasions they can be produced in the form of hail and very occasionally in the form of snow or water-snow. In general, they are more abundant towards the center of the larger islands than in their periphery and the further north of the archipelago. GUIJARRO (1984) provides us with the following information:

Lighthouse of Isla de Conillera	278 mm annual
Lighthouse of Tagomago	291 mm annual
Ibiza - Airport	431 mm annual
La Savina (Formentera)	351 mm annual
La Mola (Formentera)	414 mm annual

According to which there is less annual precipitation in the stations located on the islets.

With these data and other observations made in 15 more locations on the main islands, GUIJARRO (1984) presents a map of average annual precipitation (figure 5-2), which shows that the smaller islands receive less annual precipitation than Ibiza and Formentera. The islands of

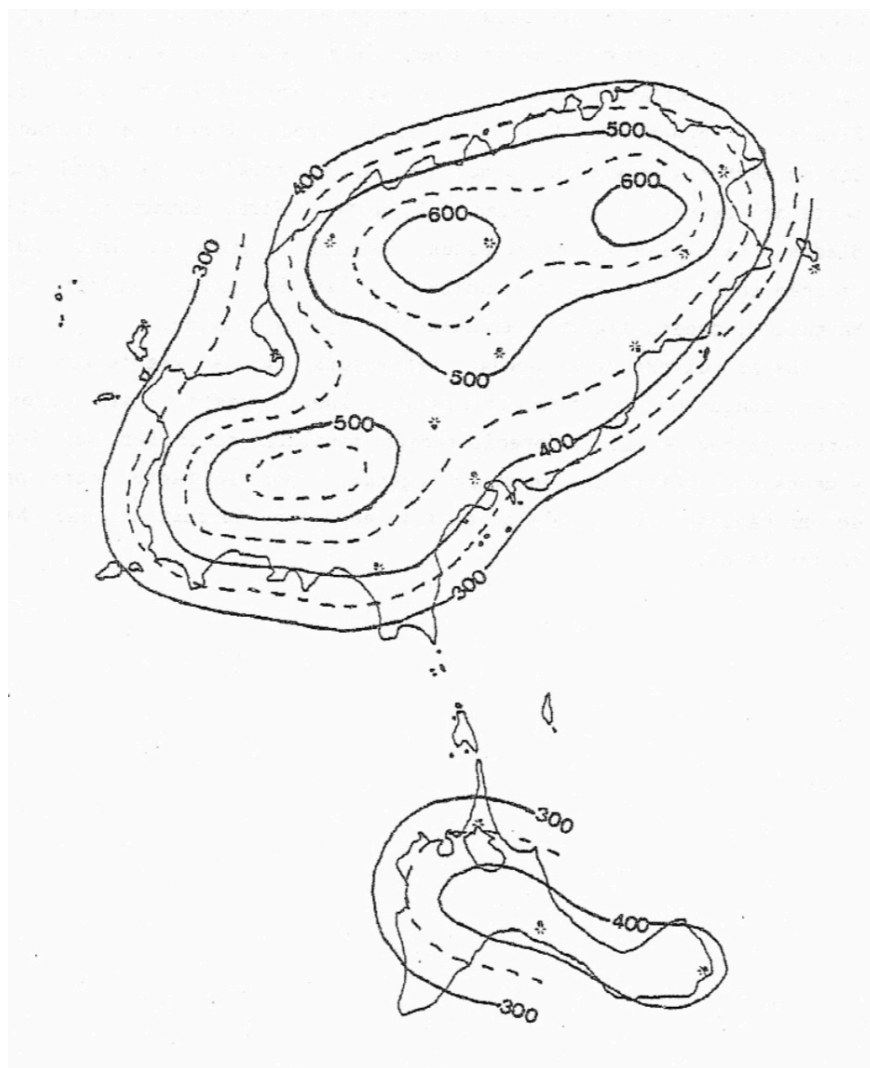
## Chapter 5. Geological history and current climate of the Pityusan Islands (page 116-117)

Eivissa y Formentera. Las islas de Es Freus, Punta de Trucadors y Cap de Berberia registran menos de 300 mm anuales, al igual que una parte de Tagomago y las islas del oeste (Vedrà, Espartar, Conillera, Bledes). Las islas del este: Rates, Malvins y grupo de Santa Eulalia, reciben entre 300 - 400 mm anuales; y las del norte: Caldés, Murada, Margalida, pueden llegar a alcanzar los 450 mm anuales.

Estas diferencias quedan reflejadas en la vegetación de las islas, aunque no de forma totalmente lineal pues influyen otros factores, ya que según la precipitación recibida puede ser más frondosa y menos esclerófito la cobertura vegetal y por lo tanto podrá proveer de un hábitat más complejo a las especies terrestres que habitan en las islas.

Es Freus, Punta de Trucadors and Cap de Berberia register less than 300 mm per year, as do a part of Tagomago and the western islands (Vedrà, Espartar, Conillera, Bledes). The eastern islands: Rates, Malvins and Santa Eulalia group receive between 300 - 400 mm per year; and the northern ones: Caldés, Murada, Margalida, can reach 450 mm per year.

These differences are reflected in the vegetation of the islands, although not in a completely linear because other factors have influence, since according to the rainfall received may be more leafy and less sclerophytic plant cover and therefore may provide a more complex habitat to the terrestrial species that inhabit the islands.



**Figura 5-2.** Mapa pluviométrico de las Pitiúsas según GUIJARRO, 1984. Las estaciones de toma de datos se indican con \* en el mapa. Obsérvese que la mayoría de islotes reciben una precipitación inferior a los 300 mm anuales.

**Figure 5-2.** Pluviometric map of the Pityusan Islands according to GUIJARRO (1984). The data collection stations are indicated within the map. Note that most islets receive less than 300 mm per year of precipitation.

## 6. ANALISIS ESTADISTICOS

### 6.1 INTRODUCCIÓN

En un estudio introductorio que se realizó sobre esta especie (CIRER, 1981), se apreció que los análisis estadísticos multivariantes podrían ser una vía de solución que definiera su taxonomía, si bien entonces no se propuso ninguna revisión taxonómica a la espera de obtener resultados mediante diferentes métodos de análisis distintos de los estadísticos y poder contratarlos conjuntamente. Por ello se ha abordado el problema aumentando al máximo de lo posible el número de individuos analizados y aplicando los análisis más potentes de la estadística multivariante.

Algunos grupos de poblaciones se diferencian de otros grupos por sus medidas biométricas (talla, robustez, folidosis). Además en los estudios taxonómicos, de esta y otras especies cercanas, frecuentemente se recurre a la descripción de los valores tomados por estas variables, a fin de definir los márgenes propios de los distintos taxones. Es por ello que se ha insistido exhaustivamente en el campo estadístico, recurriendo a los dispositivos informáticos, que ayudan en gran medida a disminuir los errores humanos y aplicando todas las pruebas estadísticas de alta resolución que se adecuan mejor a este problema.

Se han realizado diversos análisis, algunos de ellos se rechazaron posteriormente al comprobar su baja efectividad para este caso, ya que existe una variabilidad altísima que generalmente dificulta la comprensión de los resultados. Otros análisis han demostrado ser de una potencia aceptable, por más que la alta variabilidad proporciona siempre un cierto grado de distorsión, que solo salvaremos en una discusión conjunta de los resultados obtenidos por los diversos métodos aplicados en el presente trabajo.

Inicialmente se ha realizado una estadística descriptiva mínima y para evitar la presentación de largas listas de cifras, generalmente poco ilustrativas, se ha intentado resumir este aspecto mediante la presentación de unos diagramas de Dice (SOKAL-ROHLF, 1979), uno para cada variable y sexo. Le sigue un breve estudio del dimorfismo sexual, contrastando machos y hembras para cada variable, en cada población y entre todos los individuos conjuntamente.

## 6. STATISTICAL ANALYSIS

### 6.1 INTRODUCTION

In an introductory study that was conducted on this species (CIRER 1981), it was appreciated that multivariate statistical analysis could be a solution path that defined its taxonomy, although no taxonomic revision was proposed at the time to obtain results through different methods of analysis other than statistics and be able to contract them together. Therefore, the problem has been addressed by maximizing the number of specimens analyzed as much as possible and applying the most powerful multivariate statistics.

Some groups of populations are differentiated from other groups by their biometric measurements (size, robustness, pholidosis). In addition, in the taxonomic studies of this and other nearby species, the description of the values taken by these variables is frequently used, in order to define the margins of the different taxa. That is why we have insisted exhaustively on the statistical field, resorting to computer devices, which greatly help to reduce human errors and applying all high-resolution statistical tests that are better suited to this problem.

Several analysis have been carried out, some of them were later rejected after checking their low effectiveness in this case, since there is a very high variability that generally makes it difficult to understand the results. Other analysis have shown to be of an acceptable power, although the high variability always provides a certain degree of distortion, which we will only address in a joint discussion of the results obtained by the various methods applied in the present work.

Initially, a minimum descriptive statistics has been made and to avoid the presentation of long lists of figures, generally not very illustrative, an attempt has been made to summarize this aspect by presenting some dice diagrams (SOKAL & ROHLF 1979), one for each variable and sex. It is followed by a brief study of sexual dimorphism, contrasting males and females for each variable, in each population and among all specimens together.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 119-120)

A continuación se presentan los análisis multivariantes: factorial, discriminante, canónico y taxonomía numérica. Cuyos fundamentos, finalidades y metodología aplicada se desarrollan previamente a cada análisis. Algunas de estas técnicas estadísticas también se han aplicado en los estudios electroforéticos y colorimétricos.

The multivariate analysis are presented below: Factorial, discriminant, canonical and numerical taxonomy. Whose foundations, purposes and applied methodology are developed prior to each analysis. Some of these statistical techniques have also been applied in electrophoretic and colorimetric studies.

Nº	Población	♂					+0					TOTALES		
		Col. Propia	Ins. Pir. Eco. Jaca	Senckenberg	A. Koenig	Zool. Staat. Múnich	Total Machos	Col. Propia	Ins. Pir. Eco. Jaca	Senckenberg	A. Koenig		Zool. Staat. Múnich	Total hembras
1	Eivissa	39	--	--	--	--	39	51	--	--	--	--	51	90
2	Formentera	--	45	--	--	4	49	--	39	--	--	2	41	90
3	Trucadors	--	--	6	6	--	12	--	--	8	3	2	13	25
4	Rodona Illetes	3	--	--	--	--	3	8	--	--	--	--	8	11
5	Espalmador	14	--	1	--	--	15	31	--	1	--	--	32	47
6	Gastabí	7	--	--	9	--	16	4	--	--	2	--	6	22
7	Alga	7	--	--	--	--	7	3	--	--	--	--	3	10
8	Torretes	9	2	--	9	--	20	15	2	--	--	--	17	37
9	Pou o Porcs	23	1	--	5	4	33	13	5	--	3	1	22	55
10	Penjats	--	24	2	4	--	30	--	12	4	6	--	22	52
11	Caragoler	4	--	--	8	--	12	3	--	--	2	--	5	17
12	Espardeu	21	--	--	2	--	23	27	--	--	5	--	32	55
13	Sal Rosa	4	--	--	--	--	4	6	--	--	--	--	6	10
14	Purroig	--	--	17	9	--	26	--	--	1	--	--	1	27
15	Negra Llevant	3	--	--	--	--	3	3	--	--	--	--	3	6
16	Negra Nord	9	4	--	--	--	13	12	5	--	--	--	17	30
17	Rates	6	3	2	2	--	13	9	4	--	--	--	13	26
18	Malví Nord	8	2	--	2	--	12	5	6	1	1	--	13	25
19	Malví Sud	6	3	--	2	--	11	5	1	1	4	--	11	22
20	Rodona Sta. Eulalia	9	3	1	1	--	14	5	2	5	2	--	14	28
21	Grossa Sta. Eulalia	--	21	2	--	--	23	--	22	1	--	--	23	46
22	Es Canar	15	2	1	4	--	22	4	1	1	4	--	10	32
23	Tagomago	17	--	2	3	1	23	33	--	1	1	--	35	58
24	Hort	6	--	--	5	3	14	9	--	--	2	5	16	30
25	Sa Mesquida	5	--	--	5	--	10	3	--	--	3	--	6	16
26	Canaret	6	--	--	--	--	6	5	--	--	--	--	5	11
27	Caldés	11	--	3	10	--	24	6	--	2	5	--	13	37
28	Murada	13	--	2	5	6	26	24	--	--	2	10	36	62
29	Margalida	--	--	1	1	--	2	8	--	1	7	2	18	20
30	Escull Cala Salada	6	--	2	8	--	16	5	--	--	3	--	8	24
31	Bleda Na Plana	17	--	4	--	--	21	32	--	2	--	--	34	55
32	Escull Vermell	--	--	9	--	--	9	--	--	7	--	--	7	16
33	Bleda Na Bosc	--	2	9	--	--	11	--	6	8	--	--	14	25
34	Bleda Na Gorra	7	--	12	--	--	19	6	--	9	--	--	15	34
35	Conillera	11	4	4	--	4	23	17	6	1	--	2	26	49
36	Bosc de Conillera	2	--	7	6	--	15	5	--	3	2	--	10	25
37	Espartar	33	--	3	--	--	36	18	--	3	--	--	21	57
38	Escull Espartar	1	--	6	--	--	7	3	1	6	--	--	10	17
39	Frare	4	--	10	4	--	18	4	1	9	4	--	18	36
40	Vedrà	13	12	4	--	--	29	18	7	1	--	--	26	55
41	Vedranell	13	--	--	2	--	15	13	--	--	--	--	13	28
42	Bosc de S. Miquel	--	--	2	2	--	4	--	--	--	3	--	3	7
43	Palma	--	--	4	--	--	4	--	--	2	--	--	2	6
44	Sabina	--	--	--	3	--	3	--	--	--	--	--	--	3
45	Conejo	--	--	--	5	--	5	--	--	--	2	--	2	7
TOTALES		352	128	116	122	22	740	413	120	78	66	24	701	1441

Tabla 6-I. Efectivos utilizados en los análisis estadísticos, procedentes de distintas colecciones.

Table 6-I. Specimens used in statistical analysis, differentiated by the collection of origin.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 119-121)

Recientemente se ha aplicado el método de análisis biplot a la sistemática de *Podarcis* ibéricas (PÉREZ MELLADO-GALINDO VILLARDON, 1986) que también posee un poder discriminatorio aceptable. La base del razonamiento estadístico de esta técnica es semejante al fundamento de las utilizadas en este trabajo y por tanto su aplicación sería redundante.

Se han analizado 1499 individuos (772 machos y 727 hembras) pertenecientes a 45 poblaciones distintas, cuyos efectivos se señalan en la tabla 6-I. Sobre cada individuo se han medido 17 variables biométricas, definidas en el capítulo de material y métodos.

## 6.2 ANÁLISIS DE LAS MEDIAS

Inicialmente se ha comprobado que las 17 variables se distribuyen de modo normal y se han tabulado sus medias y desviaciones típicas para machos y hembras de las 45 poblaciones y para todos los machos y todas las hembras.

Los valores obtenidos para cada variable son muy semejantes entre las distintas poblaciones y la comparación de las 45 medias se hace difícil. Por eso se ha creído conveniente recurrir a un sistema de análisis visual. En las figuras de la 6-1 a la 6-34 se han representado los valores de las medias para cada población y para ambos sexos, ordenadas de menor a mayor y con el límite de confianza de cada media.

Para el cálculo de los límites de confianza se ha utilizado la expresión propuesta por SOKAL-ROHLF (1979), que considera el tamaño muestra y la desviación típica:

$$L = \bar{x} \pm t_{.05(n-1)} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Siendo:

s = desviación típica

n = tamaño maestra

t = valor de t-student para n individuos  
a un nivel de confianza del 0.95.

Being:

s = standard deviation

n = sample size

t = value of t-student for n  
specimens at a confidence  
level of 0.95

Recently, the method of biplot analysis has been applied to the Iberian *Podarcis* system (PÉREZ MELLADO & GALINDO VILLARDON 1986), which also has an acceptable discriminatory power. The base of the statistical reasoning of this technique is similar to the foundation of those used in this work and therefore its application would be redundant.

We analyzed 1499 specimens (772 males and 727 females) belonging to 45 different populations, whose numbers are shown in table 6-I.<sup>(23)</sup> On each specimen, 17 biometric variables have been measured, defined in the **material and methods chapter**.

## 6.2 ANALYSIS OF THE MEANS

Initially it was verified that the 17 variables are distributed in a normal way and their means and standard deviations have been tabulated for males and females of the 45 populations and for all the males and all the females.

The values obtained for each variable are very similar among the different populations and the comparison of the 45 means becomes difficult. For that reason it has been considered convenient to resort to a system of visual analysis. Figures 6-1 to 6-34 show the values of the means for each population and for both sexes, ordered from lowest to highest and with the confidence limit of each average.

For the calculation of the confidence limits the expression proposed by SOKAL & ROHLF (1979) has been used, which considers the sample size and the standard deviation:

(23) In Table 6-II, the total number of individuals counted is 1499. These are the individuals used for univariate statistics prior to multivariate analysis. This analysis requires that all individuals have values for all variables, and individuals without complete measurements were excluded, as were juveniles with uncertain sex assignment. Table 6-I lists the specimens used solely for multivariate analysis, total: 1441 specimens. This was not properly specified in the text.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 121-122)

Aquellas poblaciones que presentan  $s = 0$ , debido a una falta de efectivos (en ocasiones solo se dispone de 1 individuo analizado), solo se ven representados por el valor de la media.

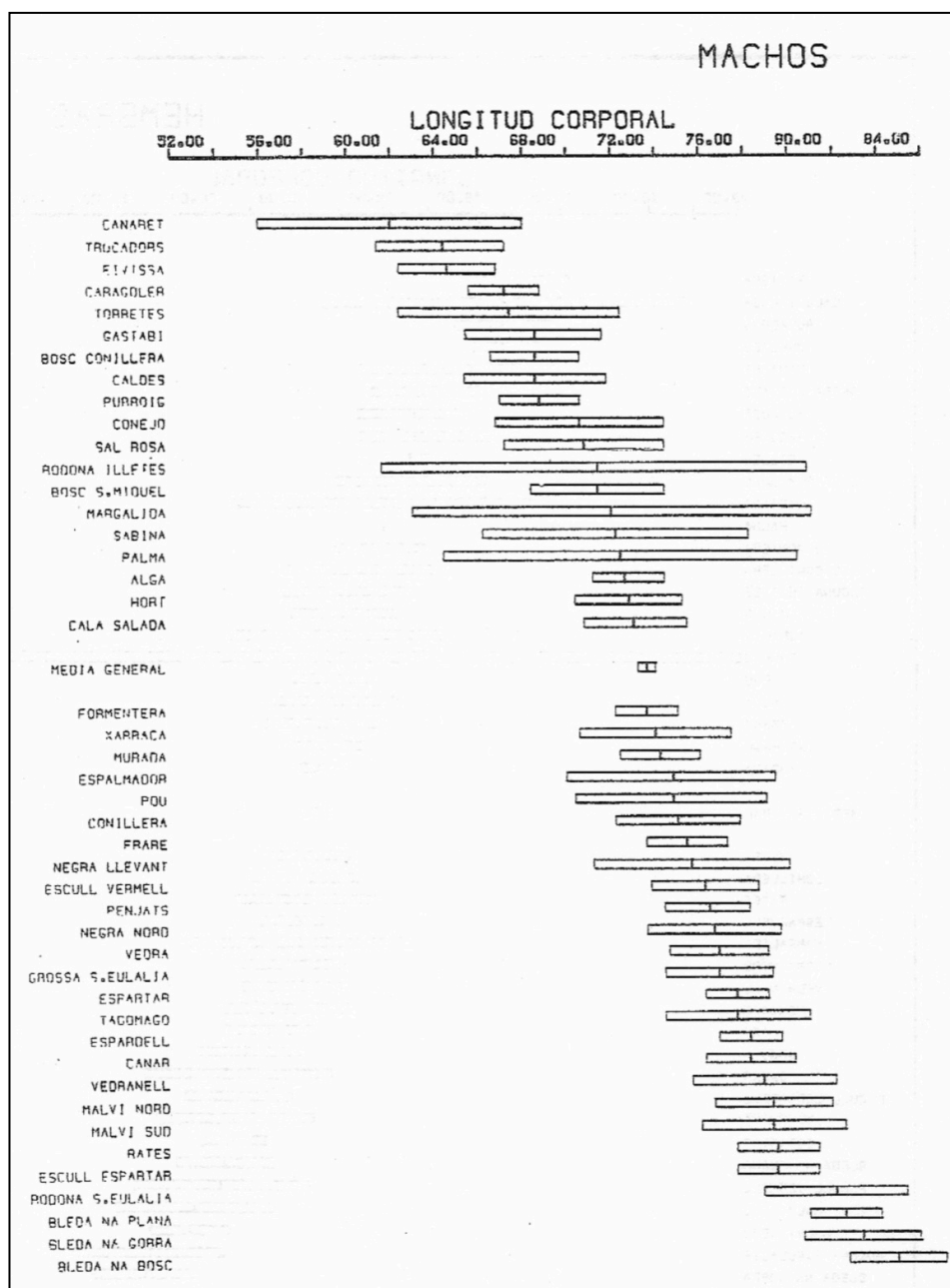
Se aprecia que las medias siguen una curva sigmoide ya que se distribuyen según una normal. En todos los casos existe un amplio número de poblaciones con valores intermedios muy semejantes entre sí. De tal modo que los límites de confianza se solapan entre ellos.

Those populations that have  $s = 0$ , due to a lack of sample size (sometimes only 1 specimen was analyzed), are only represented by the value of the average.

It is appreciated that the means follow a sigmoid curve since they are distributed according to a normal one. In all cases there is a large number of populations with intermediate values very similar to each other. In such a way that the confidence limits overlap between them.

Figura 6-1.

Figure 6-1. Means and standard deviation of **LC. Body length** (snout-vent length) in males.



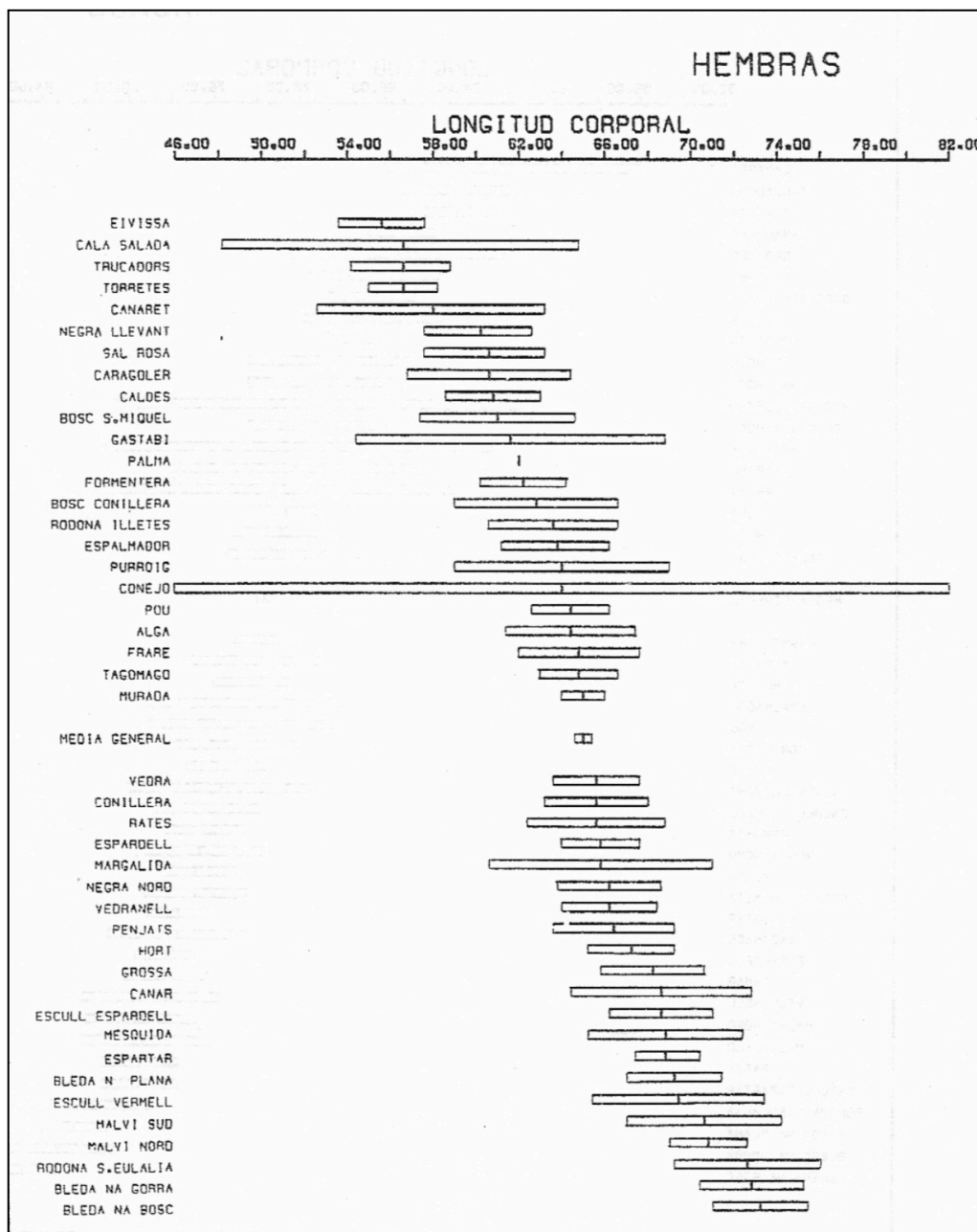
Chapter 6. Statistical analysis (page 119-123)

Comparando las poblaciones con valores extremos ("colas de la distribución") puede no existir solapamiento entre los límites superior e inferior respectivamente, apreciándose claramente su diferencia. Pero no podemos diferenciar al resto ya que sus límites se solapan, en muchas ocasiones en su totalidad; justificando pues que se apliquen métodos más sofisticados de los aplicados hasta hoy día en esta especie.

Comparing the populations with extreme values ("tails of the distribution") there may not be overlap between the upper and lower limits respectively, clearly appreciating their difference. But we can not differentiate the rest since their limits overlap, often in their entirety; justifying, therefore, that more sophisticated methods are applied than those applied to this species until now.

Figura 6-2.

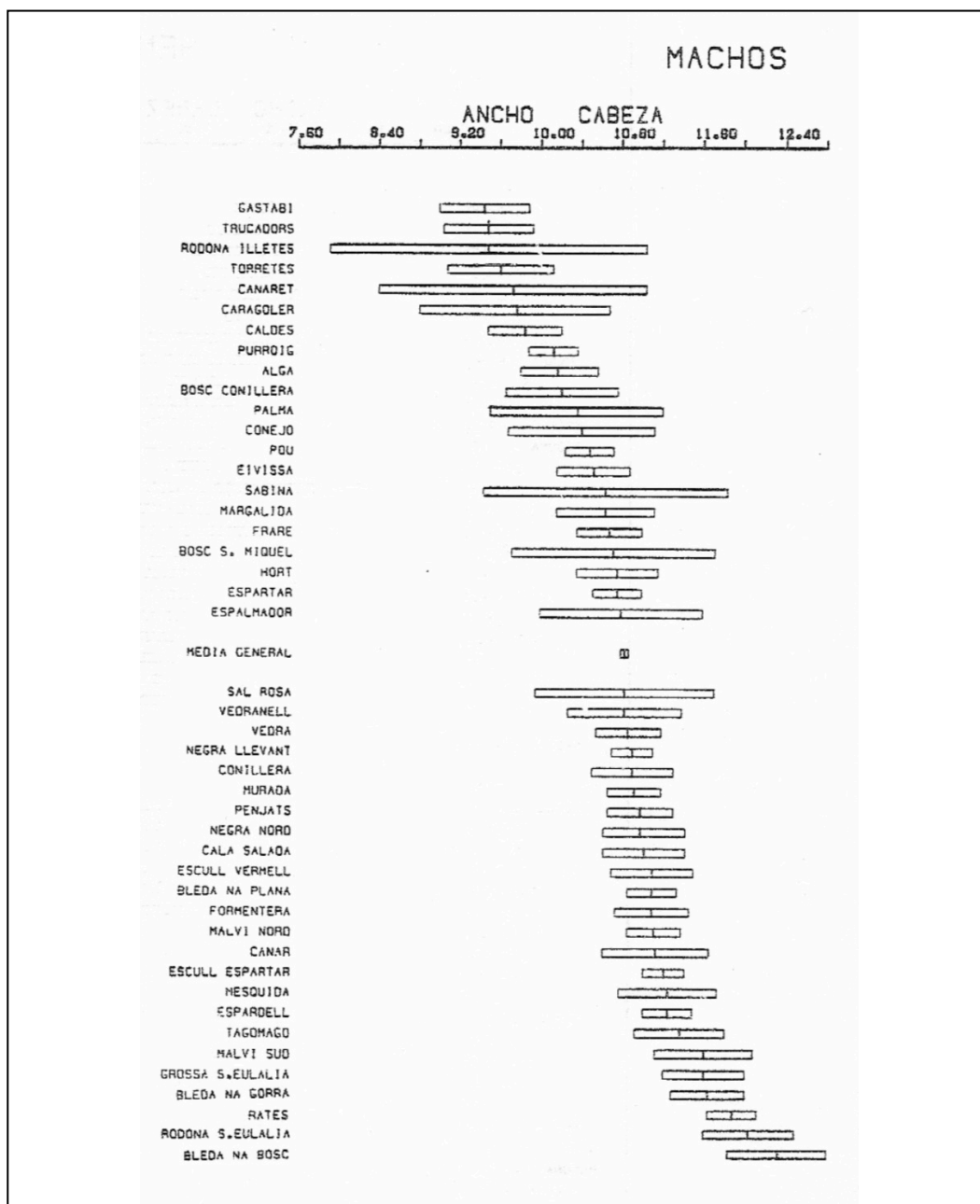
Figure 6-2. Means and standard deviation of LC. Body length (snout-vent length) in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 124)

Figura 6-3.

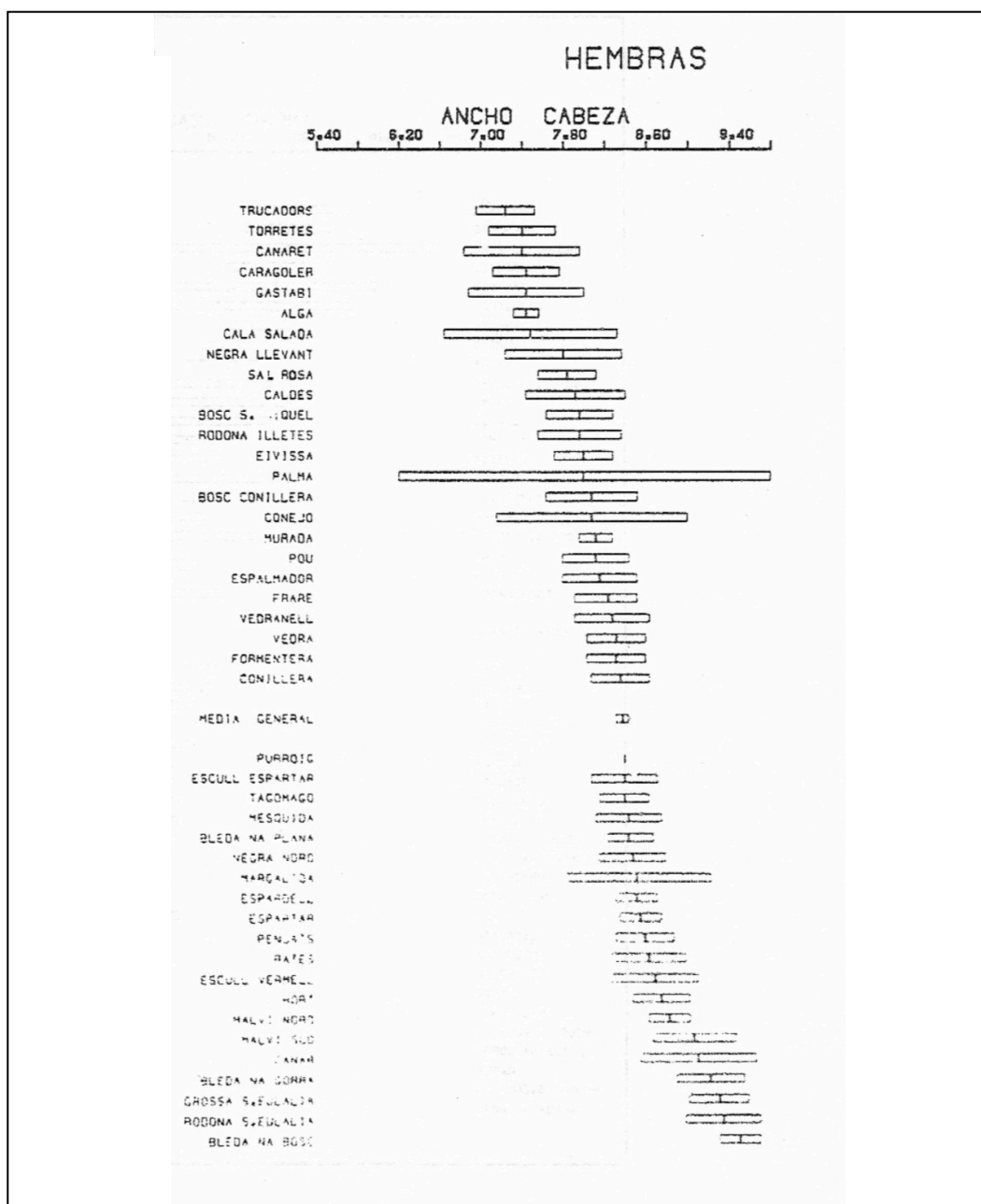
Figure 6-3. Means and standard deviation of **AC. Width of the head** in males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 125)

Figura 6-4.

Figure 6-4. Means and standard deviation of AC. Width of the head in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 126)

Figura 6-5.

Figure 6-5. Means and standard deviation of LP. Length of the head in males.

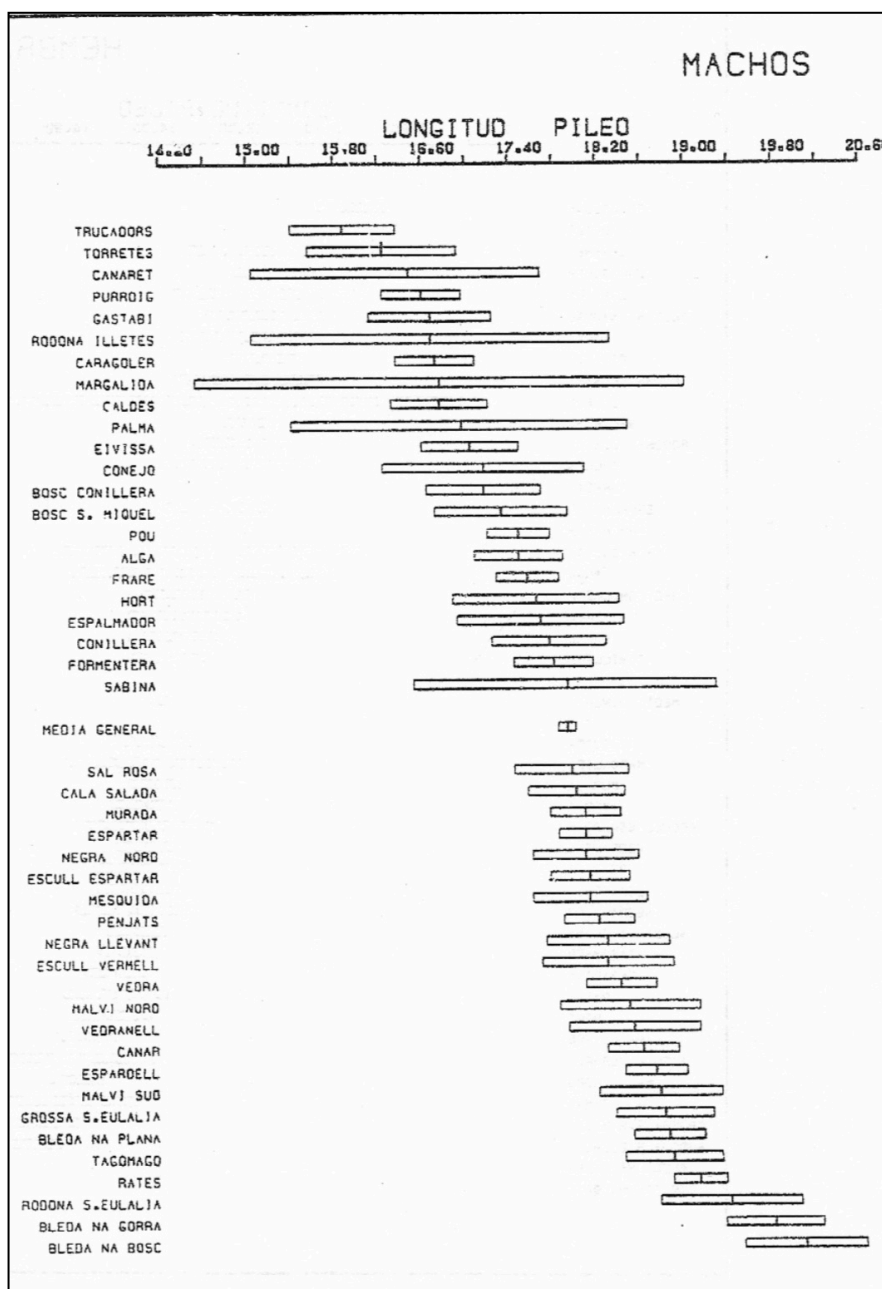
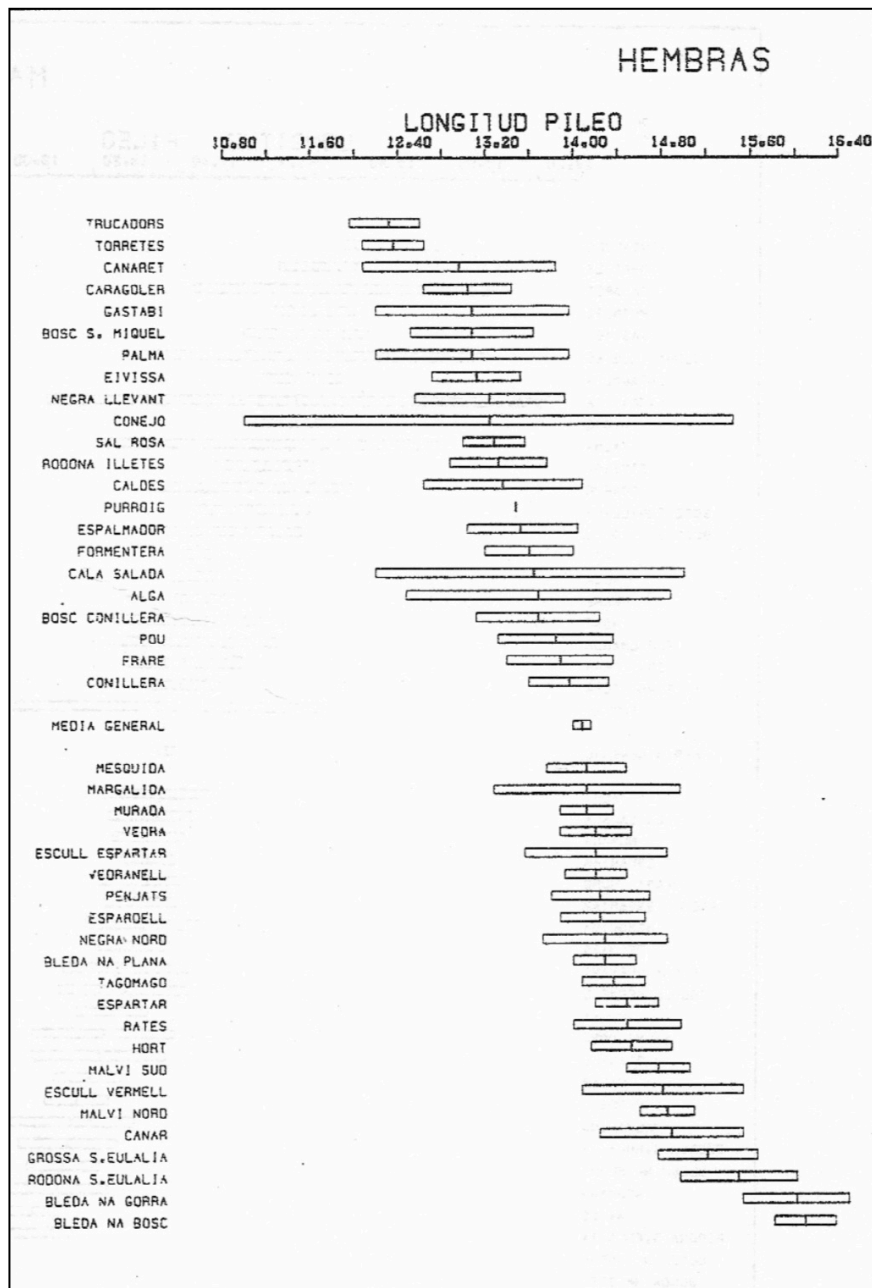


Figura 6-6.

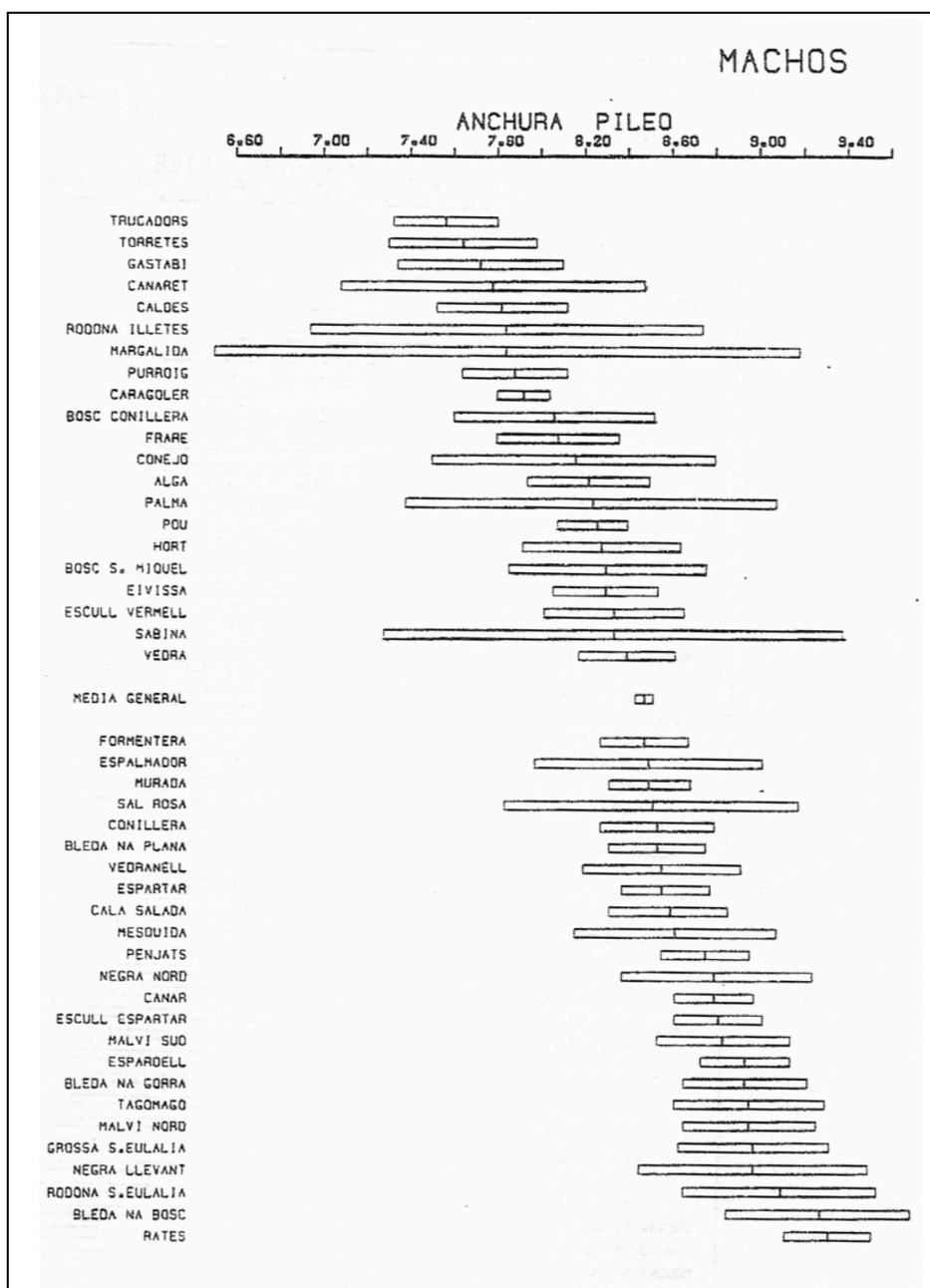
Figure 6-6. Means and standard deviation of LP. Length of the head in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 128)

Figura 6-7.

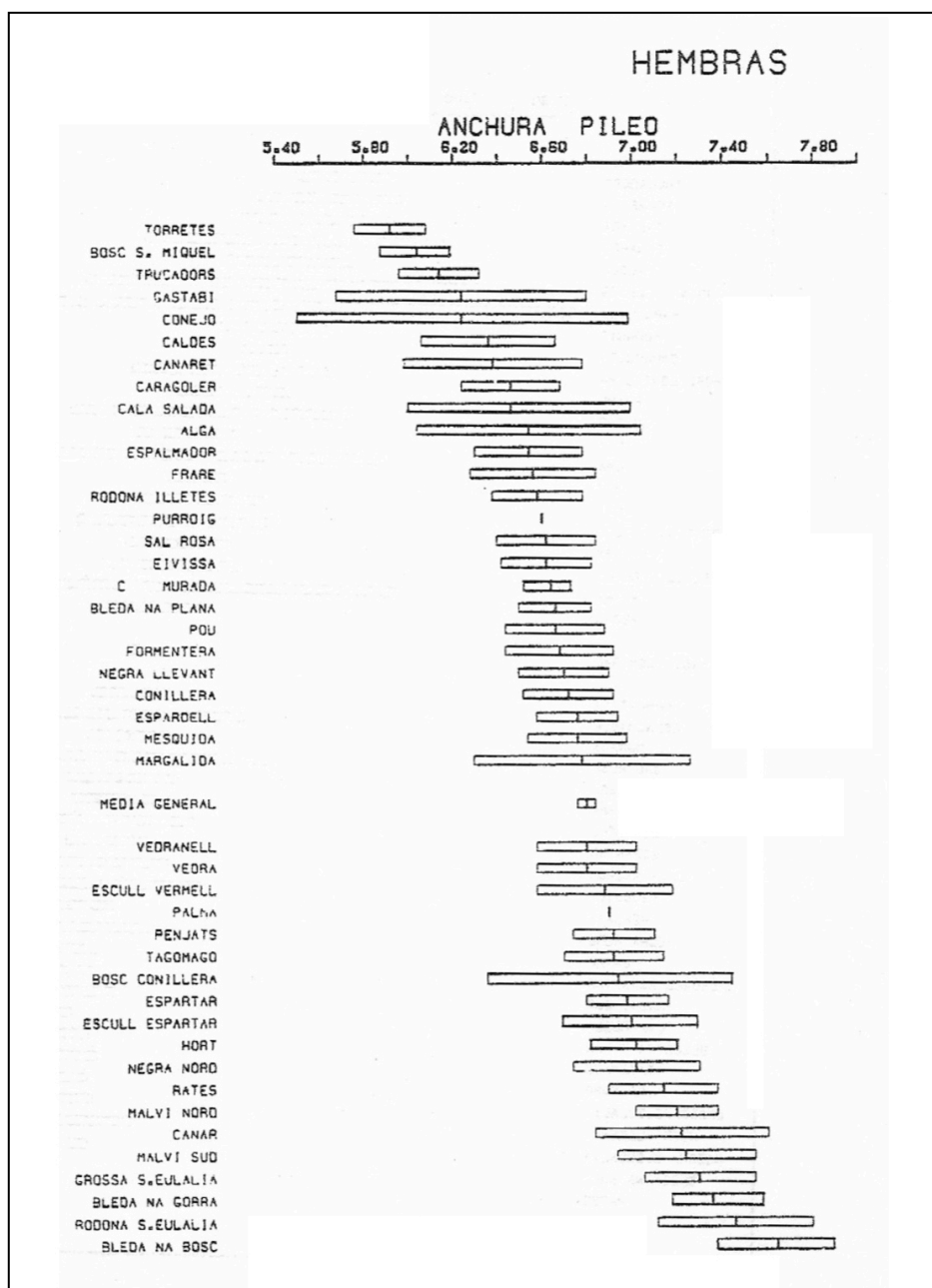
Figure 6-7. Means and standard deviation of AP. (posterior head width) in males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 129)

Figura 6-8.

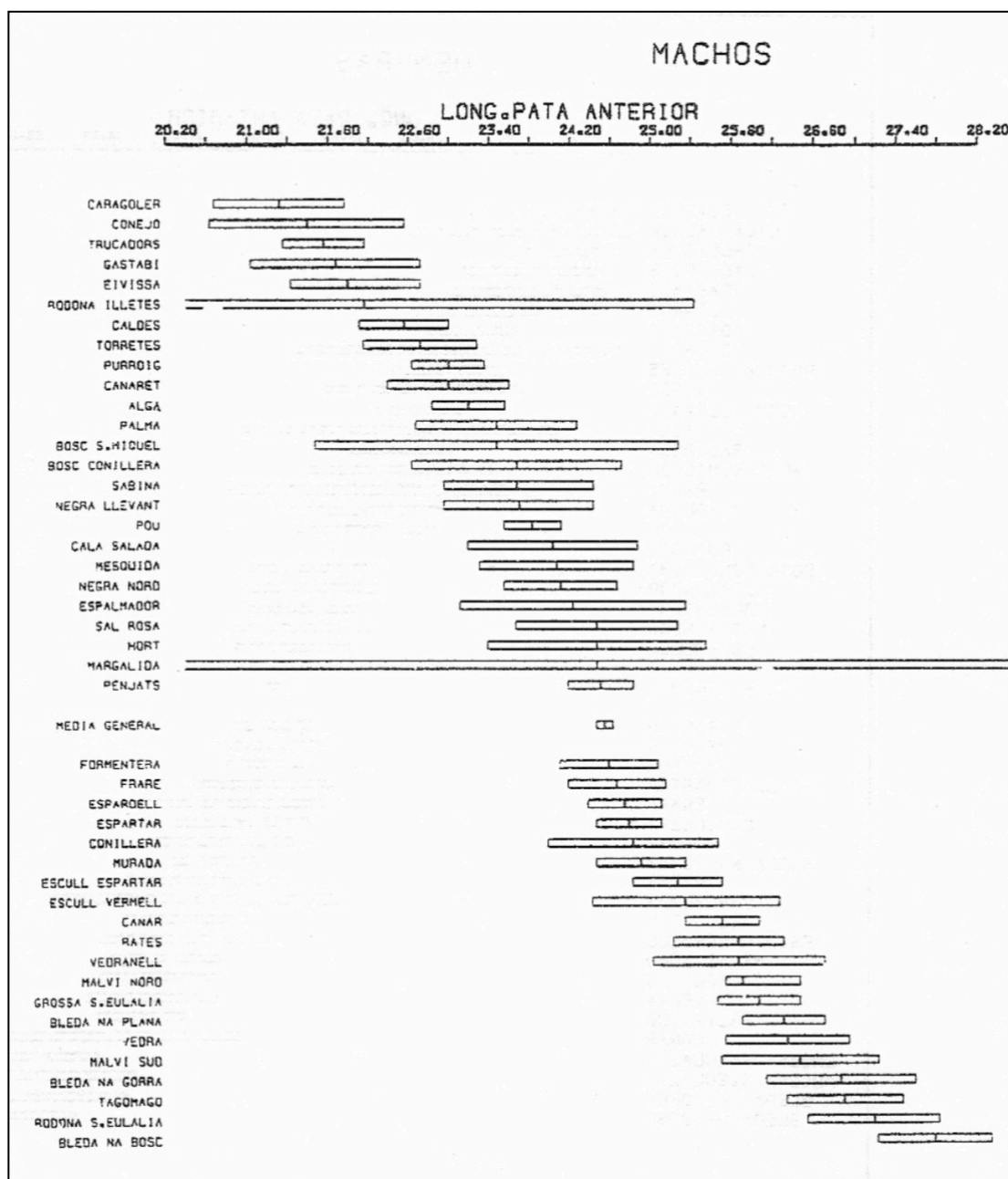
Figure 6-8. Means and standard deviation of AP. (posterior head width) in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 130)

Figura 6-9.

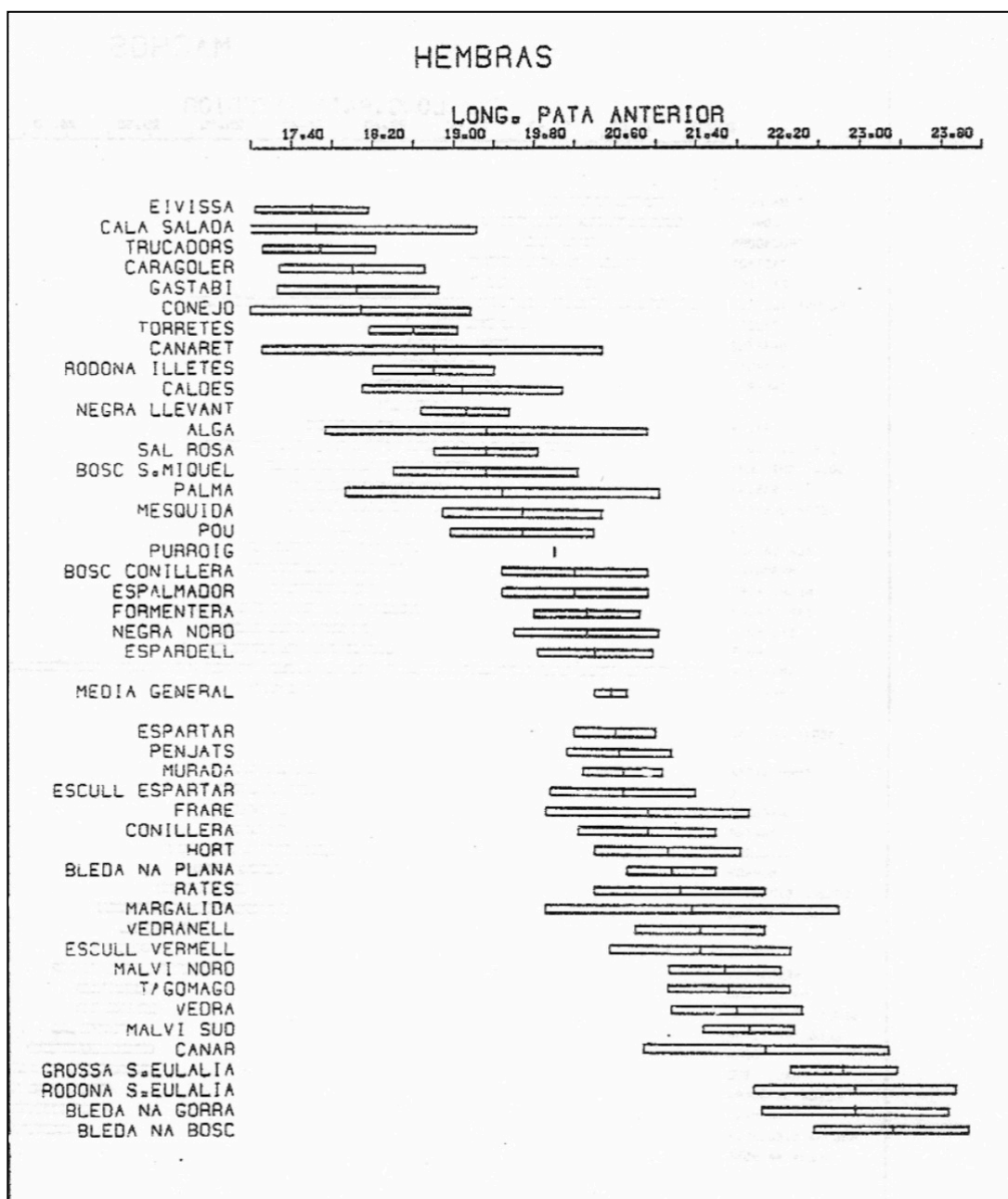
Figure 6-9. Means and standard deviation of PA. Length of the anterior leg in males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 131)

Figura 6-10.

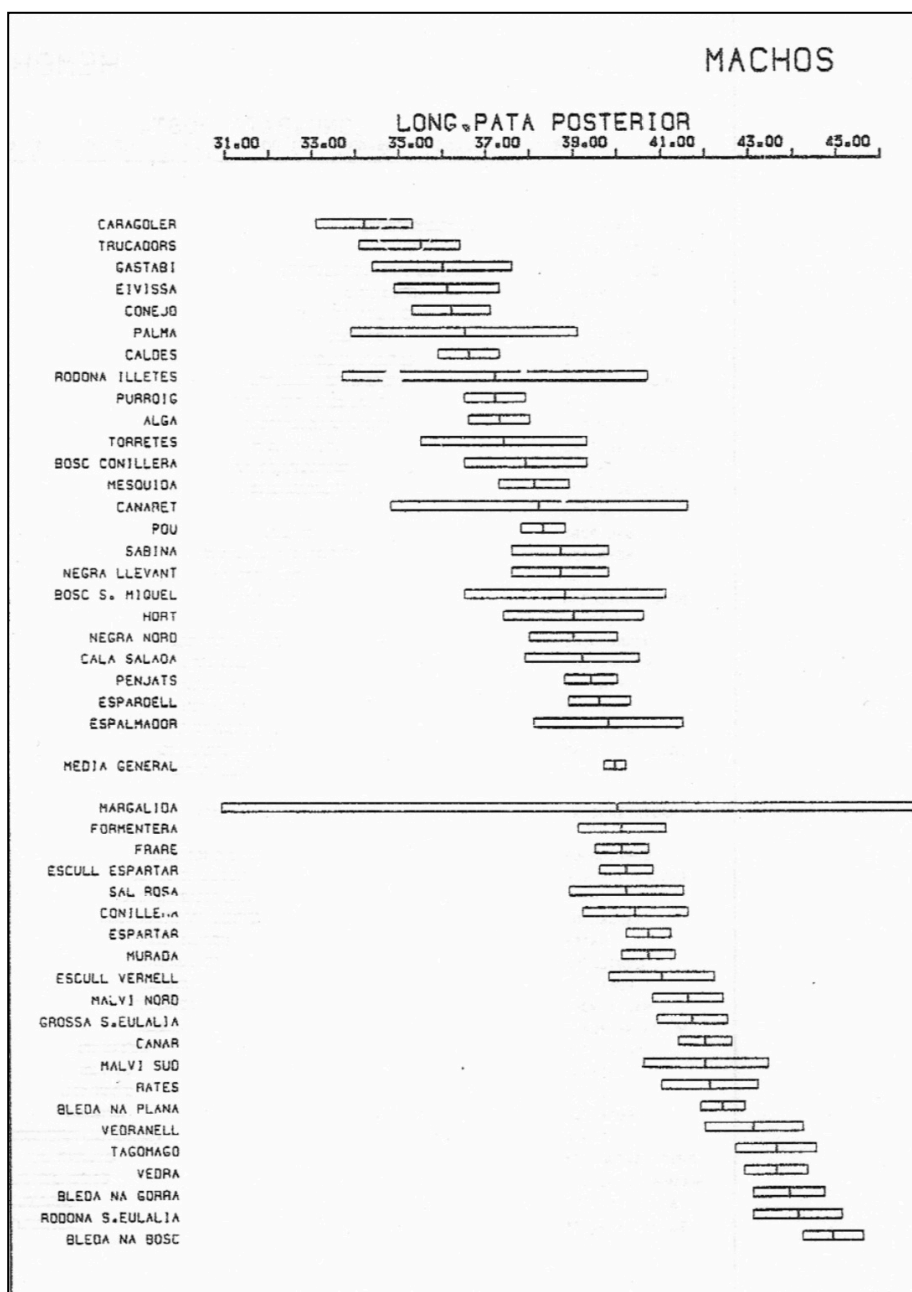
Figure 6-10. Means and standard deviation of PA. Length of the anterior leg in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 132)

Figura 6-11.

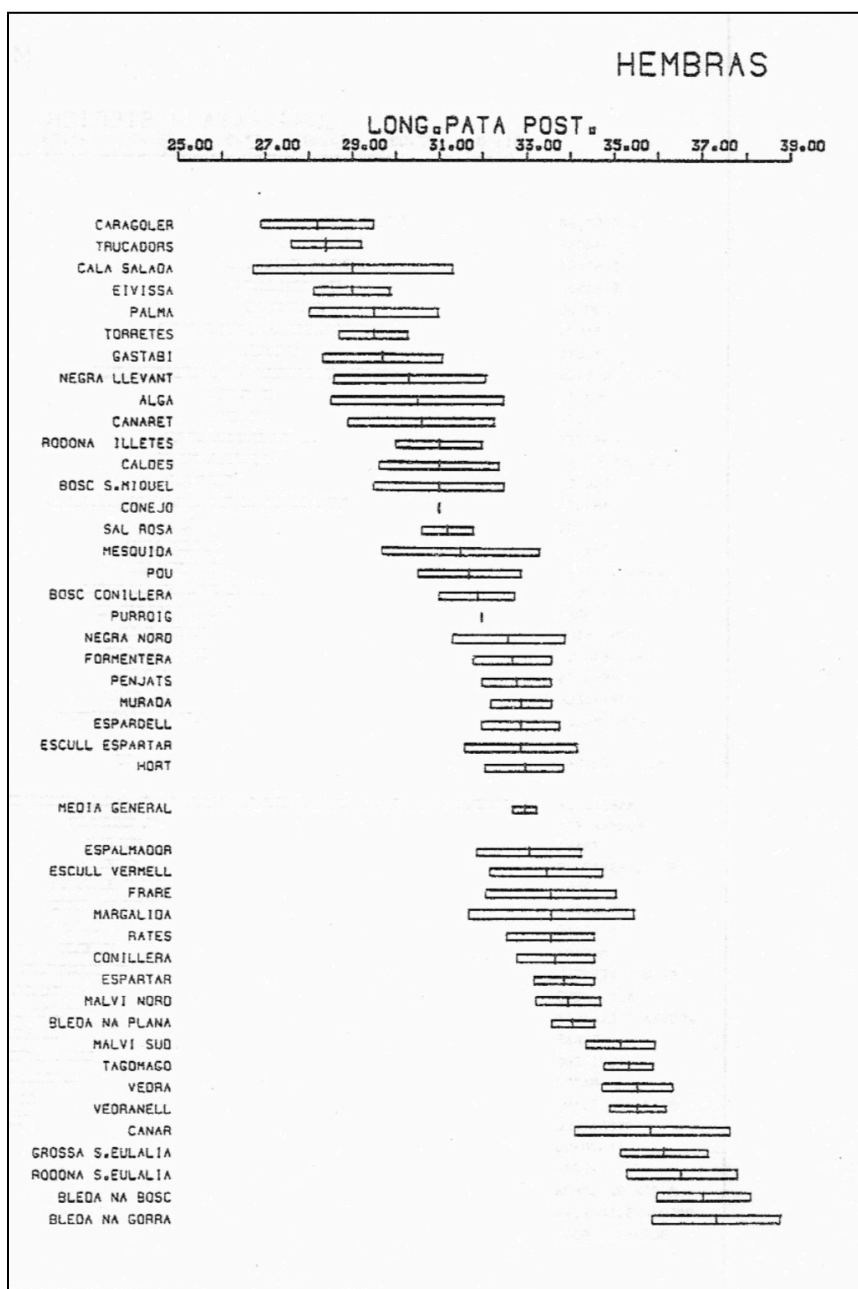
Figure 6-11. Means and standard deviation of **PP. Length of the hind leg** in males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 133)

Figura 6-12.

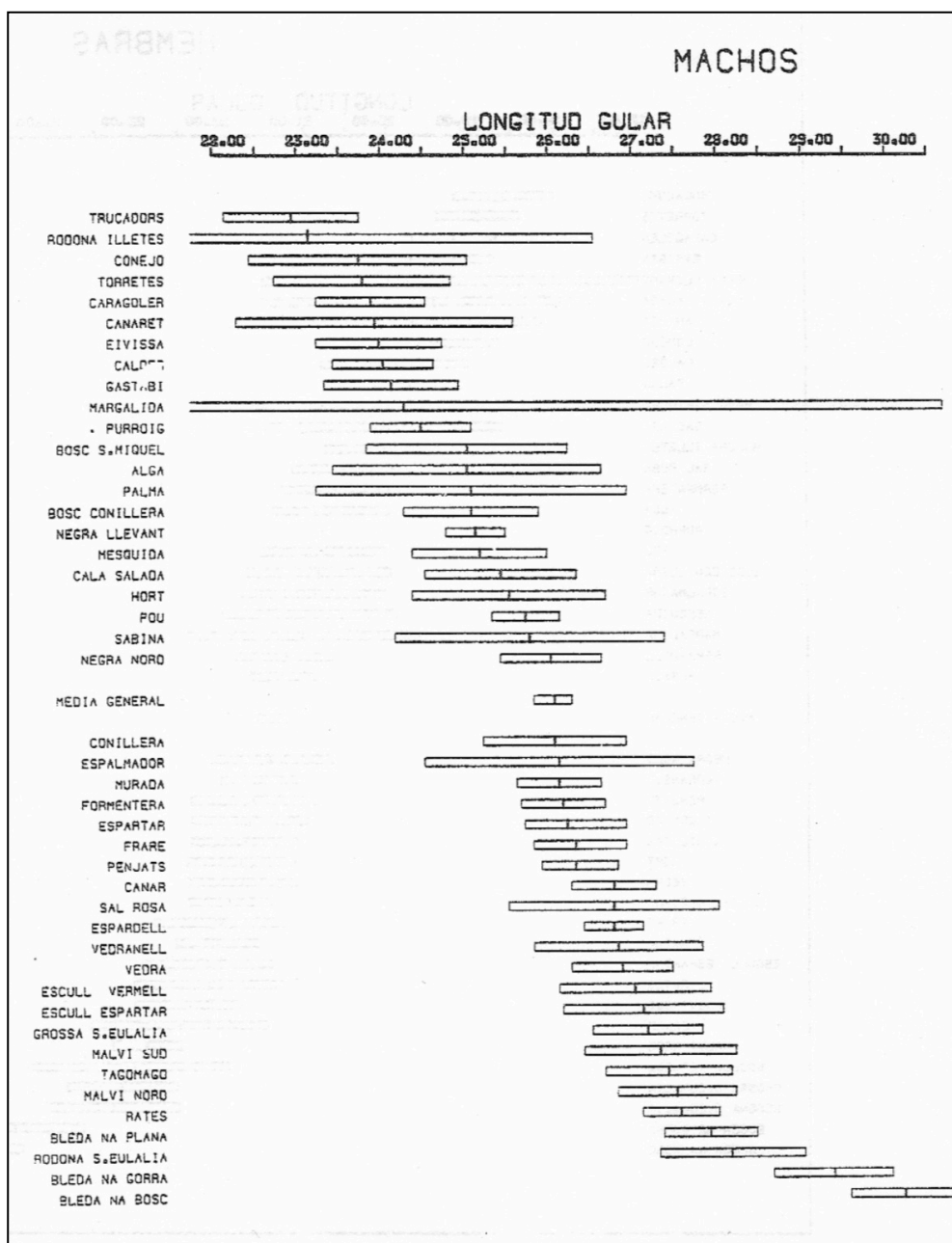
Figure 6-12. Means and standard deviation of PP. Length of the hind leg in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 134)

Figura 6-13.

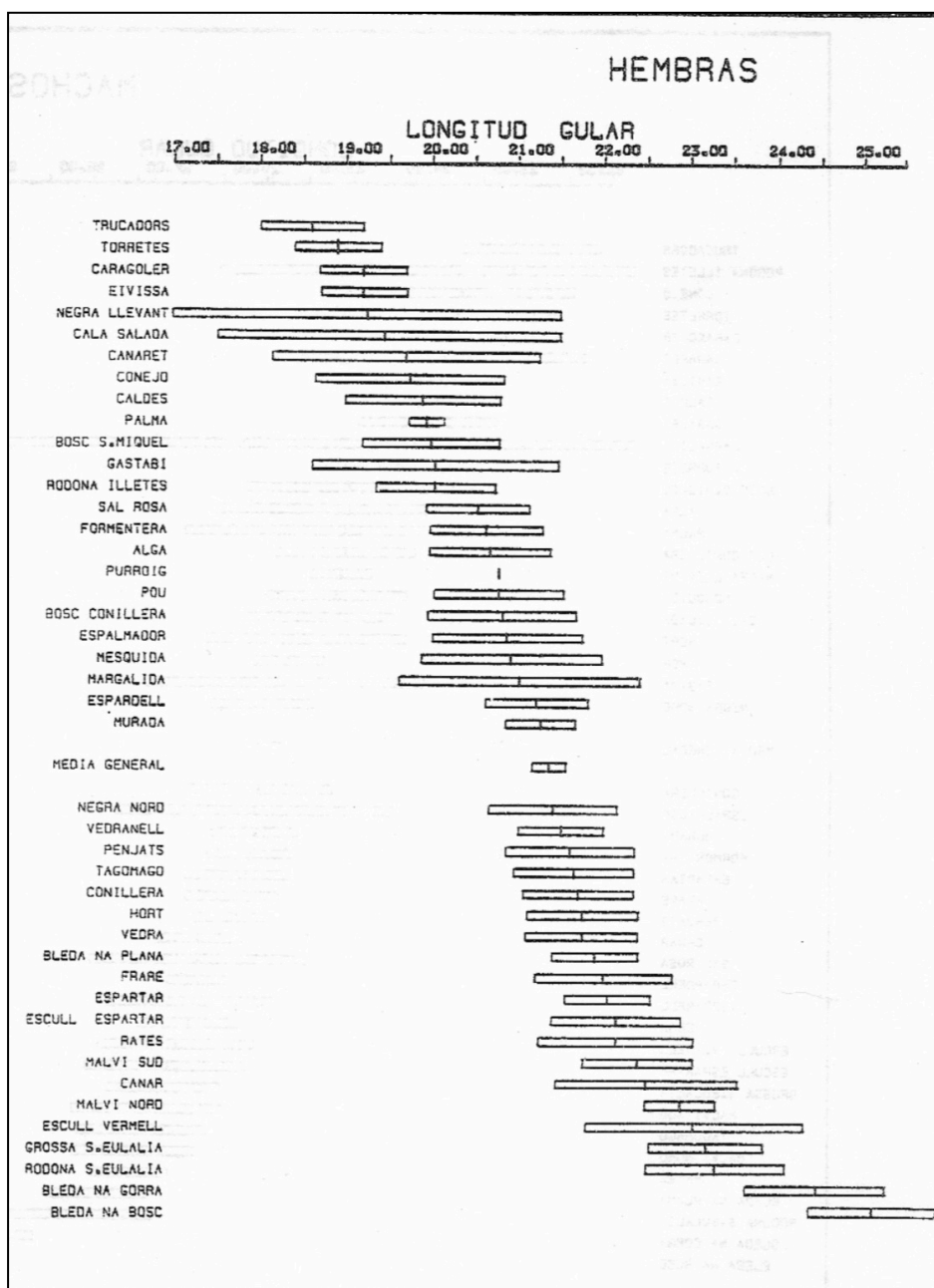
Figure 6-13 Means and standard deviation of LC. Gular length in males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 135)

Figura 6-14.

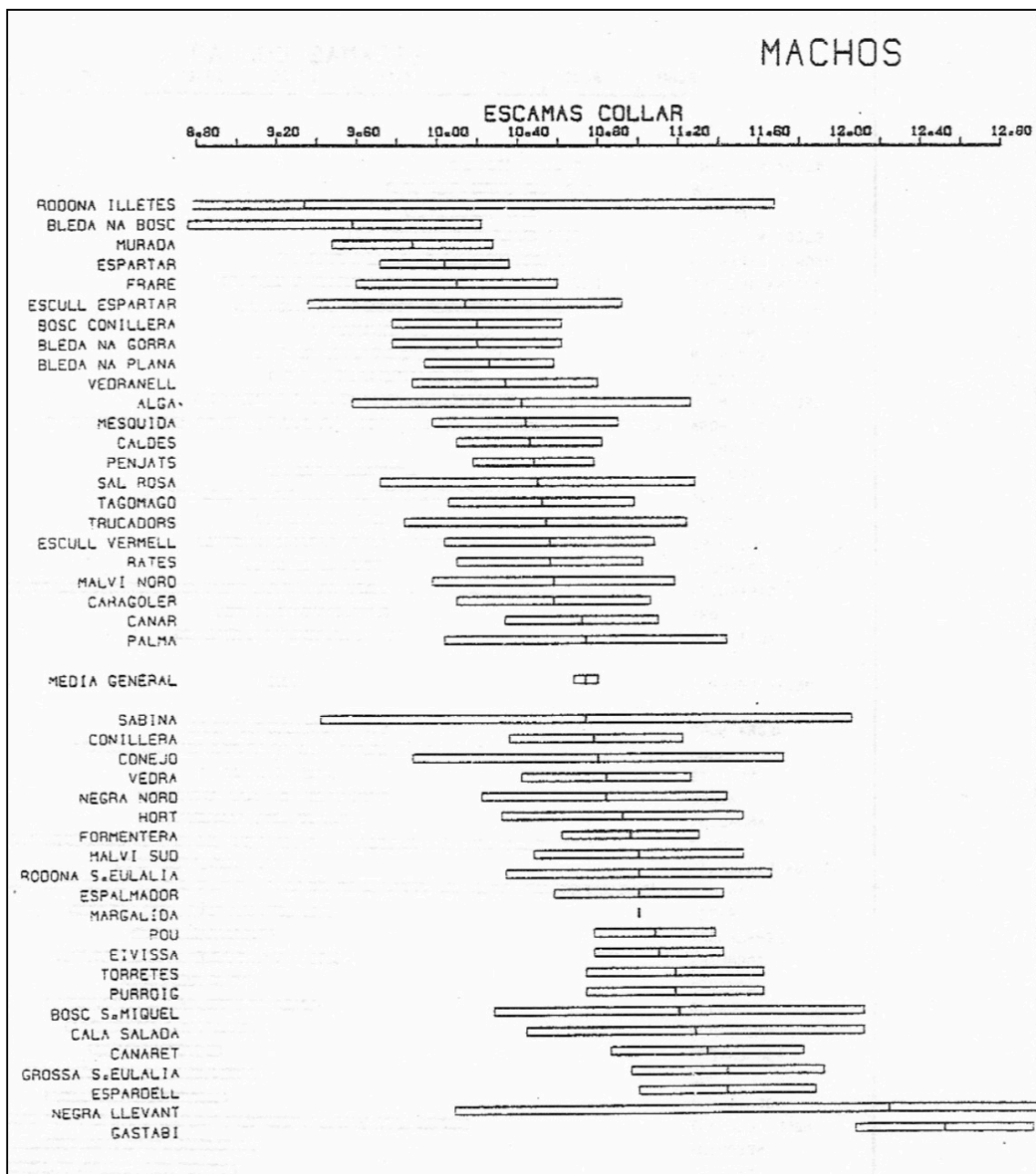
Figure 6-14. Means and standard deviation of LC. Gular length in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 136)

Figura 6-15.

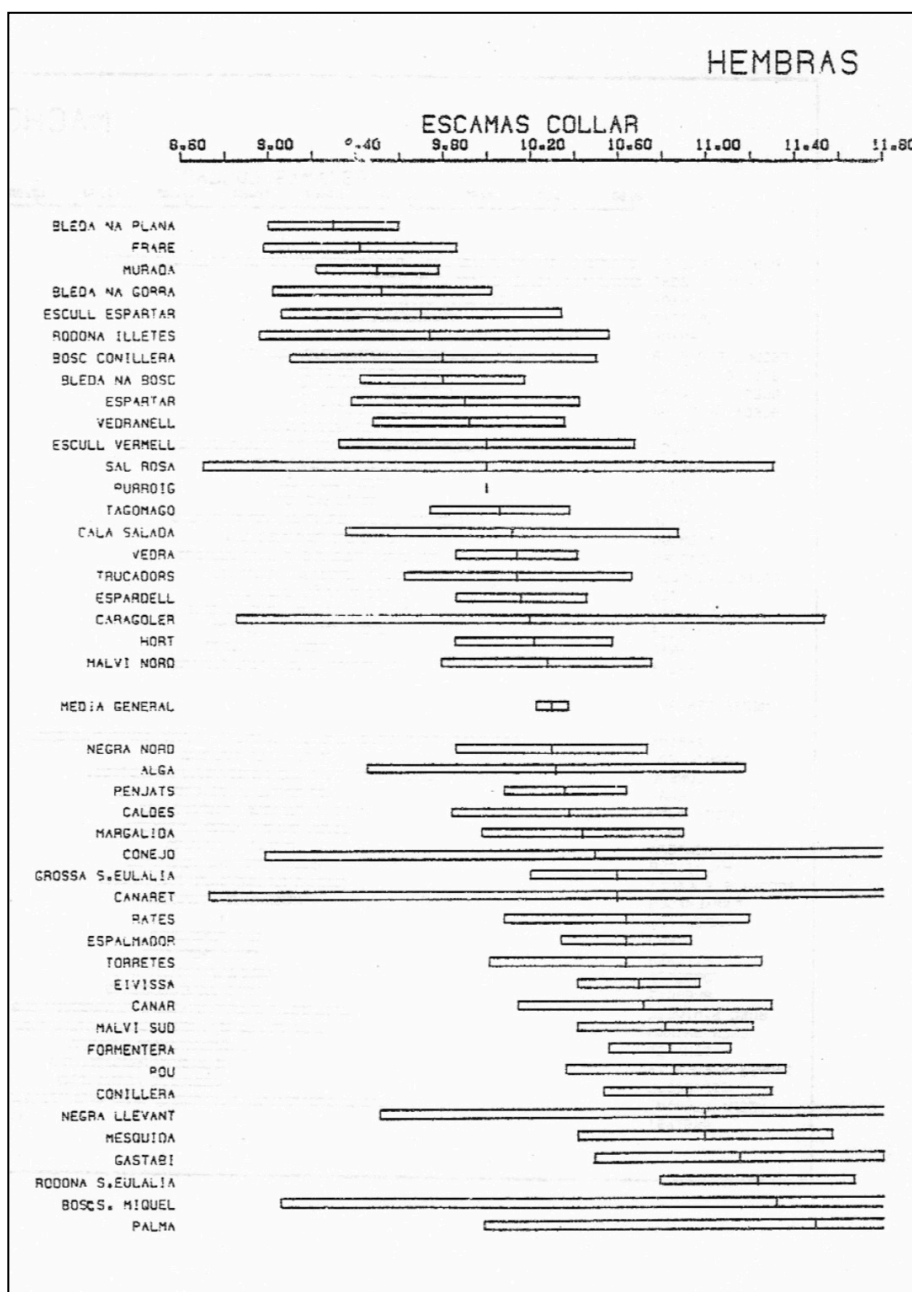
Figure 6-15 Means and standard deviation of EC. Number of scales of the collar in males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 137)

Figura 6-16.

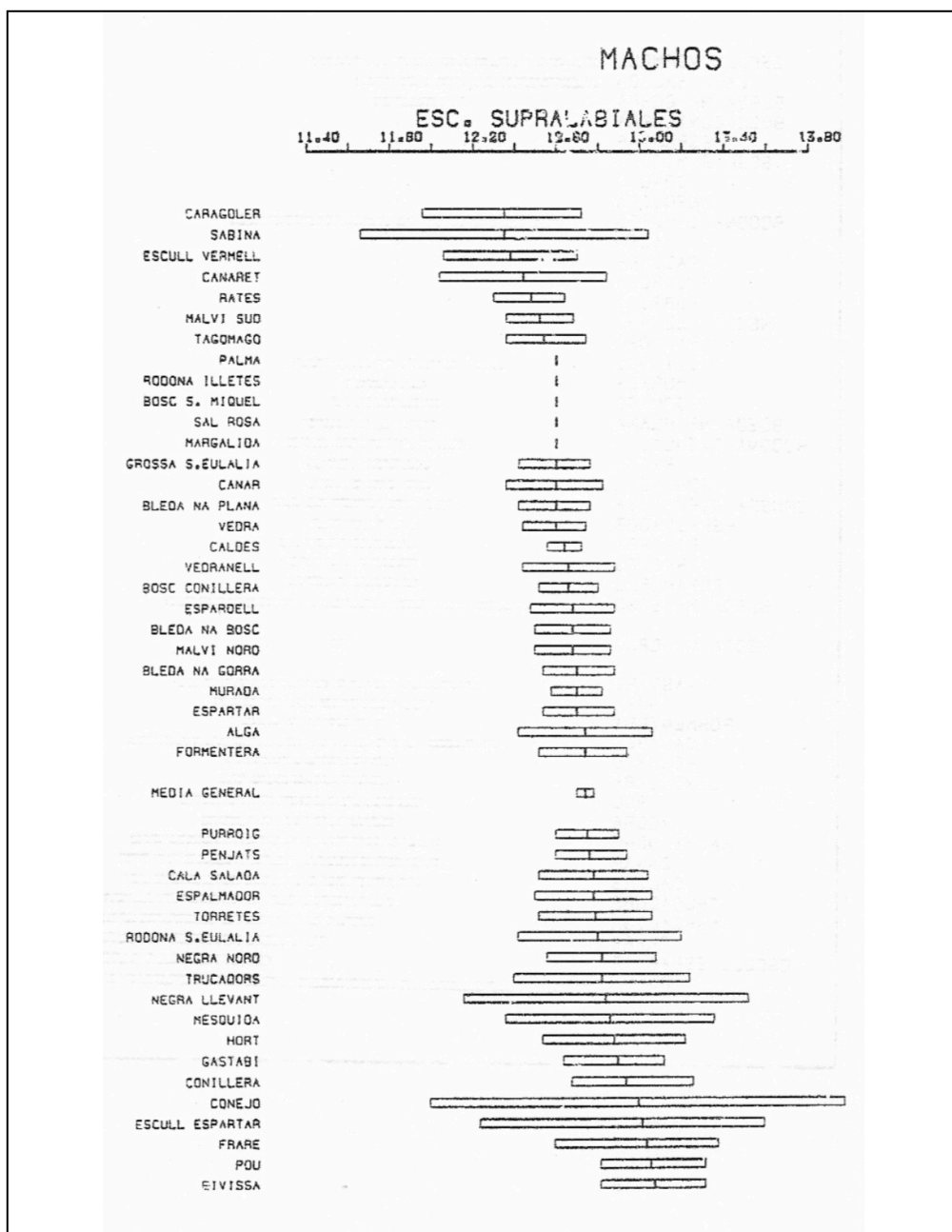
Figure 6-16 Means and standard deviation of EC. Number of scales of the collar in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 138)

Figura 6-17.

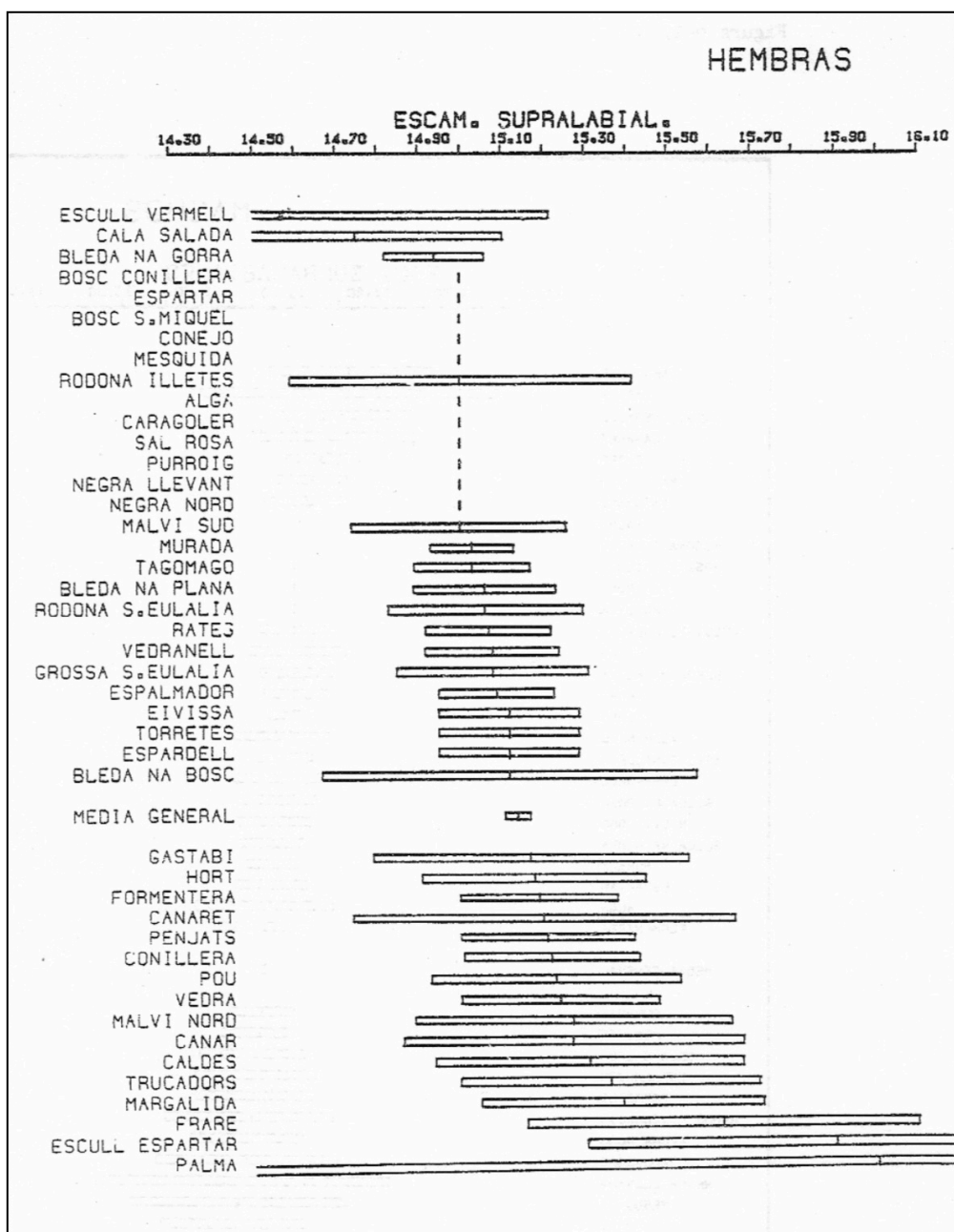
Figure 6-17 Means and standard deviation of ESL. Number of supra-labial scales in males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 139)

Figura 6-18.

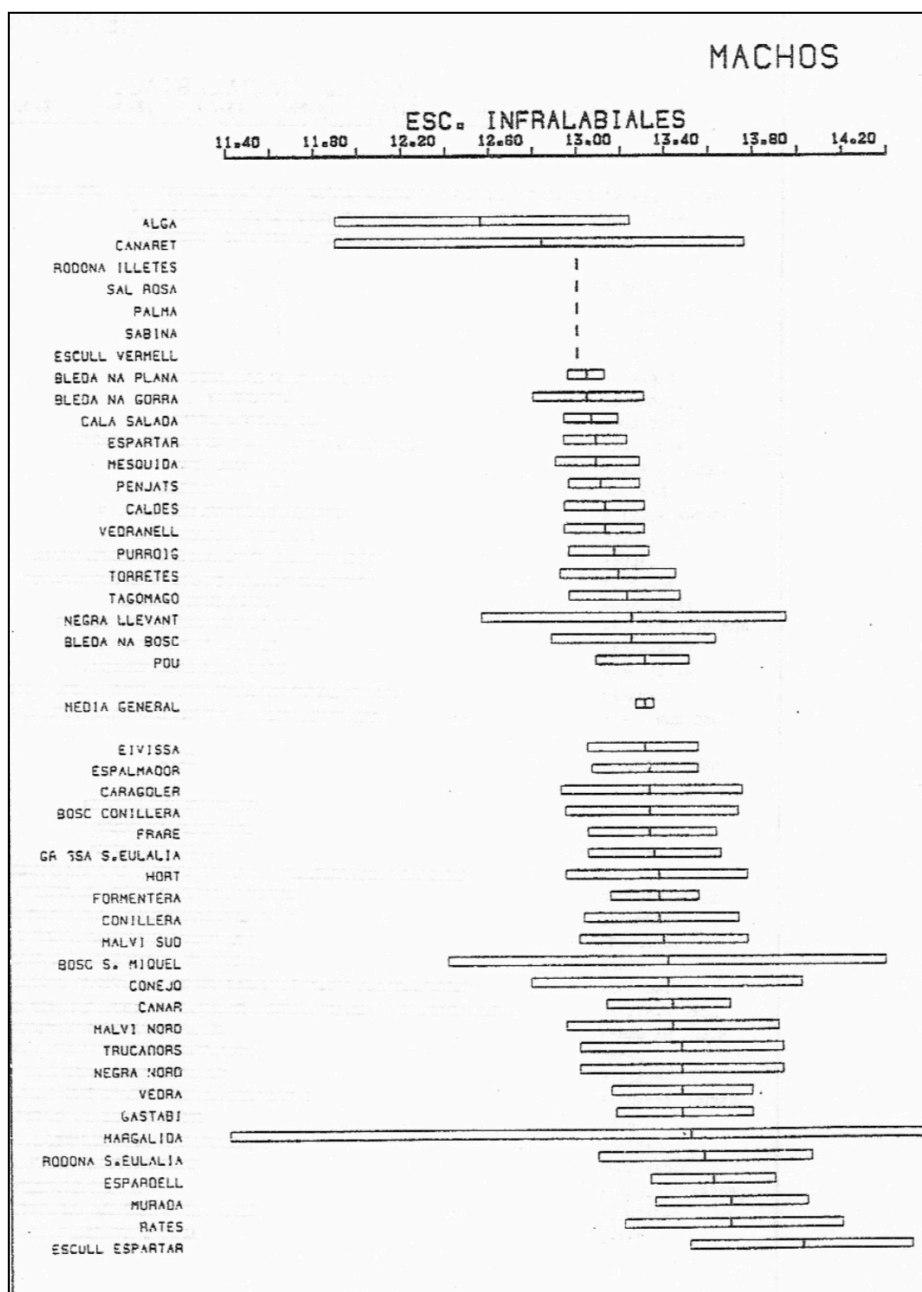
Figure 6-18 Means and standard deviation of ESL. Number of supra-labial scales in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 140)

Figura 6-19.

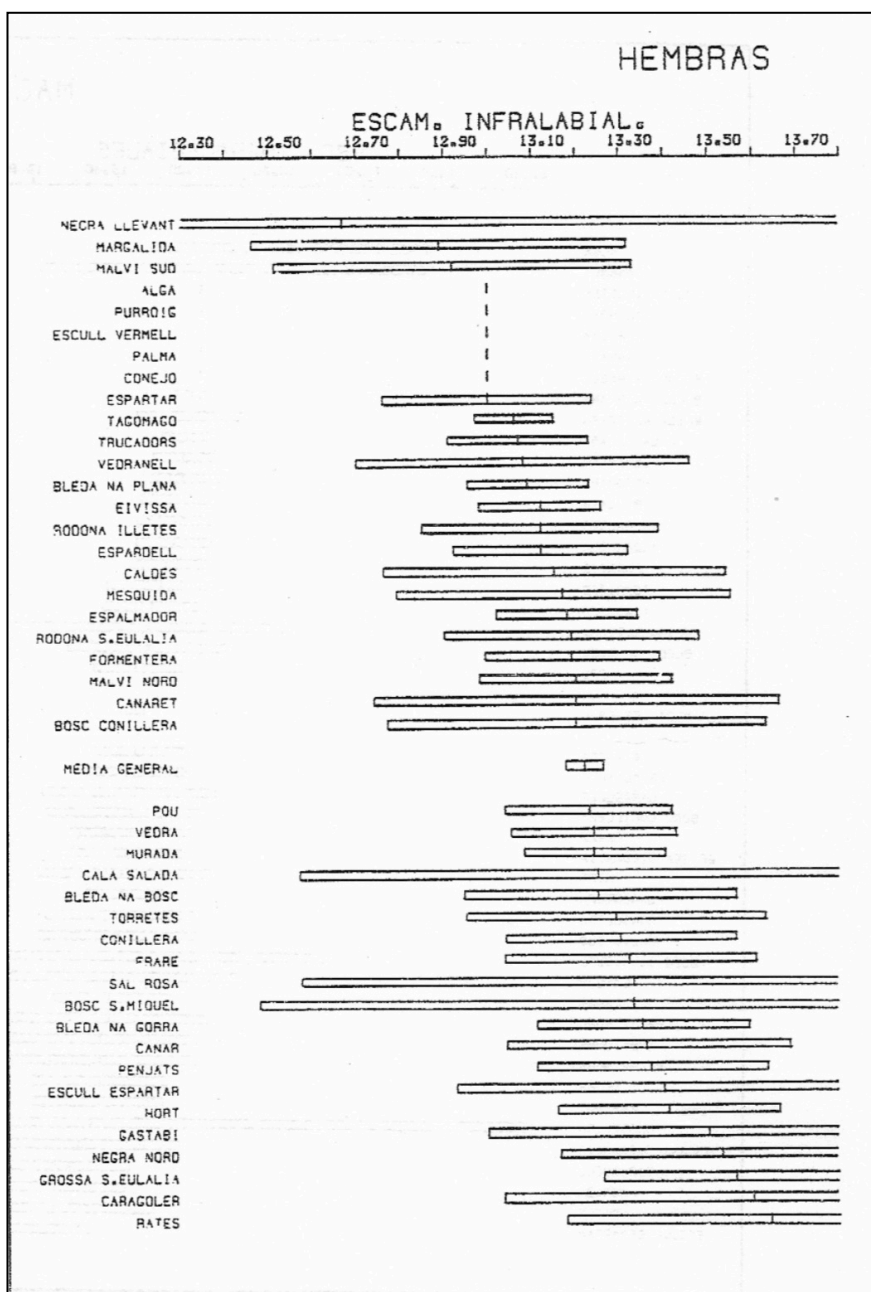
Figure 6-19 Means and standard deviation of EIL. Number of infra-labial scales in males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 141)

Figura 6-20.

Figure 6-20 Means and standard deviation of EIL. Number of infra-labial scales in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 142)

Figura 6-21.

Figure 6-21 Means and standard deviation of EV. Number of longitudinal ventral scales in males.

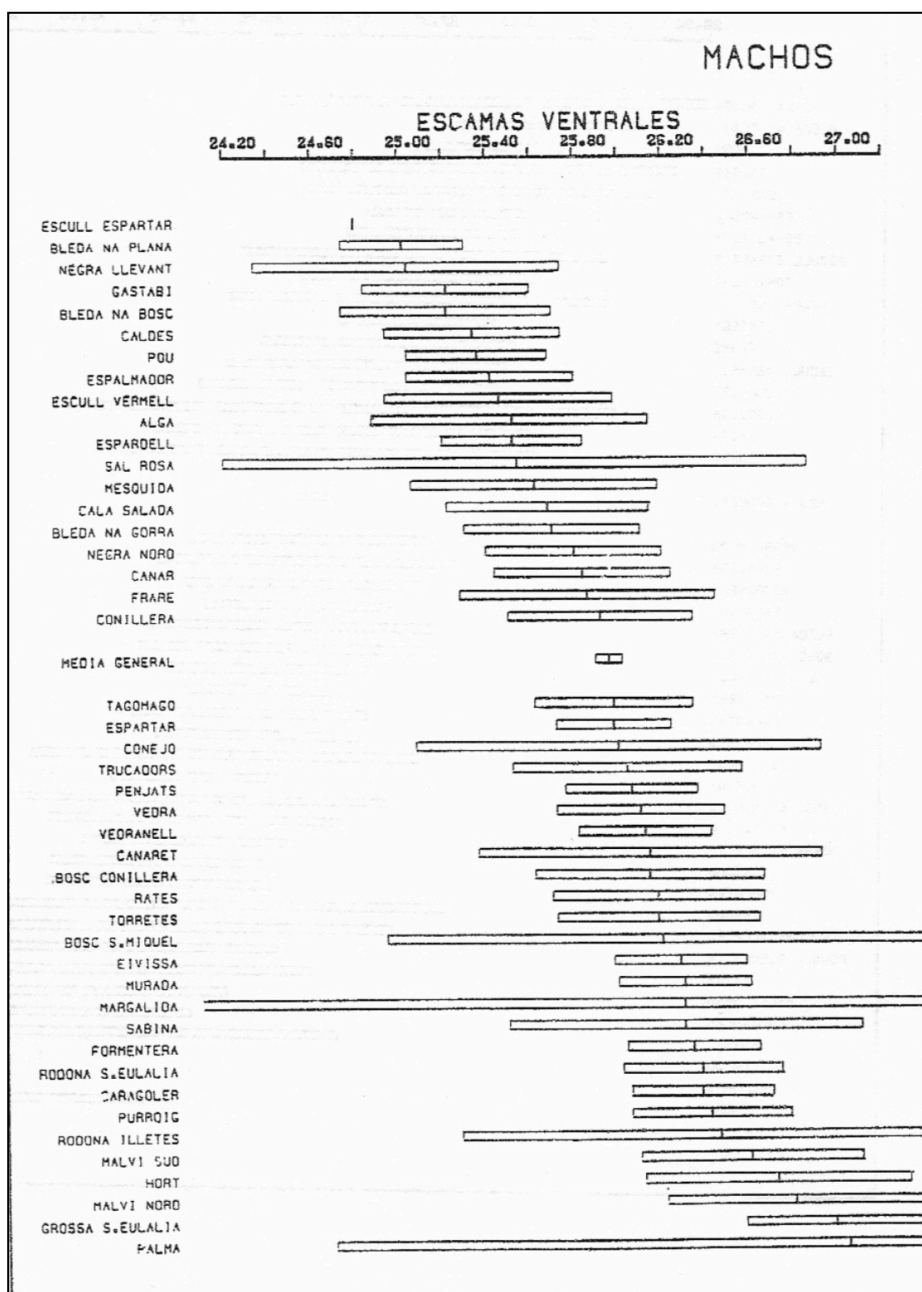
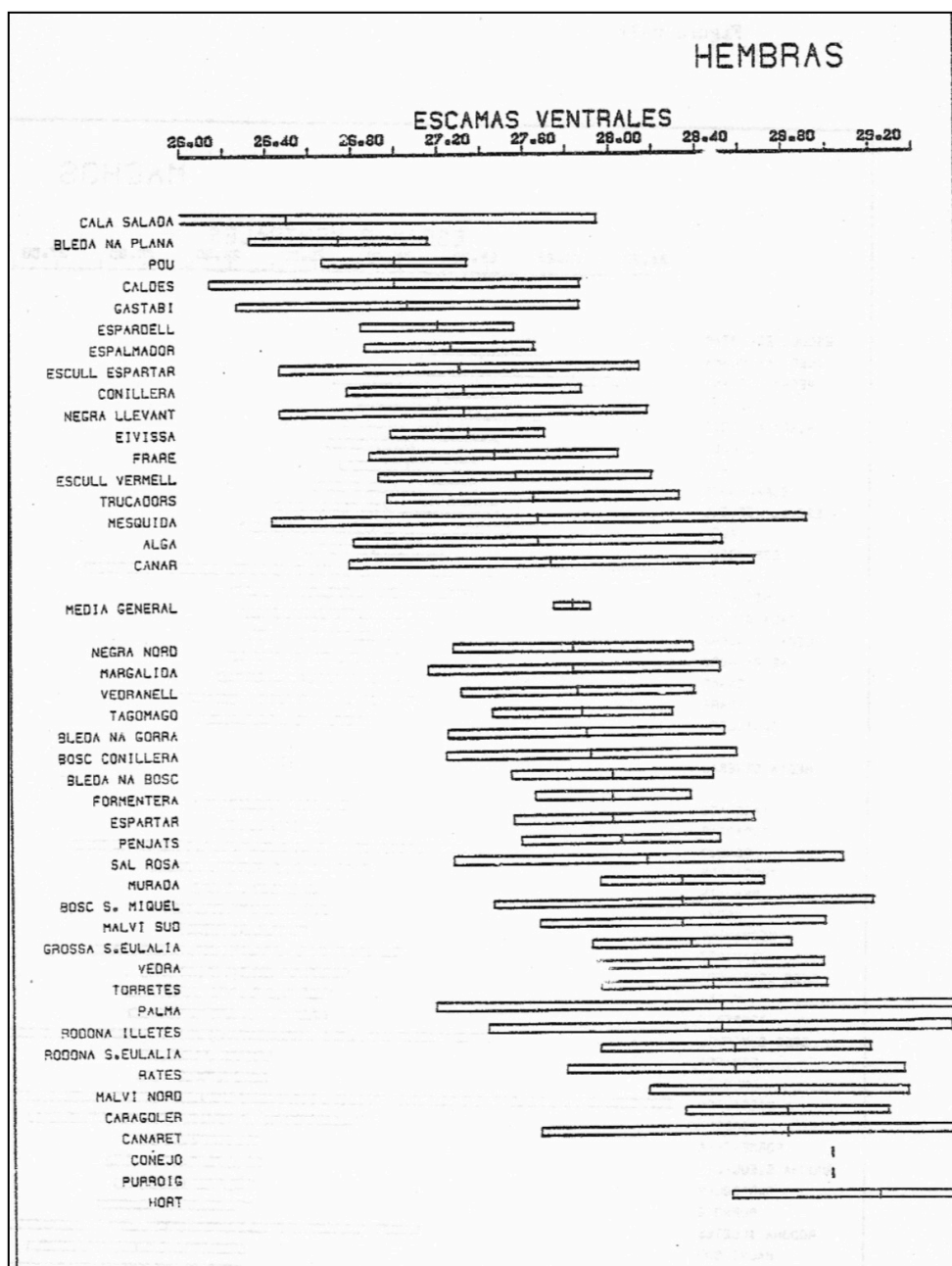


Figura 6-22.

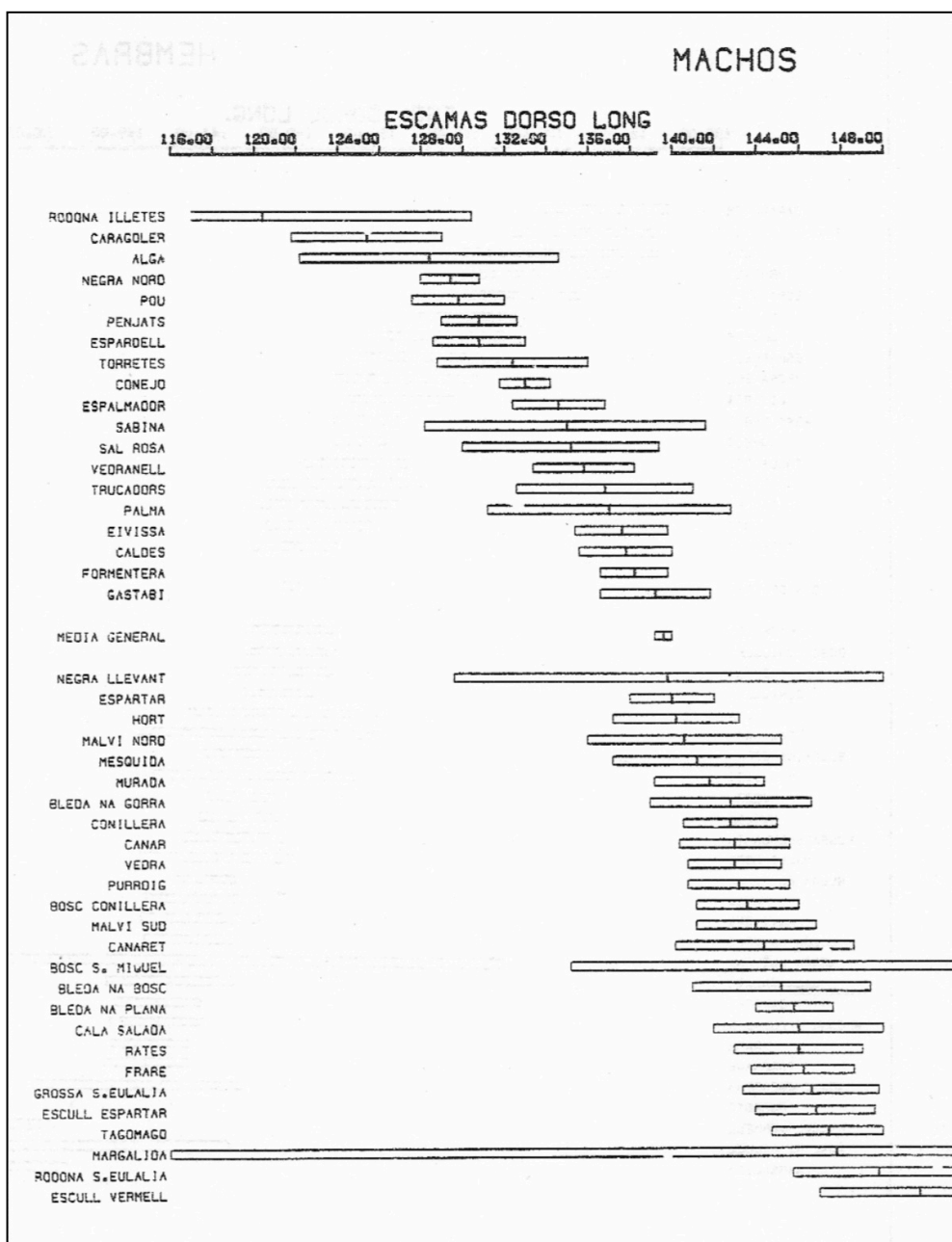
Figure 6-22 Means and standard deviation of EV. Number of longitudinal ventral scales in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 144)

Figura 6-23.

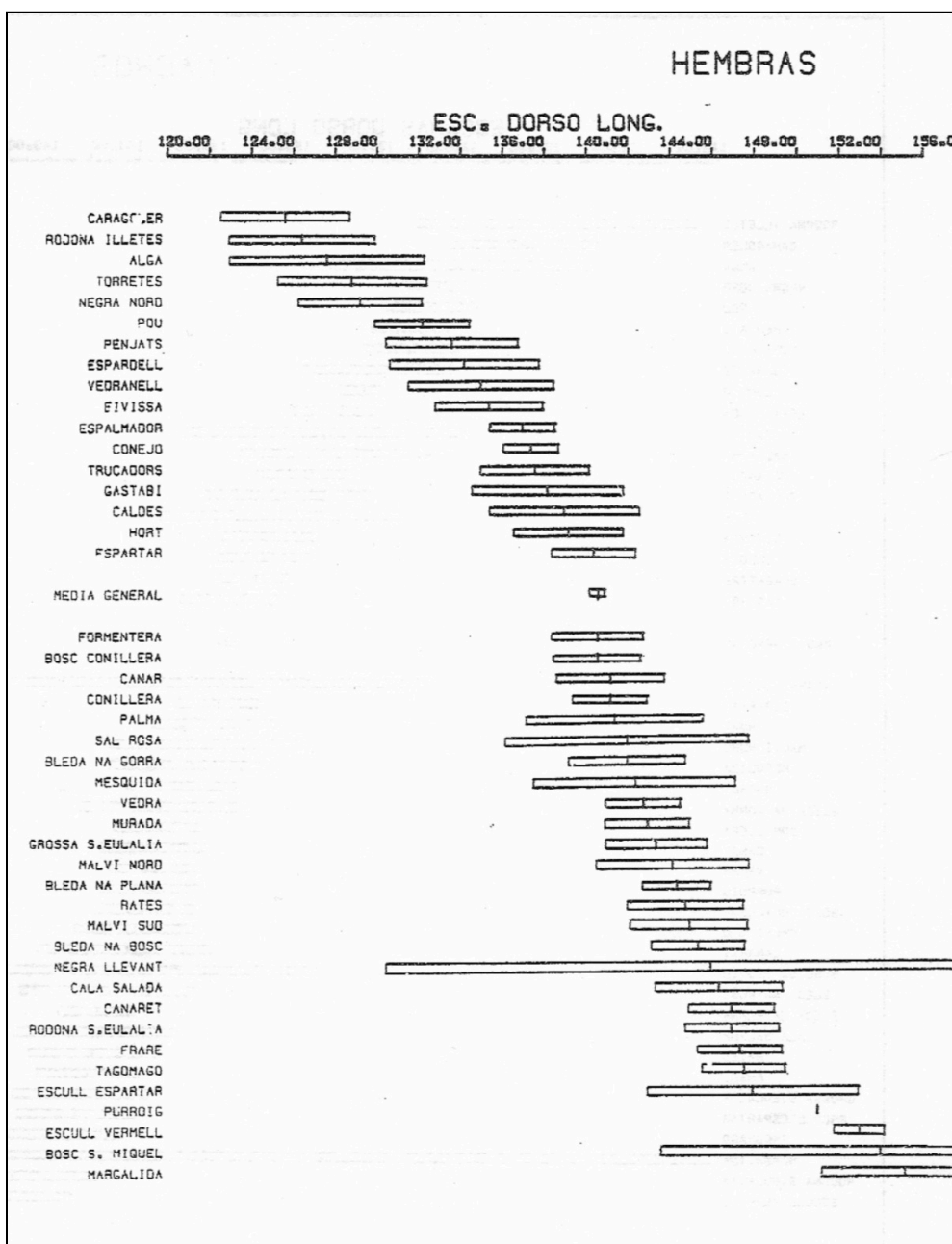
Figure 6-23 Means and standard deviation of EDL. Number of longitudinal dorsal scales in males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 145)

Figura 6-24.

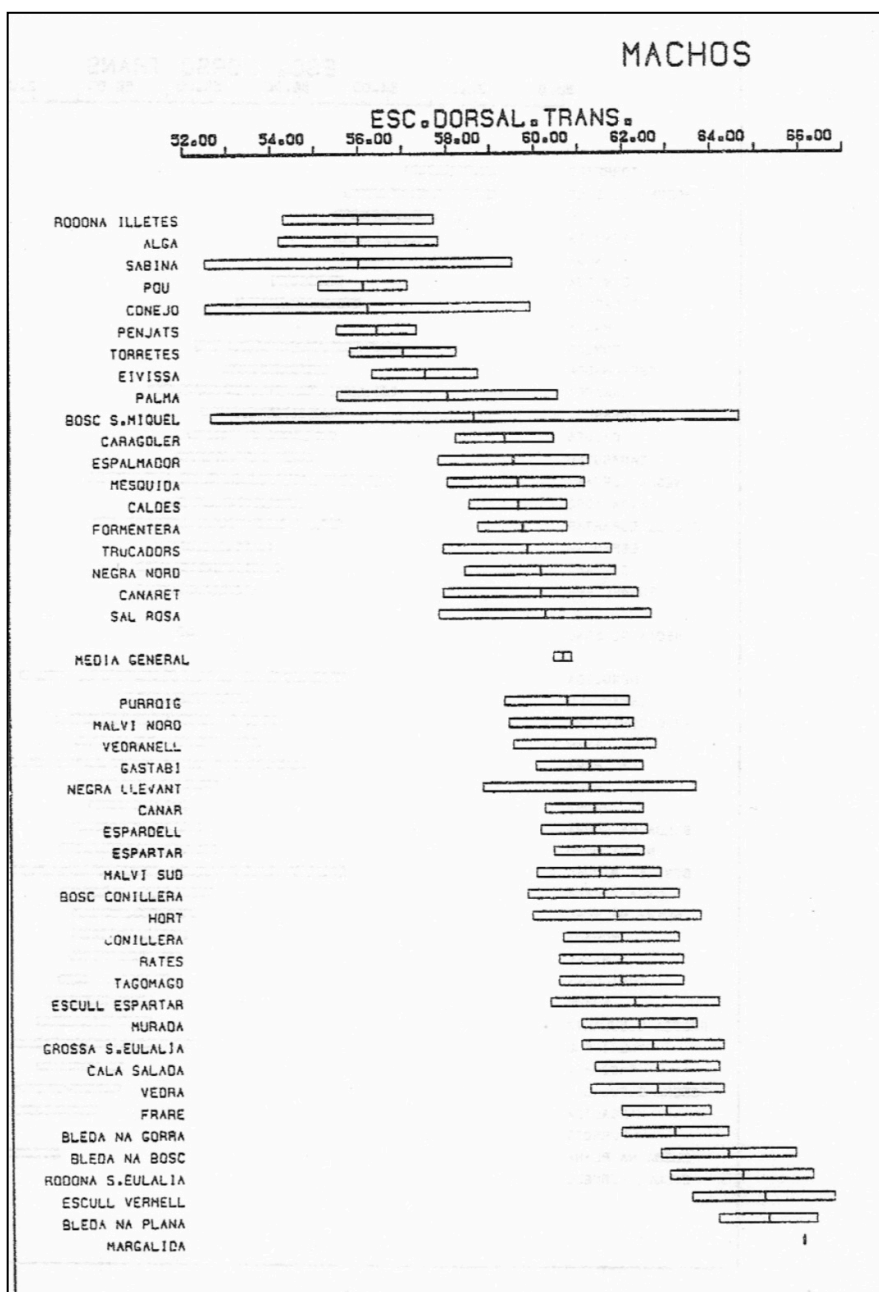
Figure 6-24 Means and standard deviation of EDL. Number of longitudinal dorsal scales in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 146)

Figura 6-25.

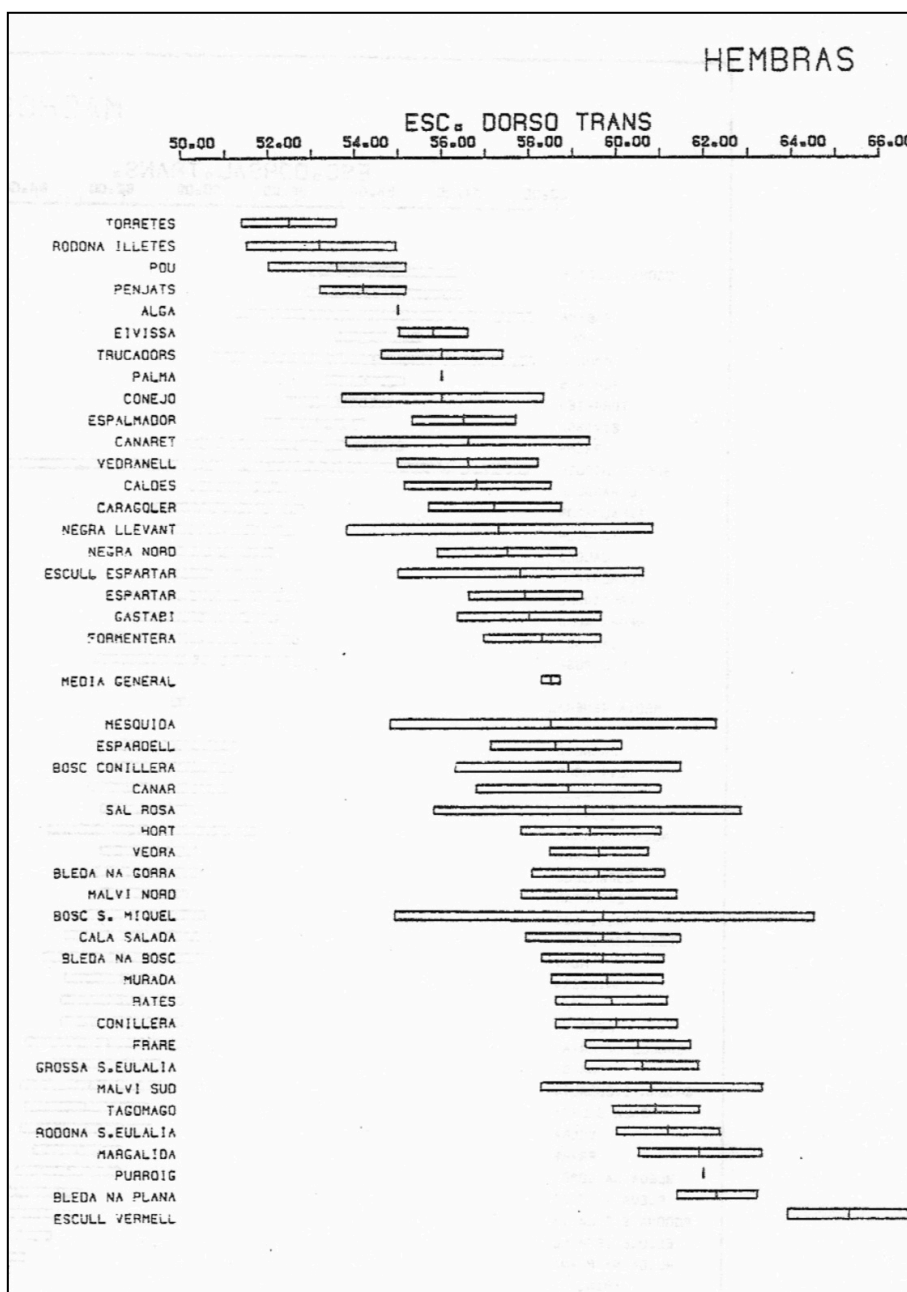
Figure 6-25 Means and standard deviation of EDT. Number of transverse dorsal scales in males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 147)

Figura 6-26.

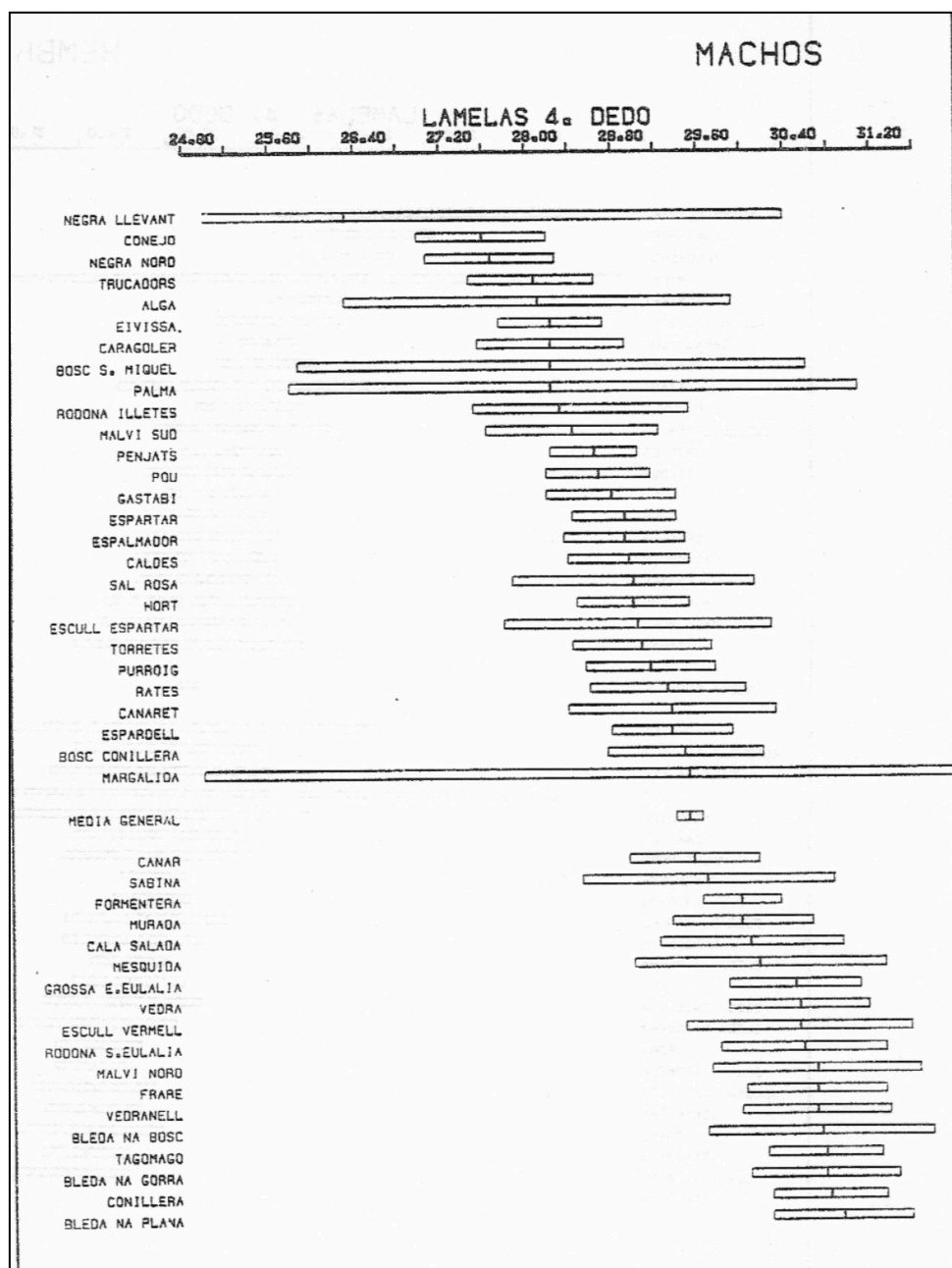
Figure 6-26 Means and standard deviation of EDT. Number of transverse dorsal scales in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 148)

Figura 6-27.

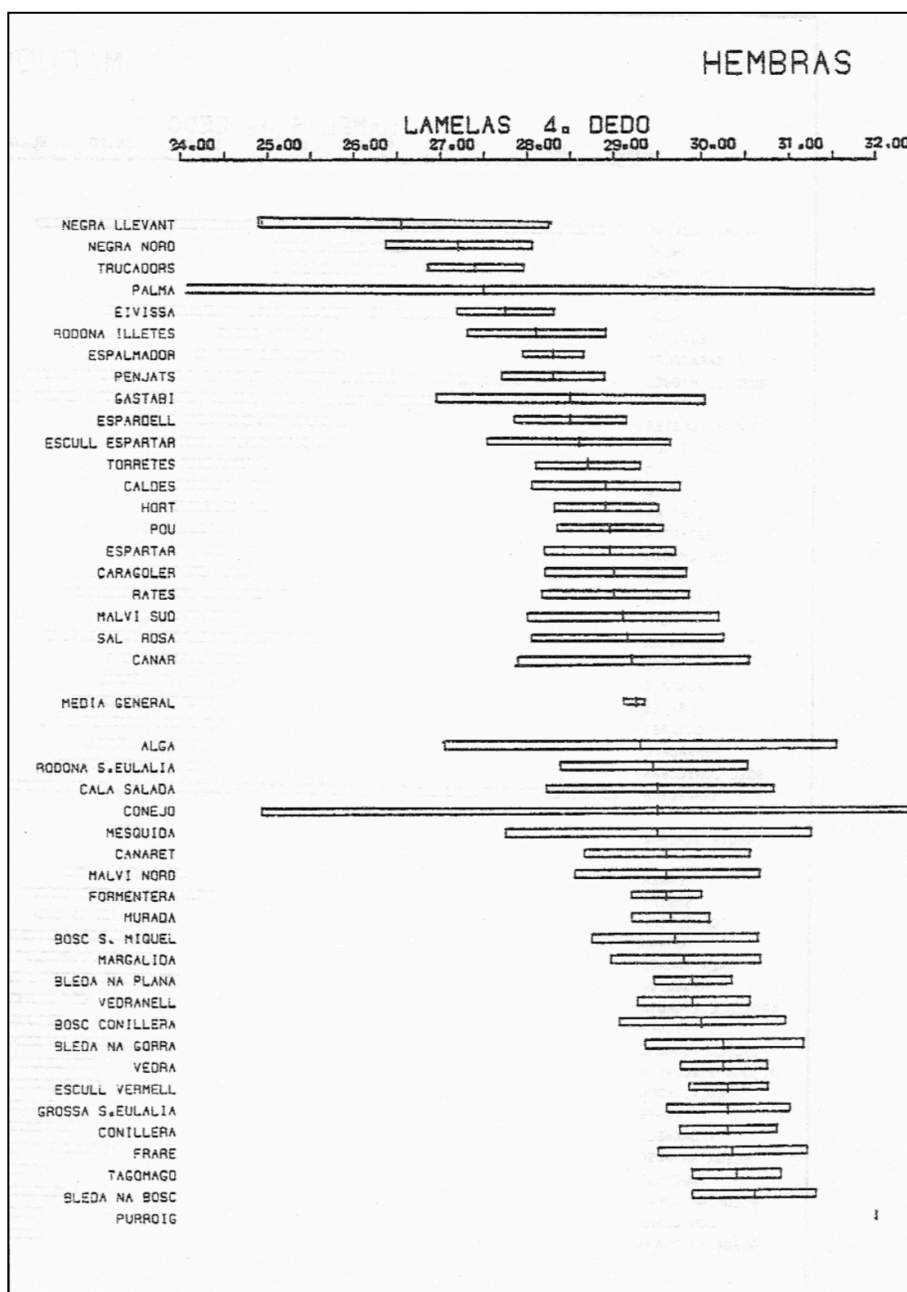
Figure 6-27 Means and standard deviation of **L. Number of lamellae under the fourth finger of the hind leg** in males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 149)

Figura 6-28.

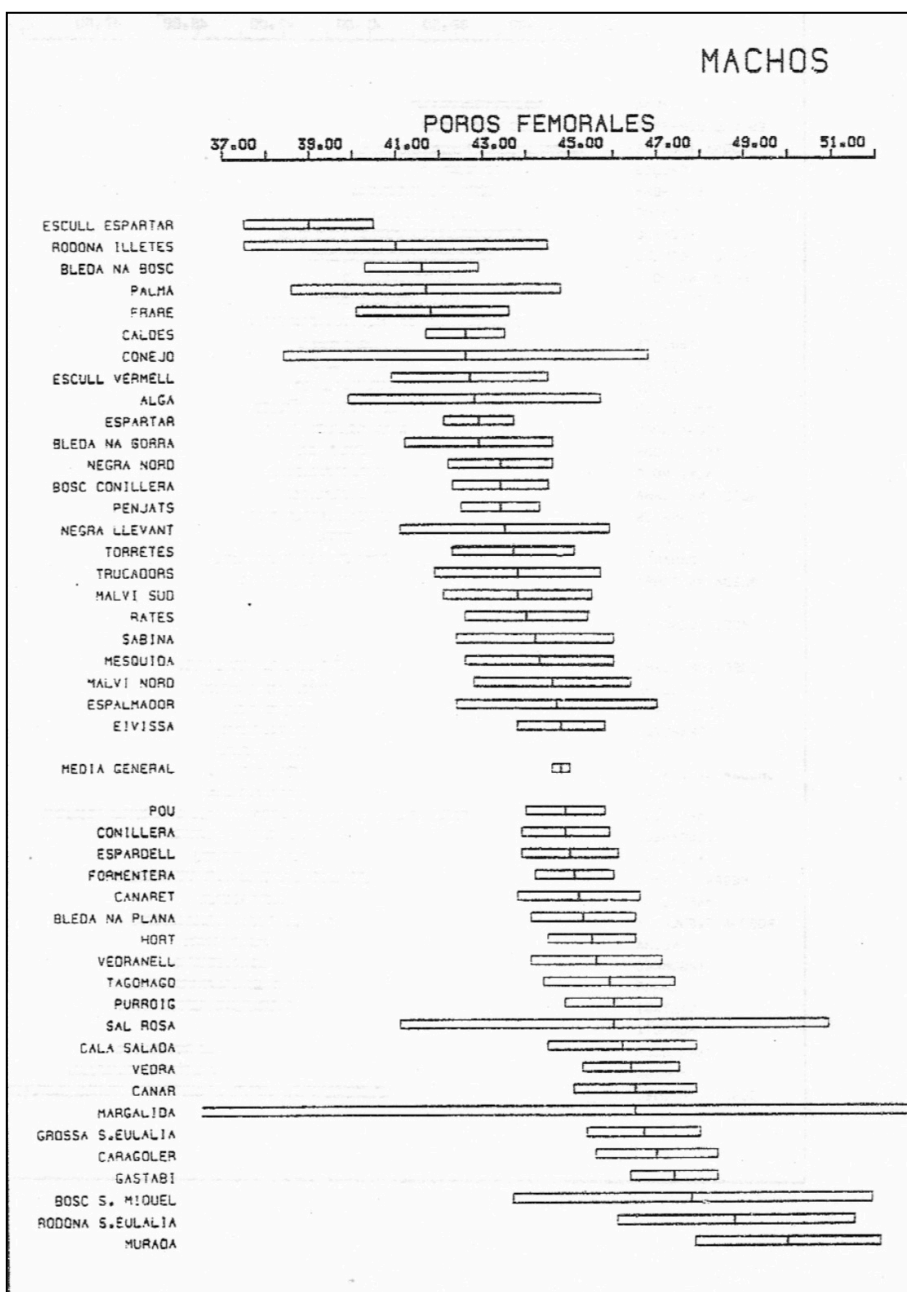
Figure 6-28 Means and standard deviation of L. Number of lamellae under the fourth finger of the hind leg in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 150)

Figura 6-29.

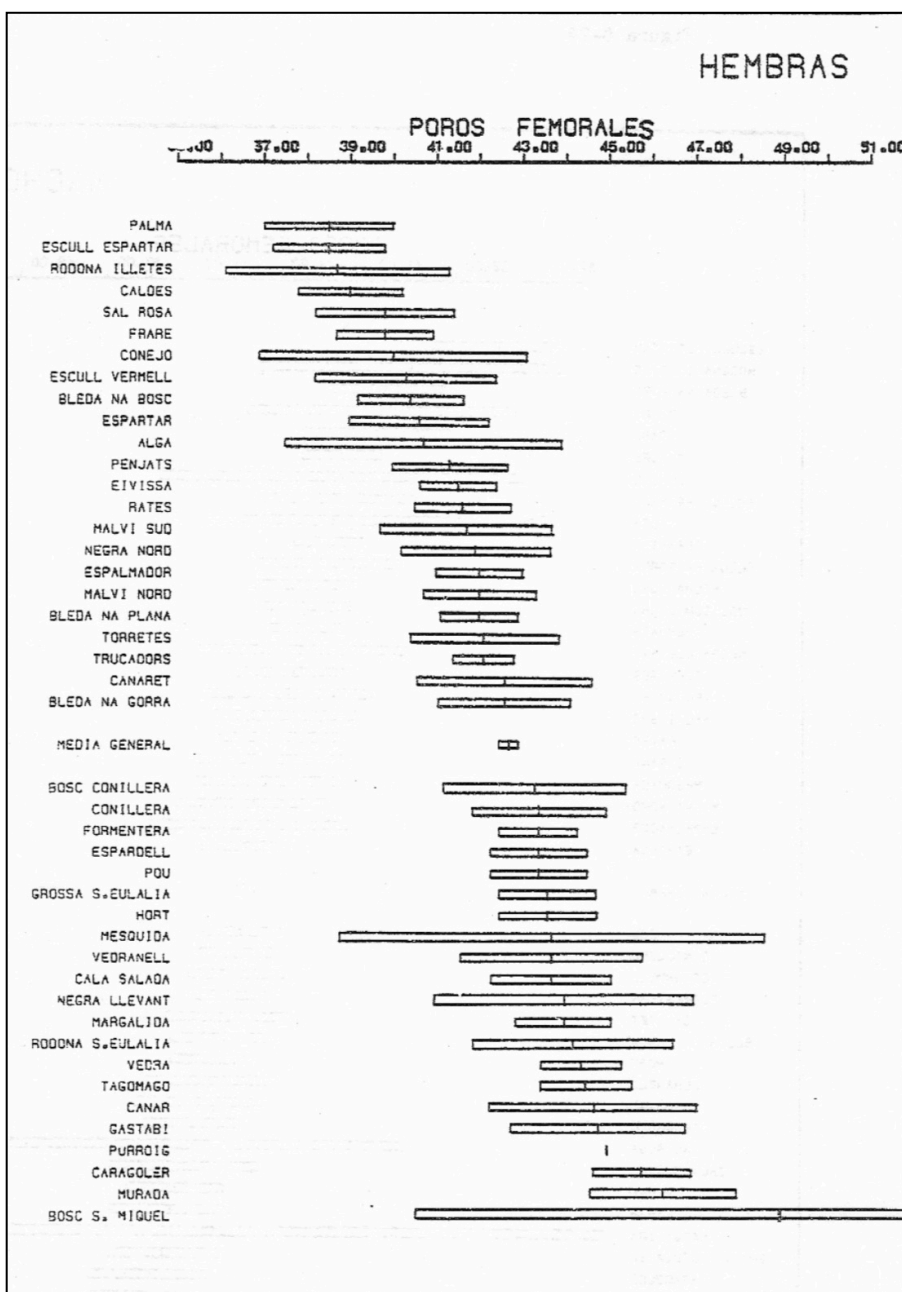
Figure 6-29 Means and standard deviation of PF. Number of femoral pores in males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 151)

Figura 6-30.

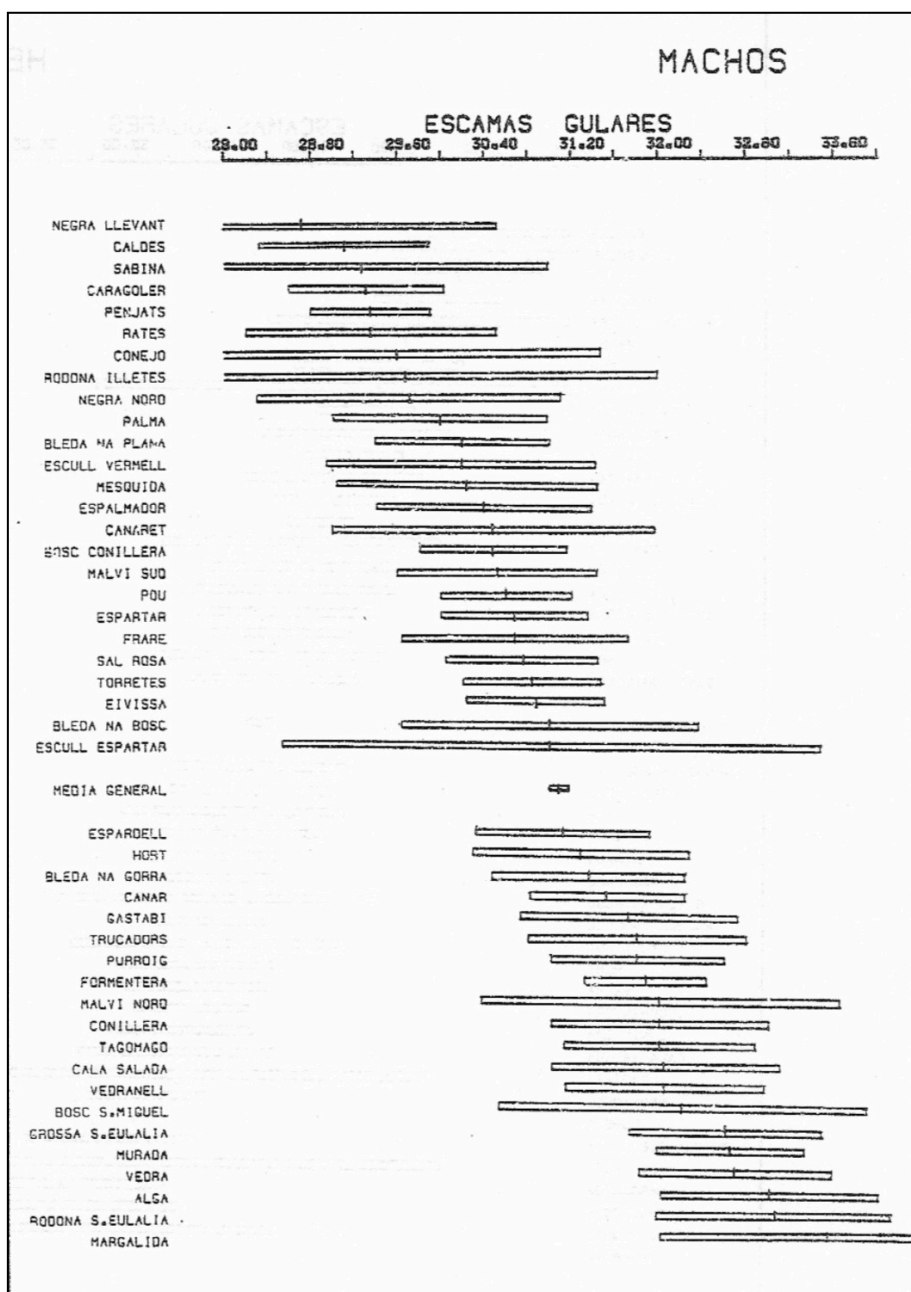
Figure 6-30 Means and standard deviation of PF. Number of femoral pores in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 152)

Figura 6-31.

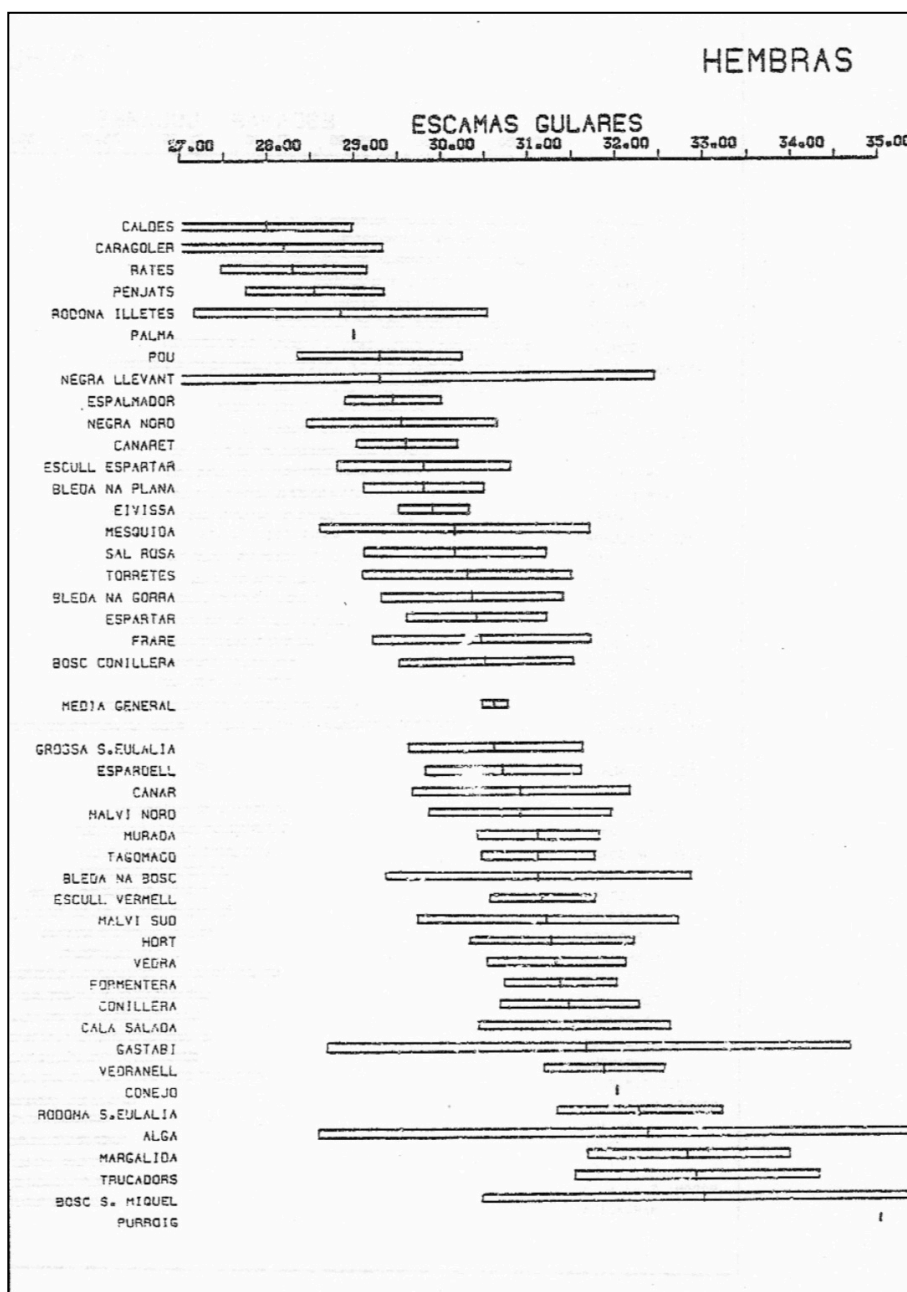
Figure 6-31 Means and standard deviation of EG. Number of gular scales in males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 153)

Figura 6-32.

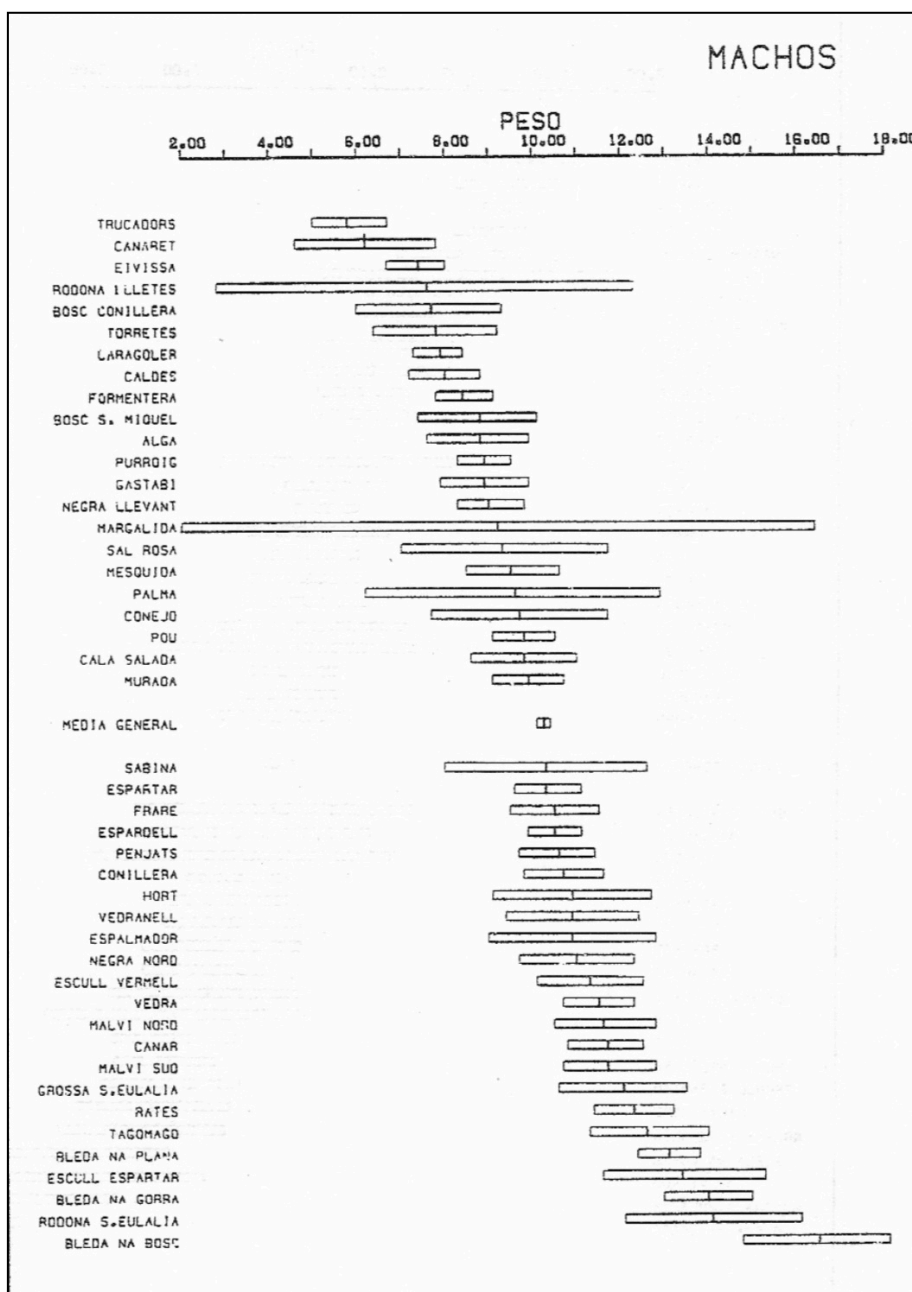
Figure 6-32 Means and standard deviation of EG. Number of gular scales in females.



Chapter 6. Statistical analysis (page 154)

Figura 6-33.

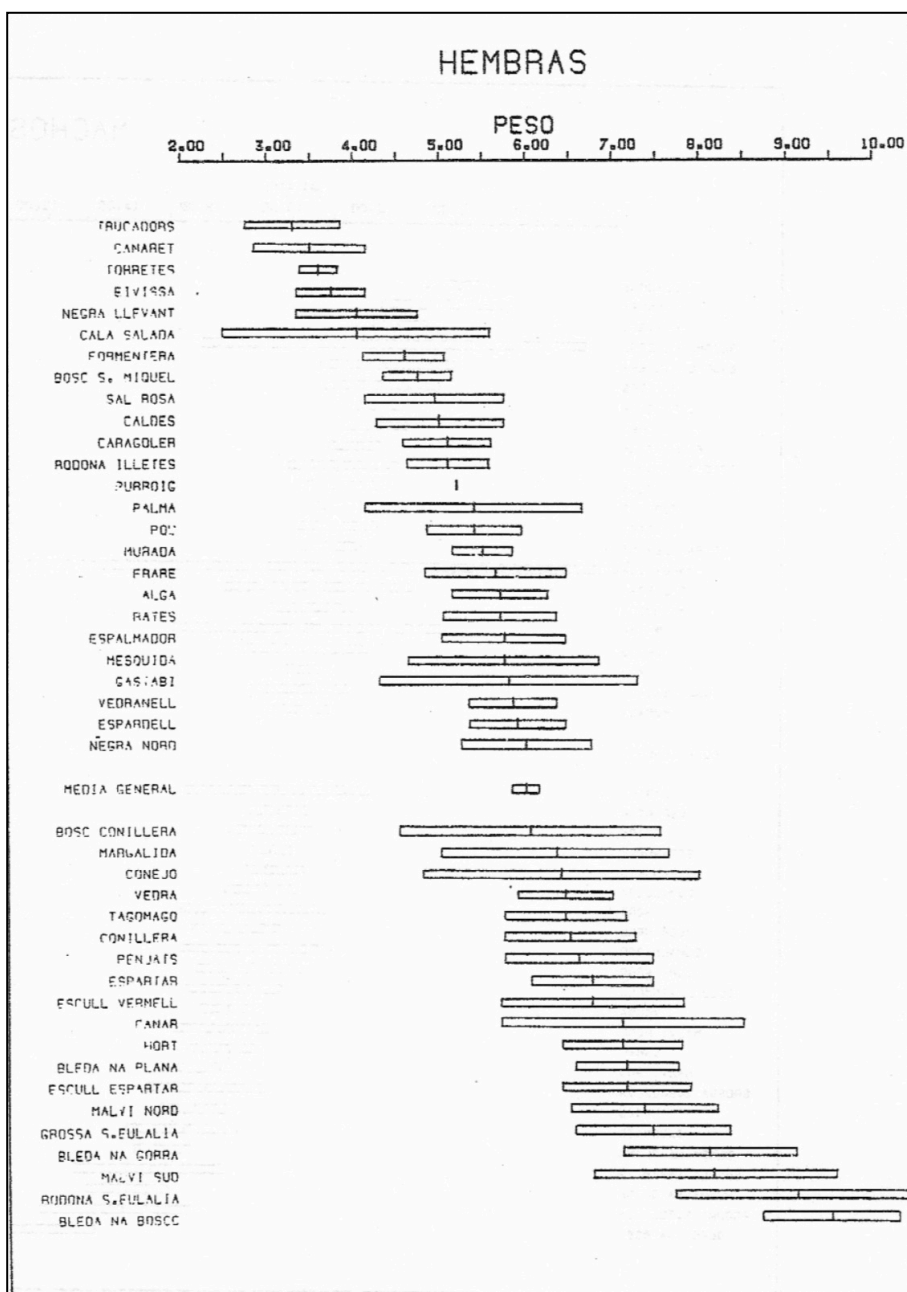
Figure 6-33 Means and standard deviation of **P. Weight** in males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 155)

Figura 6-34.

Figure 6-34 Means and standard deviation of **P. Weight** in females.



## Chapter 6. Statistical analysis (page 156-158)

## 6.3 ANÁLISIS DEL DIMORFISMO SEXUAL

La existencia de dimorfismo sexual en *Podarcis pityusensis* ya ha sido apuntada anteriormente por diversos autores (EISENTRAUT,1949; LILGE,1975; RODRIGUEZ RUIZ,1975; entre otros). Se han comparado las medias de machos y hembras para todas las variables biométricas analizadas, en cada población y para todas las poblaciones juntas, mediante una *t* de Student, a fin de detectar el posible dimorfismo sexual.

El tamaño y la forma, definidos por las variables longitud corporal (LC), anchura de la cabeza (AC), longitud del píleo (LP), anchura del píleo (AP), longitud de la pata anterior (PA), longitud de la pata posterior (PP), longitud gular (LG) y peso (P), se presentan significativamente diferentes (Véase la tabla 6-II), siendo los valores de las medias más altos en los machos que en las hembras (Compárense los diagramas de las medias para machos y hembras, figuras de la 6-1 a la 6-34). La probabilidad de que sean iguales es muy baja, en la mayoría de los casos  $p \leq 0.001$  (marcado con un \* la tabla 6-II), o bien ligeramente superior; aceptando por tanto que los machos son significativamente más grandes y robustos que las hembras en todas las poblaciones.

En cambio las diferencias en las variables de folidosis no siempre son significativas. Así el número de escamas supralabiales (E.SL) e infralabiales (EIL) se presentan con muy poca variabilidad en las distintas poblaciones y sin presentar diferencias significativas entre los sexos, excepto en muy pocos casos. Otra variable semejante es el número de lamelas bajo el 4º dedo de la pata posterior (L), que solo es significativa la diferencia entre machos y hembras de siete poblaciones. En la región gular tampoco existen marcadas diferencias en la mayoría de poblaciones, tanto para el número de escamas del collar (EC), como para el número de escamas gulares (EG).

La escamación dorsal representa un importante papel en la termorregulación ya que recibe directamente los rayos solares. Cabría esperar que no existieran grandes diferencias sexuales ya que la función es semejante en los dos sexos. El número de escamas dorsales longitudinales (EDL) no es significativamente diferente entre los dos sexos para la mayoría de poblaciones, pero en cambio sí lo es el número de escamas dorsales transversales (EDT) con más escamas en los machos. Ahora bien como el tamaño de las hembras es significativamente menor y menos robustas sus escamas podrían ser de diferente tamaño, aunque en igual número.

## 6.3 ANALYSIS OF SEXUAL DIMORPHISM

The existence of sexual dimorphism in *Podarcis pityusensis* has been noted previously by several authors (EISENTRAUT 1949 ; LILGE 1975 ; RODRIGUEZ RUIZ1975 ; among others). The means of males and females were compared for all the biometric variables analyzed, in each population and for all the populations together, by means of a Student's *t*-distribution, in order to detect the possible sexual dimorphism.

The size and shape, defined by the variables body length (LC), width of the head (AC), length of the head (LP), width of the most posterior part of the head (AP), length of the anterior leg (PA), length of the hind leg (PP), gular length (LG) and weight (P), are significantly different (see table 6-II), with the values of the averages being higher in males than in females (compare the diagrams of means for males and females, figures 6-1 to 6-34). The probability that they are equal is very low, in most cases  $p \leq 0.001$  (marked with a \* in table 6-II), or slightly higher; accepting therefore that the males are significantly larger and more robust than the females in all populations.

In contrast, the differences in the variables of pholidosis are not always significant. Thus, the number of supra-labial (ESL) and infra-labial (EIL) scales are presented with very little variability in the different populations and without significant differences between the sexes, except in very few cases. Another similar variable is the number of lamellae under the 4th finger of the hind leg (L), which is only significant different between males and females in seven populations. In the gular region there are also no distinct differences in most populations, both for the number of collar scales (EC), as for the number of gular scales (EG).

The dorsal scale represents an important role in thermoregulation since it directly receives the sun's rays. It would be expected that there were no great sexual differences since the function is similar in both sexes. The number of longitudinal dorsal scales (EDL) is not significantly different between the two sexes for most populations, but instead it is the number of transverse dorsal scales (EDT) with more scales in males. Now, as the size of the females is significantly smaller and less robust, their scales could be of different sizes, although in an equal number. Therefore, new tests have been performed with the variable resulting from the LC / EDL

Chapter 6. Statistical analysis (page 157-158)

Por ello se han realizado nuevos test con la variable resultante del cociente LC/EDL, que ha resultado significativamente diferente en una inmensa mayoría de poblaciones. Por tanto los machos poseen las escamas dorsales mayores que las hembras, aunque en número semejante.

quotient, which has been significantly different in great majority of populations. Therefore, males have greater dorsal scales than females, although in a similar number.

Tabla 6-II. Resultados del test t-student que contrasta la igualdad entre machos y hembras.

\* = probabilidad de que ambos sexos sean iguales inferior a 0.001  
 - = probabilidad de que ambos sexos sean iguales superior a 0.100

Table 6-II. Results of the Student's t-distribution that contrasts the equality between males and females.

\* = probability that both sexes are equal less than 0.001  
 - = probability that both sexes are equal more than 0.100

Población	muestra		LC	AC	LP	AP	PA	PP	PG	EC	ESL	EIL	EV	EIL	EIT	L	PF	EG	P	LC/EIL	LC/EV
	♂	♀																			
1 Eivissa	40	51	*	*	*	*	*	*	*	.090	.015	—	.001	—	.019	—	*	.008	*	*	*
2 Formentera	49	41	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	.089	.068	—	.007	—	*	*	*	*
3 Trucadors	13	14	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.088	.020	—	.002	.083	—	*	*	.001	*
4 Rodona Elletas	3	8	.020	.002	*	*	.001	*	.002	—	—	—	.063	.091	—	—	—	—	.016	.001	.002
5 Espaldador	16	32	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	.099	.004	.042	.008	.085	*	*	*	*
6 Castañí	17	6	.039	*	*	.001	*	*	*	.003	—	*	—	.007	—	.018	—	—	.002	.075	.004
7 Alga	7	3	*	*	*	*	*	*	.006	—	—	.004	—	—	—	—	—	—	.005	.017	*
8 Torretes	21	17	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	*	—	—	—	—	*	*	*
9 Fou	34	22	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	.008	—	.037	.027	*	*	*	*
10 Penjats	35	24	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.078	*	—	.002	—	.004	—	*	*	*
11 Caragoler	12	5	.001	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	.053	—	—	—	.095	*	*	*
12 Espardell	25	32	*	*	*	*	*	*	*	*	—	.006	*	.060	.006	.043	.044	—	*	*	*
13 Sal Rosa	4	6	.001	*	*	*	*	*	*	—	—	—	.005	.092	—	—	.006	—	.001	.002	*
14 Furroig	26	1	no hay suficiente muestra de hembras																		
15 Negra de Llevant	4	3	.001	*	*	*	*	*	.001	—	—	.004	—	.048	—	—	—	—	*	.001	*
16 Negra del Nord	12	15	*	*	*	*	*	*	*	—	.038	—	*	—	.029	—	—	—	*	*	*
17 Rates	16	14	*	*	*	*	*	*	*	—	.094	—	*	—	.049	—	.010	—	*	*	*
18 Malvi Nord	12	15	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	—	—	—	.021	—	*	*	*
19 Malvi Sud	13	12	.001	*	*	*	*	*	*	—	—	.089	.001	—	—	—	.095	—	*	.001	*
20 Rodona Sta. Eulalia	14	16	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	.001	.094	.003	—	*	*	.004	*
21 Grossa Sta. Eulalia	23	25	*	*	*	*	*	*	*	.010	—	*	—	.051	—	—	.004	*	*	*	*
22 Es Canar	22	11	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	.033	—	—	—	*	*	*	*
23 Tagomago	23	35	*	*	*	*	*	*	*	.088	—	*	—	—	—	—	—	.088	*	*	*
24 Hort	14	17	*	*	*	*	*	*	*	.043	—	*	—	.041	—	—	—	*	.001	*	*
25 Sa Mesquida	11	6	.044	*	*	*	*	*	*	—	—	.004	—	—	—	—	—	—	.036	.003	*
26 Canaret	6	5	—	.001	.001	.003	.024	.002	.002	—	—	.002	—	.039	—	.034	—	.009	—	.030	*
27 Caldés	24	13	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.001	—	.004	—	*	—	*	*	*	*
28 Murada	28	38	*	*	*	*	*	*	*	.091	—	.013	*	—	.003	—	.009	.002	*	*	*
29 Margalida	2	18	no hay suficiente muestra de machos																		
30 Es. Caja Salada	17	8	*	*	*	*	*	*	*	.078	.063	—	—	.019	—	.080	—	*	*	*	*
31 Bleda Na Plana	23	35	*	*	*	*	*	*	*	*	—	*	—	*	—	.009	*	—	*	*	*
32 Escull Vermell	9	7	.005	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	—	—	.079	—	*	*	.022	*
33 Bleda Na Bosc	12	16	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	*	—	—	—	*	*	*	*
34 Bleda Na Corra	19	17	*	*	*	*	*	*	*	.035	.091	.086	*	*	—	—	—	*	*	*	*
35 Conillera	24	27	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	.001	—	.048	—	.073	—	*	*	*
36 Bosc de Conillera	15	10	.032	*	*	.003	*	*	*	—	—	.001	.092	.084	—	—	—	—	—	—	.001
37 Espartar	37	21	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	*	—	.004	—	*	*	*	*
38 Es. Espartar	7	10	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.082	*	—	.019	—	—	—	*	*	*
39 Fraze	18	19	*	*	*	*	*	*	*	.041	—	*	—	.005	—	.061	—	*	*	*	*
40 Vedrà	30	29	*	*	*	*	*	*	*	.008	.079	—	*	—	.001	—	.006	.020	*	*	*
41 Vedranell	16	13	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	*	.097	—	—	—	*	*	*
42 Sant Miquel	5	3	.001	*	*	*	.004	.001	*	—	—	—	.037	—	—	—	—	—	.005	*	*
43 Palma	4	2	.073	.027	.013	.040	.002	.009	.007	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.085	.047	.009
44 Sabina	4	0	no existe muestra de hembras																		
45 Conejo	5	2	.064	.005	.003	.009	.008	*	.006	—	—	—	.007	.002	—	.087	—	—	.062	.012	.003
TODCS	772	727	*	*	*	*	*	*	*	*	—	.012	*	.026	*	.002	*	*	*	*	*

## Chapter 6. Statistical analysis (page 158-159)

La escamación ventral también resulta ser distinta con más hileras de escamas en las hembras. Conscientes de la diferencia de tamaños según el sexo también se ha creído conveniente comparar las medias resultantes del cociente LC/EV. La comparación de esta variable entre sexos, también ha dado un resultado altamente significativo en todas las poblaciones: los machos no solo tienen menor número de escamas ventrales, sino que además éstas son significativamente mayores que en las hembras.

Los poros femorales presentan una morfología marcadamente diferente en los dos sexos, que nos permite sexar a los individuos. Su función excretora está relacionada con la comunicación olfativa entre los individuos de una misma población, sobre todo en los aspectos sexuales y de jerarquización, además la mayor protuberancia que presentan los machos parece tener como finalidad la sujeción mecánica de la hembra durante la cópula. A pesar de estas diferencias entre los sexos, solo en la mitad de las poblaciones se ha hallado que el número de poros femorales (PF) sea significativamente distinto entre los dos sexos, con probabilidad superior al 90 %. Con lo que la diferencia sexual debe residir en la naturaleza química de la excreción, pero no parece que intervenga demasiado el número de poros femorales.

A pesar de no hallar dimorfismo sexual en algunas variables al realizar los contrastes en cada población, todos los contrastes realizados entre los 772 machos y 727 hembras han resultado altamente significativos, a excepción del número de escamas supralabiales (ESL); lo cual pone de manifiesto la existencia de dimorfismo sexual en todos los caracteres usados (a excepción de ESL), aunque en algunos es marcadamente más elevado y por lo tanto se detecta fácilmente con tamaños muestrales pequeños, mientras que otros precisan de un alto número de individuos para detectarse, ya que la diferencia es muy poco plausible.

Concluimos pues que el dimorfismo sexual es muy acusado en el tamaño y forma corporal (LC, AC, LP, PA, PP, LG y P), tamaño de las escamas ventrales y dorsales y número de escamas ventrales (EV) dorsales transversales (EDT). En cambio apenas apreciable respecto al número de escamas del collar (EC), infralabiales (EIL), dorsales longitudinales (EDL) y gulares (EG) y número de lamelas bajo el 4º dedo de la pata posterior (L). Por tanto los análisis estadísticos que se aplican posteriormente se presentan duplicados, uno para machos y otro para hembras, aunque en ocasiones se

The ventral scaling also turns out to be different with more rows of scales in the females. Aware of the difference in size according to sex, it has also been considered convenient to compare the means resulting from the LC / EV ratio. The comparison of this variable between sexes, has also given a highly significant result in all populations: males not only have fewer ventral scales, but also these are significantly bigger than in females.

The femoral pores present a markedly different morphology in the two sexes, which allows us to sex specimens. Its excretory function is related to the olfactory communication between specimens of the same population, especially in the sexual and hierarchical aspects, in addition the greater protuberance that the males present seems to have as purpose the mechanical subjection of the female during the intercourse. Despite these differences between the sexes, only in half of the populations has been found that the number of femoral pores (FP) is significantly different between the two sexes, with a probability higher than 90%. Thus, the sexual difference must reside in the chemical nature of the excretion, but the number of femoral pores does not seem to interfere too much.

Despite not finding sexual dimorphism in some variables when searching for contrasts within each population, all contrasts between 772 males and 727 females have been highly significant, with the exception of the number of supra-labial scales (ESL); which shows the existence of sexual dimorphism in all the characters used (with the exception of ESL), although in some it is markedly higher and therefore it is easily detected with small sample sizes, while others require a high number of specimens to be detected, since the difference is very implausible.

We conclude that the sexual dimorphism is very pronounced in body size and shape (LC, AC, LP, PA, PP, LG and P), size of the ventral and dorsal scales and the number of ventral scales (EV) and transversal dorsal scales (EDT). On the other hand, it is scarcely noticeable regarding the number of collar scales (EC), infra-labial (EIL), longitudinal dorsal (EDL) and gular scales (EG) and the number of lamellae under the 4th finger of the hind leg (L). Therefore the statistical analysis that are applied later duplicates are presented, one for males and one for females, although it has sometimes been

## Chapter 6. Statistical analysis (page 159-161)

ha creído conveniente añadir análisis conjuntos sin diferenciación de sexos.

considered convenient to add joint analysis without gender differentiation.

## 6.4 ANÁLISIS FACTORIAL

## 6.4 FACTOR ANALYSIS

## 6.4.1 FUNDAMENTO DEL ANÁLISIS

## 6.4.1 BASIS OF THE ANALYSIS

Este método de análisis intenta condensar la información de un conjunto de variables observables mediante un reducido número de variables hipotéticas llamadas factores. Los factores no son directamente observables, son incorrelacionados entre sí y responden a conceptos más abstractos de la realidad observada, simplificando las correlaciones entre las variables observables. Las asociaciones entre variables se miden mediante una matriz de correlación obtenida por medio del coeficiente de correlación de Pearson.

This method of analysis attempts to condense the information of a set of observable variables by means of a reduced number of hypothetical variables called factors. The factors are not directly observable, they are not correlated to each other and they respond to more abstract concepts of the observed reality, simplifying the correlations between the observable variables. The associations between variables are measured using a correlation matrix obtained by means of the Pearson correlation coefficient.

Se opera sobre  $n$  variables observables (en este caso 17) y a partir de ellas se obtienen los factores, a la vez que se determina la saturación ("peso") de cada variable original  $X_i$  sobre cada uno de los factores obtenidos  $F_j$ , mediante una matriz factorial:

We operate on  $n$  observable variables (in this case 17) and from them we obtain the factors, while determining the saturation ("weight") of each original variable  $X_i$  on each of the factors obtained  $F_j$ , by means of a factorial matrix:

Factores	$F_1,$	$F_2,$	.....	$F_m$
Variables				
$X_1$	$a_{11}$	$a_{12}$		$a_{1m}$
$X_2$	$a_{21}$	$a_{22}$		$a_{2m}$
.				
.				
.				
$X_n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$		$a_{nm}$

Factores	$F_1,$	$F_2,$	.....	$F_m$
Variables				
$X_1$	$a_{11}$	$a_{12}$		$a_{1m}$
$X_2$	$a_{21}$	$a_{22}$		$a_{2m}$
.				
.				
.				
$X_n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$		$a_{nm}$

Analizando las columnas se aprecia como influye cada variable en cada uno de los factores. Si se consideran las filas se obtiene la comunalidad de cada variable:

Analyzing the columns you can see how each variable influences each of the factors. If the rows are considered, the commonality of each variable is obtained:

Comunalidad Variable  $X_i = (a_{i1})^2 + (a_{i2})^2 + \dots + (a_{im})^2$

Communality  $X_i = (a_{i1})^2 + (a_{i2})^2 + \dots + (a_{im})^2$

que representa la contribución a todos los factores de la variable  $X_i$ .

which represents the contribution to all the factors of the variable  $X_i$ .

El valor de la comunalidad oscila entre 0 y 1. Un valor próximo a cero indica que la variable reparte su influencia entre todos los factores, mientras que si es próximo a 1 influye básicamente en un solo factor.

The value of commonality ranges between 0 and 1. A value close to zero indicates that the variable distributes its influence among all the factors, while if it is close to 1, it basically influences only a single factor.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 161-162)

Una vez obtenidos los factores se les somete a una rotación a fin de conseguir unos nuevos factores con mayor interpretabilidad y se elige el número mínimo de factores comunes que sean compatibles con las variables originales. Los factores elegidos son todos aquellos que poseen un valor propio superior a 1.

La rotación puede ser ortogonal u oblicua, obteniéndose nuevos factores incorrelacionados entre sí o bien correlacionados respectivamente. Para mayor información sobre este método de análisis véanse THURSTONE (1947) y CUADRAS (1981).

## 6.4.2 MÉTODO USADO

Se ha aplicado el programa de análisis factorial por componentes principales del paquete BMDP (DIXON et al. 1983), disponible en el Centro de Cálculo de la Universidad de Barcelona. Al existir dimorfismo sexual se han realizado tres análisis: para los machos, para las hembras y todos los individuos conjuntamente. Solo puede aplicarse este análisis a los individuos que poseen observaciones completas en todas las variables, que han resultado ser 740 machos y 701 hembras. Se ha preferido eliminar los individuos sin observaciones completas; en vez de estimar estos valores, ya que pertenecían en general a poblaciones con elevado número de muestra y así se suprime el margen de error de las estimaciones.

## 6.4.3 RESULTADOS OBTENIDOS

En las tablas 6-III, 6-IV y 6-V se muestran las matrices de correlación entre las 17 variables usadas, cuyos valores son semejantes en los tres análisis. Las variables de longitudes corporales y peso presentan una elevada correlación positiva entre ellas y no se relacionan con las demás variables utilizadas, si exceptuamos la relativa correlación positiva que manifiestan con el número de escamas dorsales longitudinales (EDL), transversales (EDT) y número de lamelas bajo el 4º dedo de la pata posterior (L).

Las variables de folidosis en general no manifiestan relación alguna entre ellas ni con el resto de variables, a excepción de las de escamación dorsal (EDL y EDT) que se hallan correlacionadas positivamente entre sí, además de correlacionarse en menor medida con el número de

Once the factors are obtained, they are subjected to a rotation in order to achieve new factors with greater interpretability and the minimum number of common factors that are compatible with the original variables is chosen. The chosen factors are all those that have an own value greater than 1.

The rotation can be orthogonal or oblique, obtaining new factors that are incorrectly correlated with each other or correlated respectively. For more information on this method of analysis see THURSTONE (1947) and CUADRAS (1981).

## 6.4.1 USED METHOD

Main components of the factorial analysis program of the BMDP package (DIXON et al. 1983) has been applied, available in the Calculation Center of the University of Barcelona. When sexual dimorphism exists, three analysis have been carried out: for males, for females and all specimens together. This analysis can only be applied to specimens who have complete observations in all the variables, which result in 740 males and 701 females. It has been preferred to eliminate specimens without complete observations; instead of estimating these values, since they belonged in general to populations with a high sample number and thus the margin of error of the estimates is eliminated.

## 6.4.3 OBTAINED RESULTS

Tables 6-III, 6-IV and 6-V show the correlation matrices among the 17 variables used, whose values are similar in the three analysis. The body length and weight variables show a high positive correlation between them and they are not related to the other variables used, except for the relative positive correlation that they show with the number of longitudinal dorsal scales (EDL), transverse dorsal scales (EDT) and number of lamellae under the fourth finger of the hind leg (L).

The variables of pholidosis in general do not show any relation between them nor with the rest of the variables, except for the dorsal scaling (EDL and EDT) that are correlated positively with each other, besides correlating to a lesser extent with the number of lamellae under the

## Chapter 6. Statistical analysis (page 162-163)

lamelas bajo el 4º dedo (L) y número de escamas gulares (EG).

Sorprende esta falta de correlación, ni positiva ni negativa, entre las variables de folidosis, especialmente en aquellos pares de variables que "a priori" parecería lógico que existiera, como por ejemplo entre la escamación supralabial e infralabial, escamación gular y del collar, escamación dorsal y ventral, etc.

Debido al distinto comportamiento según el sexo de la variable número de escamas ventrales (EV): las hembras más pequeñas que los machos poseen mayor número de escamas ventrales que éstos, en el análisis conjunto presenta una correlación anómala con las demás variables, adquiriendo valores de correlación negativos frente a las variables de longitud y peso.

Las comunales de cada variable también adquieren valores semejantes en los tres análisis (tabla 6-VI), lo cual indica que la variabilidad que expresa cada una de las variables influye en los factores con una importancia semejante independientemente del sexo. A excepción del número de escamas ventrales (EV) que en los machos comparte su influencia entre varios factores, de ahí que su comunalidad sea baja, influyendo sobre todo en el tercer factor junto con otras variables. Mientras que en las hembras constituye por sí sola el cuarto factor, sin apenas influir en los demás factores.

fourth finger (L) and number of gular scales (EG).

This lack of correlation, neither positive nor negative, among the variables of pholidosis, is surprising, especially in those pairs of variables that "a priori" would seem logical that correlation existed, as for example between the supra-labial and infra-labial scaling, gular and collar scaling, dorsal and ventral scaling, etc.

Due to the different behavior according to the sex of the variable number of ventral scales (EV); the females smaller than the males have greater number of ventral scales than these, in the joint analysis it presents an anomalous correlation with the other variables, acquiring values of negative correlation with variable length and weight.

The communalities of each variable also acquire similar values in the three analysis (table 6-VI), which indicates that the variability expressed by each of the variables influences the factors with similar importance regardless of sex. With the exception of the number of ventral scales (EV) that in males shares their influence among several factors, hence their commonality is low, influencing especially the third factor along with other variables. While in females it is by itself the fourth factor, hardly influencing the other factors.

Tabla 6-III. Matriz de correlación de machos.

Table 6-III. Correlation matrix of males. Description of the variables: see Chapter 2.<sup>(31)</sup>

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		LC	AC	LP	AP	PA	PP	LG	EC	ESL	EIL	EV	EDL	EDT	L	PF	EG	PESO
LC	1	1.000																
AC	2	0.781	1.000															
LP	3	0.864	0.865	1.000														
AP	4	0.769	0.874	0.856	1.000													
PA	5	0.773	0.725	0.803	0.651	1.000												
PP	6	0.761	0.700	0.795	0.642	0.896	1.000											
LG	7	0.860	0.825	0.906	0.794	0.815	0.804	1.000										
EC	8	-0.064	0.024	-0.030	0.017	-0.096	-0.100	-0.054	1.000									
ESL	9	-0.064	-0.053	-0.084	-0.066	-0.100	-0.100	-0.082	0.047	1.000								
EIL	10	0.033	0.056	0.049	0.057	0.021	0.048	0.046	-0.036	0.092	1.000							
EV	11	-0.045	0.013	-0.031	0.005	-0.016	-0.013	-0.049	0.028	0.042	0.047	1.000						
EDL	12	0.145	0.170	0.180	0.075	0.280	0.324	0.216	-0.032	-0.001	0.109	0.177	1.000					
EDT	13	0.263	0.210	0.285	0.152	0.349	0.378	0.305	0.014	-0.051	0.095	-0.031	0.602	1.000				
L	14	0.245	0.161	0.232	0.119	0.369	0.386	0.258	-0.033	-0.027	0.085	0.075	0.350	0.339	1.000			
PF	15	-0.035	0.003	-0.005	-0.014	0.039	0.068	-0.028	0.140	-0.057	0.156	0.176	0.201	0.208	0.213	1.000		
EG	16	0.050	0.062	0.075	0.048	0.153	0.163	0.087	0.062	-0.012	0.128	0.158	0.371	0.308	0.220	0.334	1.000	
PESO	17	0.835	0.793	0.795	0.753	0.705	0.701	0.784	-0.041	-0.070	0.056	-0.055	0.200	0.265	0.185	-0.022	0.064	1.000

## Chapter 6. Statistical analysis (page 164-165)

Tabla 6-IV. Matriz de correlación de hembras.

Table 6-IV. Correlation matrix of females. Description of the variables: see Chapter 2.<sup>(24)</sup>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	LC	AC	LP	AP	PA	PP	LG	EC	ESL	EIL	EV	EDL	EDT	L	PF	EG	PESO	
LC	1	1.000																
AC	2	0.781	1.000															
LP	3	0.801	0.863	1.000														
AP	4	0.731	0.817	0.820	1.000													
PA	5	0.758	0.782	0.837	0.682	1.000												
PP	6	0.684	0.738	0.810	0.630	0.898	1.000											
LG	7	0.837	0.832	0.876	0.761	0.829	0.787	1.000										
EC	8	-0.102	-0.001	-0.026	-0.022	-0.050	-0.062	-0.088	1.000									
ESL	9	-0.015	-0.001	-0.033	-0.012	-0.002	-0.017	-0.013	0.099	1.000								
EIL	10	0.053	0.089	0.059	0.081	0.064	0.025	0.075	0.038	0.157	1.000							
EV	11	0.163	0.004	-0.048	0.054	0.035	-0.058	0.014	-0.007	0.032	0.109	1.000						
EDL	12	0.221	0.175	0.203	0.138	0.286	0.266	0.229	-0.050	0.089	0.064	0.177	1.000					
EDT	13	0.219	0.244	0.330	0.165	0.351	0.364	0.302	-0.015	0.014	-0.001	-0.122	0.590	1.000				
L	14	0.187	0.159	0.221	0.134	0.348	0.352	0.256	-0.094	0.084	0.037	0.013	0.374	0.401	1.000			
PF	15	-0.026	0.033	0.063	-0.014	0.111	0.139	0.014	0.085	0.001	0.025	0.022	0.178	0.269	0.259	1.000		
EG	16	0.033	0.035	0.086	0.038	0.136	0.149	0.063	0.086	0.041	-0.026	0.039	0.348	0.340	0.274	0.330	1.000	
PESO	17	0.866	0.795	0.786	0.724	0.747	0.696	0.809	-0.072	0.100	0.228	0.100	0.228	0.275	0.200	0.014	0.049	1.000

Tabla 6-V. Matriz de correlación de machos y hembras.

Table 6-V. Correlation matrix of males and females. Description of the variables: see Chapter 2.<sup>(31)</sup>

	LC	AC	LP	AP	PA	PP	LG	EC	ESL	EIL	EV	EDL	EDT	L	PF	EG		
LC	1	1.000																
AC	2	0.836	1.000															
LP	3	0.860	0.948	1.000														
AP	4	0.824	0.941	0.937	1.000													
PA	5	0.843	0.879	0.911	0.840	1.000												
PP	6	0.816	0.874	0.912	0.838	0.949	1.000											
LG	7	0.884	0.926	0.953	0.905	0.913	0.906	1.000										
EC	8	0.047	0.170	0.143	0.159	0.092	0.094	0.107	1.000									
ESL	9	-0.027	-0.010	-0.027	-0.018	-0.029	-0.033	-0.024	0.072	1.000								
EIL	10	0.077	0.103	0.094	0.102	0.083	0.082	0.097	0.012	0.120	1.000							
EV	11	-0.275	-0.452	-0.483	-0.433	-0.399	-0.443	-0.440	-0.112	0.023	0.018	1.000						
EDL	12	0.126	0.069	0.077	0.029	0.169	0.168	0.113	-0.050	0.042	0.085	0.170	1.000					
EDT	13	0.344	0.348	0.396	0.307	0.432	0.444	0.399	0.056	-0.015	0.071	-0.223	0.559	1.000				
L	14	0.222	0.159	0.197	0.139	0.309	0.309	0.228	-0.044	0.027	0.069	-0.012	0.357	0.375	1.000			
PF	15	0.137	0.237	0.248	0.216	0.254	0.278	0.211	0.167	-0.025	0.117	-0.098	0.167	0.298	0.247	1.000		
EG	16	0.108	0.135	0.154	0.131	0.196	0.203	0.149	0.099	0.015	0.068	-0.004	0.350	0.346	0.254	0.354	1.000	
P	17	0.887	0.876	0.870	0.853	0.835	0.826	0.876	0.091	-0.021	0.101	-0.359	0.130	0.369	0.194	0.178	0.128	1.000

- (24) Legend:
1. LC. Body length.
  2. AC. Width of the head.
  3. LP. Length of the head.
  4. AP. (posterior head width).
  5. PA. Length of the anterior leg.
  6. PP. Length of the hind leg.
  7. LG. Gular length.
  8. EC. Number of scales of the collar.
  9. ESL. Number of supra-labial scales.
  10. EIL. Number of infra-labial scales.
  11. EV. Number of longitudinal ventral scales.
  12. EDL. Number of longitudinal dorsal scales.
  13. EDT. Number of transverse dorsal scales.
  14. L. Number of lamellae under the fourth finger.
  15. PF. Number of femoral pores.
  16. EG. Number of gular scales.
  17. P. Weight.

Chapter 6. Statistical analysis (page 166-169)

Tabla 6-VI. Comunalidades de las variables en los tres análisis factoriales.

Table 6-VI. Communalities of the variables in the three factor analysis.<sup>(25)</sup>

VARIABLES	muestra	♂	♀	♂y♀
		740	701	1441
LC 1		0.850	0.846	0.847
AC 2		0.854	0.856	0.929
LP 3		0.912	0.902	0.958
AP 4		0.830	0.757	0.896
PA 5		0.808	0.838	0.902
PP 6		0.809	0.793	0.897
LG 7		0.885	0.877	0.943
EC 8		0.573	0.782	0.635
ESL 9		0.551	0.654	0.587
EIL 10		0.487	0.509	0.511
EV 11		0.301	0.915	0.405
EDL 12		0.655	0.654	0.689
EDT 13		0.615	0.660	0.610
L 14		0.430	0.526	0.462
PF 15		0.526	0.484	0.541
EG 16		0.481	0.547	0.527
P 17		0.778	0.809	0.854

Calculado respecto a 4 Factores 5 Factores 4 Factores

(25) Legend:

- 1. LC. Body length.
- 2. AC. Width of the head.
- 3. LP. Length of the head.
- 4. AP. (posterior head width).
- 5. PA. Length of the anterior leg.
- 6. PP. Length of the hind leg.
- 7. LC. Gular length.
- 8. EC. Number of scales of the collar.
- 9. ESL. Number of supra-labial scales.
- 10. EIL. Number of infra-labial scales.
- 11. EV. Number of longitudinal ventral scales.
- 12. EDL. Number of longitudinal dorsal scales.
- 13. EDT. Number of transverse dorsal scales.
- 14. L. Number of lamellae under the fourth finger.
- 15. PF. Number of femoral pores.
- 16. EG. Number of gular scales.
- 17. P. Weight.

Description of the variables: see Chapter 2

Calculado respecto a = Calculated in respect to

Varianza = Variance

Porcentaje acumulado = Accumulated percentage

Tabla 6-VII. MATRIZ FACTORIAL (Factores Rotados) del análisis de los Machos.

Table 6-VII. FACTORIAL MATRIX (Rotated Factors) of the analysis of the Males.<sup>(32)</sup>

VARIABLES	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4
LP 3	0.948	--	--	--
LG 7	0.924	--	--	--
AC 2	0.920	--	--	--
LC 1	0.912	--	--	--
AP 4	0.905	--	--	--
PESO 17	0.875	--	--	--
PA 5	0.830	0.333	--	--
PP 6	0.813	0.377	--	--
EDL 12	--	0.799	--	--
EDT 13	--	0.760	--	--
LAM 14	--	0.630	--	--
EG 16	--	0.546	0.428	--
EC 8	--	--	0.667	--
PF 15	--	0.358	0.615	--
ESL 9	--	--	--	0.736
EIL 10	--	--	--	0.674
EV 11	--	--	0.540	--
VARIANZA	6.456	2.432	1.324	1.118
PORCENTAJE ACUMULADO	60.41	80.04	90.55	100.00

Tabla 6-VIII. MATRIZ FACTORIAL (Factores Rotados) del análisis correspondientes a las Hembras.

Table 6-VIII. FACTORIAL MATRIX (Rotated Factors) of the analysis corresponding to the Females.<sup>(32)</sup>

VARIABLES	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4	FACTOR 5
LP 3	0.936	--	--	--	--
LG 7	0.925	--	--	--	--
AC 2	0.923	--	--	--	--
LC 1	0.894	--	--	--	--
PESO 17	0.886	--	--	--	--
PA 5	0.877	--	--	--	--
AP 4	0.868	--	--	--	--
PP 6	0.832	--	--	--	--
EDT 13	--	0.755	--	--	--
EDL 12	--	0.732	--	--	--
LAM 14	--	0.665	--	--	--
EG 16	--	0.658	--	--	0.324
PF 15	--	0.554	--	--	0.421
ESL 9	--	--	0.794	--	--
EIL 10	--	--	0.688	--	--
EV 11	--	--	--	0.953	--
EC 8	--	--	--	--	0.869
VARIANZA	6.481	2.470	1.188	1.133	1.126
PORCENTAJE ACUMULADO	55.0	72.48	82.77	91.86	100.00

Tabla 6-IX. MATRIZ FACTORIAL (Factores Rotados) del análisis de todos los individuos conjuntamente sin separación de sexos.

Table 6-IX. FACTORIAL MATRIX (Rotated Factors) of the analysis of all the specimens without separation between sexes.<sup>(32)</sup>

VARIABLES	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4
LP 3	0.965	--	--	--
LG 7	0.960	--	--	--
AC 2	0.952	--	--	--
AP 4	0.938	--	--	--
PA 5	0.918	--	--	--
PESO 17	0.913	--	--	--
PP 6	0.912	--	--	--
LC 1	0.905	--	--	--
EDL 12	--	0.811	--	--
EDT 13	0.319	0.709	--	--
LAM 14	--	0.654	--	--
EG 16	--	0.615	0.386	--
EC 8	--	--	0.779	--
PF 15	--	0.431	0.582	--
ESL 9	--	--	--	0.762
EIL 10	--	--	--	0.703
EV 11	-0.497	--	-0.316	--
VARIANZA	7.365	2.395	1.303	1.137
PORCENTAJE ACUMULADO	64.04	81.11	90.92	100.00

Saturación de las variables sobre los factores rotados, solo se indican los valores superiores a 0.3 para facilitar su lectura.  
Saturation of the variables on the rotated factors, only values greater than 0.3 are indicated to facilitate reading.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 170-172)

## 6.4.3.1 MATRICES FACTORIALES

Con los valores de la matriz de correlación se han obtenido las matrices factoriales de los factores no rotados y rotados, estas últimas para los tres análisis se presentan en las tablas 6-VII, 6-VIII y 6-IX. Se han simplificado omitiendo todos los valores inferiores a 0.3 para facilitar su lectura. Las variables aparecen ordenadas según su mayor importancia sobre los factores.

El resultado obtenido es más satisfactorio en los machos y en el análisis conjunto que en las hembras ya que se obtienen 4 factores y los dos primeros ya explican más del 80 % de la variabilidad total; mientras que en las hembras se obtienen 5 factores y los dos primeros solo explican un 72 % de la variabilidad total

## 6.4.3.2 REPRESENTACIÓN FACTORIAL DE LAS VARIABLES

En la representación factorial de las variables sobre el primer y segundo factor (figuras 6-35, 6-36 y 6-37) se aprecia visualmente el gran peso que ejercen las variables de longitudes corporales y peso (variables 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 17) sobre el primer factor en los tres análisis. Las variables de folidosis dorsal (variables 12 y 13) y lamelas bajo el 4º dedo de la pata posterior (14), lo ejercen sobre el segundo factor en los tres análisis, si bien en las hembras además ejercen una importancia semejante las variables número de poros femorales (15) y número de escamas gulares (16), ambas con una importancia discreta sobre este factor en el análisis correspondiente a los machos.

En el centro de la representación (no influyen en ninguno de los dos primeros factores) se sitúan las variables escamas del collar (3), supralabiales (9) e infralabiales (10), que ejercen su influencia en otros factores distintos de los dos primeros (véanse las matrices factoriales). El número de escamas ventrales (11) pertenece a este último grupo, si bien en la representación factorial del análisis conjunto puede apreciarse su correlación negativa con las variables de longitudes y peso.

## 6.4.3.1 FACTOR MATRICES

With the values of the correlation matrix, the factor matrices of the non-rotated and rotated factors have been obtained, the latter for the three analysis are presented in tables 6-VII, 6-VIII and 6-IX. They have been simplified omitting all values below 0.3 to facilitate their reading. The variables appear ordered according to their greater importance on the factors.

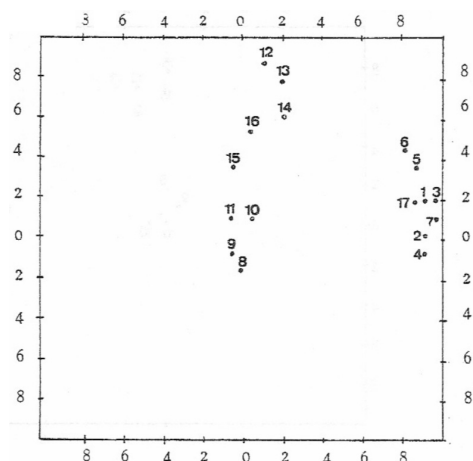
The obtained result is more satisfactory in the males and in the joint analysis than in the females since 4 factors are obtained and the first two already explain more than 80% of the total variability; while in females 5 factors are obtained and the first two only explain 72% of the total variability.

## 6.4.3.2 FACTOR REPRESENTATION OF THE VARIABLES

The factor representation of the variables on the first and second factors (Figures 6-35, 6-36 and 6-37), shows the great weight exerted by the variables of body length and weight (variables 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 17) on the first factor in the three analysis. The variables of dorsal pholidosis (variables 12 and 13) and lamellae under the 4th finger of the hind leg (14), exerted on the second factor in the three analysis, although females have a similar importance in the number of femoral pores (15) and number of gular scales (16), both with a discrete importance on this factor in the analysis corresponding to the males.

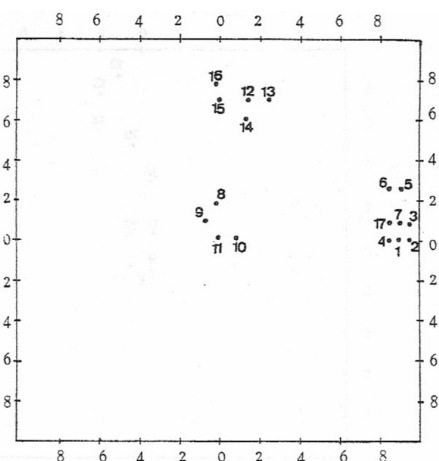
At the center of the representation (they do not influence any of the first two factors) are located the scale variables of the collar (3), supra-labials (9) and infra-labials (10), which exert their influence on factors other than the first two (see factor matrices). The number of ventral scales (11) belongs to this last group, although in the factor representation of the joint analysis its negative correlation can be appreciated with the variables of lengths and weight.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 170-173)



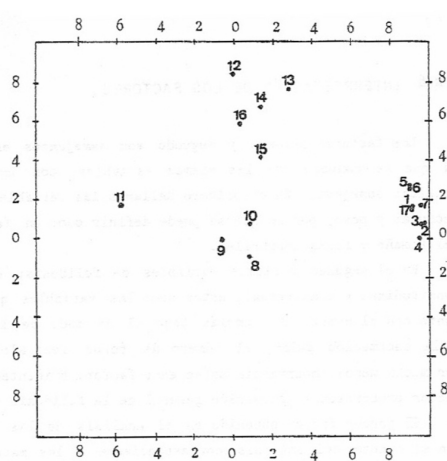
**Figura 6-35.** Representación factorial de las variables sobre el primer y segundo factor del análisis de los machos.

**Figure 6-35.** Factor representation of the variables on the first and second factor of the analysis of the males.



**Figura 6-36.** Representación factorial de las variables sobre el primer y segundo factor del análisis de las hembras.

**Figure 6-36.** Factor representation of the variables on the first and second factor of the analysis of the females.



**Figura 6-37.** Representación factorial de las variables sobre el primer y segundo factor del análisis conjunto.

**Figure 6-37.** Factor representation of the variables on the first and second factor of the combined analysis.

## 6.4.4 INTERPRETACIÓN DE LOS FACTORES

Los factores primero y segundo son semejantes en los dos sexos, ya que se componen de las mismas variables, con un peso cada una de ellas semejante. En el primero hallamos las variables de longitudes, anchuras y peso, por lo que se puede definir como un factor explicativo del tamaño y forma corporales.

En el segundo hallamos variables de folidosis: escamación dorsal longitudinal y transversal, estas como las variables que más influyen, junto con el número de lamelas bajo el 4º dedo de la pata posterior y la escamación gular; el número de poros femorales se manifiesta con mucha menos importancia sobre este factor. Evidentemente el segundo factor proporciona información general de la folidosis del individuo.

El tercer factor obtenido en el análisis de las hembras coincide con el cuarto del análisis correspondiente a los machos, este factor informa de la escamación labial, ya que las variables número de escamas supralabiales e infralabiales, son las únicas que ejercen en él una saturación considerable.

## 6.4.4 INTERPRETATION OF THE FACTORS

The first and second factors are similar in the two sexes, since they are composed of the same variables, with a similar weight. In the first we find the variables of lengths, widths and weight, so it can be defined as an explanatory factor of body size and shape.

In the second factor we find variables of pholidosis: longitudinal and transversal dorsal scaling, these as the variables that most influence, together with the number of lamellae under the fourth finger of the hind leg and the gular scaling; the number of femoral pores is much less pronounced about this factor. Evidently, the second factor provides general information on the specimens pholidosis.

The third factor obtained in the analysis of the females coincides with the fourth of the analysis corresponding to the males, this factor informs of the labial scaling, since the variables number of supra-labial and infra-labial scales, are the only ones that exert in it a considerable saturation.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 173-174)

Mientras que el tercer- factor de los machos se desdobra en dos factores en el análisis de las hembras: cuarto y quinto. Este factor se define en los machos con las variables de folidosis de la región gular, tanto el número de escamas gulares como las del collar, así como el número de poros femorales y número de escamas ventrales, esta última variable constituye por sí sola el cuarto factor en el análisis de las hembras.

En la actividad sexual de las lagartijas, las regiones gular y ventral tienen una gran importancia, ya que el macho muestra ambas zonas a la hembra antes del apareamiento, según se ha podido observar en numerosas ocasiones, interviniendo también la secreción femoral para la comunicación olfativa. Por lo tanto se puede interpretar el tercer factor de los machos y el quinto de las hembras como definitorio de las características sexuales secundarias.

Las hembras antes de la cópula también muestran su región gular, pero no enseñan el vientre, de ahí que la escamación ventral constituya un factor separado del sexual en las hembras.

Los factores obtenidos en el análisis conjunto de machos y hembras poseen saturaciones de las variables intermedias entre las obtenidas para los machos y para las hembras, si bien el resultado es más semejante al de aquellos que al de las hembras.

El primer factor formado por variables de tamaño y forma, si bien con un relativo peso negativo del número de escamas ventrales, ya que como se ha explicado anteriormente las hembras son más pequeñas que los machos y presentan más escamación ventral. El segundo factor, folidosis general del individuo, es semejante a los obtenidos en los análisis anteriores. El tercero, folidosis con características sexuales, esta formado por las mismas variables que en el análisis de los machos, pero con influencia negativa de la escamación ventral, debido al distinto comportamiento de esta variable según el sexo. El cuarto coincide totalmente en los tres análisis manifestando la escamación labial.

En la morfología de *P. pityusensis* existen pues cuatro aspectos definidos por los cuatro (cinco en las hembras) factores hallados:

tamaño y forma  
folidosis general

While the third factor of the males is split into two factors in the analysis of the females: fourth and fifth. This factor is defined in the males with the pholidosis variables of the gular region, both the number of gular scales and those of the collar, as well as the number of femoral pores and number of ventral scales, this last variable constitutes by itself the fourth factor in the analysis of females.

In the sexual activity of lizards, the gular and ventral regions are of great importance, since the male shows both areas to the female before mating, as has been observed on numerous occasions, also intervening femoral secretion for olfactory communication . Therefore, the third factor of the males and the fifth of the females can be interpreted as defining the secondary sexual characteristics.

The females before the copulation also show their gular region, but they do not show the belly, hence the ventral scaling constitutes a separate factor from the sexual in the females.

The factors obtained in the joint analysis of males and females have saturations of intermediate variables between those obtained for males and for females, although the result is more similar to those of females.

The first factor is formed by variables of size and shape, although with a relative negative weight of the number of ventral scales, since as it has been explained previously, females are smaller than males and present more ventral scale. The second factor, general pholidosis of the specimen, is similar to those obtained in the previous analysis. The third, pholidosis with sexual characteristics, is formed by the same variables as in the analysis of the males, but with negative influence of the ventral scaling, due to the different behavior of this variable according to sex. The fourth coincides completely in the three analysis showing the labial scaling.

In the morphology of *Podarcis pityusensis* there are four aspects defined by the four (five in females) factors found:

size and shape  
general pholidosis

## Chapter 6. Statistical analysis (page 174-175)

folidosis de las regiones con significado sexual  
folidosis labial

Y para las hembras además la folidosis ventral.

pholidosis of regions with sexual significance  
labial pholidosis

And for the females in addition the ventral pholidosis.

## 6.4.5 CONCLUSIONES

El significado de las distintas variables utilizadas es semejante en ambos sexos a excepción de las de escamación de ciertas regiones corporales que parecen tener significado sexual, y entre ellas destaca la variable número de escamas ventrales (EV) que se comporta de forma marcadamente distinta en machos y hembras.

Algunas de las variables aplicadas proveen de información redundante ya que existe una correlación altamente significativa entre ellas (variables de tamaño y forma) y podrían eliminarse sin perder capacidad resolutoria en los análisis multivariantes.

Sin embargo no todas las variables que definen un mismo aspecto (influyen en un mismo factor) están correlacionadas y por lo tanto es preciso considerar a todas las variables de este segundo tipo, a costa de no despreciar la información que proporcionan, aunque ésta pueda ser de mínima importancia discriminatoria, como se observará en los análisis siguientes.

Tres de los factores obtenidos parece ser tienen un significado claro y semejante en ambos sexos:

1º Factor: Tamaño y Forma (Variables 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 17), definen la estructura básica del individuo.

2º Factor: Folidosis general (Variables 12, 13, 14, 16) relacionado con aspectos importantes en la biología de la especie: termorregulación, pérdidas de agua por evaporación, aislamiento térmico, etc.

3º Factor de las hembras, 4º Factor de los machos: Escamación Labial (Variables 9, 10).

Los demás factores son distintos según el sexo y hacen referencia a atributos sexuales secundarios (variables 8, 11, 15, 16), estas variables definen la escamación de las regiones corporales que intervienen en las relaciones sexuales de los individuos, con distinta importancia de estas variables en los factores según el sexo.

## 6.4.5 CONCLUSIONS

The meaning of the different variables used is similar in both sexes with the exception of the scaling of certain body regions that seem to have sexual significance, and among them is the variable number of ventral scales (EV) that behave markedly differently in males and females.

Some of the variables applied provide redundant information since there is a highly significant correlation between them (variables of size and shape) and could be eliminated without losing resolutive capacity in the multivariate analysis.

However, not all the variables that define the same aspect (influence the same factor) are correlated and therefore it is necessary to consider all the variables of this second type, at the expense of not neglecting the information they provide, although this may be of minimal discriminatory importance, as will be observed in the following analysis.

Three of the factors obtained seem to have a clear and similar meaning in both sexes:

1<sup>st</sup> Factor: Size and form (Variables 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 17), define the basic structure of the specimen.

2<sup>nd</sup> Factor: General pholidosis (Variables 12, 13, 14, 16) related to important aspects in the biology of the species: thermoregulation, water losses due to evaporation, thermal insulation, etc.

3<sup>rd</sup> Factor of the females, 4<sup>th</sup> Factor of the males: Labial scaling (Variables 9, 10).

The other factors are different according to sex and refer to secondary sexual attributes (variables 8, 11, 15, 16), these variables define the scaling of the body regions that intervene in the sexual relationships of specimens, with different importance of these variables in the factors according to sex.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 176-177)

## 6.5 ANÁLISIS DISCRIMINANTE

## 6.5.1 FUNDAMENTO DEL ANÁLISIS

Al estudiar poblaciones muy semejantes entre sí, como es nuestro caso, frecuentemente se presentan individuos que pueden estar clasificados en 2 ó más poblaciones distintas. En este caso puede aplicarse un análisis discriminante para conocer la distancia  $D$  de Mahalanobis de cada individuo a cada una de las poblaciones posibles y así poder clasificarlo en aquella población que presenta una distancia menor.

Para tal fin se parte de la información que proporcionan los datos de  $n$  variables aleatorias aplicadas a  $m$  individuos de  $k$  poblaciones. Con lo que se construye un hiperespacio  $n$ -dimensional, que se divide en  $k$  regiones disjuntas, correspondientes a las  $k$  poblaciones, mediante una función discriminante para cada población. Esta función es una combinación lineal de las variables observadas sobre las  $k$  poblaciones.

Seguidamente se calcula, aplicando las funciones discriminantes, la distancia  $D$  de Mahalanobis de cada individuo a cada una de las  $k$  regiones y se clasifica dicho individuo en la población cuya distancia sea menor (Véase CUADRAS, 1974, 1981).

El análisis discriminante requiere que exista una clasificación "a priori" de los  $m$  individuos en las  $k$  poblaciones consideradas, lo cual frecuentemente restringe su utilización ya que no se conocen criterios para realizar esta clasificación. En el caso de *P.pityusensis* los individuos de cada isla representan una población y por tanto este impedimento priorístico queda solventado. No sería recomendable utilizarlo si las distintas poblaciones tuvieran áreas comunes de distribución posible, ya que antes se debería decidir subjetivamente a que población pertenecen los individuos de estas áreas, pero en el caso que nos ocupa es extraordinariamente simple obtener esta clasificación; lo que resulta dudoso y de ahí que se iniciara este estudio sobre *P.pityusensis*, es sí la clasificación actual apoyada en la premisa "una isla - una subespecie" responde a la realidad.

## 6.5.2 MÉTODO USADO

Se ha utilizado el paquete de programas estadísticos BMDP (Biomedical Computer Programs) (Dixon et al. 1983), cuyo programa 7M realiza un análisis

## 6.5 DISCRIMINANT ANALYSIS

## 6.5.1 BASIS OF THE ANALYSIS

When studying populations very similar to each other, as is our case, specimens often appear that can be classified in two or more different populations. In this case, a discriminant analysis can be applied to know the Mahalanobis distance of each specimen to each of the possible populations and thus be able to classify it in that population that has a smaller distance.

For this purpose we start from the information provided by the data of  $n$  random variables applied to  $m$  specimens of  $k$  populations. With which a  $n$ -dimensional hyper space is constructed, which is divided into  $k$  disjunct regions, corresponding to the  $k$  populations, by means of a discriminant function for each population. This function is a linear combination of the variables observed on the  $k$  populations.

Then it is calculated, applying the discriminating functions, the Mahalanobis  $D$  distance of each specimen to each of the  $k$  regions and that specimen is classified in the population whose distance is smaller (see CUADRAS 1974 ; CUADRAS 1981).

The discriminant analysis requires that there be an "a priori" classification of the  $m$  specimens in the  $k$  populations considered, which frequently restricts their use since there are no known criteria to perform this classification. In the case of *Podarcis pityusensis* the specimens of each island represent a population and therefore this priority impediment is solved. It would not be advisable to use it if the different populations had common areas of possible distribution, since previously it should be decided subjectively to which population the specimens of these areas belong, but in the case at hand it is extraordinarily simple to obtain this classification; what is doubtful and why this study on *Podarcis pityusensis* was initiated, is the question of the current classification supported by the premise "one island - one subspecies" responds to reality.

## 6.5.2 USED METHOD

The statistical package BMDP (Biomedical Computer Programs) (DIXON et al. 1983) has been used, whose 7M program performs a stepwise discriminant analysis.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 177-178)

discriminante escalonado.

En una primera fase del programa se obtienen las medias, desviaciones típicas, coeficientes de variación y tamaño muestral de cada variable en cada una de las  $k$  poblaciones y en el conjunto de poblaciones totales. También se obtienen las matrices de correlación y covarianzas de las variables.

El análisis transcurre a partir de aquí en escalones o "steps". En cada uno de ellos se realiza un análisis de la varianza (ANOVA) para establecer que variable discrimina mejor a las  $k$  poblaciones. En el escalón o fase Cero aún no ha entrado ninguna variable a formar parte de la función discriminante.

En ella se selecciona la variable que discrimina mejor a todas las  $k$  poblaciones, mediante un análisis de la varianza (ANOVA) sobre todas las variables para todos los grupos usados. En la fase 1 se construyen las  $k$  funciones discriminantes con la primera variable seleccionada. Se obtienen los valores de lambda de Wilks que comprueba para cada par de poblaciones la igualdad entre las medias de las variables que forman la función discriminante. Y se calcula la matriz de valores de  $F$  que compara cada par de poblaciones, solo con las variables que han entrado en la función discriminante.

Con las variables restantes se vuelve a repetir el análisis para seleccionar la segunda variable con mayor poder de discriminación, y así sucesivamente se van repitiendo las fases, hasta que con las variables que forman la función discriminante obtenemos el máximo poder de discriminación entre las  $k$  poblaciones, la entrada de una nueva variable no supondría aumentar este poder discriminatorio. En este punto finaliza el análisis, obteniendo los coeficientes de las  $k$  funciones discriminantes que nos dividen el hiperespacio en  $k$  regiones disjuntas.

Seguidamente se aplican las funciones así halladas a cada individuo a fin de conocer la distancia  $D$  de Mahalanobis a cada una de las  $k$  poblaciones. Se reclasifica este individuo en la población que nos proporciona una menor distancia; después de todas las reclasificaciones se obtiene la matriz de reclasificación como resumen del análisis. En ellas podemos observar para cada población  $j$  el número de individuos bien reclasificados en  $j$ , así como en que población se han reclasificado los individuos restantes de esta población.

In a first phase of the program we obtain the means, standard deviations, coefficients of variation and sample size of each variable in each of the  $k$  populations and in the set of total populations. The correlation matrices and covariances of the variables are also obtained.

The analysis starts from here in steps. In each one of these steps, an analysis of the variance (ANOVA) is carried out to establish which variable discriminates better the  $k$  populations. In this step or phase zero no variable, being part of the discriminant function, has been entered yet.

It selects the variable that best discriminates all  $k$  populations, by means of an analysis of the variance (ANOVA) on all the variables for all the groups used. In phase 1, the  $k$  discriminant functions are constructed with the first variable selected. Wilks's lambda distributions are obtained, which check for each pair of populations the equality between the means of the variables that make up the discriminant function. And we calculate the matrix of values of  $F$  that compares each pair of populations, only with the variables that have entered into the discriminant function.

With the remaining variables, the analysis is repeated to select the second variable with greater discrimination power, and so on, the phases are repeated, until with the variables that form the discriminating function we obtain the maximum power of discrimination among the populations, the entry of a new variable would not mean increasing this discriminatory power. At this point the analysis ends, obtaining the coefficients of the  $k$  discriminant functions that divide the hyperspace in disjunct regions.

Next, the functions found are applied to each specimen in order to know the Mahalanobis  $D$  distance to each of the  $k$  populations. This specimen is reclassified in the population that gives us a smaller distance; after all the reclasificaciones, the reclasification matrix is obtained as a summary of the analysis. In them we can observe for each population  $j$  the number of specimens well reclassified in  $j$ , as well as in which population the remaining specimens of this population have been reclassified.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 178-179)

Se han usado dos métodos para conseguir las funciones discriminantes: considerando a todos los individuos (FISHER, 1936), o bien sin considerar al individuo que se va a clasificar (LACHENBRUCH & MICKEY, 1968), éste método parece más ajustado ya que reduce el sesgo o error en las reclasificaciones.

## 6.5.3 RESULTADOS OBTENIDOS

Se han analizado por separado 740 machos de 45 poblaciones y 701 hembras de 44 poblaciones (no se posee muestra de Sabina); y posteriormente se ha realizado un tercer análisis con los 1441 individuos sin separación de sexos. Todos los individuos utilizados poseen observaciones completas para las 17 variables definidas en el capítulo de material y métodos.

Los machos se han discriminado con menor número de variables, ya que el análisis discriminante transcurre solo en 10 fases, con 8 variables que entren a formar parte de las funciones discriminantes; obsérvese en la tabla resumen (tabla 6-X) que la variable 4 (Anchura del Píleo) entra en el análisis en la fase 5, pero se desecha posteriormente en la fase 9, quedando por tanto solo 8 variables para formar las funciones discriminantes.

El análisis de las hembras, en cambio, precisa de 11 fases, sin remover ninguna variable durante el análisis, obteniéndose al final 11 variables para formar las funciones discriminantes. En el análisis sin separación de sexos, al existir mucha más variabilidad, el análisis transcurre en 15 fases; en las funciones discriminantes entran pues todas las variables a excepción de las de escamación labial (número de escamas supralabiales ESL e infralabiales EIL).

Entre las variables que forman las funciones discriminantes podemos considerar un bloque que aparece en los análisis de ambos sexos, aunque con distinta importancia ya que entran en fases del análisis distintas:

1	LC	Longitud Corporal
2	AC	Anchura de la Cabeza
3	LP	Longitud del Píleo
11	EV	Escamas Ventrales longitudinales
12	EDL	Escamas Dorsales Longitudinales
15	PF	Poros Femorales
17	P	Peso

Two methods have been used to obtain the discriminant functions: considering all the specimens (FISHER 1936), or without considering the specimens to be classified (LACHENBRUCH & MICKEY 1968), this method seems more adjusted since it reduces the bias or error in reclassifications.

## 6.5.3 OBTAINED RESULTS

A total of 740 males from 45 populations and 701 females from 44 populations were analyzed separately (there is no Sabina sample); and subsequently a third analysis was performed with the 1441 specimens without sex separation. All the specimens used have complete observations for the 17 variables defined in the material and methods chapter.

Males have been discriminated with fewer variables, since the discriminant analysis occurs only in 10 phases, with 8 variables that become part of the discriminant functions; note in the summary table (table 6-X) that variable 4 (posterior head width) enters the analysis in phase 5, but is subsequently discarded in phase 9, leaving only 8 variables to form the discriminant functions.

The analysis of the females, however, requires 11 phases, without removing any variable during the analysis, obtaining at the end 11 variables to form the discriminating functions. In the analysis without gender separation, as there is much more variability, the analysis takes place in 15 phases; in the discriminant functions, all the variables are included except for those of labial scaling (number of supra-labial ESL and infra-labial EIL scales).

Among the variables that make up the discriminant functions we can consider a block that appears in the analysis of both sexes, although with different importance since they enter into different phases of the analysis:

1	LC	Body length.
2	AC	Width of the head.
3	LP	Length of the head.
11	EV	Number of longitudinal ventral scales.
12	EDL	Number of longitudinal dorsal scales.
15	PF	Number of femoral pores.
17	P	Weight.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 179-181)

En los machos se ha precisado solo de estas variables y de la Longitud de la Pata Posterior (6 PP), que es la que mejor discrimina las poblaciones en este sexo, pero que no se precisa en el análisis correspondiente a las hembras, aunque sí se necesita una variable muy correlacionada con ella: Longitud de la Pata Anterior (5 PA).

Las funciones discriminantes del análisis de las hembras se obtienen con las siete variables del grupo nombrado anteriormente y la variable 5 (PA), que tiene un gran poder discriminatorio en este sexo, junto con las variables:

8	EC	Número de Escamas del Collar
13	EDT	Número Escamas Dorsales Transversales
16	EG	Número de Escamas Gulares

que entran en las tres últimas fases y por lo tanto son las que menos discriminan de las 11 variables consideradas para formar las funciones discriminantes. El resto de variables no añadirían poder de discriminación al análisis.

In males, only these variables and the length of the hind leg have been specified (6 PP), which is the one that best discriminates populations in this sex, but that is not specified in the analysis corresponding to the females, although a very correlated variable is needed: Length of the anterior leg (5 PA).

The discriminant functions of the analysis of the females are obtained with the seven variables of the group named above and the variable 5 (PA), which has a great discriminatory power in this sex, together with the variables:

8	EC	Number of collar scales
13	EDT	Number of dorsal transversal scales
16	EG	Number of gular scales

that enter into the last three phases and therefore are the ones that discriminate the least from the 11 variables considered to form the discriminating functions. The rest of the variables would not add discriminating power to the analysis.

**Tabla 6-X.** Resumen de los análisis discriminantes. Se indica en que orden entran las distintas variables a formar parte de las funciones discriminantes correspondientes.

**Table 6-X.** Summary of discriminant analysis. It is indicated in what order the different variables enter to be part of the corresponding discriminant functions.

MACHOS			HEMBRAS			MACHOS Y HEMBRAS		
Fase nº	Variables		Fase	Variables		Fase	Variables	
	Entrada	Removida		Entrada			Entrada	
1	6 Pata Posterior		1	12 Esc. Dors. Long.		1	12 Esc. Dors. Long.	
2	12 Esc. Dors. Long.		2	5 Pata Anterior		2	1 Long. Corporal	
3	15 Poros Femorales		3	15 Poros Femorales		3	4 Ancho Píleo	
4	1 Long. Corporal		4	3 Long. Píleo		4	15 Poros Femorales	
5	4 Ancho Píleo		5	11 Esc. Ventrales		5	6 Pata Posterior	
6	17 Peso		6	1 Long. Corporal		6	11 Esc. Ventrales	
7	2 Ancho Cabeza		7	2 Ancho Cabeza		7	8 Esc. Collar	
8	11 Esc. Ventrales		8	17 Peso		8	13 Esc. Dors. Trans.	
9		4 Ancho Píleo	9	8 Esc. Collar		9	16 Esc. Gulares	
10	3 Long. Píleo		10	13 Esc. Dors. Trans.		10	17 Peso	
			11	16 Esc. Gulares		11	2 Ancho Cabeza	
						12	14 Lam. 4º Dedo	
						13	3 Long. Píleo	
						14	5 Pata Anterior	
						15	7 Long. Gular	

## Chapter 6. Statistical analysis (page 181-185)

Cabe remarcar que las variable de escamación labial, por sí solas constituían un factor de variabilidad según el análisis factorial realizado previamente, pero que no tienen importancia en la discriminación de las poblaciones en ninguno de los tres análisis realizados y que por lo tanto no pueden considerarse con valor taxonómico en el grupo de subespecies de *Podarcis pityusensis*.

## 6.5.4 MATRICES DE RECLASIFICACIÓN

Una vez obtenidas las funciones discriminantes se ha reclasificado a todos los individuos en la población más cercana. En las tablas 6-XI, 6-XII y 6-XIII, aparecen los resultados obtenidos para machos, hembras y todos los individuos respectivamente.

Según se aprecia en estas matrices existe una dispersión muy elevada de los individuos, reclasificándose un porcentaje generalmente demasiado bajo en su propia población, los demás individuos se reclasifican en una gran diversidad de poblaciones morfológicamente semejantes a su población de origen. Los valores consignados en la parte inferior corresponden a los resultados obtenidos mediante el método de Lachenbruch - Mickey (1968).

También puede observarse que por el primer método utilizado las poblaciones con pocos efectivos alcanzan un alto porcentaje de reclasificación correcta (alrededor del 100 %), pero que estas mismas poblaciones suelen obtener un 0.0 % mediante el método de Lachenbruch-Mickey. Esto se debe a que en estas poblaciones cada individuo tiene un alto peso en la determinación del espacio poblacional. Con el segundo método no se considera al individuo a reclasificar en la estimación de este espacio y por lo tanto puede sufrir altas desviaciones en su posición dentro del hiperespacio; la consecuencia es que al reclasificar cada individuo el espacio poblacional ha variado su posición y no siempre coinciden ambas coordenadas, pudiéndose obtener ninguna reclasificación correcta.

Los porcentajes de reclasificación correcta son bajos en los tres análisis (véase la tabla 6-XIV), solo 3 poblaciones de machos y 7 en el análisis de hembras alcanzan el 100 % de reclasificación correcta (0 y 1 respectivamente por el segundo método) poseyendo estas poblaciones un número muestral inferior al suficiente (7 individuos o menos). Las poblaciones con mayor tamaño muestral alcanzan porcentajes intermedios, la mayoría de

It should be noted that the variable of labial scaling, by itself, was a factor of variability according to the factorial analysis previously done, but that they do not matter in the discrimination of the populations in none of the three analysis carried out and that therefore can not be considered with taxonomic value in the group of subspecies of *Podarcis pityusensis*.

## 6.5.4 RECLASSIFICATION MATRICES

Once the discriminant functions have been obtained, it has been reclassified to all the specimens in the nearest population. In tables 6-XI, 6-XII and 6-XIII, the results obtained for males, females and all specimens appear respectively.

As shown in these matrices there is a very high dispersion of specimens, reclassifying a percentage generally too low in their own population, the other specimens are reclassified in a great diversity of populations morphologically similar to their population of origin. The values recorded in the lower part correspond to the results obtained by the Lachenbruch - Mickey method (LACHENBRUCH & MICKEY 1968).

It can also be observed that by the first method used the populations with few specimens reach a high percentage of correct reclassification (around 100%), but that these same populations usually obtain 0.0% by the Lachenbruch-Mickey method. This is because in these populations each specimen has a high weight in determining the population space. With the second method the specimen is not considered to reclassify in the estimation of this space and therefore can suffer high deviations in his position within hyperspace; the consequence is that when reclassifying each specimen the population space has varied its position and not always coincide both coordinates, being able to obtain any correct reclassification.

The correct reclassification percentages are low in the three analysis (see table 6-XIV), only 3 populations of males and 7 in the analysis of females reach 100% of correct reclassification (0 and 1 respectively for the second method), these populations have a sample number less than sufficient (7 specimens or less). The populations with the largest sample size reach intermediate percentages, most of them between 25% and 75 %, that







## Chapter 6. Statistical analysis (page 185-187)

ellas entre el 25 % y el 75 %, que a todas luces resulta insuficiente.

Se aprecia sin embargo que algunas poblaciones forman grupos entre sí, de tal modo que las reclasificaciones incorrectas recaer mayoritariamente entre ellas. Así el grupo de poblaciones de Es Freus: Espalmador -Alga -Torretes - Pou - Penjats - Espardell - Negra Nord, presenta un gran número de clasificaciones incorrectas distribuidas entre sí. Otro grupo semejante es el de poblaciones del este Rates - Malví Nord - Malví Sud - Rodona S.Eul. - Grossa S.Eul. - Canar -Tagomago -Hort, si bien en el análisis de las hembras Tagomago presenta también muchos individuos reclasificados en poblaciones de edad muy antigua, tales como Murada, Margalida y Vedrà. Todas las poblaciones que parecen agruparse entre sí presentan unos porcentajes de reclasificación notablemente bajos comparándolos con los obtenidos en las poblaciones con número muestral semejante.

Con una clasificación relativamente aceptable en ambos sexos, se presentan Castabí, Caragoler, Escull Vermell, Bleda Na Bosc y Escull de s'Espartar. Las dos primeras también manifiestan una relativa independencia en los análisis canónicos posteriores, mientras que Escull Vermell, se muestra similar a Bleda Na Plana, población de su misma subespecie; Bleda Na Bosc pertenece a la misma subespecie que Bleda Na Gorra (*P.p.gorrae*) y ambas acojen entre sí a la mayor parte de sus individuos mal clasificados. Los individuos de Escull de s'Espartar

clearly is insufficient.

However, it can be seen that some populations form groups among themselves, in such a way that the incorrect reclassifications fall mainly among them. Thus the group of populations of Es Freus: Espalmador - Alga -Torretes - Pou - Penjats - Espardell - Negra Nord, presents a large number of incorrect classifications distributed among themselves. Another similar group is that of eastern populations Rates - Malví Nord - Malví Sud - Rodona Santa Eulalia - Grossa Santa Eulalia - Canar - Tagomago - Hort, although in the analysis of Tagomago females also presents many reclassified specimens in populations of very old age, such as Murada, Margalida and Vedrà. All the populations that appear to be grouped together show remarkably low percentages of reclassification, comparing them with those obtained in populations with a similar sample number.

With a relatively acceptable classification in both sexes, there are Castabí, Caragoler, Escull Vermell, Bleda Na Bosc and Escull de s'Espartar. The first two also show a relative independence in the later canonical analysis, while Escull Vermell, shows to be similar to Bleda Na Plana, population of the same subspecies; Bleda Na Bosc belongs to the same subspecies as Bleda Na Gorra (*Podarcis pityusensis gorrae*) and both host the majority of misclassified specimens. The specimens of Escull de s'Espartar (*Podarcis pityusensis zenonis*) are not

	100 %	99.9/75.0%	75.9/50.0%	45.9/25.0%	24.9/25.0%	0.0 %
MACHOS	3 0	5 2	11 6	15 13	11 17	0 7
HEMBRAS	7 1	3 0	16 10	12 14	6 19	0 6
MACHOS Y HEMBRAS	2 0	11 2	14 14	15 17	3 10	0 2

**Tabla 6-XIV.** Cantidad de poblaciones que adquieren los siguientes porcentajes de reclasificación correcta. Los valores inferiores corresponden a los resultados obtenidos mediante el método de Lachenbruch - Mickey (1968).

**Table 6-XIV.** Number of populations that acquire the following percentages of correct reclassification. The lower values correspond to the results obtained by the Lachenbruch - Mickey method (LACHENBRUCH & MICKEY 1968).

## Chapter 6. Statistical analysis (page 187-188)

(*P.p.zenonis*) no se reclasifican en ninguna población especialmente significativa, a excepción de Frare, pero en su espacio (columna de la matriz) se clasifican algunos individuos de Espartar y Frare.

Otras poblaciones adquieren resultados especialmente poco favorables, con porcentajes de reclasificación correcta inferiores al 30 % y cuyos individuos se reparten en diversas poblaciones. Entre ellos pueden señalarse a Conillera, Bosc de Conillera, Frare y Vedrà, que adquieren unos resultados muy poco favorables en los tres análisis realizados; especialmente bajos en uno de los sexos y algo más aceptables en el otro, tenemos a Eivissa, Trucadors, Purroig, Mesquida, Caldés, Cala Salada y Bosc de Sant Miguel.

## 6.5.5 CONCLUSIONES

El poder de discriminación del análisis no ha sido satisfactorio en la mayoría de poblaciones. En vista de estos resultados no parece conveniente mantener la existencia de las 45 unidades taxonómicas consideradas ya que la mayoría de ellas (todas si consideramos las que poseen un número muestral superior a 10) presentan un elevado porcentaje de individuos que se hallan biométricamente más cerca de otras poblaciones que de la de su origen.

La forma de realizarse las reclasificaciones es confusa en muchos casos, pero en otros parece intuirse la formación de grupos de poblaciones, de tal modo que si se reunieran en un solo taxón presentarían unos resultados más favorables.

Pero estas reclasificaciones no pueden realizarse "a priori" ya que serían subjetivas y el único criterio totalmente objetivo parece ser que es el considerar que en cada isla habita una población distinta, tal y como se ha seguido en estos análisis.

Los resultados obtenidos pueden deberse a dos causas:

1. La gradación morfológica entre las poblaciones es tan acentuada que no existen barreras delimitantes de los espacios poblacionales, disjuntos entre sí, imbricándose estos espacios considerablemente.
2. Las variables elegidas para discriminar a las poblaciones no son válidas ya que no han proporcionado un resultado satisfactorio en ningún análisis.

reclassified in any particularly significant population, except for Frare, but in their space (column of the matrix) some specimens of Espartar and Frare are classified.

Other populations acquire especially unfavorable results, with percentages of correct reclassification lower than 30% and whose specimens are distributed in diverse populations. Among them, we can point out Conillera, Bosc de Conillera, Frare and Vedrà, which acquire very unfavorable results in the three analysis carried out; especially low in one of the sexes and somewhat more acceptable in the other, we have Ibiza, Trucadors, Purroig, Mesquida, Caldés, Cala Salada and Bosc de Sant Miguel.

## 6.5.6 CONCLUSIONS

The discrimination power of the analysis has not been satisfactory in most populations. In view of these results, it does not seem advisable to maintain the existence of the 45 taxonomic units considered since most of them (all if we consider those with a sample number greater than 10) present a high percentage of specimens that are biometrically closer to other populations than the population of its origin.

The way in which reclassifications are carried out is confusing in many cases, but in others it seems possible to intuit the formation of groups, populations, in such a way that if they were brought together in a single taxon they would present more favorable results.

But these reclassifications can not be made "a priori" since they would be subjective and the only totally objective criterion seems to be that it is considered that each island inhabits a different population, as has been followed in these analysis.

The results obtained might be due to two causes:

1. The morphological gradation among the populations is so marked that there are no delimiting barriers of the population spaces, disjoint to each other, imbricating these spaces considerably.
2. The variables chosen to discriminate the populations are not valid since they have not provided a satisfactory result in any analysis.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 188-189)

Pueden aceptarse las dos causas, ya que en el fondo son dos aspectos de un mismo problema. Si se observan los gráficos de las medias de las variables con sus intervalos de confianza (Figuras de la 6-1 a la 6-34) se aprecia una gradación paulatina de los valores que toman en las 45 poblaciones, no pudiéndose discriminar más que entre las poblaciones con valores extremos. Otra manifestación del mismo problema se ha obtenido al aplicar los análisis multivariantes: discriminante y canónico de poblaciones.

La segunda causa no es despreciable, ya que si bien las variables elegidas son las más comunes en estudios taxonómicos herpetológicos, existe una corriente de opinión cada vez más extendida entre los herpetólogos, de que la morfología (y por tanto las variables dependientes de ella) no discriminan a las especies y que aquella se modifica convergentemente según el ambiente que habitan las lagartijas. VIVES-BALMAÑA (1982a) pone de manifiesto la invalidez de los criterios de morfología y folidosis para diferenciar a los individuos de poblaciones simpátricas de *P.muralis* y *P.hispanica*. PEREZ MELLADO y GALINDO VILLARDON (1986) en un estudio -estadístico multivariante manifiestan que las distintas especies de *Podarcis* ibéricas se diferencian básicamente por su coloración y diseño y no por su morfología, también apuntan que las variables biométricas poseen un bajo poder discriminatorio y por lo tanto no son utilizables como criterios taxonómicos.

Al tratar el problema de las subespecies de *Podarcis hispanica*, aprecian que existe una gran variabilidad intra e interpoblacional, de tal forma que todas las características consideradas van variando gradualmente en las distintas poblaciones, con lo que se llega a la imposibilidad de discernir entre las distintas subespecies. Estos resultados son semejantes a los obtenidos en el presente estudio de *Podarcis pityusensis* y por lo tanto, al igual que en el caso de *Podarcis hispanica*, no parece posible discriminar a las distintas subespecies (o poblaciones) mediante el análisis de su morfología.

The two causes can be accepted, since basically they are two aspects of the same problem. If we look at the graphs of the means of the variables with their confidence intervals (Figures 6-1 to 6-34) we can see a gradual gradation of the values they take in the 45 populations, not being able to discriminate more than between populations with extreme values. Another manifestation of the same problem has been obtained by applying the multivariate analysis: Populations discriminant and populations canonical analysis.

The second cause is not negligible, because although the variables chosen are the most common in herpetological taxonomic studies, there is a current of opinion increasingly widespread among herpetologists, that morphology (and therefore its dependent variables) do not discriminate the species and that the species is convergently modified according to the environment that the lizards inhabit. VIVES-BALMAÑA (1982a) reveals the invalidity of morphology and pholidosis criteria to differentiate specimens from sympatric populations of *Podarcis muralis* and *Podarcis hispanicus*. PÉREZ MELLADO and GALINDO VILLARDON (1986) in a multivariate statistic study show that the different species of Iberian *Podarcis* are basically differentiated by their coloration and design and not by their morphology, they also point out that biometric variables have low discriminatory power and therefore are not usable as taxonomic criteria.

When dealing with the problem of the subspecies of *Podarcis hispanica*, they appreciate that there is great intra- and inter-population variability, in such a way that all the characteristics considered vary gradually in the different populations, which makes it impossible to discern between the different subspecies. These results are similar to those obtained in the present study of *Podarcis pityusensis* and therefore, just as in the case of *Podarcis hispanica*, it does not seem possible to discriminate between the different subspecies (or populations) by analyzing their morphology.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 190-191)

## 6.6 ANÁLISIS CANÓNICO DE POBLACIONES

## 6.6.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Este método de análisis se basa en la representación de  $k$  poblaciones sobre unas coordenadas canónicas utilizando la distancia  $D$  de Mahalanobis (MAHALANOBIS, 1936), que no varía con los cambios de escala de las variables aleatorias, ya que se tabula en unidades de desviación típica de las variables tipificadas y que considera las relaciones existentes entre ellas. Esta distancia se configura como la más objetiva para representar los datos biométricos muestrales (véase CUADRAS, 1973, 1980, 1981).

Si el espacio inicial es de  $n$  dimensiones ( $n$  variables observadas sobre cada individuo), con las nuevas coordenadas canónicas condensamos la información del espacio  $n$ -dimensional en un nuevo espacio canónico de menor dimensión, generalmente con las dos primeras coordenadas ya se obtiene una buena representación si las poblaciones presentan algunas diferencias entre sí. Por lo tanto es de gran ayuda cuando se opera con muchas variables aleatorias, todas ellas con una determinada importancia en la explicación de la varianza interpoblacional y frecuentemente correlacionadas entre sí.

Para el cálculo de la distancia  $D$  de Mahalanobis se parte de los individuos medios de cada población, representados por el vector de medias  $M$ , y se calcula la matriz de covarianzas  $C$ . La distancia  $D^2$  entre dos poblaciones  $i$  y  $j$  es:

$$D^2_{(i,j)} = (M_i - M_j) C^{-1} (M_i - M_j)$$

Siendo  $M_i$  y  $M_j$  los vectores de medias para las poblaciones  $i$  y  $j$ .

Para que el análisis sea válido es preciso realizar un test previo de verificación de la homogeneidad de covarianzas entre las  $k$  poblaciones y un análisis multivariante de la varianza para confirmar que las poblaciones analizadas presentan alguna diferencia entre sí. Una vez obtenidos estos test se puede obtener la proyección canónica.

La proyección canónica procede de la transformación de la matriz de medias muestrales en una nueva matriz que contiene las coordenadas de una nueva representación con dimensión menor o igual a la inicial: coordenadas

## 6.6 CANONICAL POPULATION ANALYSIS

## 6.6.1 METHOD DESCRIPTION

This method of analysis is based on the representation of  $k$  populations on canonical coordinates using the Mahalanobis  $D$  distance (MAHALANOBIS 1936), which does not vary with the changes of scale of the random variables, since it is tabulated in units of standard deviation of the typified variables and that considers the existing relationships between them. This distance is configured as the most objective to represent the sample biometric data (see CUADRAS 1973 ; CUADRAS 1980 ; CUADRAS 1981).

If the initial space is of  $n$  dimensions ( $n$  variables observed on each specimen), with the new canonical coordinates we condensed the information of the  $n$ -dimensional space in a new canonical space of smaller dimension, generally with the first two coordinates you already get a good representation if the populations present some differences among themselves. Therefore it is of great help when operating with many random variables, all of them with a certain importance in the explanation of the inter-population variance and frequently correlated with each other.

To calculate the Mahalanobis  $D$  distance, we start from the average specimens of each population, represented by the vector of means  $M$ , and calculate the covariance matrix  $C$ . The distance  $D^2$  between two populations  $i$  and  $j$  is:

$$D^2_{(i,j)} = (M_i - M_j) C^{-1} (M_i - M_j)$$

Where  $M_i$  and  $M_j$  are the vectors of means for the populations  $i$  and  $j$ .

For the analysis to be valid, it is necessary to perform a pre-test to verify the homogeneity of covariances among the  $k$  populations and a multivariate analysis of the variance to confirm that the analyzed populations have some difference between them. Once these tests are obtained, canonical projection can be obtained.

The canonical projection comes from the transformation of the matrix of sample means into a new matrix that contains the coordinates of a new representation with a dimension less than or equal to the initial: canonical

## Chapter 6. Statistical analysis (page 191-192)

canónicas, que son una combinación lineal de las variables muestrales de tal modo que su dispersión es máxima. La primera coordenada obtenida: 1ª coordenada canónica, es la que nos proporciona mayor porcentaje de varianza explicada, le sigue la 2ª coordenada canónica, y así sucesivamente hasta la última. La varianza explicada con todas las coordenadas canónicas obtenidas es del 100%.

A medida que obtenemos mayor poder discriminatorio el número de coordenadas canónicas disminuye, de tal modo que en un buen análisis, obtenemos cerca del 100% la varianza con las dos primeras coordenadas. El poder discriminatorio aumenta a medida que disminuye el número de poblaciones a analizar, es por ello que después de realizar algunos análisis generalizados, se han realizado otros con número reducido de poblaciones a fin de conseguir representaciones más discriminatorias.

Este tipo de análisis además nos permite obtener regiones confidenciales para cada población, de tal modo que cada una de ellas queda representada por un círculo o una esfera según se tomen 2 ó 3 coordenadas canónicas, con el centro en las coordenadas del individuo medio poblacional y por radio el rango de dispersión de la población:

$$r_{ii} = \frac{R_a}{n_i}; \text{ siendo } R_a^2 = F_a \frac{(N - K) p}{(N - K - p + 1)}$$

$n_i$  = nº de individuos de la población  $i$ .

$F_a$  = F de Snedecor al nivel de confianza  $\alpha$ , con  $p$ ,  $(N - K - p + 1)$  gdl.

$p$  = nº de variables aleatorias usadas.

$N$  = suma de todos los  $n_i$  usados en el análisis.

$K$  = nº de poblaciones contrastadas.

Las poblaciones con pocos individuos, sometidas a altas desviaciones, presentan radios excesivamente grandes, por lo que se debe presentar una cierta reserva a los resultados obtenidos en sus contrastes, puesto que sus radios poblacionales resultan muy elevados al poseer un número muestral reducido (valor del radio elevado), y el individuo medio (centro de la región confidencial) puede estar sujeto a errores de muestreo.

Al solaparse las regiones confidenciales de dos poblaciones  $i$  y  $j$ , se concluye que son equivalentes y no es posible diferenciarlas biométricamente, ya que existen individuos que por sus características podrían pertenecer a la población  $i$  y a la población  $j$ . Mientras que si se configuran con independencia se concluye que ambas poblaciones son distintas entre sí.

coordinates, which are a linear combination of the sample variables in such a way that its dispersion is maximum. The first coordinate obtained: 1ª canonical coordinate, is the one that gives us the highest percentage of variance explained, followed by the 2ª canonical coordinate, and so on until the last one. The variance explained with all the canonical coordinates is 100%.

As we obtain more discriminatory power the number of canonical coordinates decreases, so that in a good analysis, we obtain about 100% the variance with the first two coordinates. The discriminatory power increases as the number of populations to be analyzed decreases, which is why, after carrying out some generalized analysis, others have been carried out with a reduced number of populations in order to obtain more discriminatory representations.

This type of analysis also allows us to obtain confidential regions for each population, in such a way that each of them is represented by a circle or a sphere according to 2 or 3 canonical coordinates, with the center in the coordinates of the average population and by radius the population dispersion range:

$$r_{ii} = \frac{R_a}{n_i}; \text{ where } R_a^2 = F_a \frac{(N - K) p}{(N - K - p + 1)}$$

$n_i$  = number of specimens from the population  $i$ .

$F_a$  = F de Snedecor at confidence level  $\alpha$ , with  $p$ ,  $(N - K - p + 1)$  gdl.

$p$  = number of random variables used.

$N$  = sum of all  $n_i$  used in the analysis.

$K$  = number of contrasting populations.

Populations with few specimens, subject to high deviations, have excessively large radii, so a certain reserve must be presented to the results obtained in their contrasts, since their population radii are very high because they have a small sample number (high radius value), and the average specimen (center of the confidential region) may be subject to sampling errors.

When the confidential regions of two populations  $i$  and  $j$  overlap, it is concluded that they are equivalent and it is not possible to differentiate them biometrically, since there are specimens that due to their characteristics could belong to population  $i$  and population  $j$ . While if they are configured independently, it is concluded that both populations are different from each other.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 192-193)

El análisis canónico de poblaciones es el que nos proporciona un mayor grado de discriminación, pero requiere un número elevado de individuos para cada población, a fin de disminuir las regiones confidenciales. Esta es una de sus grandes limitaciones para interpretar los resultados de las muestras con pocos efectivos, cuyas regiones de confianza se presentan excesivamente extensas, tal y como se verá en algunos casos de este estudio.

## 6.6.2 MÉTODO USADO

Para todos los análisis se ha usado el programa CANP realizado por C.M. CUADRAS (1981), utilizando los servicios informáticos del Centro de Cálculo de la Universidad de Barcelona.

Los análisis se han duplicado para machos y hembras, ya que existen dos condicionantes de variabilidad, la debida al sexo, dado el dimorfismo sexual y la debida a la población. Esta duplicidad puede engendrar el problema de que dos poblaciones se solapen en gran medida para un sexo y se muestren independientes en el análisis del otro sexo. Este problema no tiene solución estadística y solo puede resolverse con criterios subjetivos, bajo el punto de vista del biólogo. En principio se recomienda respetar la igualdad manifestada aunque sea en un solo sexo (CUADRAS, 1980).

Se ha elegido la representación bidimensional, utilizando solo las dos primeras coordenadas canónicas, dada su facilidad de representación gráfica, aunque evidentemente se pierda una parte de la información. El porcentaje de variabilidad explicada es la suma de la variabilidad que explica el primer eje canónico más la explicada por el segundo eje, pero teniendo siempre presente que es mayor el porcentaje explicado por el primero.

Se han realizado sucesivos análisis reduciendo el número de poblaciones contrastadas, hasta obtener una buena proyección canónica: alto porcentaje de varianza explicada solo con las dos primeras coordenadas. Se ha comprobado que el número de poblaciones a contrastar, en el caso de *P.pityusensis*, no puede ser muy elevado (6-7 poblaciones) ya que el análisis hace énfasis en las variables que diferencian a las poblaciones, y al ser éstas muy semejantes, se obtienen excesivas coordenada canónicas en los análisis muy generalizados y por tanto la variabilidad explicada solo con los dos primeros ejes resulta ser muy baja.

The canonical analysis of populations is what gives us a greater degree of discrimination, but requires a high number of specimens for each population, in order to diminish the confidential regions. This is one of its great limitations to interpret the results of the samples with few specimens, whose regions of confidence are excessively extensive, as will be seen in some cases of this study.

## 6.6.2 USED METHOD

For all the analysis, the CANP program was carried out by C.M. CUADRAS (1981), using the computer services of the Calculation Center of the University of Barcelona.

The analysis have been duplicated for males and females, since there are two conditioning factors of variability, that due to sex, given the sexual dimorphism and that due to the population. This duplicity may engender the problem of two populations becoming too much for one sex and being independent in the analysis of the other sex. This problem has no statistical solution and can only be solved with subjective criteria, from the point of view of the biologist. In principle it is recommended to respect the equality manifested even in a single sex (CUADRAS 1980).

The two-dimensional representation has been chosen, using only the first two canonical coordinates, given its ease of graphic representation, although obviously a part of the information is lost. The percentage of variability explained is the sum of the variability that explains the first canonical axis plus the one explained by the second axis, but always bearing in mind that the percentage explained by the first is greater.

Successive analysis have been carried out reducing the number of contrasting populations, until obtaining a good canonical projection: high percentage of variance explained only with the first two coordinates. It has been proven that the number of populations to be tested, in the case of *Podarcis pityusensis*, can not be very high (6-7 populations) and since the analysis emphasizes the variables that differentiate the populations, and since they are very similar, excessive, canonical coordinates are obtained in very generalized analysis and therefore the variability explained only with the first two axes turns out to be very low.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 193-194)

Este método análisis se ha usado exhaustivamente ya que sus resultados gráficos son de lectura rápida y permite observar fácilmente la semejanza entre las poblaciones contrastadas. Todos los análisis se han realizado con un nivel de significación = 0.05 %.

## 6.6.3 RESULTADOS

En el análisis de todas las poblaciones conjuntamente (figuras 6-38 y 6-39), se ha obtenido una proyección canónica semejante a la obtenida en el estudio previo realizado con esta especie (CIRER, 1981). Ninguna población adquiere una región confidencial propia, separada de las demás, tanto en machos como en hembras. Si que se observan pares de poblaciones situadas una en cada extremo del gráfico sin solaparse, pero entre ellas existe toda una gradación de poblaciones intermedias imbrincadas. Esta gradación en las características biométricas se pone de manifiesto en todas las pruebas estadísticas realizadas.

El porcentaje de varianza explicada en ambos casos es excesiva-mente bajo, menor del 50 %, en vista de lo cual se han realizado varios análisis parciales. Aquellos en las que se incluían 10 ó más poblaciones se han tenido que desechar ya que los resultados gráficos son confusos, semejantes al análisis conjunto. Así que se han tenido que seleccionar grupos menores de poblaciones a fin de contrastar mejor sus afinidades biométricas.

## 6.6.4 POBLACIONES GEOGRÁFICAMENTE CERCANAS A EIVISSA

Los contrastes se han realizado con todos los individuos de Eivissa (1), que proceden de diferentes zonas y no con las subpoblaciones de esta subespecie más cercanas geográficamente a las poblaciones con las cuales se contrasta, ya que el estudio tiene finalidades taxonómicas y se deben comparar las subespecies entre sí.

Todas las poblaciones de este grupo de análisis se sitúan en islotes cercanos a la isla de Eivissa. Morfológicamente poseen gran similitud entre ellas, al igual que en sus coloraciones y muy semejantes a la población de Eivissa, especialmente con los individuos que forman poblaciones vecinas a dichos islotes.

This method analysis has been used exhaustively since its graphical results are quick reading and allows to easily observe the similarity between the contrasted populations. All the analysis have been carried out with a level of significance = 0.05%

## 6.6.3 RESULTS

In the analysis of all populations together (figures 6-38 and 6-39), a canonical projection similar to that obtained in the previous study carried out with this species has been obtained (CIRER, 1981). No population acquires a confidential region of its own, separate from the rest, in both males and females. If you see pairs of populations located one on each end of the graph without overlapping, but between them there is a whole gradation of imbricated intermediate populations. This gradation in the biometric characteristics is evident in all the statistical tests carried out.

The percentage of explained variance in both cases is excessively low, less than 50%, in view of which several partial analysis have been carried out. Those in which 10 or more populations were included have had to be discarded since the graphic results are confusing, similar to the joint analysis. So they have had to select smaller groups of populations in order to better contrast their biometric affinities.

## 6.6.4 POPULATIONS GEOGRAPHICALLY CLOSE TO IBIZA

The contrasts have been made with all specimens from Ibiza (1), who come from different areas and not with the subpopulations of this subspecies that are geographically closer to the populations with which they are contrasted, since the study has taxonomic purposes and should be compare the subspecies with each other.

All the populations of this group of analysis are located in small islands near the island of Ibiza. Morphologically they have great similarity between them, as in their colorations and very similar to the population of Ibiza, especially with the specimens that are form neighboring populations.

Chapter 6. Statistical analysis (page 195-196)

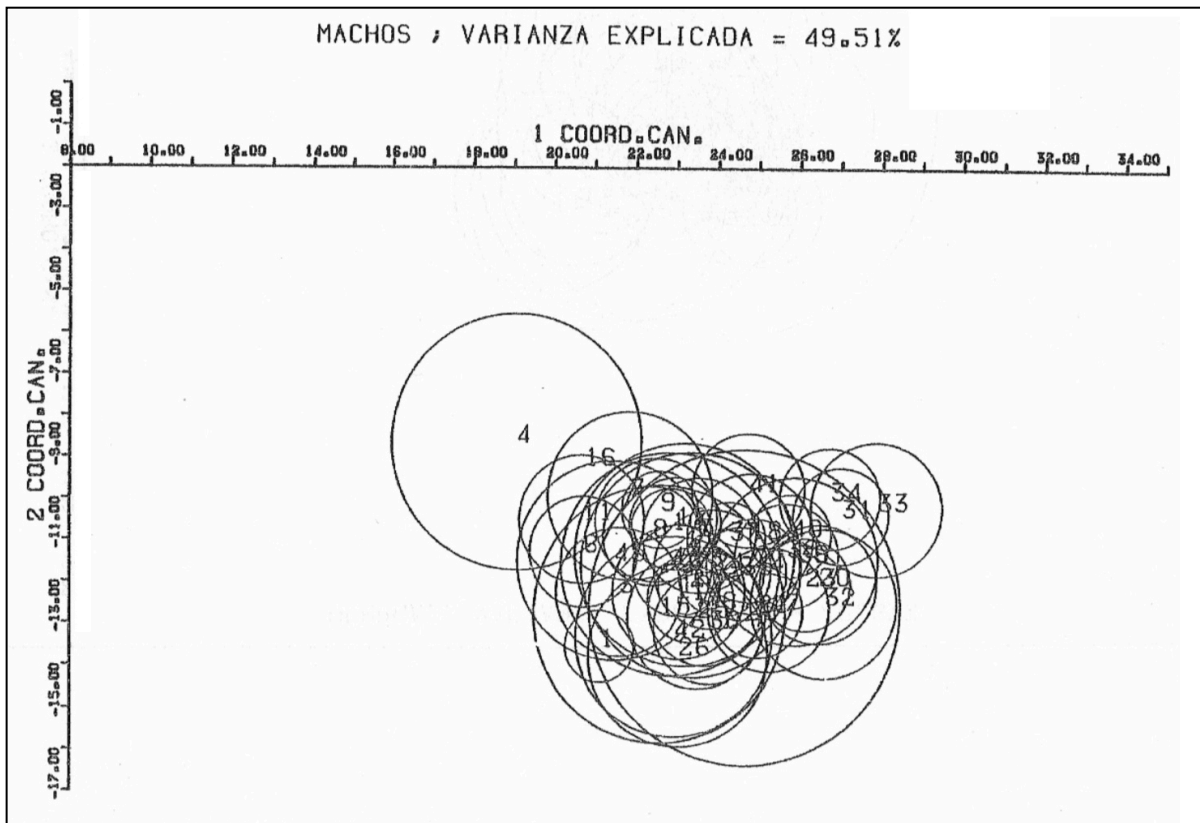
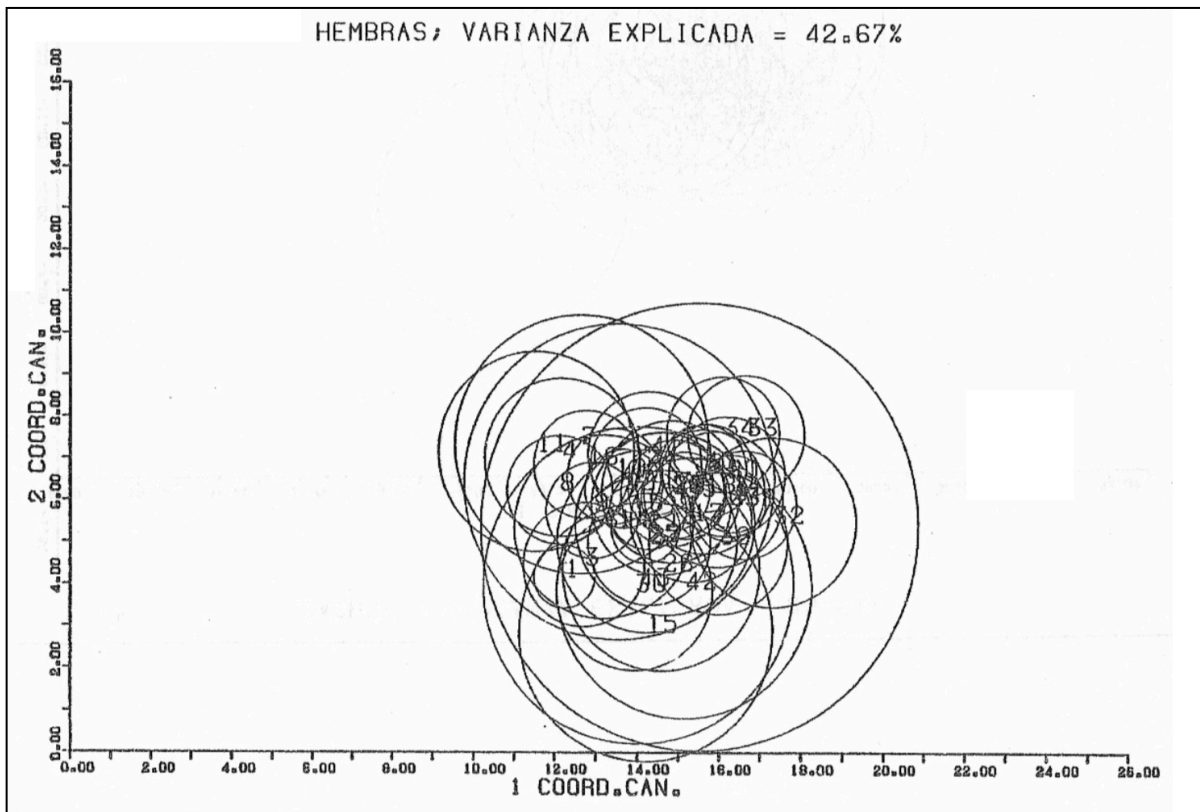


Figura 6-38. Figure 6-38. Canonical analysis of all populations regarding males. Explained variance = 49.51%

Figura 6-39. Figure 6-39. Canonical analysis of all populations regarding females. Explained variance = 42.67%



## Chapter 6. Statistical analysis (page 197-200)

## 6.6.4.1 POBLACIONES DE ISLOTES AL NORTE DE EIVISSA

Poblaciones formadas por individuos que en coloración y proporciones biométricas se asemejan a los individuos que viven en el norte de la isla de Eivissa. En la figura 6-40 se aprecia esta similitud, especialmente patente entre Mesquida (25), Canaret (26) y Caldés (27) que se solapan en gran medida en el análisis correspondiente a las hembras y en menor proporción en el de los machos. La población de Eivissa (1) dado el gran número de individuos utilizados presenta una región confidencial notablemente menor que las demás poblaciones y además debe tenerse presente que la mayoría de individuos de la muestra no proceden del norte de la isla, pero se aprecia que llega a coincidir con las regiones correspondientes a Mesquida (25) y Canaret (26). La población de Caldés (27) no llega a coincidir en ningún punto con Eivissa (1), pero al no poder separarla de las otras dos poblaciones, se puede considerar que las cuatro subespecies contrastadas en este análisis son sinónimas. Si se realizara un contraste solo con las poblaciones de *P.p.pityusensis* del norte de Eivissa la similitud sería en mayor grado, pero no parece recomendable dividir la subespecie *P.p.pityusensis* en varias muestras como si se tratase de varias subespecies.

## 6.6.4.2 POBLACIONES DE PALMA E ISLOTES AL SUR DE EIVISSA

La mayoría son poblaciones de las que se dispone una muestra muy reducida, por lo que sus regiones confidenciales son excesivamente intensas. Ahora bien en la figura 6-41 se aprecia que Eivissa (1) se halla en la zona de intersección de Sal Rosa (13), Negra de Llevant (15) y Palma (43) en el análisis de las hembras, quedando de manifiesta la semejanza entre estas cuatro poblaciones. Purroig (14) está totalmente comprendida en las regiones de Sal Rosa (13) y Palma (43) la cual pertenece a la misma subespecie que Eivissa (1) en el análisis de los machos, aunque independiente de Eivissa (1). No se dispone de suficiente número de hembras de Purroig y por lo tanto no se ha podido completar el estudio de esta población para los dos sexos pero la total coincidencia de su región confidencial con Sal Rosa (13) y Palma (43) la sitúan como sinónima de las poblaciones contrastadas en este análisis. No debe sorprender la obtención de resultados distintos para machos y hembras, como ya se ha señalado en la introducción de este capítulo, ya que al trabajar con muestras poblacionales reducidas pertenecientes a poblaciones muy semejantes,

## 6.6.4.1 ISLET POPULATIONS NORTH OF IBIZA

Populations formed by specimens that, in coloration and biometric proportions, resemble specimens living in the north of the island of Ibiza. Figure 6-40 shows this similarity, especially evident between Mesquida (25), Canaret (26) and Caldés (27), which overlap to a large extent in the analysis corresponding to females and to a lesser extent in males. The population of Ibiza (1) given the large number of specimens used presents a confidential region markedly lower than the other populations and it should also be borne in mind that the majority of specimens in the sample do not come from the north of the island, but it is appreciated that to coincide with the regions corresponding to Mesquida (25) and Canaret (26). The population of Caldés (27) does not coincide at any point with Ibiza (1), but since it can not be separated from the other two populations, it can be considered that the four subspecies contrasted in this analysis are synonymous. If a contrast was made only with the populations of *P. p. pityusensis* from the north of Ibiza, the similarity would be to a greater degree, but it does not seem advisable to divide the subspecies *P. p. pityusensis* into several samples as if they were several subspecies.

## 6.6.4.2 PALMA AND ISLETS SOUTH OF IBIZA

Most are populations that have a very small sample, so their confidential regions are excessively intense. Now in figure 6-41 it can be seen that Ibiza (1) is in the intersection area of Sal Rosa (13), Negra de Llevant (15) and Palma (43) in the analysis of the females, remaining the similarity between these four populations. Purroig (14) is totally included in the regions of Sal Rosa (13) and Palma (43) which belongs to the same subspecies as Ibiza (1) in the analysis of males, although independent of Ibiza (1). There is not enough number of females of Purroig and therefore it has not been possible to complete the study of this population for both sexes but the total coincidence of its confidential region with Sal Rosa (13) and Palma (43) place it as synonym of the populations contrasted in this analysis. It should not be surprising to obtain different results for males and females, as has already been pointed out in the introduction to this chapter, since when working with small population samples belonging to very similar populations, this problem that comes from the randomness of the sampling. As a point of reference for the problem it

Figura 6-40. Figure 6-40.

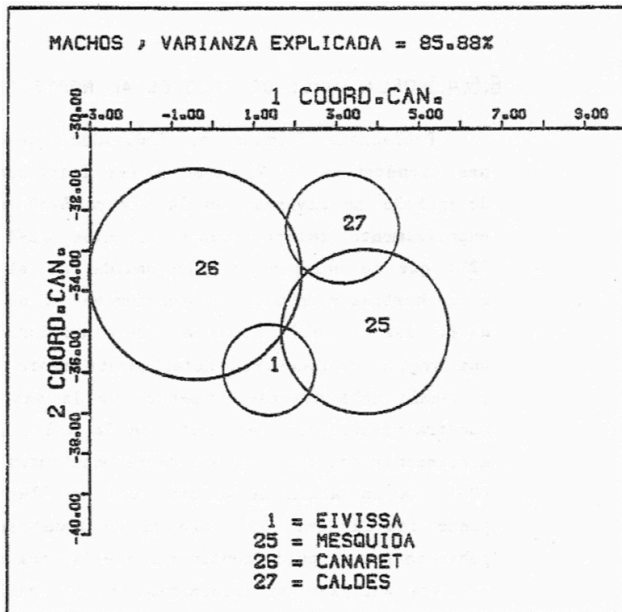
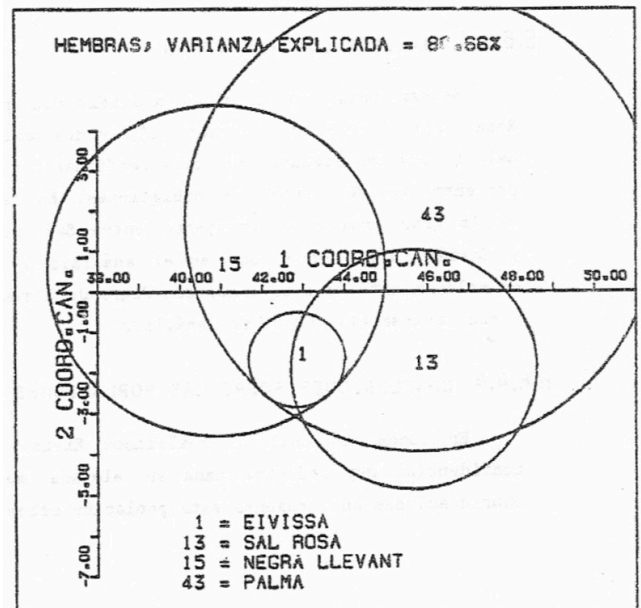
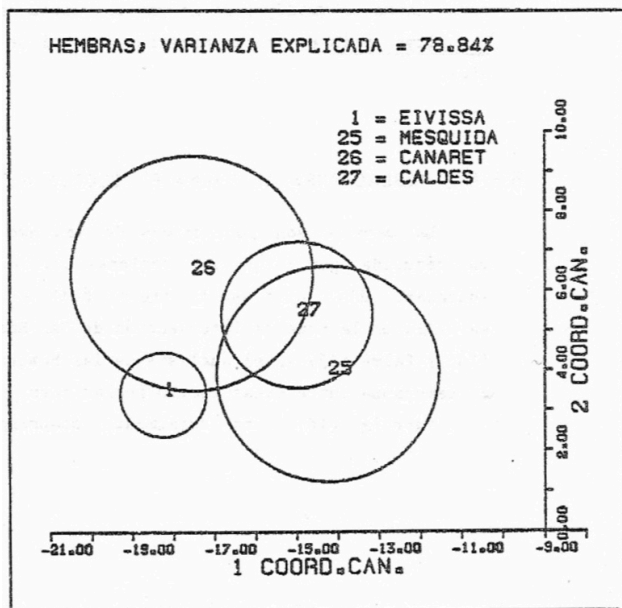
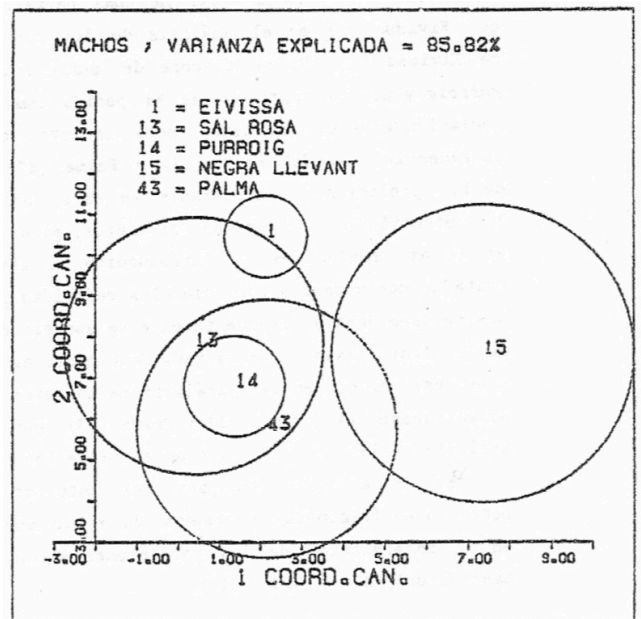


Figura 6-41. Figure 6-41.



frecuentemente se aprecia este problema que proviene de la aleatoriedad del muestreo. Como punto de referencia del problema cabe observar que en este análisis se incluyen dos poblaciones de una misma subespecie Eivissa (1) y Palma (43) que aparecen solapadas en el análisis de las hembras, pero no en el de los machos.

should be noted that this analysis includes two populations of the same subspecies Ibiza (1) and Palma (43) that appear overlapped in the analysis of the females, but not in that of the males.

En un análisis semejante al anterior, pero variando algunas poblaciones (fig.6-42) se observa de nuevo que Purroig (14), se halla en la intersección de dos poblaciones sinónimas a Eivissa: Bosc de Sant Miguel (42) y Palma (43).

In an analysis similar to the previous one, but varying some of the populations (figure 6-42) it is observed again that Purroig (14), is at the intersection of two populations synonymous with Ibiza: Bosc de Sant Miguel (42) and Palma (43).

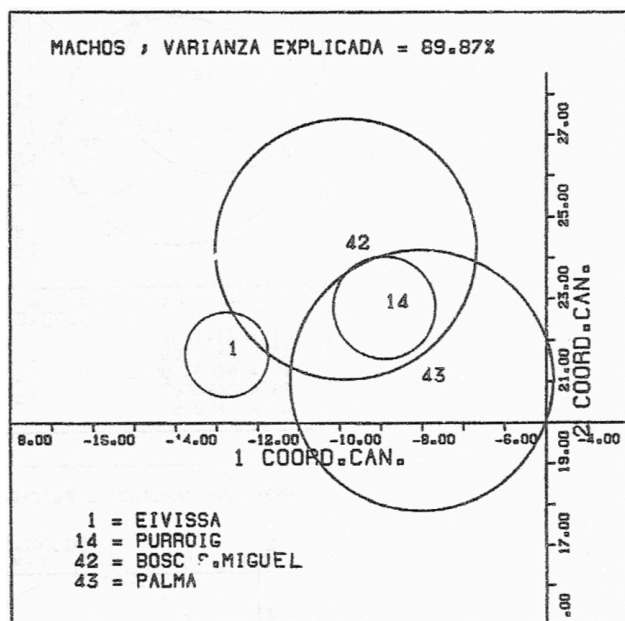


Figura 6-42.

Figure 6-42.

#### 6.6.4.3 ANÁLISIS CONFIRMATORIO

Se han unido en un mismo análisis dos poblaciones del sur: Sal Rosa (13) y negra de Llevant (15) y dos del norte: Canaret (26) y Caldés (27) con Eivissa (1), para confirmar las diferencias o similitudes entre los dos grupos de poblaciones. En la figura 6-43 se observa la gran proximidad existente entre Sal Rosa (13), Canaret (26) y Caldés (27), sobre todo en el análisis de las hembras. Así como el solapamiento de este grupo con Negra de Llevant (15) en las hembras y con Eivissa (1) en los dos análisis.

#### 6.6.4.4 CONCLUSIONES SOBRE LAS POBLACIONES CERCANAS A EIVISSA

En todos los análisis realizados Eivissa (1) ocupa una región confidencial muy reducida dada su elevada muestra y por ello las imbrincaciones que presenta esta población deben considerarse altamente significativas, especialmente si se considera que los individuos se han recolectado de diversas zonas no cercanas a los islotes frente a cuyas poblaciones se contrasta. Se observa una gran similitud en todas las poblaciones, que parecen indicar que todas ellas son sinónimas, excepto Caldés (27) frente a Eivissa (1), pero al no poder diferenciarla de las demás poblaciones, que se manifiestan como eslabones intermedios de una gradación paulatina, se pueden considerar sinónimas al resto de poblaciones contrastadas.

#### 6.6.4.3 CONFIRMATORY ANALYSIS

Two populations from the south have been united in the same analysis: Sal Rosa (13) and Negra de Llevant (15) and two from the north: Canaret (26) and Caldés (27) with Ibiza (1), to confirm the differences or similarities between the two groups of populations. Figure 6-43 shows the great proximity between Sal Rosa (13), Canaret (26) and Caldés (27), especially in the analysis of females. As well as the overlap of this group with Negra de Llevant (15) in the females and with Ibiza (1) in the two analysis.

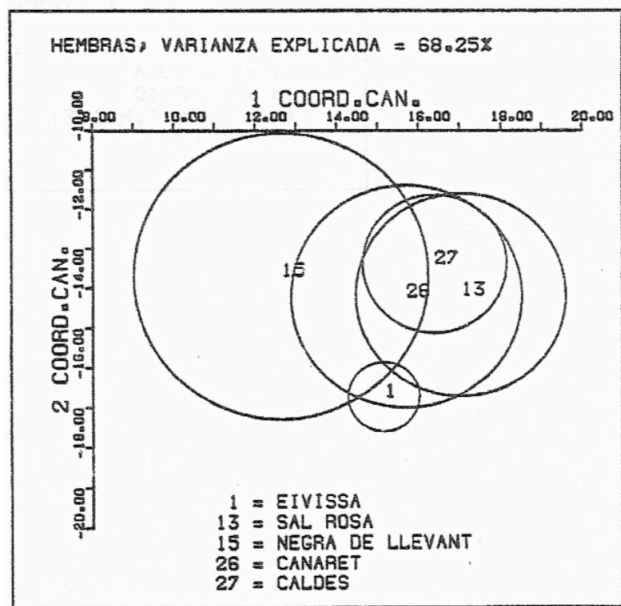
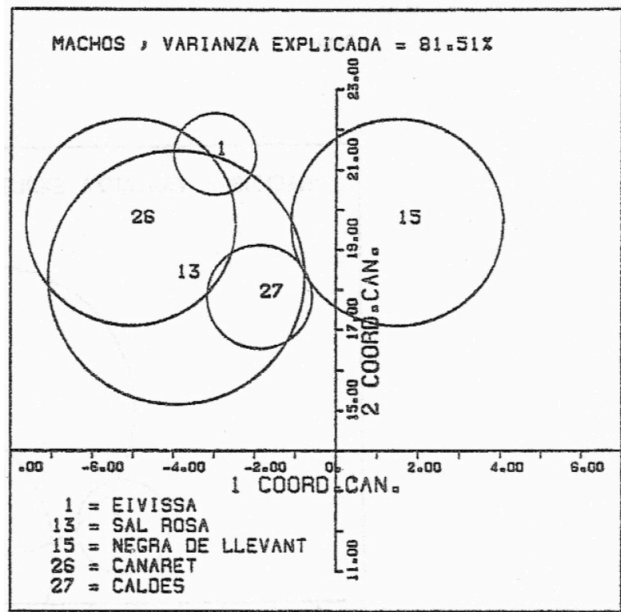
#### 6.4.4.4 CONCLUSIONS ON POPULATIONS CLOSE TO IBIZA

In all the analysis conducted, Ibiza (1) occupies a very small confidential region given its large sample and therefore the imbrications presented by this population should be considered highly significant, especially considering that specimens have been collected from various areas not close to the islets in front of whose populations are contrasted. A great similarity is observed in all the populations, which seem to indicate that all of them are synonymous, except Caldés (27) against Ibiza (1), but not being able to differentiate it from the other populations, which manifest themselves as intermediate links of a gradual gradation, the rest of the contrasting populations can be considered synonymous.

Chapter 6. Statistical analysis (page 202)

Figura 6-43.

Figure 6-43.



### 6.6.5 POBLACIONES CERCANAS A FORMENTERA Y ES FREUS

Existe un gran número de poblaciones en esta zona muy semejantes entre sí morfológicamente, por ello se han realizado numerosos análisis parciales, ya que un alto número de poblaciones disminuye el porcentaje de varianza explicada en la representación bidimensional y por tanto el poder discriminatorio del análisis.

En un primer análisis (fig. 6-44) se contrastan Eivissa (1), Formentera (2), Espalmador (5), Pou (9), Penjats (10), Espardell (12) y Negra Nord (16). Se obtiene una clara separación de Eivissa (1) y Formentera (2) respecto a todas las demás poblaciones del análisis. El resto comparten una misma región, lo cual imposibilita discernir entre sus respectivas regiones; todas ellas se tratan pues de poblaciones biométricamente sinónimas.

En un segundo análisis (fig.6-45) se han cambiado algunas poblaciones a fin de contrastar resultados por una parte y por otra incluir otras poblaciones geográficamente cercanas. En este análisis se verifica la similitud existente entre las poblaciones de Espalmador (5), Torretes (8) y Pou (9). Trucadors (3) y Alga (7) se solapan notablemente con estas tres poblaciones, mientras que Caragoler (11) y Gastabí (6) tienden a individualizarse.

### 6.6.5 POPULATIONS NEAR FORMENTERA AND ES FREUS

There are a large number of populations in this area very similar to each other morphologically, so there have been many partial analysis, since a high number of populations decreases the percentage of explained variance in the two-dimensional representation and therefore the discriminatory power of the analysis.

In a first analysis (figure 6-44) Ibiza (1), Formentera (2), Espalmador (5), Pou (9), Penjats (10), Espardell (12) and Negra Nord (16) are contrasted. A clear separation of Ibiza (1) and Formentera (2) is obtained with respect to all the other populations of the analysis. The rest share a same region, which makes it impossible to discern between their respective regions; all of them are therefore biometrically synonymous populations.

In a second analysis (figure 6-45) some populations have been changed in order to contrast results on the one hand and on the other to include other geographically close populations. In this analysis, the similarity between the populations of Espalmador (5), Torretes (8) and Pou (9) is verified. Trucadors (3) and Alga (7) overlap remarkably with these three populations, while Caragoler (11) and Gastabí (6) tend to individualize.

Chapter 6. Statistical analysis (page 204-205)

Figura 6-44. Figure 6-44.

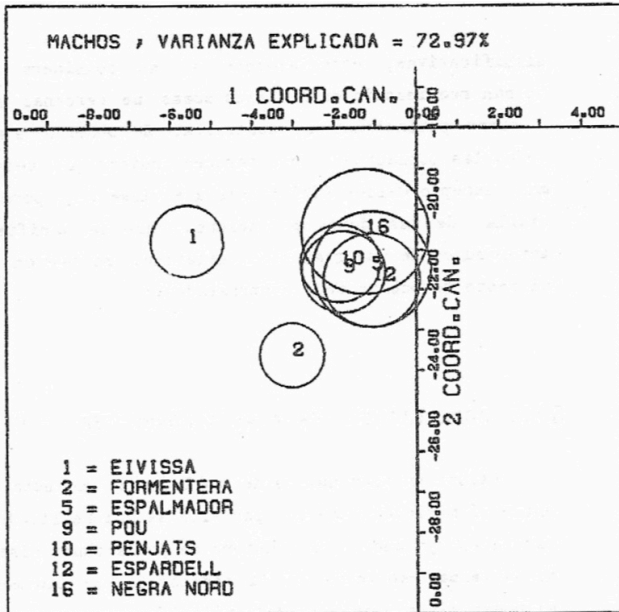
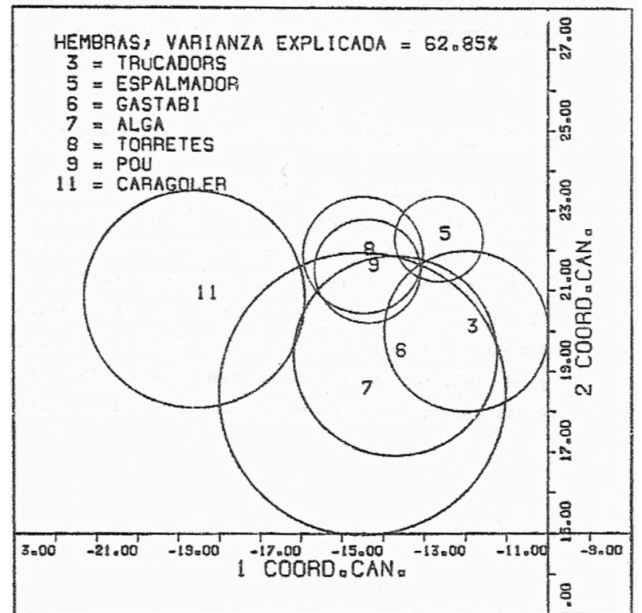
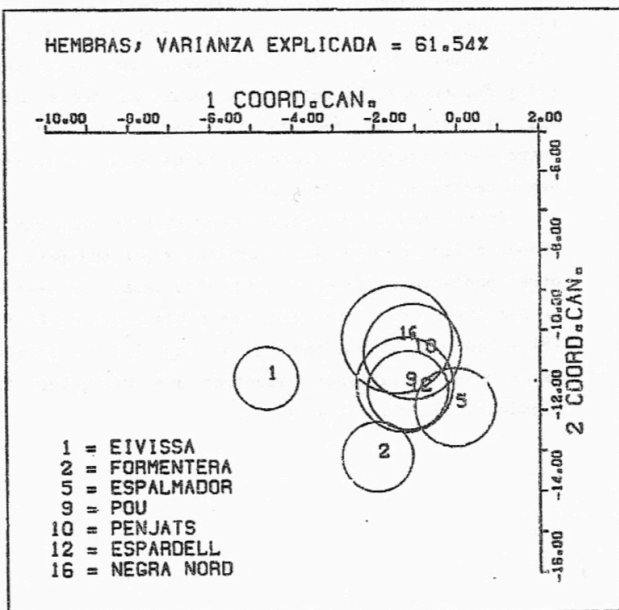
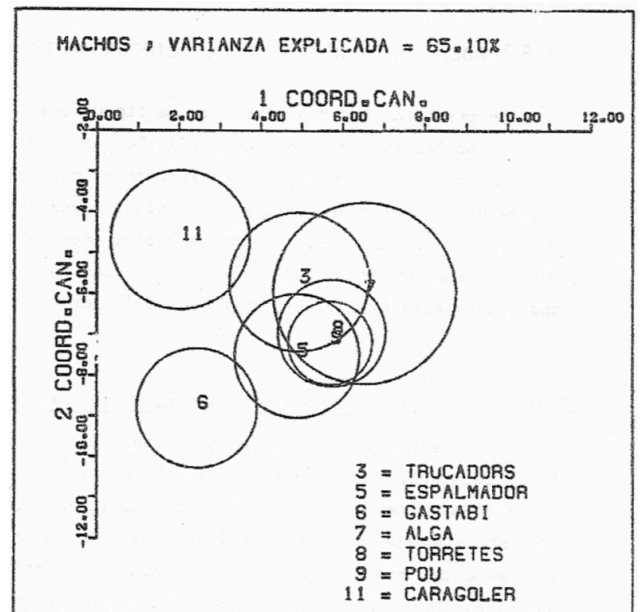


Figura 6-45. Figure 6-45.



## Chapter 6. Statistical analysis (page 206)

6.6.5.1 POBLACIONES DE LAS ISLAS CIRCUNDANTES A  
ESPALMADOR

Se presentan los resultados en la figura 6-46. En ella se observa que las poblaciones de Espalmador (5), Torretes (8), Pou (9) y Penjats (10) ocupan la misma región, solapándose muy significativamente en los machos. A pesar de sus grandes radios se puede apreciar que Gastabí (6) tiende a separarse del resto de poblaciones en las hembras, separándose totalmente en el análisis de los machos. En menor medida se nos separa Alga (7) del centroide de poblaciones.

6.6.5.2 EL TAXON *PODARCIS PITYUSENSIS GASTABIENSIS*

En este taxón se incluyen las poblaciones de Gastabí (6), Penjats (10), Espardell (12) y Negra Nord (16) según aparece en el catálogo de MERTENS-WERMUTH (1960). Se han analizado conjuntamente (fig.6- 47) obteniéndose una separación notable de Gastabí (6) respecto a al resto de poblaciones de su taxón, confirmándose la separación que presentaba en los análisis anteriores. Mientras que las otras tres poblaciones se reúnen en una misma zona del espacio canónico, considerándose por tanto poblaciones sinónimas.

## 6.6.5.3 POBLACIONES MUY PRÓXIMAS A FORMENTERA

El material consultado de estas poblaciones es muy escaso, debido A lo cual se obtienen radios poblacionales muy elevados, por ello la interpretación de la representación canónica se hace difícil y no excenta de reservas. En la figura 6-48 se aprecia que Formentera (2) se sitúa totalmente dentro de las regiones confidenciales de Rodona de Illetes (4) y Sabina (44) en el análisis de los machos y se imbrinca notablemente con Conejo (45) en el de las hembras. Estas cuatro poblaciones se manifiestan pues sinónimas biométricamente.

6.6.5.1 POPULATIONS OF THE ISLANDS SURROUNDING  
ESPALMADOR

The results are presented in figure 6-46. In the results it is observed that the populations of Espalmador (5), Torretes (8), Pou (9) and Penjats (10) occupy the same region, overlapping very significantly in the males. Despite its large radii it can be seen that Gastabí (6) tends to separate from the rest of populations in females, separating completely in the analysis of males. To a lesser extent, Alga (7) is separated from the population centroid.

6.6.5.2 THE TAXON *PODARCIS PITYUSENSIS GASTABIENSIS*

This taxon includes the populations of Gastabí (6), Penjats (10), Espardell (12) and Negra Nord (16) as it appears in the MERTENS-WERMUTH catalog (1960). They have been analyzed jointly (figure 6-47), obtaining a notable separation of Gastabí (6) with respect to the rest of the populations of this taxon, confirming the separation that they presented in the previous analysis. While the other three populations meet in the same area of the canonical space, considering synonymous populations.

## 6.6.5.3 POPULATIONS VERY CLOSE TO FORMENTERA

The material consulted of these populations is very scarce, due to which very high population radii are obtained, for that reason the interpretation of the canonical representation becomes difficult and does not exceed reserves. In figure 6-48 it can be seen that Formentera (2) is located completely within the confidential regions of Rodona de Illetes (4) and Sabina (44) in the analysis of the males and is remarkably imbricated with Conejo (45) in the of the females. These four populations are therefore biometrically synonymous.

Chapter 6. Statistical analysis (page 207-208)

Figura 6-46a. Figure 6-46a.

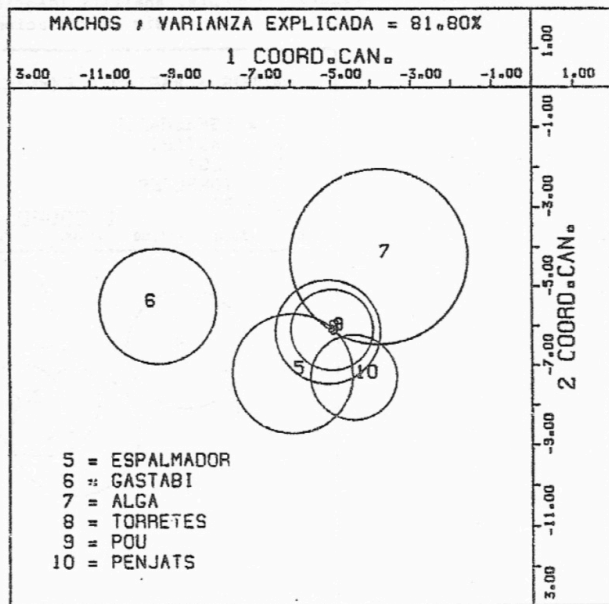
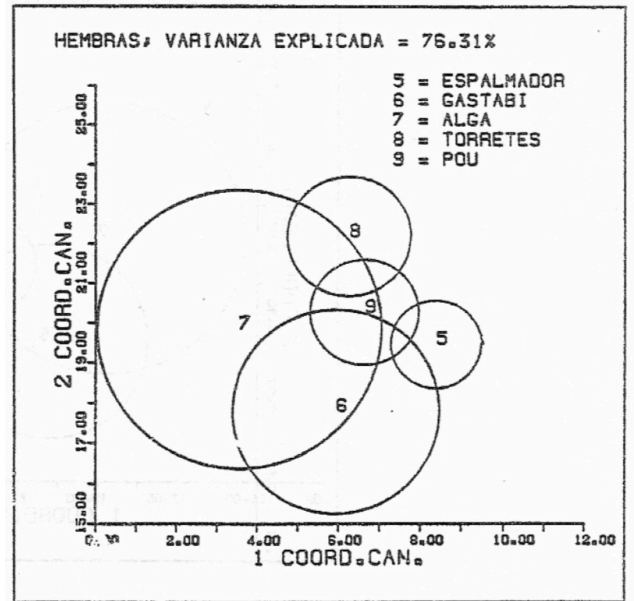
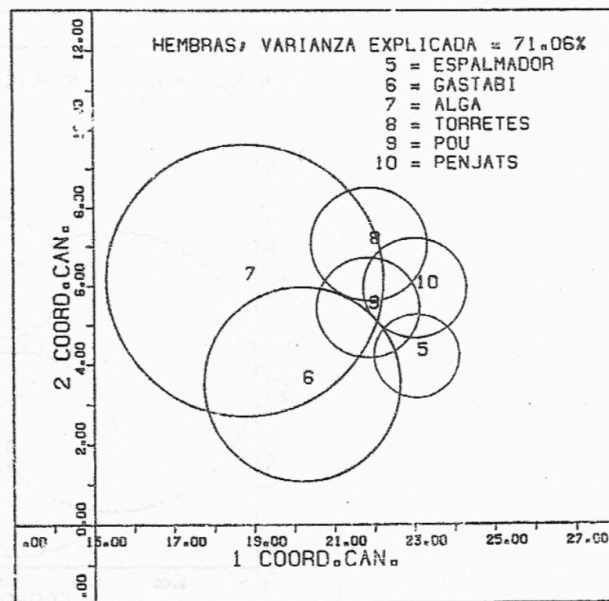
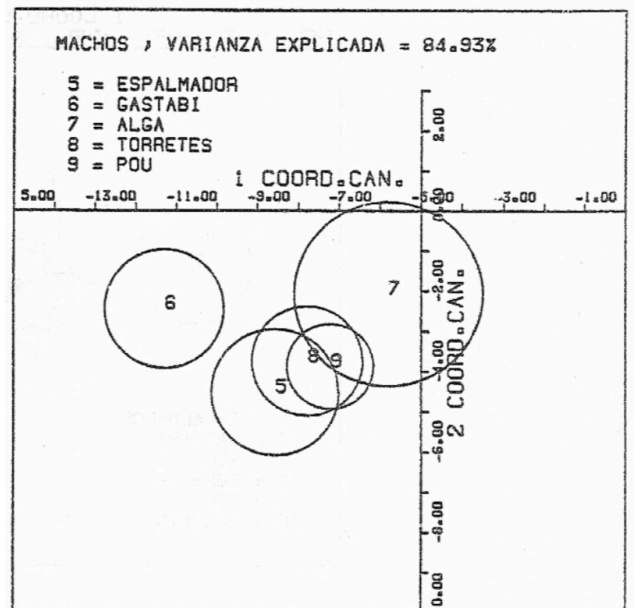


Figura 6-46b. Figure 6-46b.



Chapter 6. Statistical analysis (page 209-210)

Figura 6-48. Figure 6-47.

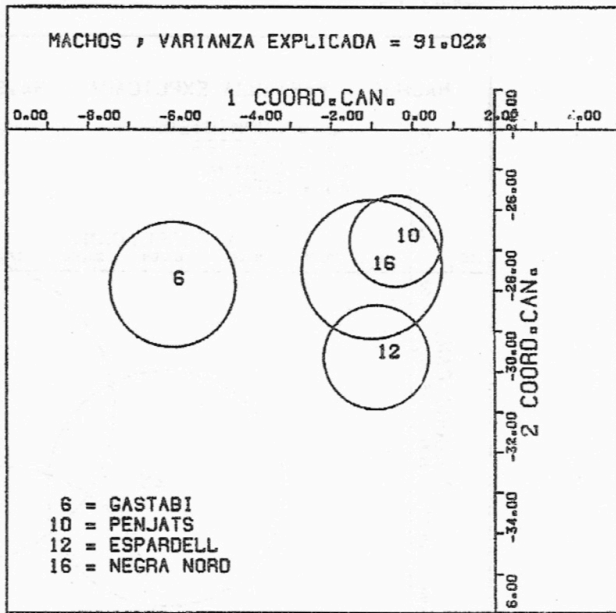
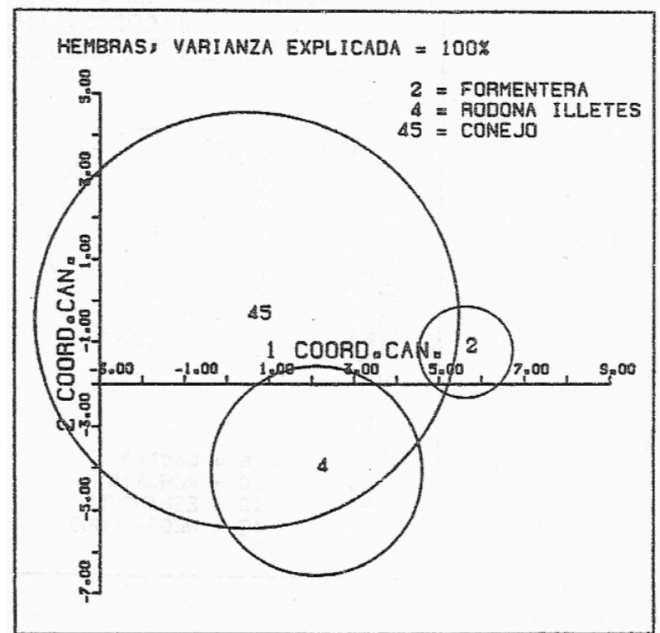
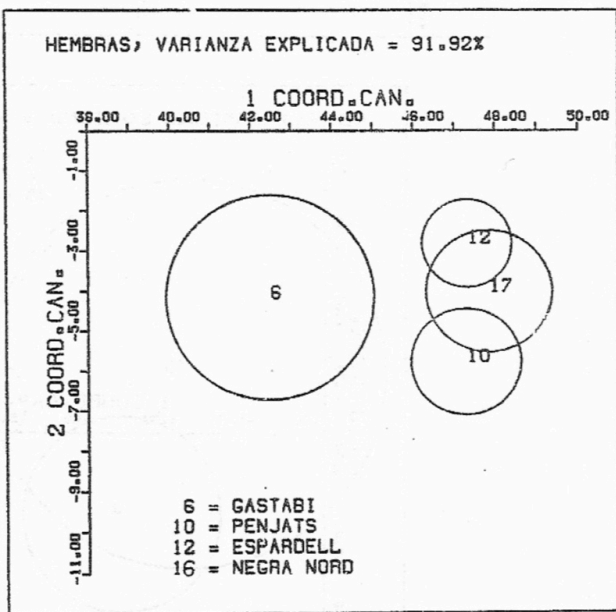
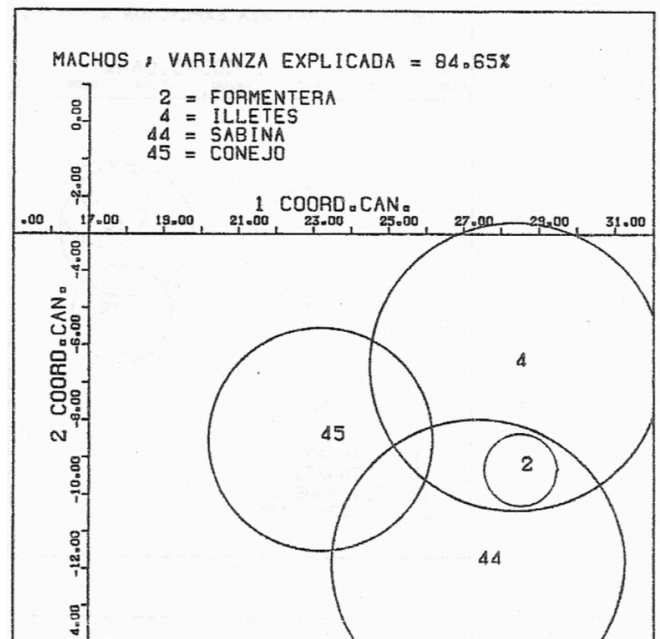


Figura 6-49. Figure 6-48.



## Chapter 6. Statistical analysis (page 211)

## 6.6.5.4 CONCLUSIONES SOBRE LAS POBLACIONES DE ES FREUS

Eivissa (1) y Formentera (2) se manifiestan bien diferenciadas frente al resto de poblaciones contrastadas en estos análisis. Formentera se halla relativamente más cerca que Eivissa del grupo de poblaciones de Es Freus, las cuales ocupan todas ellas una misma región en el espacio canónico.

Las poblaciones de Espalmador (5), Alga (7), Torretes (8), Pou (9), Penjats (10), Espardell (12) y Negra Nord (16) se manifiestan muy semejantes sin poder de discriminación entre sí. Mientras que Gastabí (6) y Caragoler (11), se separan relativamente de este grupo de poblaciones, aunque sin llegar a configurar un espacio propio en la representación canónica para los dos sexos. Las poblaciones sobre pequeños islotes muy próximos o unidos a Formentera: Rodona de Illetes (4), Sabina (44) y Conejo (45), se presentan como sinónimas de Formentera (2) sin diferenciarse mediante este análisis.

La población de Punta de Trucadors no parece ser que biométricamente se diferencie de las de Espalmador, Alga, Torretes y Pou; sin embargo habita sobre la isla de Formentera y no existe ninguna barrera que impida que se hibride con esta población.

## 6.6.5.4 CONCLUSIONS ON THE ES FREUS POPULATIONS

Ibiza (1) and Formentera (2) are clearly differentiated from the rest of the populations contrasted in these analysis. Formentera is relatively closer than Ibiza from the group of populations of Es Freus, which all occupy the same region in the canonical space.

The populations of Espalmador (5), Alga (7), Torretes (8), Pou (9), Penjats (10), Espardell (12) and Negra Nord (16) are very similar without any discrimination between them. While Gastabí (6) and Caragoler (11) separate relatively from this group of populations, although they do not get to configure their own space in the canonical representation for the two sexes. Populations on small islets very close or joined to Formentera: Rodona de Illetes (4), Sabina (44) and Conejo (45), are presented as synonymous with Formentera (2) without differentiating by this analysis.

The population of Punta de Trucadors does not seem to be biometrically different from those of Espalmador, Alga, Torretes and Pou; however, it inhabits the island of Formentera and there is no barrier that prevents it from hybridizing with this population.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 212)

## 6.6.6 POBLACIONES AL ESTE DE EIVISSA

En este grupo se han analizado 8 poblaciones de islas situadas al este de las Pitiüsas, presentando todas ellas gran talla y robustez corporales.

Con todas estas poblaciones simultáneamente se obtiene una representación canónica con poco porcentaje de varianza explicada mediante los dos primeros ejes (alrededor del 60 %). En este análisis se observa (Fig. 6-49) que las 8 poblaciones se agrupan en una misma región canónica dada su gran similitud biométrica, no pudiéndose discriminar entre ellas.

En un segundo análisis se ha eliminado Tagomago y Hort a fin de conseguir una mejor representación, aumentando ligeramente la variabilidad explicada (Fig. 6-50). Pero también se obtiene un alto grado de solapamiento que no permite discriminar a las poblaciones. Finalmente se han separado en varios grupos a fin de afinar mejor en los resultados.

## 6.6.6.1 ES MALVÍNS Y RATES

Se han obtenido solo 2 coordenadas canónicas y por tanto el poder discriminatorio es máximo con una representación bidimensional (Fig. 6-51). Según este resultado no es posible discriminar entre las 3 poblaciones, si bien en las hembras Rates (17) se nos aleja relativamente del grupo formado por Malví Nord (18) y Malví Sud (19), las cuales presentan una amplia región común.

## 6.6.6.2 POBLACIONES DE LOS ISLOTES DE SANTA EULALIA

Las 3 poblaciones de la islotas de Santa Eulalia solapan una parte de sus regiones confidenciales (Fig. 6-52). Este solapamiento es pero muy significativo ya que solo se han obtenido 2 coordenadas canónicas las cuales explican el 100 % de la variabilidad; por lo tanto las tres regiones se presentan como sinónimas entre sí.

## 6.6.6 POPULATIONS EAST OF IBIZA

In this group 8 populations on islands located in the east of the Pityusan Islands have been analyzed, all of them presenting great body size and robustness.

With all these populations simultaneously a canonical representation is obtained with a small percentage of variance explained by the first two axes (around 60%). In this analysis it is observed (figure 6-49) that the 8 populations are grouped in the same canonical region given their great biometric similarity, not being able to discriminate between them.

In a second analysis, Tagomago and Hort have been eliminated in order to achieve a better representation, slightly increasing the explained variability (Figure 6-50). But there is also a high degree of overlap that does not allow the populations to be discriminated. Finally the populations have been separated into several groups in order to refine the results better.

## 6.6.6.1 ES MALVÍNS AND RATES

Only 2 canonical coordinates have been obtained and therefore the discriminatory power is maximum with a two-dimensional representation (figure 6-51). According to this result it is not possible to discriminate between the 3 populations, although the Rates (17) females are relatively away from the group formed by Malví Nord (18) and Malví Sud (19), which present a broad common region.

## 6.6.6.2 POPULATIONS OF THE ISLETS OF SANTA EULALIA

The 3 populations of the Santa Eulalia islets overlap a part of their confidential regions (figure 6-52). This overlap is very significant since only 2 canonical coordinates have been obtained which explain 100% of the variability; therefore the three regions are presented as synonymous with each other.

Chapter 6. Statistical analysis (page 213-214)

Figura 6-49. Figure 6-49.

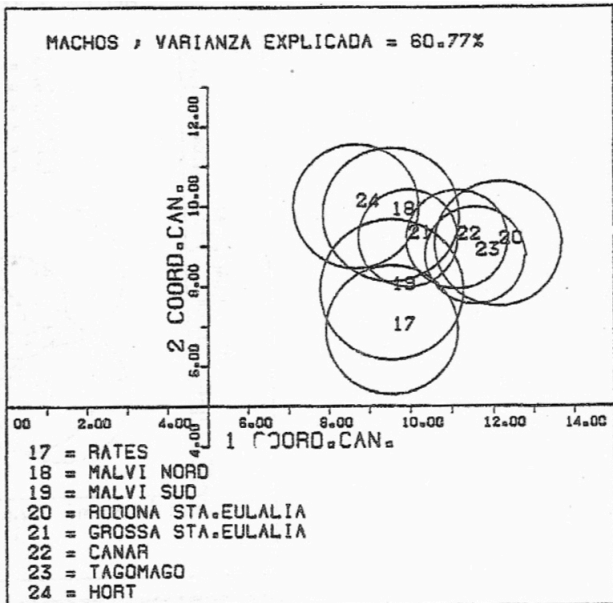
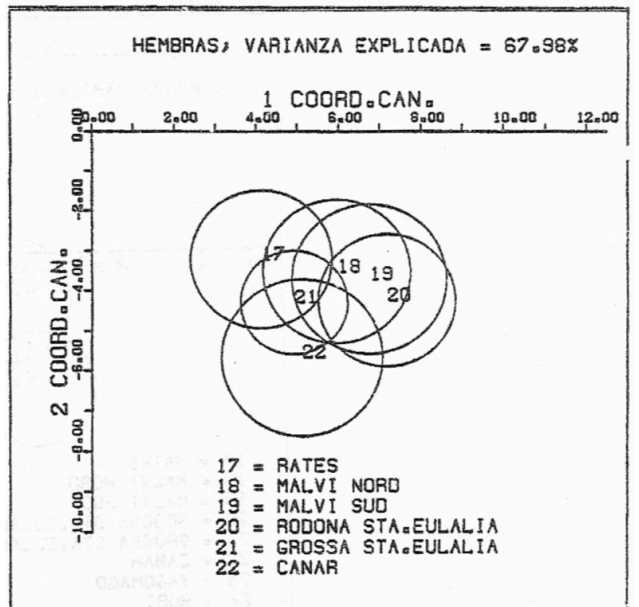
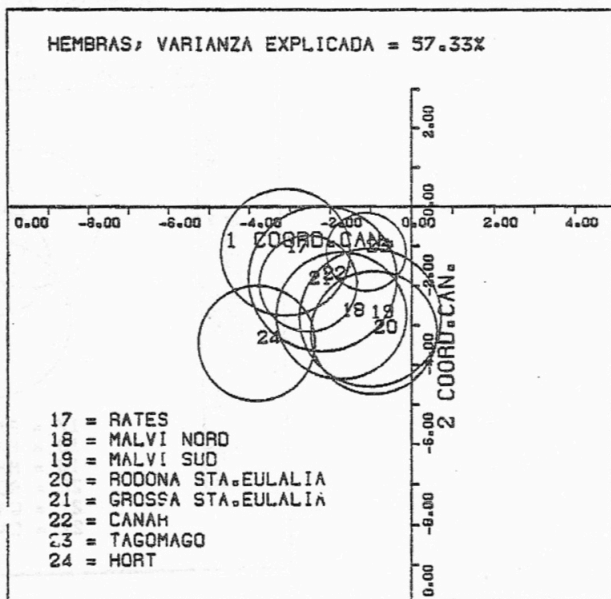
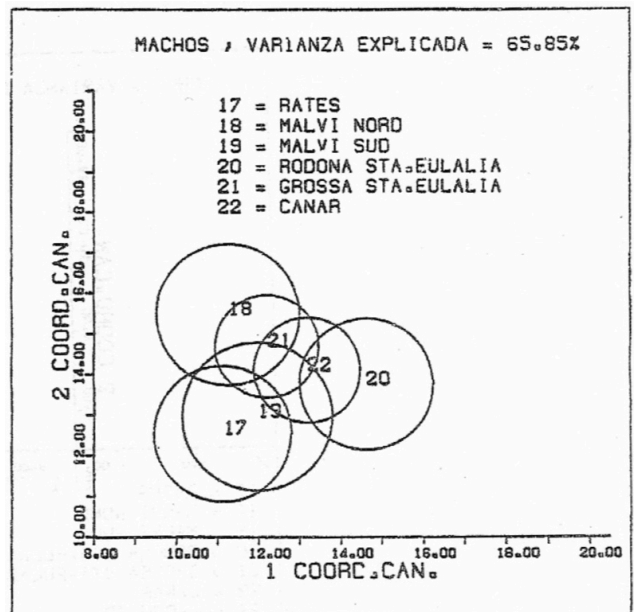


Figura 6-50. Figure 6-50.



Chapter 6. Statistical analysis (page 215-216)

Figura 6-51. Figure 6-51.

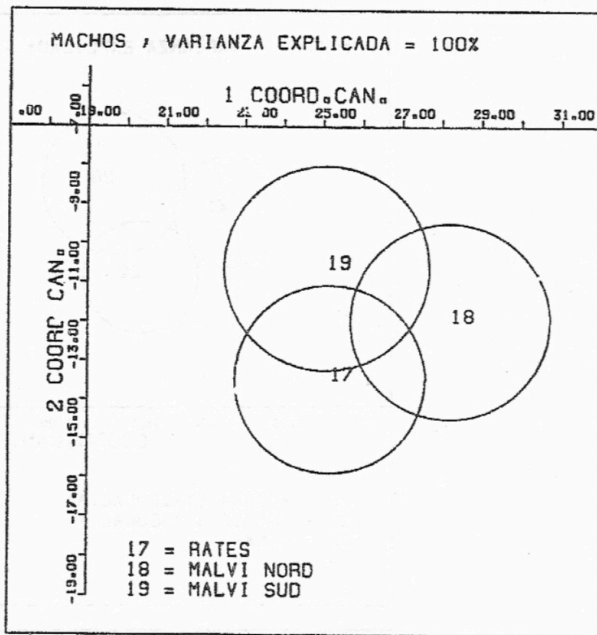
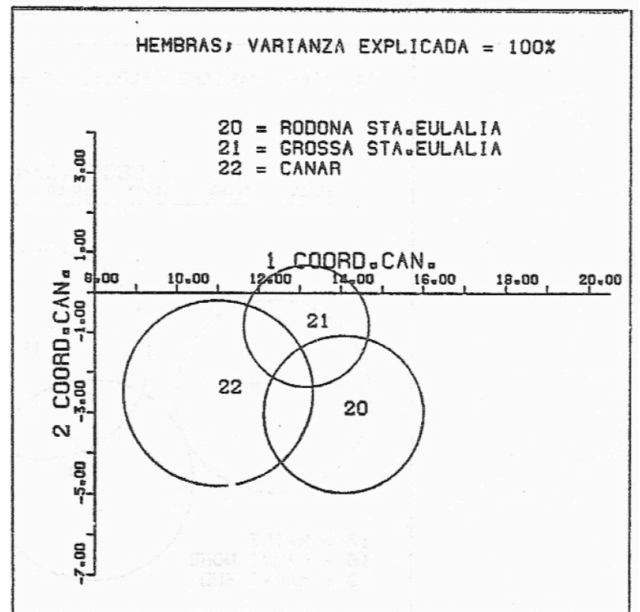
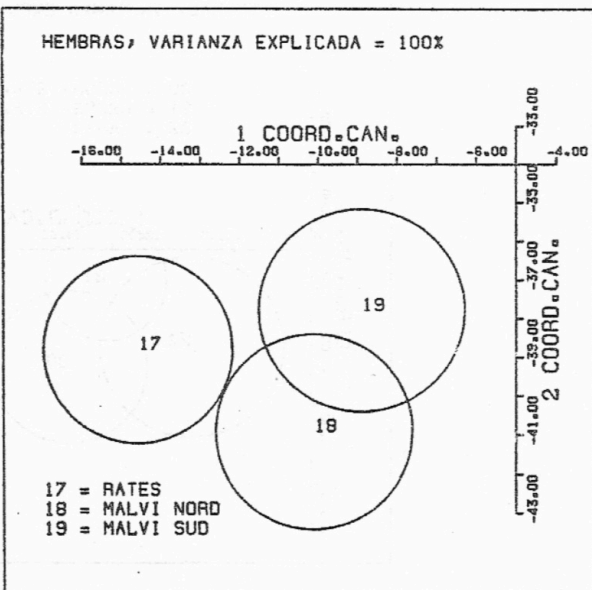
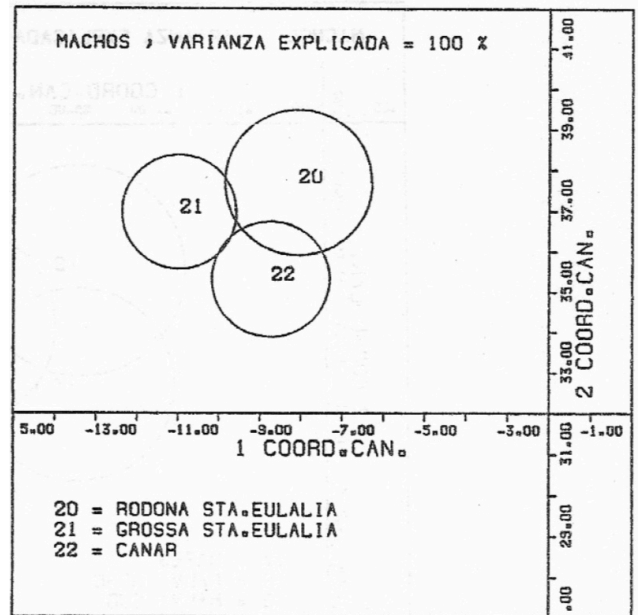
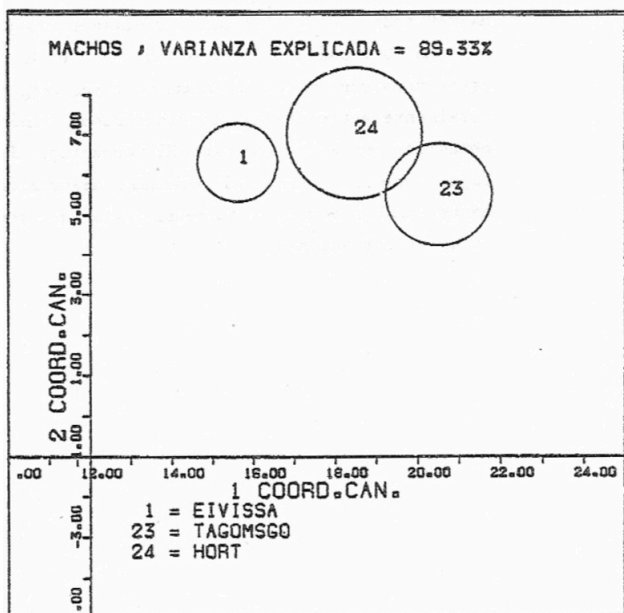
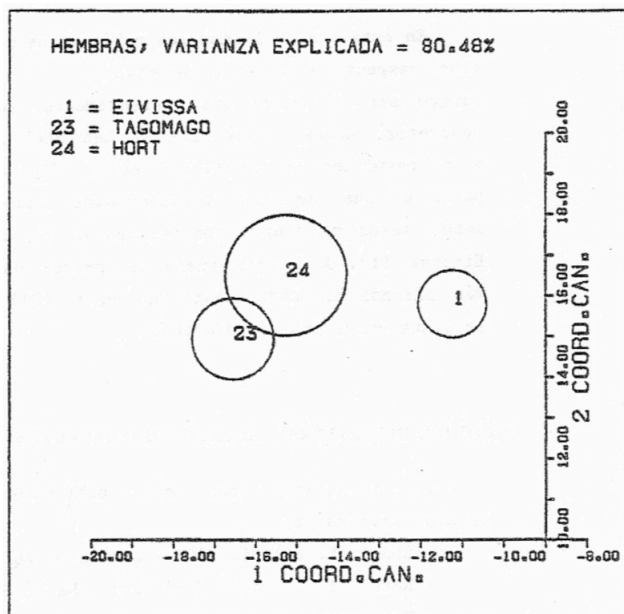


Figura 6-52. Figure 6-52.



Chapter 6. Statistical analysis (page 217)

Figura 6-53. Figure 6-53.



## Chapter 6. Statistical analysis (page 218-219)

## 6.6.6.3 POBLACIONES AL NOROESTE DE EIVISSA

En esta zona hallamos las poblaciones de Tagomago (23) cuya separación respecto a la isla de Eivissa es muy antigua y Hort (24) que parece ser se separó más recientemente, aunque no se poseen datos concretos. Ambas poblaciones se han analizado frente a Eivissa (1) y el resultado se manifiesta en la figura 6-53. Se presentan con parte de sus regiones confidenciales solapadas en los análisis para ambos sexos y siempre independientes de la región confidencial de Eivissa (1). A la vez puede observarse que Tagomago (23) se halla más alejada biométricamente que Hort (24) cuya región confidencial se sitúa entre ambas poblaciones.

## 6.6.6.4 CONCLUSIONES SOBRE LAS POBLACIONES DEL ESTE

En los análisis con pocas poblaciones se pone de manifiesto la sinonimia entre:

Rodona S. Eulalia (20) - Grossa S. Eulalia (21) - Es Canar (22) Rates (17) - Malví Nord (18) - Malví Sud (19) Tagomago (23) - Hort (24)

Manteniéndose estas últimas perfectamente separadas de Eivissa.

En los análisis conjuntos no se ha podido discriminar entre estos tres grupos de poblaciones cuyas regiones de confianza aparecen totalmente entrelazadas, considerándose sinónimas según los resultados obtenidos en este análisis. El porcentaje de variabilidad explicada es bajo pero en el análisis discriminante aplicado posteriormente vuelve a manifestarse una falta de poder discriminatorio entre estas 8 poblaciones.

## 6.6.7 POBLACIONES MÉLANICAS

Existen 7 poblaciones con coloraciones corporales melánicas que se han agrupado en un mismo análisis, que se representa en la figura 6-54.

En ella se aprecia una notable superposición de las regiones confidenciales de todas las poblaciones, especialmente en el análisis de las hembras. Aunque en el de los machos el espacio canónico ocupado por Murada (28) no se imbrinca con los espacios correspondientes al resto de poblaciones.

## 6.6.6.3 POPULATIONS NORTHWEST OF IBIZA

In this area we find the populations of Tagomago (23) whose separation from the island of Ibiza is very old and Hort (24) that seems to be more recently separated, although no concrete data are available. Both populations have been analyzed against Ibiza (1) and the result is shown in figure 6-53. They are presented with part of their confidential regions overlapped in the analysis for both sexes and always independent of the confidential region of Ibiza (1). At the same time it can be seen that Tagomago (23) is biometrically further away than Hort (24) whose confidential region is located between both populations.

## 6.6.6.4 CONCLUSIONS ON EASTERN POPULATIONS

In analysis with few populations it shows the synonymy between:

Rodona Santa Eulalia (20) - Grossa Santa Eulalia (21) - Es Canar (22) Rates (17) - Malví Nord (18) - Malví Sud (19) Tagomago (23) - Hort (24)

Keeping the latter perfectly separated from Ibiza.

In the joint analysis it has not been possible to discriminate between these three groups of populations whose regions of confidence appear totally intertwined, considering themselves synonymous according to the results obtained in this analysis. The percentage of explained variability is low, but in the discriminant analysis applied later, a lack of discriminatory power among these 8 populations again manifests itself.

## 6.6.7 MELANIC POPULATIONS

There are 7 populations with melanic body colorations that have been grouped in the same analysis, which is represented in figure 6-54.

It shows a remarkable overlap of the confidential regions of all populations, especially in the analysis of females. Although in the one of the males the canonical space occupied by Murada (28) is not overlapping with the corresponding spaces to the rest of populations.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 219-222)

La población de Margalida (29) solo se contrasta en el análisis de las hembras, ya que solo se dispone de una muestra de dos machos, en este análisis la mayor parte de su región confidencial coincide con el espacio correspondiente a Frare (39), imposibilitando su discriminación, y en menor medida con el de Escull Vermell (32).

Bleda Na Bosc (33) y Bleda Na Gorra (34) configuran la subespecie *Podarcis pityusensis gorrae* y sus espacios canónicos aparecen casi totalmente solapados. Mientras que el espacio de Bleda Na Plana (31) se halla totalmente incluido en el de Escull Vermell (32); a su vez ambas se solapan en más de la mitad de sus regiones confidenciales con Frare (39), lo cual imposibilita el discernir entre estas tres poblaciones.

Se ha realizado un segundo análisis solo para las cuatro poblaciones de las islas Bledes (Figura 6-55), a fin de obtener mayor poder decisorio. En este análisis se constata la proximidad entre Bleda Na Plana (31) y Escull Vermell (32) por una parte y por otra entre Bleda Na Bosc (33) y Bleda Na Gorra (34). Estos dos grupos se manifiestan relativamente próximos entre sí, al igual que en los análisis conjuntos de todas las poblaciones melánicas, si bien con una relativa independencia entre ambos pares de poblaciones.

En conclusión se obtiene una gran proximidad entre las poblaciones de Frare y Bledes, (Na Plana y Escull Vermell), que imposibilita su diferenciación biométrica; a la vez que no es posible discernir entre Frare y Margalida. También se manifiesta una elevada semejanza entre Bleda Na Bosc y Bleda Na Gorra. Mientras que Murada presenta una cierta diferenciación biométrica respecto al resto de poblaciones melánicas. Esta diferenciación, sin embargo, no es muy patente en el análisis de las hembras y su posible separación taxonómica merece una reserva por el momento, ya que no parece suficientemente ostensible.

#### 6.6.8 GRUPOS DE ISLAS DE ESPARTAR Y VEDRÀ

Las poblaciones aquí analizadas se diferencian perfectamente por sus coloraciones, pero presentan similitudes biométricas notables. En la representación canónica (Fig. 6-56) puede observarse la unión de las regiones de Vedrà (40) - Vedranell (41); mientras que las otras tres poblaciones pertenecientes al grupo de Espartar manifiestan semejanzas entre sí; pero sin individualizarse ambos grupos.

The population of Margalida (29) is only contrasted in the analysis of the females, since only a sample of two males is available, in this analysis most of its confidential region coincides with the space corresponding to Frare (39), making it impossible to discriminate, and to a lesser extent to that of Escull Vermell (32).

Bleda Na Bosc (33) and Bleda Na Gorra (34) make up the subspecies *Podarcis pityusensis gorrae* and its canonical spaces appear almost totally overlapping. While the space of Bleda Na Plana (31) is totally included in that of Escull Vermell (32); at the same time both overlap in more than half of their confidential regions with Frare (39), which makes it impossible to discern between these three populations.

A second analysis has been carried out only for the four populations of the Bledes Islands (figure 6-55), in order to obtain greater decision-making power. In this analysis we can see the proximity between Bleda Na Plana (31) and Escull Vermell (32) on the one hand and Bleda Na Bosc (33) and Bleda Na Gorra (34) on the other. These two groups manifest themselves relatively close to each other, as in the joint analysis of all melanic populations, although with relative independence between both pairs of populations.

In conclusion, a close proximity is obtained between the populations of Frare and Bledes, (Na Plana and Escull Vermell), which makes it impossible to differentiate them biometrically; At the same time it is not possible to discern between Frare and Margalida. There is also a high similarity between Bleda Na Bosc and Bleda Na Gorra. While Murada presents a certain biometric differentiation with respect to the rest of melanic populations. This differentiation, however, is not very clear in the analysis of the females and their possible taxonomic separation deserves a reservation for the moment, since it does not seem sufficiently obvious.

#### 6.6.8 THE ESPARTAR AND VEDRÀ ISLANDS GROUP

The populations analyzed here are perfectly differentiated by their colorations, but they show remarkable biometric similarities. In canonical representation (figure 6-56) the union of the regions of Vedrà (40) - Vedranell (41) can be observed; while the other three populations belonging to the group of Espartar manifest similarities among themselves; but without individualizing both groups.

Chapter 6. Statistical analysis (page 220-221)

Figura 6-54. Figure 6-54.

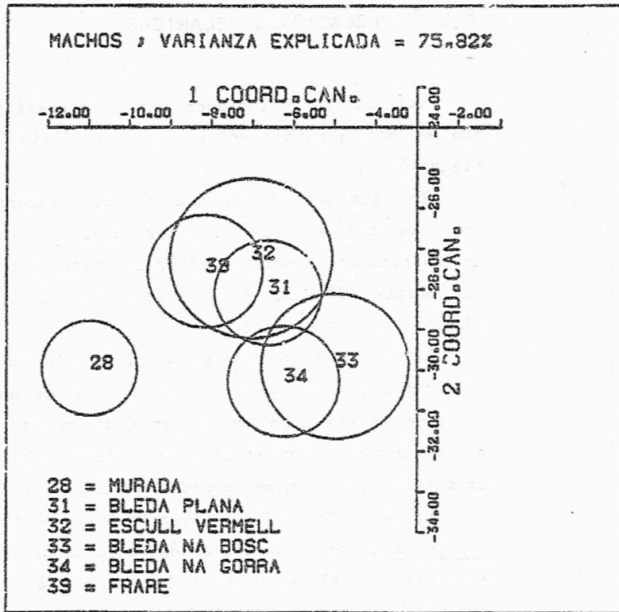
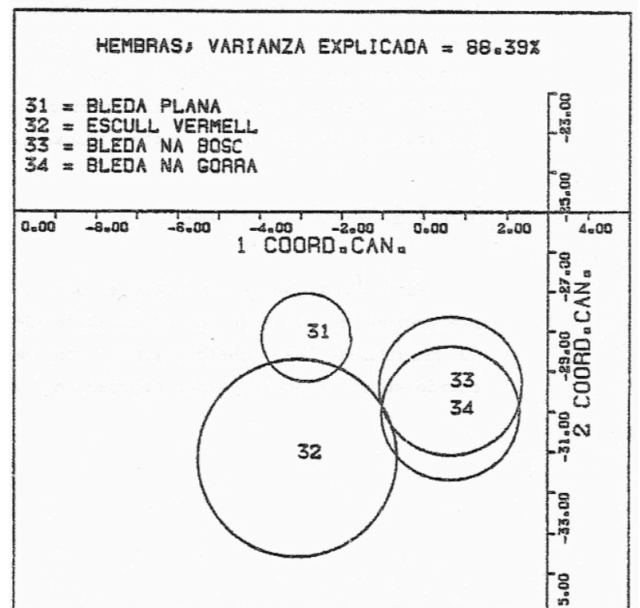
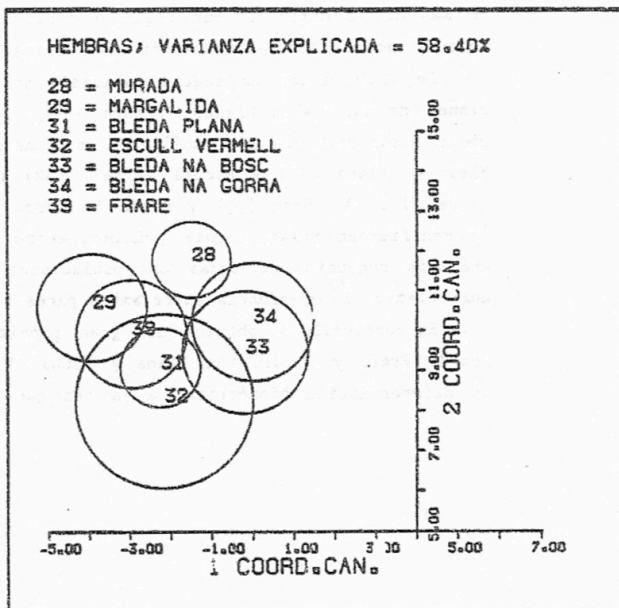
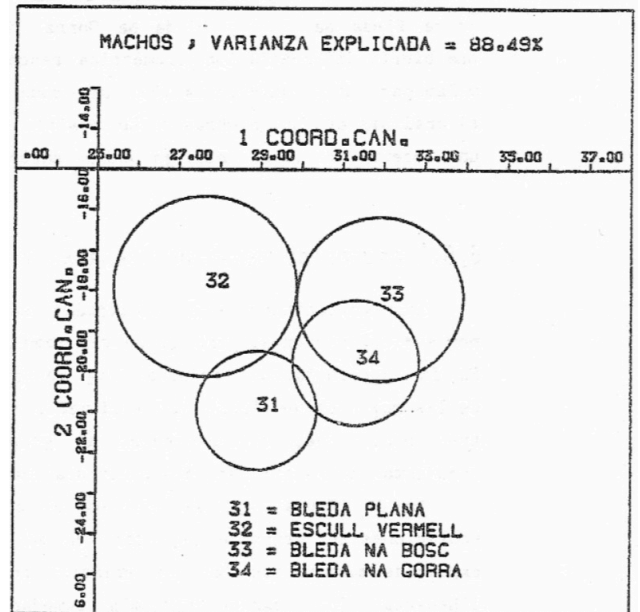


Figura 6-55. Figure 6-55.



## Chapter 6. Statistical analysis (page 222-226)

En la figura 6-57 se presenta el análisis solo para las tres poblaciones del grupo de Espartar, en el que se obtiene una varianza explicada máxima con las dos primeras coordenadas canónicas. Escull d'Espartar (38) parece ser más semejante biométricamente a Frare (39) que a Espartar (37), de la cual se separa perfectamente en el análisis de los machos, mientras que para las hembras las tres poblaciones se situara en una misma zona del espacio canónico; por lo que no parece recomendable separar taxonómicamente a ninguna de las tres poblaciones solo por sus características biométricas.

## 6.6.8.1 VEDRÀ y VEDRANELL

Para ambos sexos se obtiene una sola coordenada canónica que proporciona el 100 % de la explicación de la varianza. Con este tipo de resultados las imbrincaciones son mucho más significativas que cuando se obtienen dos o más coordenadas canónicas. En los dos análisis (Fig. 6.58), se aprecia una considerable región común a las dos poblaciones, suficientemente significativa ya que se obtiene en un espacio canónico unidimensional.

## 6.6.8.2 CONCLUSIONES DE LOS GRUPOS DE ESPARTAR Y VEDRÀ

Vedrà y Vedranell se configuran como dos poblaciones sinónimas, mientras que en el grupo de Espartar debe establecerse una reserva momentánea, ya que Espartar y Escull d'Espartar presentan una región común pequeña y Frare, aunque biométricamente semejante a Escull d'Espartar, se diferencia perfectamente de ella por su coloración y no hace posible establecer sinonimia entre ambas.

In figure 6-57 the analysis is presented only for the three populations of the Espartar group, in which a maximum explained variance is obtained with the first two canonical coordinates. Escull de s'Espartar (38) seems to be more similar biometrically to Frare (39) than to Espartar (37), from which it separates perfectly in the analysis of males, while for females the three populations are located in the same zone of canonical space; so it does not seem advisable to separate any of the three populations taxonomically just because of their biometric characteristics.

## 6.6.8.1 VEDRÀ AND VEDRANELL

For both sexes you get a single canonical coordinate that provides 100% of the explanation of the variance. With this type of results the imbrications are much more significant than when two or more canonical coordinates are obtained. In the two analysis (figure 6.58), a considerable region common to both populations is seen, sufficiently significant since it is obtained in a one-dimensional canonical space.

## 6.6.8.2 CONCLUSIONS ON THE ESPARTAR-VEDRÀ GROUP

Vedrà and Vedranell are configured as two synonymous populations, while in the group of Espartar a momentary reservation must be established, since Espartar and Escull de s'Espartar present a small and Frare common region, although biometrically similar to Escull de s'Espartar, it differs perfectly of her by its coloration and does not make it possible to establish synonymy between both.

Chapter 6. Statistical analysis (page 223-224)

Figura 6-56. Figure 6-56.

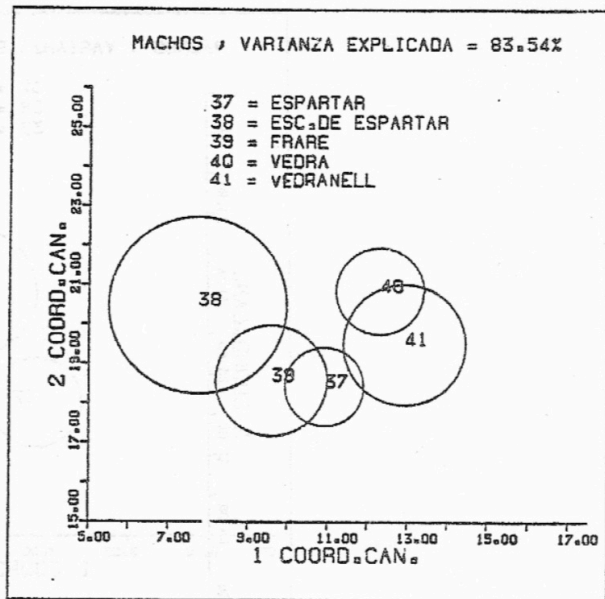


Figura 6-57. Figure 6-57.

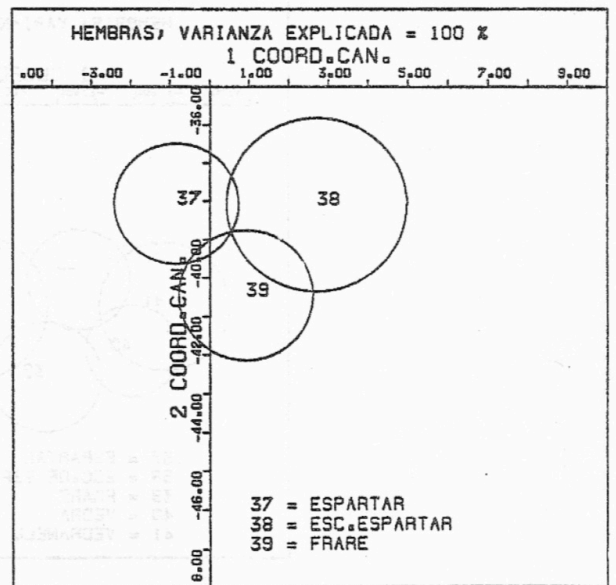
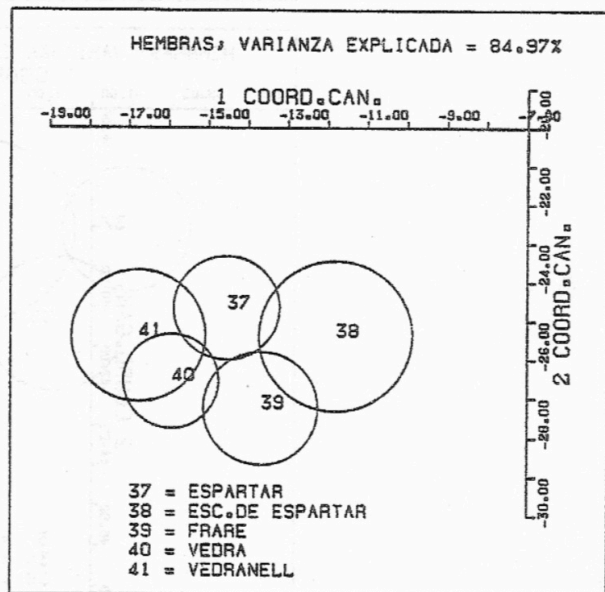
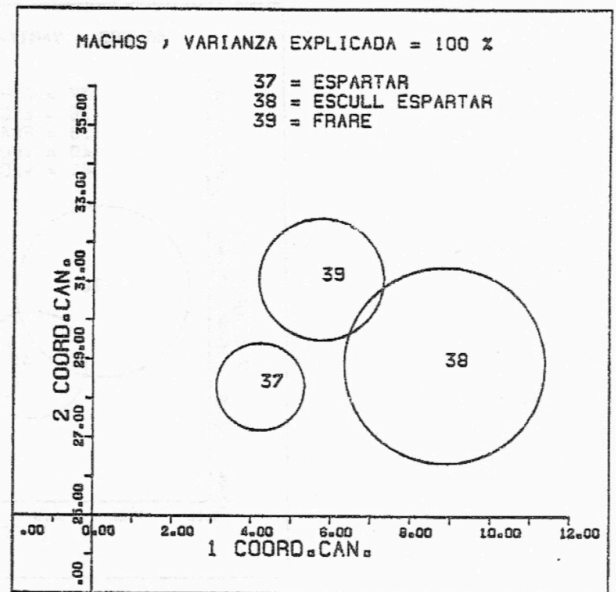
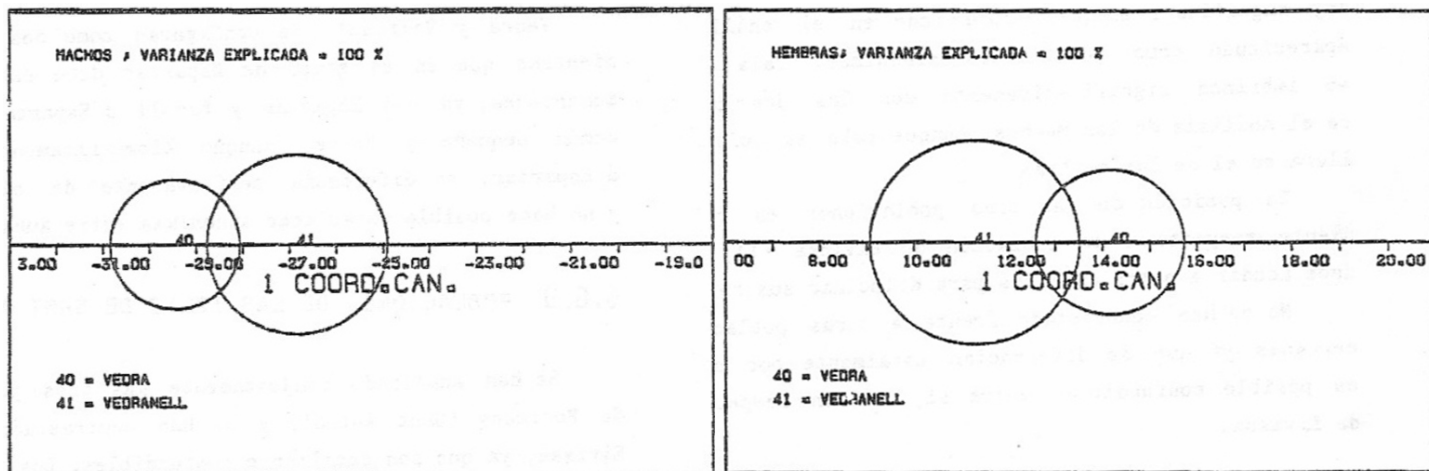


Figura 6-58. Figure 6-58.



#### 6.6.9 POBLACIONES DE LAS ISLAS DE SANT ANTONI

Se han analizado conjuntamente las tres poblaciones de la bahía de Portmany (Sant Antoni) y se han contrastado con la población de Eivissa, ya que son fácilmente confundibles. Los resultados se muestran en la figura 6-59. Conillera (35) y Bosc de Conillera (36) se solapan muy significativamente, sobre todo en el análisis de las hembras, apareciendo como poblaciones sinónimas. Cala Salada (30) también se imbrinca significativamente con las dos poblaciones anteriores en el análisis de los machos, aunque solo se solapa con Bosc de Conillera en el de las hembras.

La posición de las tres poblaciones es relativamente independiente respecto a la población de Eivissa (1), y por lo tanto se debe acudir a otros análisis para dilucidar sus relaciones.

No se han contrastado frente a otras poblaciones geográficamente cercanas ya que se diferencian totalmente por su coloración y solo es posible confundirlas entre sí, o bien respecto a los individuos de Eivissa.

#### 6.6.9 POPULATIONS OF THE SANT ANTONI ISLANDS

The three populations of the bay of Portmany (Sant Antoni) have been analyzed jointly and have been contrasted with the population of Ibiza, since they are easily confused. The results are shown in figure 6-59. Conillera (35) and Bosc de Conillera (36) overlap very significantly, especially in the analysis of females, appearing as synonymous populations. Cala Salada (30) is also significantly imbricated with the two previous populations in the analysis of the males, although it only overlaps with Bosc de Conillera in that of the females.

The position of the three populations is relatively independent from the population of Ibiza (1), and therefore other analysis must be used to elucidate their relationships.

They have not been contrasted with other geographically close populations since they are totally differentiated by their coloration and it is only possible to confuse them with each other, or with respect to the specimens of Ibiza.

Chapter 6. Statistical analysis (page 227-228)

Figura 6-59. Figure 6-59.

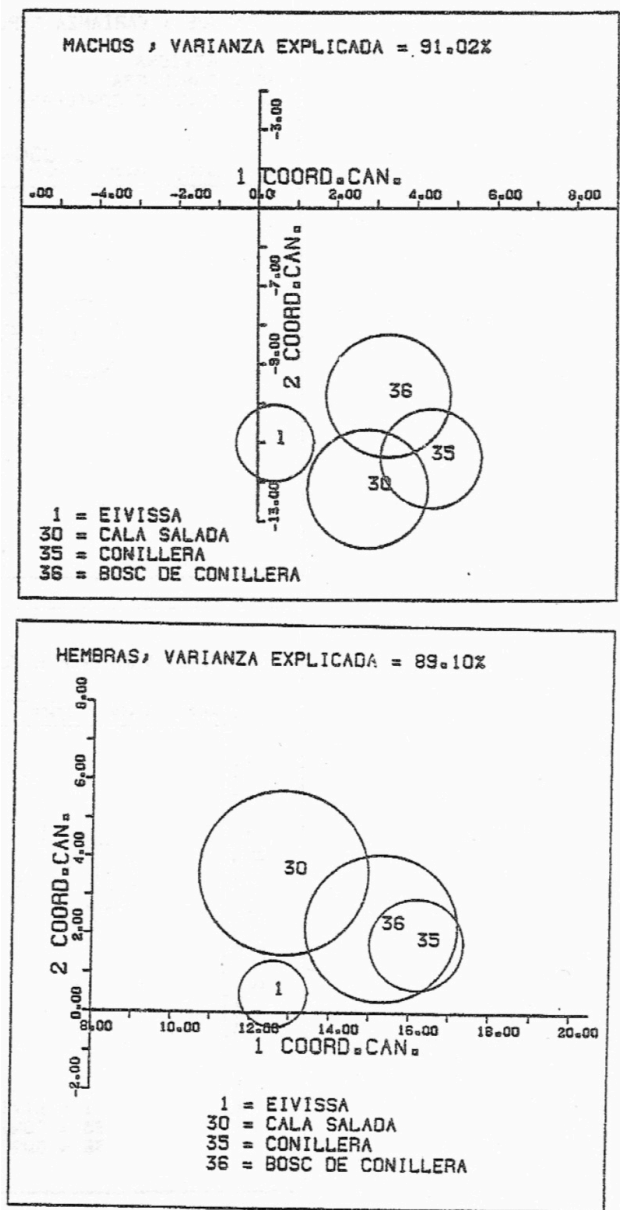
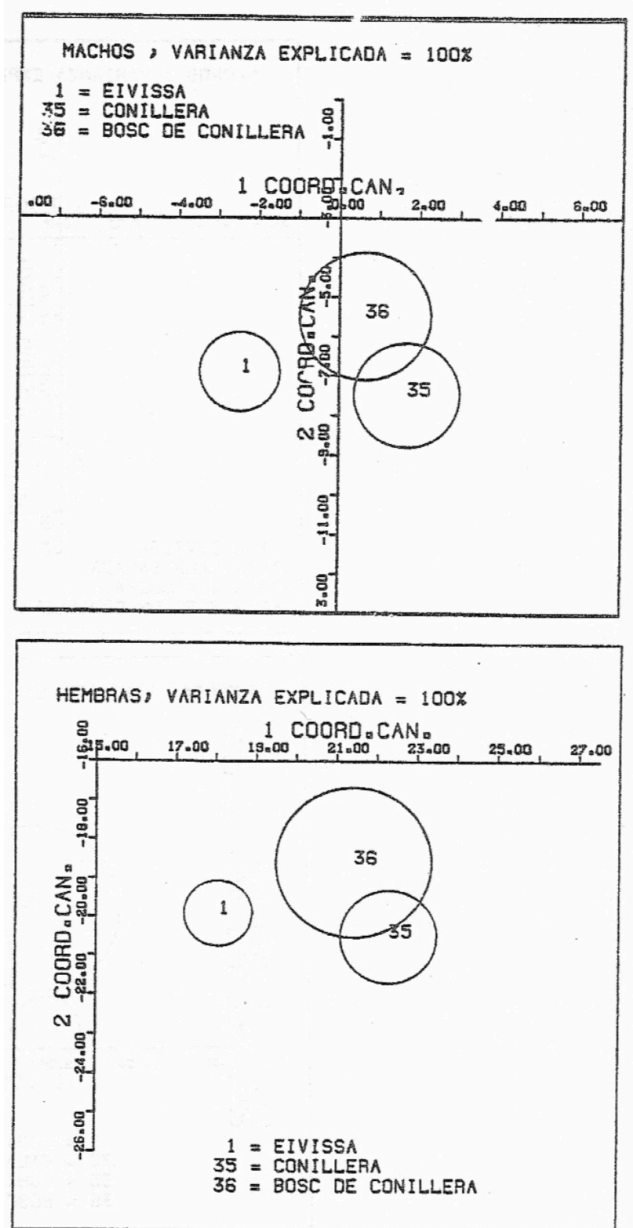


Figura 6-60. Figure 6-60.



## 6.7 TAXONOMÍA NUMÉRICA

## 6.7.1 FUNDAMENTO DEL ANÁLISIS

La Taxonomía Numérica es un método de análisis multivariante que intenta construir clasificaciones naturales en base a la semejanza fenotípica, medible con variables aleatorias y obtener un dendrograma como resultado gráfico de fácil comprensión visual. En este dendrograma no se representan las distancias iniciales (d) que existen entre los distintos "objetos" analizados, sino las ultramétricas (u) que se obtienen a lo largo del análisis (Véase SOKAL-SNAETH, 1963; CUADRAS, 1981).

Con este método pueden clasificarse jerárquicamente a k elementos o OTUs (Operational Taxonomic Units), estableciéndose las relaciones de afinidad entre ellos mediante un resultado gráfico o dendrograma.

La definición de los OTUs válidos para el análisis, generalmente presenta problemas priorísticos, pero no es el caso en *Podarcis pityusensis*, ya que como método de trabajo en este estudio, se ha adoptado el criterio de que cada población habita en un islote, y cada una de las poblaciones se constituye en unidad taxonómica inicial, ya que este criterio ha sido el más utilizado por los taxonomistas que inicialmente han estudiado la especie.

Una vez definidas las unidades taxonómicas operacionales se construye una matriz k x k de distancias, semejanzas o disimilaridades entre todos los posibles pares de elementos o poblaciones, obtenidas a partir de características fenotípicas de los individuos medibles, es decir de variables biométricas.

El análisis transcurre en ciclos, en cada uno de los cuales se realiza la fusión entre las dos poblaciones o grupos de poblaciones más semejantes, formando una clase o "Cluster" en la literatura inglesa. La distancia de esta nueva clase a las demás poblaciones puede definirse por diversos algoritmos de clasificación que se analizan posteriormente. Se calculan estas nuevas distancias y posteriormente se realiza la siguiente fusión los dos "objetos" más cercanos, y así sucesivamente, hasta que se obtiene una sola clase formada por todas las poblaciones u "objetos" analizados.

Debido a la manipulación de las distancias iniciales a lo largo del análisis, éstas suelen diferir de las distancias ultramétricas (u) reflejadas en el dendrograma. Las

## 6.7 NUMERICAL TAXONOMY

## 6.7.1 BASIS OF THE ANALYSIS

Numerical Taxonomy is a multivariate analysis method that tries to build natural classifications based on phenotypic similarity, measurable with random variables and obtain a dendrogram as a visual result in benefit of easy visual comprehension. This dendrogram does not represent the initial distances (d) that exist between the different "objects" analyzed, but the ultrametric ones (u) that are obtained throughout the analysis (See SOKAL & SNAETH 1963 ; CUADRAS 1981).

With this method they can be classified hierarchically to k elements or OTUs (Operational Taxonomic Units), establishing the affinity relations between them by means of a graphic result or dendrogram.

The definition of valid OTUs for analysis usually presents priority problems, but it is not the case in *Podarcis pityusensis*, since as a method of work in this study, the criterion that each population inhabits an islet has been adopted, and each one of the populations constitutes an initial taxonomic unit, since this criterion has been the most used by the taxonomists who initially studied the species.

Once the operational taxonomic units have been defined, a k by k matrix of distances, similarities or dissimilarities is constructed between all the possible pairs of elements or populations, obtained from phenotypic characteristics of the measurable specimens, that is, of biometric variables.

The analysis takes place in cycles, in each of which the fusion between the two populations or groups of similar populations takes place, forming a class or "cluster" in English literature. The distance of this new cluster to the other populations can be defined by different classification algorithms that are analyzed later. These new distances are calculated and then the next merger is made with the two closest "objects", and so on, until a single formed cluster is obtained from all the populations or "objects" analyzed.

Due to the manipulation of the initial distances along the analysis, these usually differ from the ultrametric distances (u) reflected in the dendrogram. The

## Chapter 6. Statistical analysis (page 230-231)

relaciones que se obtienen con el resultado gráfico son una indicación de las relaciones entre los elementos a clasificar, y no debe olvidarse que la distancia taxonómica real entre dos poblaciones  $i, j$ , es la que viene definida en la matriz de distancias iniciales  $d_{ij}$  (SNEATH-SOKAL, 1973) y no la distancia ultramétrica  $u_{ij}$  que puede resultar sensiblemente distorsionada.

El grado de distorsión entre las dos matrices de distancias ( $d_{ij}, u_{ij}$ ) es un índice de la calidad de la clasificación obtenida. SOKAL y ROHLF (1962), proponen calcular el coeficiente de correlación entre todos los pares de distancias  $d_{ij}$  y  $u_{ij}$ , denominándolo coeficiente de correlación cofenética  $r_c$ .

Este coeficiente varía entre 0 y 1. Si su valor es próximo a 1 indica una buena jerarquización de las poblaciones y en caso contrario una falta de jerarquía, así como una alta distorsión entre las semejanzas reales y las reflejadas en el dendrograma.

Según sea el algoritmo de clasificación utilizado pueden obtenerse diversos valores del coeficiente de correlación cofenética. Por ello es recomendable repetir los análisis con diversos algoritmos para elegir el que mejor se adapta a cada caso concreto.

## 6.7.2 ALGORITMOS DE CLASIFICACIÓN

Una vez fusionadas las dos poblaciones más similares que denominaremos  $H_i$  y  $H_j$  en una clase ( $H_i \cup H_j$ ) la distancia de esta clase a una tercera población  $H_h$ , puede definirse por diferentes algoritmos de clasificación:

-a- Método del Mínimo (JOHNSON, 1967) o del vecino más próximo (Nearest Neighbour, LANCE & WILLIAMS, 1967).

Para ello se considera la menor de las distancias entre la población  $H_i$  y la  $H_h$ ; y entre la población  $H_j$  y la  $H_h$ ; expresado como:

$$u(H_h, H_i \cup H_j) = \min \{ d(h_i, h_h), d(h_j, h_h) \}$$

relationships obtained with the graphic result are an indication of the relationships between the elements to be classified, and it should not be forgotten that the real taxonomic distance between two populations  $i, j$ , is defined in the matrix of initial distances  $d_{ij}$  (SNEATH-SOKAL 1973) and not the ultrametric distance  $u_{ij}$  that can be sensibly distorted.

The degree of distortion between the two distance matrices ( $d_{ij}, u_{ij}$ ) is an index of the quality of the classification obtained. SOKAL & ROHLF (1962), propose to calculate the correlation coefficient between all pairs of distances  $d_{ij}$  and  $u_{ij}$ , naming it cophenetic correlation coefficient  $r_c$ .

This coefficient varies between 0 and 1. If its value is close to 1, it indicates a good hierarchization of the populations and otherwise a lack of hierarchy, as well as a high distortion between the real similarities and those reflected in the dendrogram.

Depending on the classification algorithm used, various values of the cophenetic correlation coefficient can be obtained. Therefore it is advisable to repeat the analysis with different algorithms to choose the one that best suits each specific case.

## 6.7.2 CLASSIFICATION ALGORITHMS

Once the two most similar populations that we named  $H_i$  and  $H_j$  in a cluster ( $H_i \cup H_j$ ) have been merged, the distance of this cluster to a third population  $H_h$  can be defined by different classification algorithms:

-a- Minimum method (JOHNSON 1967) or the nearest neighbor method (LANCE & WILLIAMS 1967).

For this, the smallest of the distances between the population  $H_i$  and  $H_h$  is considered; and among the population  $H_j$  and  $H_h$ ; expressed as:

## Chapter 6. Statistical analysis (page 231-232)

-b- Método del máximo (JOHNSON, 1967) o del vecino más lejano (Furthest Neighbour, LANCE & WILLIAMS, 1967).

En este caso se toma la mayor de las dos distancias consideradas y se expresa como:

$$u(H_h, H_i \cup H_j) = \max | d(h_i, h_h), d(h_j, h_h) |$$

Estos dos métodos no siempre proporcionan buenos resultados y se han propuesto diversas modificaciones a estos algoritmos, basados por un lado en la ponderación de la distancia al considerar la cantidad de OTUs implicados y por otra parte según si se aplica la media aritmética de las distancias entre OTUs o bien si se calcula su centroide.

-c- Método UPGMA (Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Average Clustering, SOKAL & MICHENER, 1958). Se considera a todas los OTUs candidatos a entrar en la nueva - fusión y se calcula la media de las dos distancias de todos los pares posibles de fusiones a realizar, decidiéndose por la menor de todas las medias halladas. Matemáticamente se expresa por:

$$u(H_h, H_i \cup H_j) = \frac{n_i}{n_i + n_j} d(h_i, h_h) + \frac{n_j}{n_i + n_j} d(h_j, h_h)$$

Este método es el que suele dar mejores resultados en taxonomía de seres vivos (CUADRAS, 1981) y el que menor distorsión ha proporcionado en este estudio.

-d- Método de la mediana o WPGMC (Weighted Pair Group Centroid Method, GOWER, 1967).

Con este método se toma la mediana entre las dos distancias. Se define por:

$$u(H_h, H_i \cup H_j) = \frac{1}{2} d(h_i, h_h) + \frac{1}{2} d(h_j, h_h) - \frac{1}{4} d(h_i, h_j)$$

El elemento recién fusionado tiene así igual “peso” que los que ya formaban parte del grupo (SNEATH & SOKAL, 1973).

-b- Maximum method (JOHNSON 1967) or the furthest neighbor method (LANCE & WILLIAMS 1967).

In this case, take the greater of the two distances considered and express it as:

These two methods do not always provide good results and several modifications have been proposed to these algorithms, based on the one hand the weighting of the distance when considering the number of OTUs involved and on the other hand according to whether the arithmetic mean of the distances between OTUs is applied or if your centroid is calculated.

-c- UPGMA method (Unweighted pair group method using arithmetic average clustering) (SOKAL & MICHENER 1958). All the OTUs are considered candidates to enter the new merger and the average of the two distances of all possible pairs of mergers is calculated, being decided by the lowest of all the means found. Mathematically it is expressed by:

This method is the one that usually gives the best results in the taxonomy of living beings (CUADRAS, 1981) and the one that gives the least distortion in this study.

-d- Median method or WPGMC (weighted pair group centroid method) (GOWER 1967).

With this method, the median is taken between the two distances. It is defined by:

The newly merged element has the same “weight” as those that were already part of the group (SNEATH & SOKAL 1973).

## Chapter 6. Statistical analysis (page 232-233)

-e- Método del Centroide o UPGMC (Unweighzed Pair Group Centroid Method, LANCE & WILLIAMS, 1967).

Se calcula el centroide de todos los OTUs que forman un grupo ya fusionado y se mide la distancia de cada uno de los elementos restantes a este punto centroide, realizando la fusión con el elemento que presenta menor distancia. Su expresión matemática es la siguiente:

$$u(H, H \cup H) = \frac{n_i}{n_i + n_j} d(h_i, h_h) + \frac{n_j}{n_i + n_j} - \frac{n_i n_j}{(n_i + n_j)^2} d(h_i, h_j)$$

Estos dos últimos métodos pueden presentar inversiones, es decir, una fusión se realiza en un ciclo posterior al que indica la distancia ultramétrica de las clases fusionadas, con lo que se dificulta la lectura de los resultados obtenidos, si bien suelen proveer de bajas distorsiones.

-e- Centroid method or UPGMC (unweighzed pair group centroid method) (LANCE & WILLIAMS 1967).

The centroid of all the OTUs that form an already merged group is calculated and the distance of each of the remaining elements is measured at this centroid point, making the merger with the element that has the least distance. Its mathematical expression is the following:

These last two methods can present inversions, that is, a fusion takes place in a subsequent cycle to that indicated by the ultrametric distance of the merged classes, which makes it difficult to read the results obtained, although they usually provide low distortions.

## 6.7.3 MÉTODO UTILIZADO

Se ha tabulado la matriz de distancias euclídeas para cada par de poblaciones, que se muestran en las tablas 6-XV para los machos y 6-XVI para las hembras, utilizando para su cálculo los valores de las 17 variables biométricas definidas en el capítulo de material y métodos.

Las distancias euclídeas no reflejan las correlaciones existentes entre las distintas variables, pero este aspecto ya queda considerado en otros análisis estadísticos que se han aplicado anteriormente, cuyo fundamento es la utilización de la distancia de Mahalanobis.

A las dos matrices de distancias se les ha aplicado los diferentes algoritmos de clasificación para poder elegir el que proporcione mejores resultados para el caso que nos ocupa. Todos los cálculos se han realizado en el Centro de Cálculo de la Universidad de Barcelona, con ayuda del paquete de programas estadísticos CLUSTAN (WISHART, 1978).

## 6.7.3 USED METHOD

The matrix of Euclidean distances has been tabulated for each pair of populations, which are shown in tables 6-XV for males and 6-XVI for females, using for their calculation the values of the 17 biometric variables defined in the chapter of material and methods.

The Euclidean distances do not reflect the correlations between the different variables, but this aspect is already considered in other statistical analysis that have been applied previously, whose basis is the use of the Mahalanobis distance.

The different classification algorithms have been applied to the two distance matrices in order to choose the one that provides the best results for the case in question. All the calculations have been made in the Calculation Center of the University of Barcelona, with the help of the statistical program package CLUSTAN (WISHART 1978).

Chapter 6. Statistical analysis (page 234-235)

Tabla 6-XV. Matriz de distancias Euclídeas de los machos a partir de las medias de 17 variables.

Table 6-XV. Matrix of Euclidean distances of the males from the means of 17 variables.

Table with 45 rows and 45 columns showing Euclidean distances between 45 male specimens. The first column lists specimen names and numbers (e.g., Formentera 2, Trucadora 3, Rodona Illetes 4, Espalador 5, Gastab 6, Alga 7, Torretes 8, Pou 9, Penjats 10, Caragoler 11, Espardell 12, Sal Rosa 13, Purroig 14, Negra Llevant 15, Negra Nord 16, Rates 17, Nalvi Nord 18, Nalvi Sud 19, Rodona S.Eula. 20, Grossa S.Eula. 21, Es Canar 22, Tagonzo 23, Hort 24, Hesquida 25, Canar 26, Caldes 27, Murada 28, Margalida 29, Cala Salada 30, Bleda Na Plana 31, Escull Verrell 32, Bleda Na Boca 33, Bleda Na Gaya 34, Conillera 35, Bosc Gardiella 36, Espartar 37, Bosc 38, Frare 39, Vedrà 40, Ystranel 41, Bosc S.Hiquel 42, Palma 43, Sibira 44, Conje 45). The matrix contains numerical values representing distances between these specimens.

Tabla 6-XVI. Matriz de distancias Euclídeas de las hembras a partir de las medias de 17 variables.

Table 6-XVI. Matrix of Euclidean distances of the females from the means of 17 variables.

Table with 45 rows and 45 columns showing Euclidean distances between 45 female specimens. The first column lists specimen names and numbers (e.g., Formentera 2, Trucadora 3, Rodona Illetes 4, Espalador 5, Gastab 6, Alga 7, Torretes 8, Pou 9, Penjats 10, Caragoler 11, Espardell 12, Sal Rosa 13, Purroig 14, Negra Llevant 15, Negra Nord 16, Rates 17, Nalvi Nord 18, Nalvi Sud 19, Rodona S.Eula. 20, Grossa S.Eula. 21, Es Canar 22, Tagonzo 23, Hort 24, Hesquida 25, Canar 26, Caldes 27, Murada 28, Margalida 29, Cala Salada 30, Bleda Na Plana 31, Escull Verrell 32, Bleda Na Boca 33, Bleda Na Gaya 34, Conillera 35, Bosc Gardiella 36, Espartar 37, Bosc 38, Frare 39, Vedrà 40, Ystranel 41, Bosc S.Hiquel 42, Palma 43, Sibira 44, Conje 45). The matrix contains numerical values representing distances between these specimens.

## 6.7.4 RESULTADOS

El coeficiente de correlación cofenética proporciona una estimación de la calidad del dendrograma obtenido. Los distintos coeficientes resultantes de la aplicación de los distintos algoritmos se muestran en la tabla 6-XVII.

Tal y como era de esperar se han obtenido los mejores resultados en ambos sexos, mediante los métodos del centroide y el UPGMA, ya que han proporcionado una menor distorsión entre las distancias iniciales (tablas 6-XV y 6-XVI) y las ultramétricas (las reflejadas en el dendrograma).

Pero sin embargo estos valores están lejos de poder considerarse adecuados, por no ser próximos a 1; indicando una falta de jerarquía en el grupo, con una alta distorsión de las semejanzas reflejadas en el resultado gráfico, respecto a las distancias iniciales. Ello obliga a considerar estas soluciones como una aproximación a la realidad, muy distorsionada en este caso, y nunca como distancias taxonómicas entre las poblaciones, que solo se reflejan en la matriz de distancias iniciales (SNEATH & SOKAL, 1973).

## 6.7.4.1 ANÁLISIS DE LOS DENDROGRAMAS

Las figuras 6-61, 6-62, 6-63, 6-64 corresponden a las representaciones gráficas obtenidas en los cuatro análisis que han proporcionado una menor distorsión, es decir, mediante el método UPGMA (Fig. 6-61 para los machos y 6-62 para las hembras) y mediante el método del centroide (Fig. 6-63 correspondiente a los machos y la fig. 6-64 a las hembras).

En los cuatro dendrogramas puede observarse que se forman 2 grandes grupos de poblaciones, si bien con el método del centroide algunas poblaciones se constituyen como grupo independiente por sí solas, sin claras afinidades por los grandes grupos constituidos.

	Machos Males	Hembras Females
Mínimo Minimum method	0,382	0,431
Máximo Maximum method	0,489	0,533
UPGMA UPGMA method	0,536	0,538
Mediana Median method	0,487	0,499
Centroide Centroid method	0,531	0,570

## 6.7.4 RESULTS

The cophenetic correlation coefficient provides an estimate of the quality of the dendrogram obtained. The different coefficients resulting from the application of the different algorithms are shown in table 6-XVII.

As expected, the best results were obtained in both sexes, using the centroid and UPGMA methods, since they have provided less distortion between the initial distances (tables 6-XV and 6-XVI) and the ultrametric ones (those reflected in the dendrogram).

But nevertheless, these values are far from being considered adequate, because they are not close to 1; indicating a lack of hierarchy in the group, with a high distortion of the similarities reflected in the graphic result, with respect to the initial distances. This forces us to consider these solutions as an approximation to reality, very distorted in this case, and never as taxonomic distances between populations, which are only reflected in the matrix of initial distances (SNEATH & SOKAL, 1973).

## 6.7.4.1 ANALYSIS OF THE DENDROGRAMS

Figures 6-61, 6-62, 6-63, 6-64 correspond to the graphic representations obtained in the four analysis that have provided the least distortion, that is, using the UPGMA method (figure 6-61 for males and 6-62 for the females) and by the centroid method (figure 6-63 corresponding to the males and figure 6-64 to the females).

In the four dendrograms it can be observed that 2 large groups of populations are formed, although with the centroid method some groups are constituted as an independent group by themselves, without clear affinities for the large groups formed.

**Tabla 6-XVII.** Valores del coeficiente de correlación cofenética obtenidos con los distintos algoritmos de clasificación aplicados.

**Table 6-XVII.** Values of the cophenetic correlation coefficient obtained with the different applied classification algorithms.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 242-243)

Con el método UPGMA aplicado a los machos y a una distancia de 2.40 (Fig. 6-61), se aprecia la siguiente reunificación de poblaciones:

1 Eivissa	39 Frare
45 Conejo	5 Espalmador
3 Punta de Trucadors	16 Negra Nord
8 Torretes	10 Penjats
26 Canaret	9 Pou - Porcs
27 Caldés	12 Espardell
36 Bosc de Conillera	43 Palma
11 Caragoler	44 La Sabina
6 Gastabí	14 Purroig
2 Formentera	42 Bosc de Sant Miguel
35 Conillera	29 Margalida
24 Hort	28 Murada
30 Escull de Cala Salada	15 Negra de Llevant
13 Sal Rosa	4 Rodona de Illetes
25 Sa Mesquiaa	7 Alga
37 Espartar	

en un primer grupo, mientras que el segundo grupo quedaría constituido por las siguientes poblaciones:

17 Rates
19 Malví Sud
18 Malví Nord
21 Grossa de Santa Eulalia
22 Es Canar
40 Es Vedrá
23 Tagomago
41 Vedranell
20 Rodona de Sta. Eulalia
31 Bleda Na Plana
32 Escull Vermell
33 Bleda Na Bosc
34 Bleda Na Gorra
38 Escull de s'Espartar

En el análisis de las hembras también se obtiene una situación semejante, con dos grandes grupos de poblaciones a una distancia de 2.40. El orden de agrupación de éstas, es el siguiente: (Fig. 6-62)

1 Eivissa
3 Punta de Trucadors
8 Torretes
4 Rodona de Illetes
7 Alga
45 Conejo
13 Sal Rosa
26 Canaret

With the UPGMA method applied to the males and at a distance of 2.40 (figure 6-61), the following population reunification can be seen:

1 Ibiza	39 Frare
45 Conejo	5 Espalmador
3 Punta de Trucadors	16 Negra Nord
8 Torretes	10 Penjats
26 Canaret	9 Pou - Porcs
27 Caldés	12 Espardell
36 Bosc de Conillera	43 Palma
11 Caragoler	44 La Sabina
6 Gastabí	14 Purroig
2 Formentera	42 Bosc de Sant Miguel
35 Conillera	29 Margalida
24 Hort	28 Murada
30 Escull de Cala Salada	15 Negra de Llevant
13 Sal Rosa	4 Rodona de Illetes
25 Sa Mesquiaa	7 Alga
37 Espartar	

in a first group, while the second group would be constituted by the following populations:

17 Rates
19 Malví Sud
18 Malví Nord
21 Grossa de Santa Eulalia
22 Es Canar
40 Es Vedrá
23 Tagomago
41 Vedranell
20 Rodona de Sta. Eulalia
31 Bleda Na Plana
32 Escull Vermell
33 Bleda Na Bosc
34 Bleda Na Gorra
38 Escull de s'Espartar

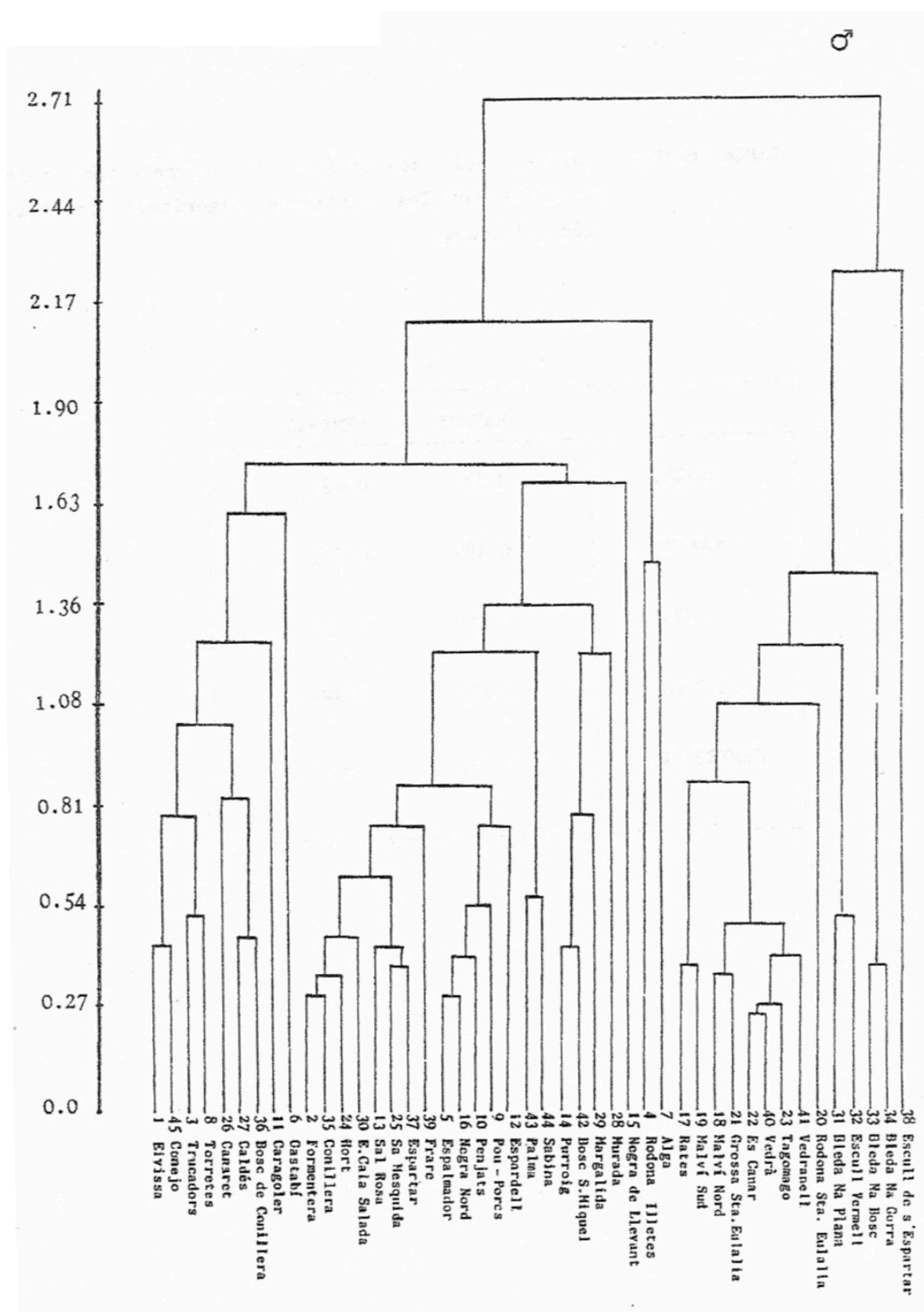
In the analysis of the females a similar situation is also obtained, with two large groups of populations at a distance of 2.40. The order of grouping them is as follows (figure 6-62):

1 Ibiza
3 Punta de Trucadors
8 Torretes
4 Rodona de Illetes
7 Alga
45 Conejo
13 Sal Rosa
26 Canaret

Chapter 6. Statistical analysis (page 238)

Figura 6-61. UPGMA

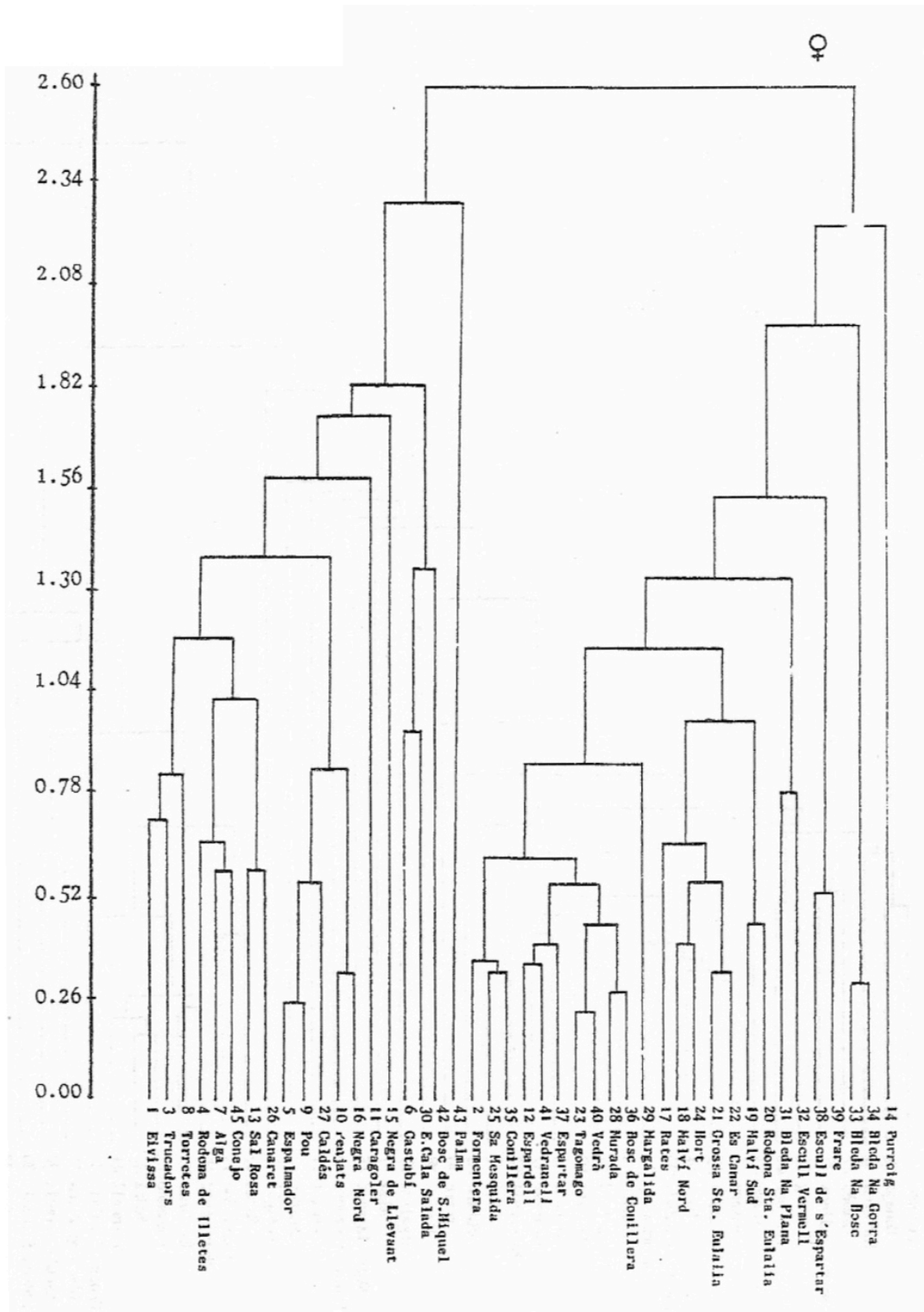
Figure 6-61. Dendrogram UPGMA method, males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 239)

Figura 6-62. UPGMA

Figure 6-62. Dendrogram UPGMA method, females.



## Chapter 6. Statistical analysis (page 243-244)

5 Espalmador  
 9 Pou  
 27 Caldés  
 10 Penjats  
 16 Negra Nord  
 11 Caragoler  
 15 Negra de Llevant  
 6 Gastabí  
 30 Escull de Cala Salada  
 42 Bosc de Sant Miguel  
 43 Palma

5 Espalmador  
 9 Pou  
 27 Caldés  
 10 Penjats  
 16 Negra Nord  
 11 Caragoler  
 15 Negra de Llevant  
 6 Gastabí  
 30 Escull de Cala Salada  
 42 Bosc de Sant Miguel  
 43 Palma

Con un segundo grupo más numeroso y con las siguientes poblaciones, consignadas en el mismo orden en que aparecen en el dendrograma:

2 Formentera  
 25 Sa Mesquida  
 35 Conillera  
 12 Espardell  
 41 Vedranell  
 37 Espartar  
 23 Tagomago  
 40 Vedrá  
 28 Murada  
 36 Bosc de Conillera  
 29 Margalida  
 17 Rates  
 18 Malví Nord  
 24 Hort  
 21 Grossa de Santa Eulalia  
 22 Es Canar  
 19 Malví Sud  
 20 Rodona de Santa Eulalia  
 31 Bleda Na Plana  
 32 Escull Vermell  
 38 Escull de s'Espartar  
 39 Frare  
 33 Bleda Na Bosc  
 34 Bleda Na Gorra  
 14 Purroig

With a second group more numerous and with the following populations, consigned in the same order in which they appear in the dendrogram:

2 Formentera  
 25 Sa Mesquida  
 35 Conillera  
 12 Espardell  
 41 Vedranell  
 37 Espartar  
 23 Tagomago  
 40 Vedrá  
 28 Murada  
 36 Bosc de Conillera  
 29 Margalida  
 17 Rates  
 18 Malví Nord  
 24 Hort  
 21 Grossa de Santa Eulalia  
 22 Es Canar  
 19 Malví Sud  
 20 Rodona de Santa Eulalia  
 31 Bleda Na Plana  
 32 Escull Vermell  
 38 Escull de s'Espartar  
 39 Frare  
 33 Bleda Na Bosc  
 34 Bleda Na Gorra  
 14 Purroig

Mientras que con el método del centroide y a una distancia de 1.40, los machos se agrupan en dos grandes clases (Fig. 6-63), además de 2 poblaciones independientes, ambas con una muestra muy reducida y cuya separación debe ser debida a este efecto de falta de efectivos.

While with the centroid method and at a distance of 1.40, the males are grouped into two large clusters (figure 6-63), in addition to 2 independent populations, both with a very small sample and whose separation must be due to this lack of specimens.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 245-246)

Las poblaciones del primer grupo en este caso son:

1 Eivissa  
 45 Conejo  
 8 Torretes  
 27 Caldés  
 36 Bosc de Conillera  
 14 Purroig  
 42 Bosc de Sant Miguel  
 43 Palma  
 2 Formentera  
 35 Conillera  
 24 Hort  
 30 Escull de Cala Salada  
 25 Sa Mesquida  
 5 Espalmador  
 16 Negra Nord  
 10 Penjats  
 13 Sal Rosa  
 37 Espartar  
 12 Espardell  
 9 Pou - Porcs  
 44 Sabina  
 39 Frare  
 28 Murada  
 29 Margalida  
 7 Alga  
 15 Negra de Llevant  
 3 Punta de Trucadors  
 11 Caragoler  
 26 Canaret  
 6 Gastabí

The populations of the first group in this case are:

1 Ibiza  
 45 Conejo  
 8 Torretes  
 27 Caldés  
 36 Bosc de Conillera  
 14 Purroig  
 42 Bosc de Sant Miguel  
 43 Palma  
 2 Formentera  
 35 Conillera  
 24 Hort  
 30 Escull de Cala Salada  
 25 Sa Mesquida  
 5 Espalmador  
 16 Negra Nord  
 10 Penjats  
 13 Sal Rosa  
 37 Espartar  
 12 Espardell  
 9 Pou - Porcs  
 44 Sabina  
 39 Frare  
 28 Murada  
 29 Margalida  
 7 Alga  
 15 Negra de Llevant  
 3 Punta de Trucadors  
 11 Caragoler  
 26 Canaret  
 6 Gastabí

Y las que forman el siguiente grupo:

17 Rates  
 19 Malví Sud  
 18 Malví Nord  
 22 Es Canar  
 23 Tagomago  
 40 Vedrá  
 41 Vedranell  
 21 Grossa de Santa Eulalia  
 31 Bleda. Na Plana  
 32 Escull Vermell  
 20 Rodona de Santa Eulalia  
 33 Bleda Na Bosc  
 34 Bleda Na Gorra

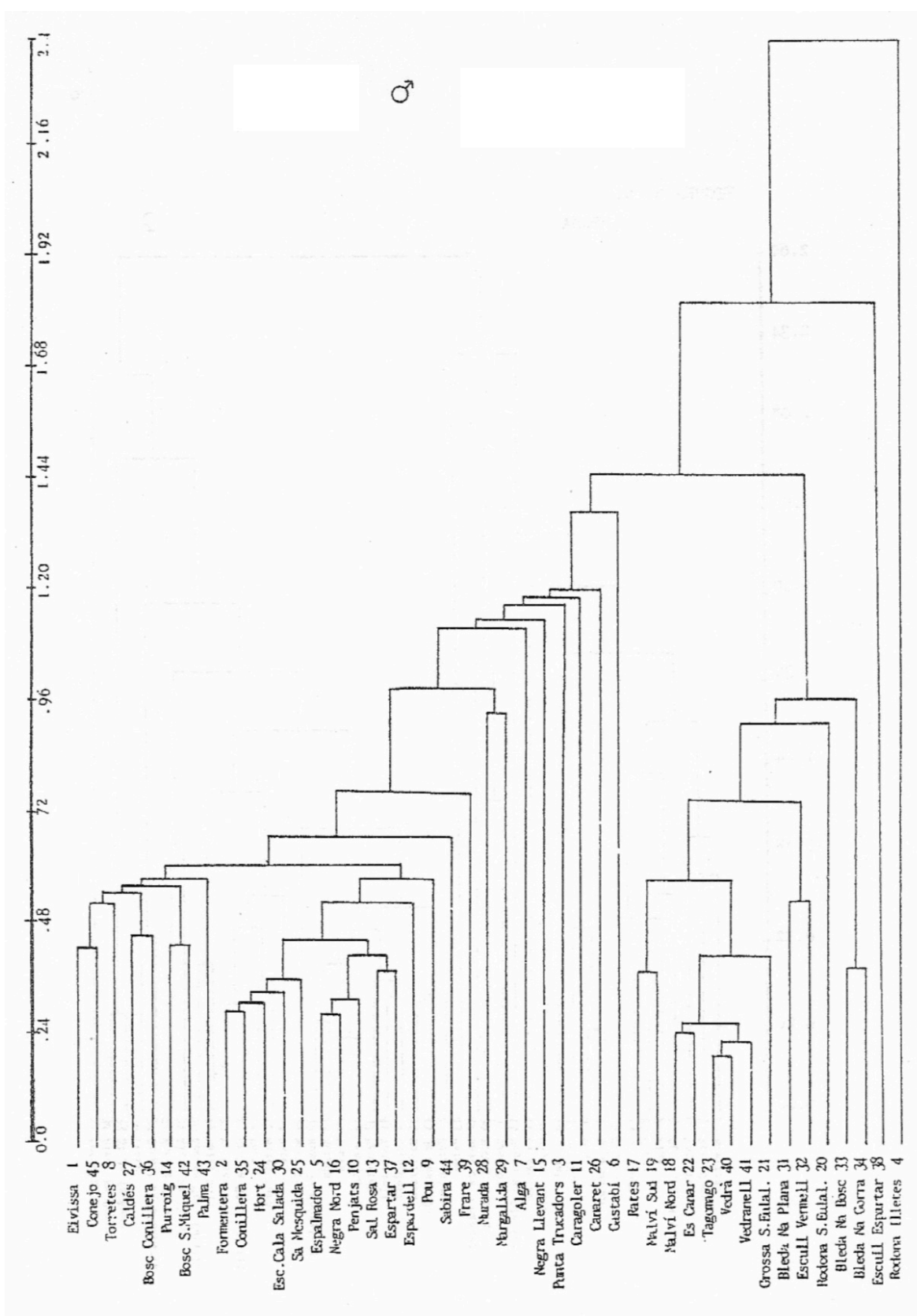
And those that form the following group:

17 Rates  
 19 Malví Sud  
 18 Malví Nord  
 22 Es Canar  
 23 Tagomago  
 40 Vedrá  
 41 Vedranell  
 21 Grossa de Santa Eulalia  
 31 Bleda. Na Plana  
 32 Escull Vermell  
 20 Rodona de Santa Eulalia  
 33 Bleda Na Bosc  
 34 Bleda Na Gorra

Chapter 6. Statistical analysis (page 240)

Figura 6-63. Centroide.

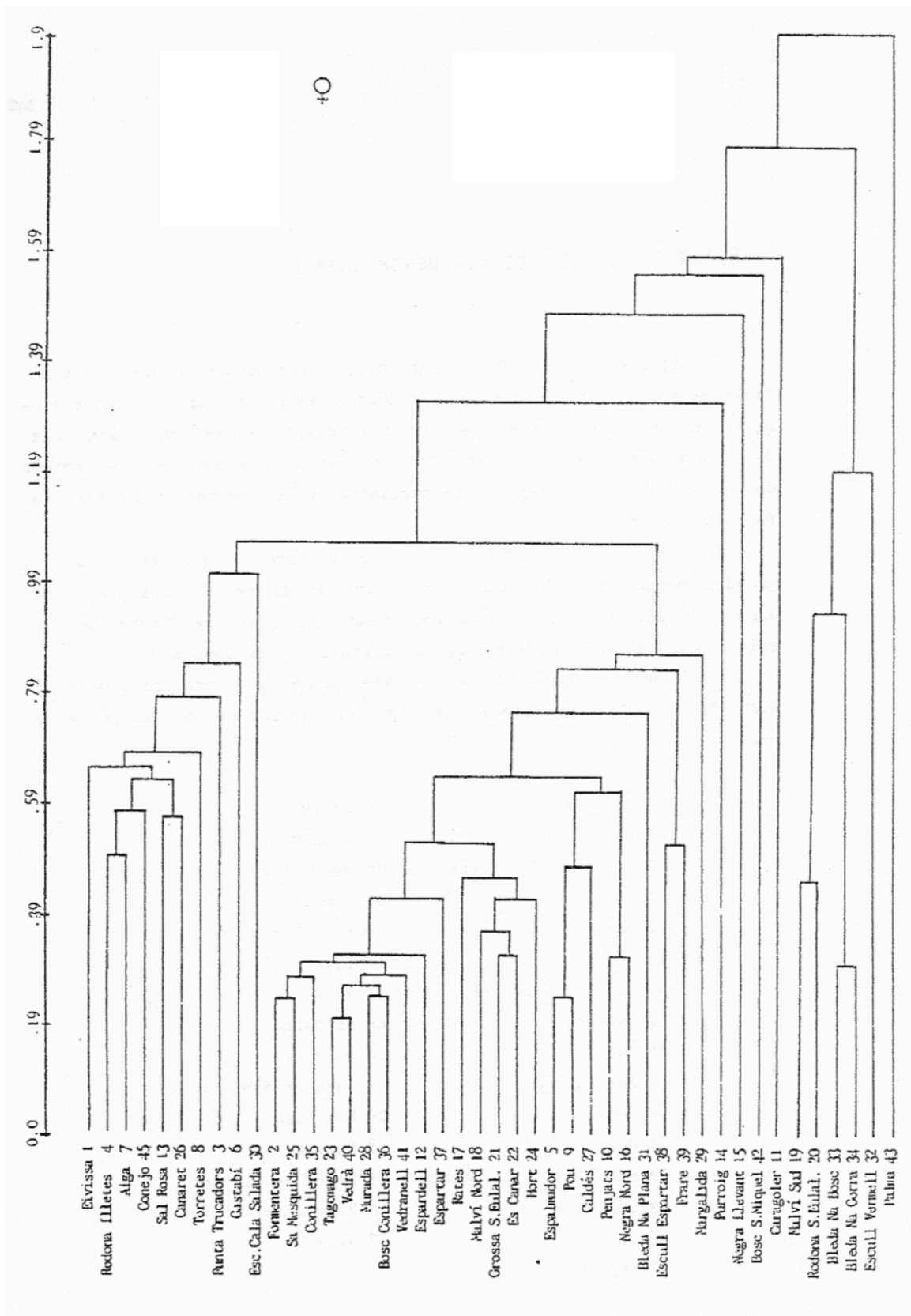
Figure 6-63. Dendrogram Centroid method, males.



Chapter 6. Statistical analysis (page 241)

Figura 6-64. Centroide.

Figure 6-64. Dendrogram Centroid method, females.



## Chapter 6. Statistical analysis (page 246-247)

Al margen de estos dos grupos quedan las poblaciones de:

38. Escull de s'Espartar  
como clase independiente y la de:  
4 Rodona de Illetes.

El análisis de las hembras por el método del centroide (Fig. 6-64) depara 3 grupos con una cantidad considerable de poblaciones y 5 poblaciones que no se incluyen en ninguno de estos grupos, a una distancia de 1.05. El primer gran grupo está constituido por las siguientes poblaciones:

1 Eivissa  
4 Rodona de Illetes  
7 Alga  
45 Conejo  
13 Sal Rosa  
26 Canaret  
8 Torretes  
3 Punta de Trucadors  
6 Gastabi  
30 Escull de Cala Salada

El segundo gran grupo de poblaciones es el más numeroso:

2 Formentera  
25 Sa Mesquida  
35 Conillera  
23 Tagomago  
40 Es Vedrá  
28 Murada  
36 Bosc de Conillera  
41 Vedranell  
12 Espardell  
37 Espartar  
17 Rates  
18 Malví Nord  
21 Grossa de Santa Eulalia  
22 Es Canar  
24 Hort  
5 Espalmador  
9 Pou - Porcs  
27 Caldés  
10 Penjats  
16 Negra Nord  
31 Bleda Na Plana  
38 Escull de s'Espartar  
39 Frare  
29 Margalida

Apart from these two groups are the populations of:

38. Escull de s'Espartar  
as an independent cluster, and that of:  
4 Rodona de Illetes.

The analysis of the females by the centroid method (figure 6-64) yields 3 groups with a considerable number of populations and 5 populations that are not included in any of these groups, at a distance of 1.05. The first large group is constituted by the following populations:

1 Ibiza  
4 Rodona de Illetes  
7 Alga  
45 Conejo  
13 Sal Rosa  
26 Canaret  
8 Torretes  
3 Punta de Trucadors  
6 Gastabi  
30 Escull de Cala Salada

The second large group of populations is the most numerous:

2 Formentera  
25 Sa Mesquida  
35 Conillera  
23 Tagomago  
40 Es Vedrá  
28 Murada  
36 Bosc de Conillera  
41 Vedranell  
12 Espardell  
37 Espartar  
17 Rates  
18 Malví Nord  
21 Grossa de Santa Eulalia  
22 Es Canar  
24 Hort  
5 Espalmador  
9 Pou - Porcs  
27 Caldés  
10 Penjats  
16 Negra Nord  
31 Bleda Na Plana  
38 Escull de s'Espartar  
39 Frare  
29 Margalida

## Chapter 6. Statistical analysis (page 247-248)

Además se forma un tercer grupo con las cinco poblaciones siguiente:

19 Malví Sud  
20 Rodona de Santa Eulalia  
33 Bleda Na Bosc  
34 Bleda Na Gorra  
32 Escull Vermell

Y cinco poblaciones que no se fusionan con ninguno de estos grupos, a la distancia considerada: estas son:

14 Purroig  
15 Negra de Llevant  
42 Bosc de Sant Miguel  
11 Caragoler  
43 Palma

de las cuales solo se dispone de una muestra de 5 ó menos individuos, por lo que no puede considerarse que su separación respecto al resto de poblaciones esté fundamentada, tal y como se observa en los análisis realizados con los machos y con el resto de técnicas estadísticas aplicadas.

La población de Purroig (14) además merece una reserva pues solo pueden considerarse los resultados obtenidos en el análisis de los machos, ya que no se dispone de suficiente muestra de hembras. En un caso similar se halla la población de Margalida (29) de la que solo se dispone de 2 machos y por tanto solo puede tenerse en cuenta el resultado de los análisis de las hembras.

Si se comparan los primeros grupos de poblaciones obtenidos con los cuatro análisis seleccionados, se aprecia que existe un bloque que siempre se reúnen en esta clase, y de forma similar, también puede apreciarse un conjunto de poblaciones que constituyen siempre la segunda clase.

Mientras que existe otro grupo de poblaciones con afinidades distintas según el sexo, ya que en los análisis correspondientes a los machos se incluyen en el primer grupo, mientras que en los de las hembras vienen a sumarse al segundo. Estas poblaciones presentan características biométricas intermedias a las de toda la especie, tal y como puede observarse al analizar las gráficas de las medias poblacionales, situándose siempre con valores lejanos a los extremos.

In addition, a third group is formed with the following five populations:

19 Malví Sud  
20 Rodona de Santa Eulalia  
33 Bleda Na Bosc  
34 Bleda Na Gorra  
32 Escull Vermell

And five populations that do not merge with any of these groups at the considered distance; these are:

14 Purroig  
15 Negra de Llevant  
42 Bosc de Sant Miguel  
11 Caragoler  
43 Palma

of which only a sample of 5 or less specimens is available, so it can not be considered that its separation from other populations is well founded, as observed in the analysis carried out with the males and with the rest of the applied statistic techniques.

The population of Purroig (14) also deserves a reservation because only the results obtained in the analysis of the males can be considered, since there is not enough sample of females. In a similar case there is the Margalida population (29) of which only 2 males are available and therefore only the results of the analysis of females can be taken into account.

If we compare the first groups of populations obtained with the four selected analysis, we can see that there is a block that always meets in this cluster, and in a similar way, we can also see a set of populations that are always the second cluster.

While there is another group of populations with different affinities according to sex, since in the analysis corresponding to the males are included in the first group, while in the analysis of the females come to join the second. These populations have intermediate biometric characteristics to those of the entire species, as can be seen when analyzing the graphs of the population means, always being located far away from the extremes.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 250)

Al existir 45 poblaciones que ocupan posiciones distintas según el análisis, la lectura directa que se ha realizado puede resultar poco clara, por ello se han construido unas tablas en las cuales se resumen estos resultados y se reordena a las poblaciones de forma más comprensible, utilizando, en la medida de lo posible, la correlación numérica de sus números poblacionales (Tablas 6-XVIII y 6-XIX).

En el denominado primer grupo (Tabla 6-XVIII) se engloba a una serie de poblaciones cuyos individuos poseen una talla corporal pequeña, con proporciones corporales más o menos gráciles y valores de foliodosis bajos. Si se observan los gráficos del 6-1 al 6-34, en donde se representan los valores de las medias poblacionales de las 17 variables utilizadas para calcular las distancias euclídeas, se observa que poseen en general los valores más bajos dentro de la especie en las variables que definen el tamaño y la forma; y valores con tendencia a ser bajos en las variables de foliodosis, aunque en las variables número de escamas del collar, supralabiales e infralabiales, tienden a presentar valores altos.

Por el contrario el segundo grupo (Tabla 6-XIX), está constituido por las poblaciones cuyos individuos ostentan gran talla y robustez corporales y con tendencia a elevar su foliodosis, a excepción del número de escamas del collar, supralabiales e infralabiales. Además de las poblaciones englobadas en estos dos grupos, cabe considerar el grupo de poblaciones que se fusiona con el primer grupo en los análisis de los machos y con el segundo en los de las hembras. Estas poblaciones son:

2 Formentera  
12 Espardell  
24 Hort  
25 Sa Mesquida  
28 Murada  
35 Conillera  
36 Bosc de Conillera  
37 Espartar  
39 Frare

que ostentarían características intermedias entre ambos grupos.

When there are 45 populations that occupy different positions according to the analysis, the direct reading that has been made may be unclear, so some tables have been constructed in which these results are summarized and the populations are reordered in a more comprehensible way, using , as far as possible, the numerical correlation of their population numbers (tables 6-XVIII and 6-XIX).

The so-called first group (table 6-XVIII) includes a series of populations whose individuals have a small body size, with more or less graceful body proportions and low pholidosis values. If the graphs from 6-1 to 6-34 are observed, where the values of the population means of the 17 variables used to calculate the Euclidean distances are represented, it is observed that they generally have the lowest values within the species in the variables that define the size and shape; and values with tendency to be low in the variables of pholidosis, although the number of collar scales variable, and the supra-labial and infra-labial scales variables, tend to present high values.

On the other hand, the second group (table 6-XIX) is made up of populations whose specimens show great body size and robustness and tend to increase their pholidosis, with the exception of the number of collar scales, supra-labial and infra-labial scales. In addition to the populations included in these two groups, we can consider the group of populations that merge with the first group in the analysis of the males and with the second in those of the females. These populations are:

2 Formentera  
12 Espardell  
24 Hort  
25 Sa Mesquida  
28 Murada  
35 Conillera  
36 Bosc de Conillera  
37 Espartar  
39 Frare

that would have intermediate characteristics between both groups.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 249-251)

Tabla 6-XVIII. Poblaciones que se reúnen en el primer grupo.

Table 6-XVIII. Populations that gather in the first group.

UPGMA		CENTROIDE		NOMBRE POBLACIONAL
♂	♀	♂	♀	
1	1	1	1	Eivissa
3	3	3	3	Punta de Trucadors
4	4	*	4	Rodona de illetes
5	5	5	#	Espalmador
6	6	6	6	Gastabí
7	7	7	7	Alga
8	8	8	8	Torretes
9	9	9	#	Pou
10	10	10	#	Penjats
11	11	11	*	Caragoler
13	13	13	13	Sal Rosa
14	#	14	*	Purroig
15	15	15	*	Negra de Llevant
16	16	16	#	Negra Ncrd
26	26	26	26	Canaret
27	27	27	#	Caldés
30	30	30	30	Escull de Cala Salada
42	42	42	*	Bosc de Sant Miquel
43	43	43	*	Palma
44	-	44	-	Sabina
45	45	45	45	Conejo

\* Forma un grupo por sí sola separada del resto de poblaciones  
 # Se relaciona con otro grupo de poblaciones  
 - No existe muestra analizada

\* Form a group by itself separated from other populations  
 # Relates to another group of populations  
 - No sample analyzed

Tabla 6-XIX. Poblaciones que forman el segundo grupo.

Table 6-XIX. Populations that form the second group.

UPGMA		CENTROIDE		NOMBRE POBLACIONAL
♂	♀	♂	♀	
17	17	17	17	Rates
18	18	18	18	Malví Nord
19	19	19	~	Malví Sud
20	20	20	~	Rodona Sta. Eulalia
21	21	21	21	Grossa Sta. Eulalia
22	22	22	22	Es Canar
23	23	23	23	Tagomago
31	31	31	31	Bleda Na Plana
32	32	32	*	Escull Vermell
33	33	33	~	Bleda Na Bosc
34	34	34	~	Bleda Na Gorra
38	38	*	38	Escull de s'Espartar
40	40	40	40	Vedrà
41	41	41	41	Vedranell

\* Forma un grupo por sí sola separada del resto de poblaciones  
 - Se reúnen en un solo grupo(3º) con el método del centroide

\* Form a group by itself separated from other populations  
 - They gather in a single group (3rd) with the centroid method

## Chapter 6. Statistical analysis (page 252-253)

## 6.7.5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La solución hallada es semejante a la que se obtuvo en un estudio introductorio a la taxonomía de esta especie (CIRER, 1981), en el que se analizaban 807 individuos de 38 poblaciones. La ampliación del material de análisis a 1441 individuos que engloban la totalidad de las poblaciones de la especie no ha aportado, en este caso, grandes variaciones.

En primer lugar destaca la falta de jerarquización observada con los diferentes métodos de fusión de las poblaciones, que coincide con la falta de precisión discriminatoria en los análisis precedentes. Este grupo de poblaciones poseen, pues, unas líneas de parentesco que no siguen una jerarquía linneana, sino que sus relaciones son mucho más complejas. Probablemente la esquematización de estas relaciones sería más adecuada si configurase una red multidimensional, en vez de un árbol unidireccional.

Sin embargo no deben desdeñarse las relaciones de similitud reflejadas en la configuración de dos grandes grupos de poblaciones con características biométricas extremas, con un grupo de poblaciones que presenta características intermedias entre ambos. El primer grupo está formado por un conjunto de poblaciones cuya localización geográfica siempre es cercana a Eivissa o a Es Freus. Ocupan biotopos que en muchos casos no difieren de los que se hallan en la isla de Eivissa, en ambientes más o menos despejados, con un recubrimiento vegetal generalmente poco denso y suelos blandos o formados por rocas poco coherentes, que pueden llegar a su extremo al presentarse areniscas disgregadas o suelos arenosos.

El segundo grupo está formado por todas las poblaciones que habitan las islas del este de las pitiusas, las de las islas Bledes y Vedrà-Vedranell. Sus biotopos son con recubrimiento vegetal más elevado, constituido por un denso estrato arbustivo (islas del este y Vedrà-Vedranell) y con un suelo de rocas calizas muy coherentes.

## 6.8 DISCUSIÓN CONJUNTA DE TODAS LAS TÉCNICAS ESTADÍSTICAS

Las poblaciones de *Podarcis pityusensis* se han manifestado con una variabilidad biométrica intrapoblacional e interpoblacional muy alta. Igual o superior a la detectada en otras especies cercanas como

## 6.7.5 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The solution found is similar to that obtained in an introductory study of the taxonomy of this species (CIRER 1981), in which 807 specimens from 38 populations were analyzed. The expansion of the analysis material to 1441 specimens that encompass all the populations of the species has not brought, in this case, great variations.

In the first place, the lack of hierarchy observed with the different methods of population fusion stands out, which coincides with the lack of discriminatory precision in the preceding analysis. This group of populations therefore have relationship lines that do not follow a Linnaean hierarchy, but their relationships are much more complex. Probably, the schematization of these relationships would be more appropriate if a multidimensional network were configured, instead of a unidirectional tree.

However, the relationships of similarity reflected in the configuration of two large groups of populations with extreme biometric characteristics should not be disregarded, with a group of populations that have intermediate characteristics between them. The first group is formed by a group of populations whose geographic location is always close to Ibiza or Es Freus. They occupy biotopes that in many cases do not differ from those found on the island of Ibiza, in more or less clear environments, with a generally dense vegetation cover and soft soils or formed by inconsistent rocks, which can reach their extreme, present broken sandstones or sandy soils.

The second group is formed by all the populations that inhabit the islands of the east of the Pityusan Islands, those of the Bledes islands and Vedrà-Vedranell. Their biotopes are with higher vegetal cover, constituted by a dense shrub layer (Eastern islands and Vedrà-Vedranell) and with a soil of very coherent limestone rocks.

## 6.8 JOINT DISCUSSION OF ALL STATISTICAL TECHNIQUES

Populations of *Podarcis pityusensis* have shown a very high intra-population and inter-population biometric variability. Equal to or superior to that detected in other nearby species such as *Podarcis siculus* and *Podarcis*

## Chapter 6. Statistical analysis (page 253-254)

*P.sicula* y *P.melisellensis* (CLOVER, 1975), *P.hispanica* (PÉREZ MELLADO & GALINDO VILLARDON, 1986), *P.lilfordi* (datos personales inéditos), etc.

Todas las poblaciones presentan ligeras tendencias a variar algún parámetro biométrico de tal forma que en cualquier caso pueden hallarse diferencias interpoblacionales, aunque muy someras en la mayoría de los casos. UMBERTO PARENTI (comunicación oral) afirma que entre varias muestras de una misma especie el biólogo siempre podrá detectar diferencias entre ellas, y por tanto utilizar una nomenclatura trinomial distinta para cada muestra, lo cual no implica que sea esta la forma adecuada, desde el punto de vista evolutivo y biológico en general, de resolver el problema. Estas diferencias poblacionales de *Podarcis pityusensis* son frecuentemente menores que la propia variabilidad intrapoblacional, con lo cual no se ha podido hallar un método capaz de discriminar entre las distintas poblaciones que habitan en diferentes islas o islotes.

Esta incertidumbre no solo afecta a grupos de poblaciones situadas geográficamente cerca, con relativa facilidad de intermigración de sus individuos; sino que también se comprueba al analizar poblaciones situadas en puntos extremos del archipiélago, con lo que no puede apreciarse ninguna relación de lejanía geográfica con la variación biométrica. Pero sí que se ha podido observar que los grupos de poblaciones más similares biométricamente se sitúan en islas de edad semejante y ocupan biotopos parecidos, a la vez que presentan una variación de sus características colorimétricas paralelas a la variación del biotopo, esta cuestión sin embargo se discutirá en capítulos posteriores.

Las variables biométricas utilizadas, así como cualquier otra variable resultante de combinaciones lineales entre ellas, no sirven como características taxonómicas si se mantiene la taxonomía de la especie configurada por múltiples subespecies. La variación de estas variables interpoblacionalmente transcurre de forma gradual y si se analizan con métodos univariantes, solo pueden discernirse los términos (poblaciones) extremos de su rango; al utilizarlas en análisis multivariantes no se han conseguido mejores resultados, ya que la alta variabilidad intrapoblacional les resta capacidad para discernir entre las distintas poblaciones; PÉREZ MELLADO y GALINDO VILLARDON (1986) han llegado a unos resultados parecidos al aplicar técnicas estadísticas multivariantes a *P. hispanica*.

*melisellensis* (CLOVER 1975), *Podarcis hispanicus* (PÉREZ MELLADO & GALINDO VILLARDO 1986), *Podarcis lilfordi* (unpublished personal data), etc.

All the populations present slight tendencies to vary some biometric parameter in such a way that in any case inter-population differences can be found, although very shallow in the majority of the cases. UMBERTO PARENTI (oral communication) states that among several samples of the same species the biologist will always be able to detect differences between them, and therefore use a different trinomial nomenclature for each sample, which does not imply that this is the appropriate form, from the point of evolutionary and biological view in general, of solving the problem. These population differences of *Podarcis pityusensis* are frequently lower than the intra-population variability itself, which has not been able to find a method capable of discriminating between the different populations that inhabit different islands or islets.

This uncertainty not only affects groups of populations located geographically close, with relative ease of intermigration of their specimens; but it is also observed when analyzing populations located at extreme points of the archipelago, so that no relationship of geographical remoteness with biometric variation can be seen. But it has been observed that the groups of populations biometrically most similar are located in islands of similar age and occupy similar biotopes, at the same time that they present a variation of their colorimetric characteristics parallel to the variation of the biotope, this question nevertheless will be discussed in later chapters.

The biometric variables used, as well as any other variable resulting from linear combinations among them, do not serve as taxonomic characteristics if the taxonomy of the species configured by multiple subspecies is maintained. The variation of these variables inter-populationally occurs gradually and if they are analyzed with univariate methods, only the extreme terms (populations) of their range can be discerned; when using them in multivariate analysis, better results have not been obtained, since the high intra-population variability reduces their ability to discern between the different populations; PÉREZ MELLADO and GALINDO VILLARDON (1986) have achieved similar results when applying multivariate statistical techniques to *Podarcis hispanicus*.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 254-255)

La aplicación de diferentes técnicas de análisis ha proporcionado resultados redundantes que se repiten en todos ellos, ya que el problema no parece ser que radique en el método utilizado, sino que es intrínseco a la especie.

Los análisis discriminantes han puesto de manifiesto un alto grado de incertidumbre con un gran número de poblaciones que a pesar de tener tamaños muestrales elevados, no alcanzan el 75 % de reclasificación correcta, porcentaje mínimo recomendable para aceptar el rango subspecífico (MAYR, 1969). Este resultado se repite en las representaciones canónicas, ya que los espacios confidenciales se imbrican en un porcentaje muy elevado de su área.

Los grupos de poblaciones que se “intercambian” los individuos mal clasificados en el análisis discriminare, resultan ser las poblaciones con mayor porcentaje de áreas confidenciales comunes en el análisis canónico y además son los que se fusionan en una misma clase en los análisis de taxonomía numérica.

Todo ello apunta a que las subespecies de *Podarcis pityusensis* pueden agruparse en unas pocas listas de sinonimias, las cuales no harían aumentar la variabilidad intrasubspecífica observada, puesto que la que existe dentro de cada población insular ya es muy elevada, y vez proveería de capacidad taxonómica a las variables biométricas utilizadas.

Esta modificación taxonómica de la especie requiere que se contemplen no solo las características biométricas, sino también sus características de coloración, variabilidad genética, así como la historia y biogeografía de toda la especie. Por ello se discutirá el problema más adelante en los capítulos 9 y 10.

Pero sí que puede presentarse un resumen de las semejanzas biométricas detectadas a lo largo de estos análisis, para así facilitar esta discusión futura. Independientemente de cualquier otro tipo de características o consideraciones biológicas y atendiendo simultáneamente a todos los análisis estadísticos aplicados, puede observarse que existen grupos de poblaciones que siempre se resuelven con alta similitud entre ellos, los cuales se consignan en la tabla 6-XX. Las poblaciones encerradas entre llaves son las que manifiestan mayor similitud de entre todas las de su mismo grupo. Esta agrupación no es una propuesta taxonómica, sino que simplemente intenta reflejar de

The application of different analysis techniques has provided redundant results that are repeated in all of them, since the problem does not appear to lie in the method used, but is intrinsic to the species.

Discriminant analysis have revealed a high degree of uncertainty with a large number of populations that despite having large sample sizes, do not reach 75% of correct reclassification, a minimum percentage recommended to accept the subspecific range (MAYR 1969). This result is repeated in the canonical representations, since the confidential spaces are imbricated in a very high percentage of their area.

The groups of populations that are “interchanged” by the specimens classified in the discriminatory analysis, turn out to be the populations with the highest percentage of confidential areas common in the canonical analysis and they are also those that merge in the same cluster in the numerical taxonomy analysis.

All this points to the fact that the subspecies of *Podarcis pityusensis* can be grouped into a few lists of synonymies, which would not increase the intra-subspecific variability observed, since the one that exists within each insular population is already very high, and would provide taxonomic capacity. to the biometric variables used.

This taxonomic modification of the species requires not only the biometric characteristics, but also its characteristics of coloration, genetic variability, as well as the history and biogeography of the entire species. Therefore, the problem will be discussed later in chapters 9 and 10.

But it is possible to present a summary of the biometric similarities detected throughout these analysis, in order to facilitate the future discussion. Regardless of any other type of biological characteristics or considerations and taking into account simultaneously all the statistical analysis applied, it can be observed that there are groups of populations that always resolve with high similarity among them, which are recorded in table 6-XX. The populations enclosed in braces are those that show greater similarity among all those in their same group. This grouping is not a taxonomic proposal, but simply tries to reflect briefly all the results of this chapter.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 255-256)

forma breve todos los resultados de este capítulo.

Las ocho poblaciones del este del archipiélago (de la 17 a la 24), se intercambian entre sí a la mayoría de individuos en los tres análisis discriminantes (Véanse las tablas 6-XI, 6-XII y 6-XIII): aunque la población 24 participa en menor medida que las siete restantes. En los análisis canónicos no se logra separar a estas poblaciones y en los dendrogramas siempre se fusionan juntas, a excepción de Hort (población 24), que parece ser se resuelve como población puente entre este grupo y otros grupos de poblaciones.

A su vez estas poblaciones tienen un comportamiento semejante con el grupo de poblaciones de Ses Bledes y Vedrà-Vedranell, con muchos intercambios de individuos en el análisis discriminante y con bajas distancias euclídeas entre ellas, fusionándose en la misma clase durante el análisis de taxonomía numérica. En menor medida existe esta relación con Murada, Margalida, Espartar y Frare.

Otro grupo de poblaciones con íntimas relaciones detectadas en todos los análisis, está formado por las que ocupan la zona de Es Freus, especialmente entre las poblaciones 5, 8, 9, 10, 12 y 16, que presentan distancias euclídeas entre ellas muy bajas, las áreas confidenciales del análisis canónico comunes en su mayor parte y un gran número de individuos mal clasificados entre ellas en el análisis discriminante.

También muy relacionadas con este grupo, aunque no tan íntimamente, según se desprende de los análisis canónico y discriminante, se hallan las poblaciones 3, 7 y 11; y algo más separada de todas ellas la población 6.

Formentera (población 2) se individualiza de todas ellas, debido probablemente a un efecto de muestreo, ya que no se han incluido individuos intermedios de la clina existente al norte de la isla. Sí que se relaciona, en cambio, con las pequeñas muestras de las poblaciones 4, 44 y 45, según el análisis canónico de poblaciones.

La población de Eivissa (1) se relaciona ampliamente con el resto de poblaciones, en especial con numeradas como 13, 14, 15, 26, 42 y 43; repitiéndose estas relaciones de similitud en todos los métodos aplicados. Con una relación menor respecto a Eivissa, pero elevada respecto a las otras poblaciones del grupo se sitúan las poblaciones 25 y 27.

The eight populations in the eastern part of the archipelago (from 17 to 24), they exchange among themselves the majority of specimens in the three discriminant analysis (see tables 6-XI, 6-XII and 6-XIII): although population 24 participates to a lesser extent than the remaining seven. In the canonical analysis these populations can not be separated and in the dendrograms they always merge together, except for Hort (population 24), which seems to be resolved as a bridge population between this group and other groups of populations.

In turn these populations have a similar behavior with the group of populations of Ses Bledes and Vedrà-Vedranell, with many exchanges of specimens in the discriminant analysis and with low Euclidean distances between them, merging in the same cluster during the analysis of numerical taxonomy. To a lesser extent, this relationship exists with Murada, Margalida, Espartar and Frare.

Another group of populations with intimate relationships detected in all analysis, is formed by those that occupy the area of Es Freus, especially between populations 5, 8, 9, 10, 12 and 16, which have very low Euclidean distances between them, the confidential areas of common canonical analysis for the most part and a large number of specimens misclassified among them in the discriminant analysis.

Also very related to this group, although not so intimately, according to canonical and discriminant analysis, are populations 3, 7 and 11; and something more separated from all of them the population 6.

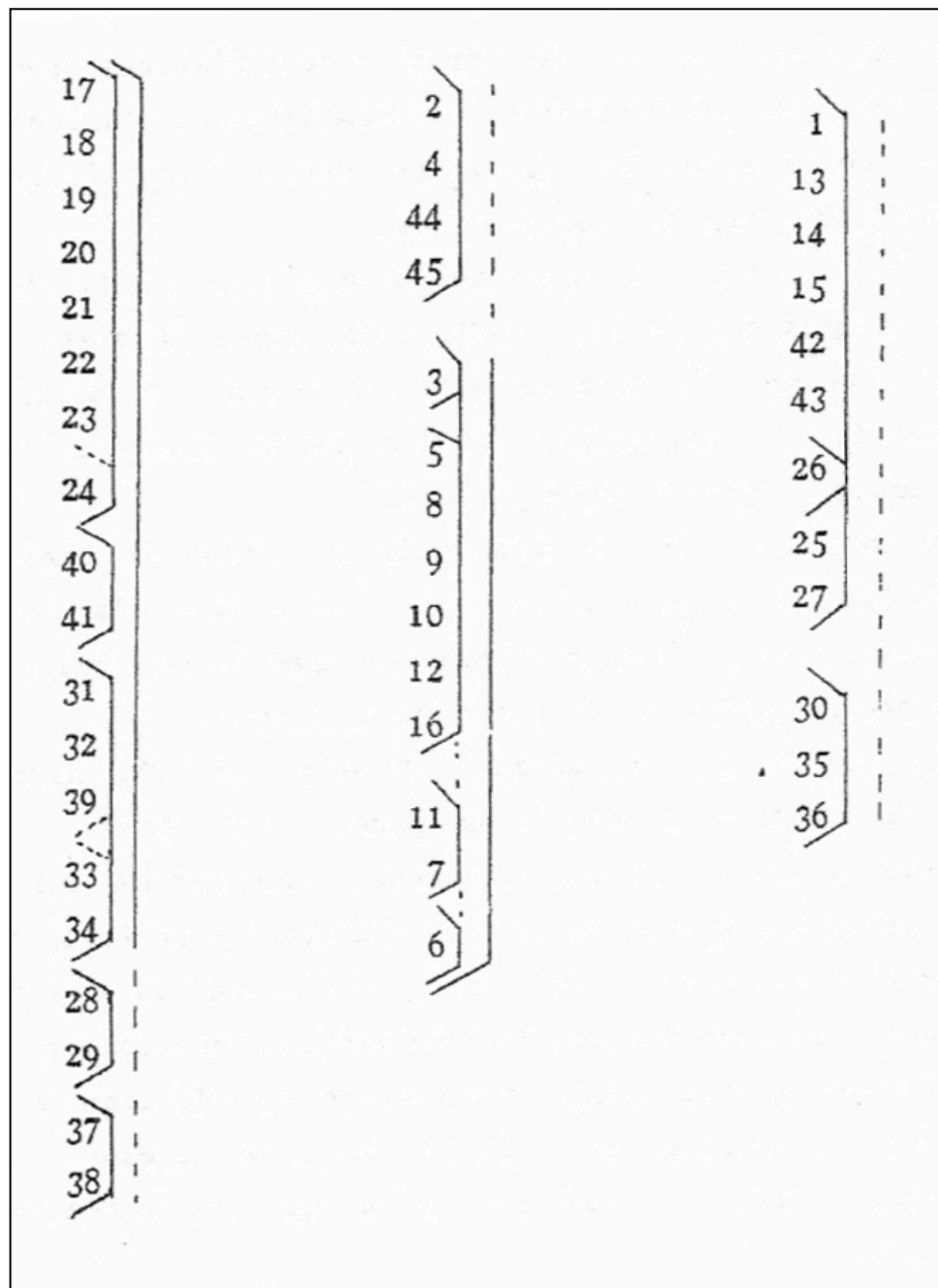
Formentera (population 2) is individualized from all of them, probably due to a sampling effect, since intermediate specimens from the existing cline north of the island have not been included. Yes, it is related, on the other hand, we have to consider the small sample sizes of populations 4, 44 and 45, according to the canonical analysis of populations.

The population of Ibiza (1) is widely related to the rest of the populations, especially with 13, 14, 15, 26, 42 and 43; repeating these relations of similarity in all the applied methods. With a lower relation with respect to Ibiza, but high with respect to the other populations of the group, populations 25 and 27 are located.

## Chapter 6. Statistical analysis (page 257)

Tabla 6-XX. Esquema de las afinidades biométricas entre las poblaciones detectadas con las distintas técnicas estadísticas aplicada. Véase el texto.

Table 6-XX. Scheme of the biometric affinities between the detected populations with the applied different statistical techniques. See the text.<sup>(26)</sup> The populations enclosed in braces are those that show greater similarity among all those in their same group.



(26) Legend:

1. Ibiza
2. Formentera
3. Punta de Trucadors
4. Illetes (Rodona de Illetes only)
5. Espalmador
6. Gastabí
7. Illot de s'Alga
8. Torretes
9. Illa den Pou
10. Illa des Penjats
11. Caragoler
12. Espardell
13. Illot de Sa Sal Rosa
14. Illetes de Port Roig
15. Negra de Llevant
16. Negra Nord
17. Illa de Ses Rates
18. Malví Nord
19. Malví Sud
20. Rodona de Santa Eulalia
21. Grossa de Santa Eulalia
22. Es Canar
23. Tagomago
24. Illot de s'Hort
25. Illot de Sa Mesquida
26. Illot des Canaret
27. Illa den Caldés
28. Illa Murada
29. Illa Margalida
30. Illot de Cala Salada
31. Bleda Na Plana
32. Escull Vermell
33. Bleda Na Bosc
34. Bleda Na Gorra
35. Sa Conillera
36. Illa del Bosc de Conillera
37. Espartar
38. Escull de s'Espartar
39. Frare
40. Es Vedrà
41. Es Vedranell
42. "Isla del Bosque de Sant Miquel"
43. Ciutat de Palma
44. Sabina
45. Conejo

## 7. ANALISIS ELECTROFORETICO

## 7.1 INTRODUCCIÓN

El análisis de las distintas características fenéticas era el único sistema de que disponían los taxonomistas clásicos para establecer filogenias entre los distintos taxones y definir los márgenes de variabilidad de cada uno de ellos.

Desde el primer trabajo que apunta una posibilidad de utilizar métodos bioquímicos (NUTALL, 1901) hasta nuestros días, se han perfeccionado diversas técnicas en este campo que nos permiten investigar el fondo de la variabilidad de los seres vivos al poder detectar la variabilidad genética que presentan.

En un inicio se abordaron diversos estudios inmunológicos hasta la saciedad, pero en los últimos veinte años la investigación se ha decantado hacia la electroforesis ya que proporciona un gran acúmulo de información genética del individuo analizado.

A la luz de los descubrimientos sobre el ADN, desde WATSON-CRICK (1953) la genética ha tomado un papel relevante en la taxonomía de las especies, ya que son los caracteres hereditarios los que en último término definen sus características fenéticas y su filogenia.

Por ello se inició esta vía de investigación con *Podarcis pityusensis* a fin de detectar sus características fenéticas y la variabilidad intrapoblacional para obtener sus frecuencias alélicas e interpoblacional a fin de comparar si existen distintos alelos entre distintas poblaciones y desvelar así las relaciones de parentesco entre las subespecies.

Existen numerosos estudios taxonómicos de saurios que utilizan la electroforesis, habiéndose descrito subespecies en *Sceloporus grammicus* mediante este método. Dentro del género *Podarcis* se contabilizan diversos trabajos entre los que destacan los realizados, por GORMAN (1970, GORMAN et al. (1975) con las lagartijas del Adriático que presentan una problemática semejante a la de la, lagartijas de las Baleares; y los de GUILLAUME et al. (1976) que nos permite diferenciar a *Podarcis muralis* de *P. hispanica*, especies con morfología convergente en el noreste español.

## 7. ELECTROPHORETIC ANALYSIS

## 7.1 INTRODUCTION

The analysis of the different phenetic characteristics was the only system available to classical taxonomists to establish phylogenies among the different taxa and define the margins of variability of each one of them.

From the first work that points out a possibility to use biochemical methods (NUTALL 1901) to the present day, several techniques have been perfected in this field that allow us to investigate the background of the variability of living beings to be able to detect the genetic variability that they present .

Initially several immunological studies were approached ad nauseam, but in the last twenty years the research has turned towards electrophoresis since it provides a great accumulation of genetic information for the analyzed specimen.

In the light of discoveries on DNA, since WATSON & CRICK (1953) genetics has taken an important role in the taxonomy of species, since it is hereditary characters that ultimately define their phyletic characteristics and their phylogeny.

Therefore, this research pathway was started with *Podarcis pityusensis* in order to detect its phenetic characteristics and the intra-population variability to obtain its allele and inter-population frequencies in order to compare if there are different alleles between different populations and thus reveal the kinship relationships between the subspecies.

There are numerous taxonomic studies of saurians that use electrophoresis, having described subspecies in *Sceloporus grammicus* by this method. Within the *Podarcis* genus there are several works, among which the ones made by GORMAN (1970, GORMAN et al. (1975) with the Adriatic lizards that present a problem similar to that of the lizards of the Balearic Islands, and those of GUILLAUME et al. (1976) that allows us to differentiate *Podarcis muralis* from *Podarcis hispanica*, species with convergent morphology in the Spanish northeast.

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 256)

Pareció pues conveniente incidir en esta línea de investigación herpetológica y aplicarla a *P. pityusensis* ya que en especies relativamente cercanas había deparado resultados interesantes. Este análisis genético complementa sí los análisis fenéticos y la comparación de unos y otros resultados nos permite abordar la discusión del estado evolutivo en que se encuentra la especie en la actualidad.

La información genética contenida en el ADN informa sobre la secuencia de los aminoácidos en cada proteína del individuo de acuerdo con el axioma general de la genética molecular  $DNA \rightarrow RNA \rightarrow 1$  proteína (LEHNINGER, 1978). Por lo tanto al analizar los cambios de aminoácidos en las proteínas indirectamente se analizan los cambios en la secuencia de bases nitrogenadas del DNA.

El lugar del cromosoma en que está ubicada la información para una proteína concreta se conoce como locus. La secuencia de las bases en un locus dado no siempre es idéntica entre distintos individuos de una misma población, sino que puede variar según las mutaciones sufridas y por tanto codificar proteínas con algunos cambios en sus secuencias de aminoácidos. Las distintas variaciones que puede presentar un locus se conocen como alelos de este locus, cada secuencia (cada alelo) codificará proteínas distintas en su secuencia de aminoácidos, pero que realizaran funciones equivalentes en el individuo: proteínas homólogas.

Aunque la función de dos proteínas codificadas por alelos distintos de un mismo locus sea equivalente, no tienen por que representar un rendimiento equiparable y así se conocen infinitos ejemplos en los cuales un alelo proporciona mayor adaptación para unas condiciones ambientales dadas, mientras que otro alelo alternativo es más beneficioso al individuos al variar algún factor de su medio ambiente.

En este trabajo no se abordará el estudio del valor adaptativo a un medio dado de cada uno de los alelos detectados en la especie, si bien es de suponer que la existencia de alelos distintos según la población responde a la adaptación a distintos medios; sino que la finalidad del presente estudio es detectar la distancia génica interpoblacional a partir de las frecuencias alélicas de cada una de las poblaciones analizadas.

It seemed convenient to influence this line of herpetological research and apply it to *Podarcis pityusensis* since in relatively close species it had produced interesting results. This genetic analysis complements the phenetic analysis and the comparison of some other results allows us to approach the discussion of the evolutionary state in which the species is currently in.

The genetic information contained in the DNA informs about the sequence of the amino acids in each protein of the specimen according to the general axiom of molecular genetics  $DNA \rightarrow RNA \rightarrow 1$  protein (LEHNINGER 1978). Therefore, by analyzing amino acid changes in proteins, the changes in the sequence of nitrogenous bases of DNA are analyzed indirectly.

The place on the chromosome where information is located for a particular protein is called a locus. The sequence of the bases in a given locus is not always identical between different specimens of the same population, but it can vary according to the mutations experienced and therefore encode proteins with some changes in their amino acid sequences. The different variations that a locus can present are known as alleles of this locus, each sequence (each allele) will encode different proteins in their amino acid sequence, but will perform equivalent functions in the specimen: Homologous proteins.

Although the function of two proteins encoded by different alleles of the same locus is equivalent, they do not have to represent a comparable performance and thus there are infinite examples in which one allele provides greater adaptation for given environmental conditions, while another alternative allele is more beneficial to specimens when varying some factor of their environment.

In this work, the study of the adaptive value to a given medium of each one of the alleles detected in the species will not be addressed, although it is to be assumed that the existence of different alleles according to the population responds to the adaptation to different media; that the purpose of the present study is to detect the inter-population gene distance from the allelic frequencies of each of the analyzed populations.

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 260-261)

## 7.2 FUNDAMENTO DE LA ELECTROFORESIS

Algunos radicales de los aminoácidos de una proteína pueden ionizarse a determinados valores de pH, adquiriendo cada proteína una carga eléctrica determinada para cada valor de pH dado. Al producirse una mutación que cambia un aminoácido por otro de distinta carga eléctrica se obtienen dos proteínas homólogas (aloproteínas) que pueden realizar la misma función biológica, pero con carga eléctrica neta distinta.

Si sometemos estas proteínas a migración bajo un campo eléctrico constante, a pH conocido, el espacio recorrido será distinto según sea su carga neta y podremos por tanto diferenciar las proteínas. Como la elaboración de cada proteína depende de la secuencia de bases del locus concreto, se puede concluir que los individuos estudiados difieren genéticamente en el locus que determina la proteína analizada.

La electroforesis solo permite estudiar las proteínas que realizan alguna función enzimática o las codificadas por genes estructurales, siempre que sean proteínas solubles. Los loci que codifican proteínas insolubles no pueden ponerse de manifiesto con este método, al igual que los loci reguladores, que probablemente ejercen un papel muy importante en el proceso de especiación. Por otro lado existen muchas mutaciones que afectan a proteínas enzimáticas no detestables mediante la electroforesis, ya que si la carga neta de la molécula no ha variado, no varía su comportamiento migratorio. Pero si la migración tiene un recorrido distinto, seguro que se trata de alelos distintos. Es probable que la electroforesis solo detecte un 30 % de la variabilidad genética existente (HARRIS, 1966; HUBBY-LEWONTIN, 1966).

Otra limitación del método es que la electroforesis detecta que existe distinta secuencia de aminoácidos, pero no cuantos de ellos han cambiado (BULLINI-SBORDONI, 1980). Por lo tanto pueden hallarse dos poblaciones que resulten muy separadas electroforéticamente, por haber sufrido el cambio mínimo de un aminoácido en cada proteína analizada; o dos poblaciones con muchas más sustituciones de aminoácidos entre ambas, pero que afecten solo a un pequeño grupo de moléculas. Obteniéndose por el método de electroforesis que las dos poblaciones del primer caso están mucho más separadas que las del segundo supuesto.

## 7.2 BASIS OF ELECTROPHORESIS

Some radicals of the amino acids of a protein can be ionized at certain pH values, each protein acquiring a given electrical charge for each given pH value. When producing a mutation that changes an amino acid for another of different electrical charge, two homologous proteins (alloproteins) are obtained that can perform the same biological function, but with a different net electric charge.

If we subject these proteins to migration under a constant electric field, at known pH, the space traveled will be different depending on its net charge and we can therefore differentiate the proteins. As the elaboration of each protein depends on the sequence of bases of the specific locus, it can be concluded that the specimens studied differ genetically in the locus that determines the analyzed protein.

Electrophoresis only allows the study of proteins that perform some enzymatic function or those encoded by structural genes, provided they are soluble proteins. The loci that encode insoluble proteins can not be revealed with this method, like the regulatory loci, which probably play a very important role in the speciation process. On the other hand, there are many mutations that affect non-aborrent enzymatic proteins through electrophoresis, because if the net charge of the molecule has not changed, its migratory behavior does not change. But if the migration has a different route, surely they are different alleles. It is likely that electrophoresis only detects 30% of the existing genetic variability (HARRIS 1966 ; HUBBY & LEWONTIN 1966).

Another limitation of the method is that electrophoresis detects that there is a different sequence of amino acids, but not how many of them have changed (BULLINI SBORDONI 1980). Therefore, two populations that are very separated electrophoretically can be found, because they have undergone the minimum change of an amino acid in each protein analyzed; or two populations with many more amino acid substitutions between them, but affecting only a small group of molecules. Obtaining by the electrophoresis method that the two populations of the first case are much more separated than those of the second assumption.

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 261-262)

La electroforesis se basa pues, en someter a un campo eléctrico continuo a un soporte tamponado que contiene la disolución proteica a estudiar, durante un tiempo suficientemente largo y como las proteínas analizadas realizan funciones enzimáticas, es importante realizar la migración a baja temperatura para evitar que se desnaturalicen.

Posteriormente se revelan las proteínas mediante coloraciones específicas, es decir, hace reaccionar a la proteína enzimática problema con los sustratos y coenzimas específicos, hasta obtener un producto detectable visualmente que nos ponga de manifiesto la posición que ocupa en el soporte después de haber efectuado la migración (véanse las figuras 7-2, 7-3 y 7-4).

Los individuos homocigotos presentan un zimograma con una sola mancha para cada proteína: 1 en los enzimas monómeros (mayoría de los analizados), 2 en los constituidos por dos cadenas polipeptídicas distintas, etc. Mientras que los heterocigotos para un locus dado poseen dos alelos que codifican dos proteínas homólogas distintas y ambas se hallan presentes en el individuo, apareciendo dos manchas en su zimograma cuando el enzima es monómero: una mancha para cada alelo. En la figura 7-3 se muestra el zimograma de los tres alelos detectados de CAR (Carbamil anhidrasa), con el aspecto que presentan los tres heterocigotos posibles.

## 7.3 ANIMALES ANALIZADOS

Se han analizado 193 individuos de *Podarcis pityusensis*, junto con 4 individuos de *P. muralis muralis* utilizados como testigos. La procedencia de los individuos se reparte según se indica en la tabla 7-I.

Se ha elegido esta muestra de poblaciones ya que en ella se hallan representadas las poblaciones más diferenciadas fenotípicamente del resto (por ejemplo Vedrà y Bleda Na Plana), así como algunas que son muy semejantes entre sí como Torretes, Pou y Penjats. En dos islas: Eivissa y Espardell, se han recolectado individuos de distintas zonas con hábitats marcadamente distintos (Véase el capítulo 3), a fin de comparar las diferencias interpopulacionales dentro de una misma subespecie.

Electrophoresis is therefore based on subjecting a continuous electric field to a buffered support containing the protein solution to be studied, for a sufficiently long time and as the proteins analyzed perform enzymatic functions, it is important to perform the migration at low temperature to avoid they are denatured.

Subsequently the proteins are revealed by specific colorations, that is, it reacts to the enzyme protein inside the substrates and specific coenzymes, until a visually detectable product is obtained that reveals the position it occupies in the substrate after having made the migration (see figures 7-2, 7-3 and 7-4).

The homozygous specimens present a zymogram with a single spot for each protein: 1 in the monomeric enzymes (most of the analyzed ones), 2 in those constituted by two different polypeptide chains, etc. While the heterozygotes for a given locus have two alleles that encode two different homologous proteins and both are present in the individual, two spots appear in their zymogram when the enzyme is monomer: one spot for each allele. Figure 7-3 shows the zymogram of the three detected alleles of CA<sup>(28)</sup> (Carbonic anhydrase), with the appearance of the three possible heterozygotes.

## 7.3 ANALYZED SPECIMENS

We analyzed 193 specimens of *Podarcis pityusensis*, together with 4 specimens of *Podarcis muralis muralis* used as controls. The origin of the specimens is distributed as indicated in table 7-I.

This sample of populations has been chosen since in it the most phenotypically differentiated populations are represented (for example Vedrà and Bleda Na Plana), as well as some that are very similar to each other such as Torretes, Pou and Penjats. In two islands: Ibiza and Espardell, specimens from different areas have been collected with markedly different habitats (see chapter 3), in order to compare the intra-population<sup>(27)</sup> differences within the same subspecies.

(27) Inter-population differences was changed into intra-population differences.

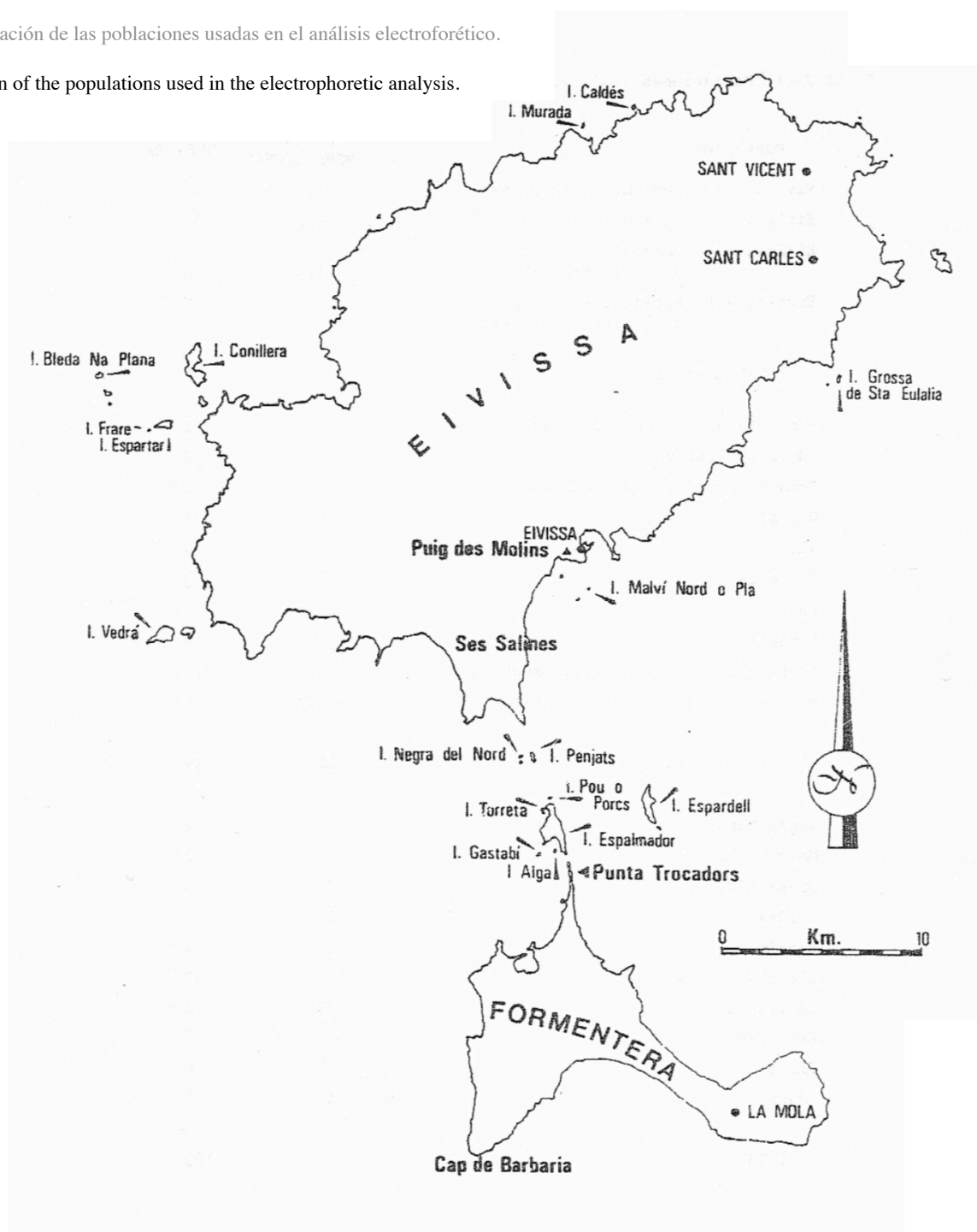
## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 262-264)

El número de individuos analizados de las poblaciones marcadas con en la tabla 7-I es muy reducido y probablemente los resultados obtenidos no se corresponden totalmente con la realidad, pero no ha sido posible aumentar su muestra ya que algunas poblaciones habitan áreas muy pequeñas y una captura excesiva podría poner en peligro a toda la población (MARTINEZ-RICA & CIRER, 1982; COLECTIVO VIDA SILVESTRE, 1984).

The number of specimens analyzed from the populations marked in table 7-I is very small and probably the results obtained do not correspond fully with reality, but it has not been possible to increase their sample since some populations inhabit very small areas and excessive capture could endanger the entire population (MARTINEZ-RICA & CIRER 1982 ; COLECTIVO VIDA SILVESTRE 1984).

Figura 7-1. Localización de las poblaciones usadas en el análisis electroforético.

Figure 7-1. Location of the populations used in the electrophoretic analysis.



## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 263)

**Tabla 7-I.** Poblaciones analizadas electroforéticamente con los individuos utilizados.

**Table 7-I.** Populations analyzed electrophoretically with the number of specimens used.

Población = Population, Numero poblacional = Population number and

Muestra = Number of specimens.

POBLACION	NUMERO POBLACIONAL	MUESTRA
Eivissa - A (Zona de las Salinas)	1.1	22
Eivissa - B (Puig des Molins)	1.2	22
Eivissa - C (Campos de secano de Sant Carles)	1.3	6
Eivissa - D (Alrededores de la parròquia de Sant Vicent)	1.4	7
TOTAL Eivissa	1	57
Formentera (Cap de Berberia)	2	14
Punta de Trucadors	3	5
Espalmador (Zona de arenales)	5	2 *
Gastabí	6	2 *
Alga	7	3 *
Torretes	8	3 *
Pou	9	9
Penjats	10	10
Espardell - A (Punta de Tramuntana)	12.1	10
Espardell - B (centro de la isla)	12.2	9
TOTAL Espardell	12	19
Negra Nord	16	9
Malví Nord	18	2 *
Grossa Sta. Eulalia	21	3 *
Caldés	27	7
Murada	28	4 *
Bleda Na Plana	31	7
Conillera	35	4 *
Espartar	37	8
Frare	39	6
Vedrà	40	8
TOTAL		193

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 265)

## 7.4 DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA USADA

Se ha usado el método descrito por GUILLAUME & LANZA (1982), para electroforesis horizontal sobre gel de almidón al 12 %. El revelado o coloración posterior se ha realizado según describen SELANDER et Al. (1971).

El proceso debe ser muy rápido, manteniéndose todo el material de trabajo en un baño de hielo para evitar la desnaturalización de las proteínas. En caso contrario no se produciría la reacción enzimática que nos revela su posición después de haberla sometido a un campo eléctrico.

El método seguido ha sido el siguiente: Se anestesia al animal y se extrae la sangre con pipetas heparinizadas, se separa el plasma de las células sanguíneas, mediante centrifugación y se congela a  $-80^{\circ}\text{C}$  hasta que vaya a utilizarse. Se diseccionan los distintos órganos: hígado, riñón, etc, se maceran con una disolución isotónica y se centrifuga para separar las membranas celulares de la disolución proteica, congelándose esta disolución a  $-80^{\circ}\text{C}$ , o bien se somete a electroforesis inmediatamente.

Los geles de almidón se realizan con distintos tampones según la proteína que se va a analizar. Se colocan pequeñas muestras de la disolución proteica sobre las placas de gel y se someten a migración, después de 6 a 12 horas se incuba la placa de gel con los sustratos específicos del enzima, así como los iones metálicos y coenzimas necesarios. El producto de esta reacción puede ser observado directamente bajo la luz ultravioleta en el caso de la Carbamil Anhidrasa (CAR), o bien se provoca después su transformación en un precipitado coloreado. El resultado final es una placa con una serie de manchas, más o menos alejadas del frente de origen, denominado proteinograma y en caso de ser proteínas enzimáticas zimograma (Figs. 7-2, 7-3 y 7-4).

En cada placa se analizan unos 20 individuos de *P.pityusensis* y uno o dos individuos testigo de *P.muralis muralis*, de los cuales se coloca siempre una misma muestra al principio y al final de la placa, para corregir así las posibles desviaciones del frente de migración.

## 7.4 DESCRIPTION OF THE USED TECHNIQUE

The method described by GUILLAUME & LANZA (1982) has been used for horizontal electrophoresis on 12% starch gel. The development or subsequent coloring has been carried out as described by SELANDER et al. (1971).

The process must be very fast, keeping all the work material in an ice bath to avoid the denaturation of the proteins. Otherwise, the enzymatic reaction that reveals its position after having subjected it to an electric field would not occur.

The method followed was as follows: The animal is anesthetized and the blood is extracted with heparinized pipettes, the plasma is separated from the blood cells, by centrifugation and freezing at  $-80^{\circ}\text{C}$ . until it is used. The different organs are dissected: liver, kidney, etc., macerated with an isotonic solution and centrifuged to separate the cell membranes from the protein solution, this solution being frozen at  $-80^{\circ}\text{C}$ ., or electrophoresed immediately.

Starch gels are made with different buffers according to the protein to be analyzed. Small samples of the protein solution are placed on the gel plates and are subjected to migration, after 6 to 12 hours the gel plate is incubated with the specific substrates of the enzyme, as well as the necessary metal ions and coenzymes. The product of this reaction can be observed directly under ultraviolet light in the case of Carbonic anhydrase (CA)<sup>(28)</sup>, or its transformation into a colored precipitate is then caused. The final result is a plate with a series of spots, more or less removed from the origin front, called a proteinogram and in the case of enzymatic proteins a zymogram (figures 7-2, 7-3 and 7-4).

In each plate, about 20 specimens of *Podarcis pityusensis* and one or two control individuals of *P. muralis muralis* are analyzed, of which the same sample is always placed at the beginning and at the end of the plate, to correct possible deviations from the migration front.

(28) Carbamil Anhidrasa (CAR) = Carbonic anhydrase (CA).

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 266)

## 7.4.1 ENZIMAS ANALIZADOS

Los enzimas analizados de cada órgano, con los distintos tampones usados para 'realizar los geles, se relacionan en la tabla 7-II.

Los enzimas pueden clasificarse en tres categorías según JOHNSON (1974): enzimas de sustrato variable "variable substrate" que parece ser presentan una evolución muy rápida, como las esterasas. Les siguen en variabilidad y velocidad de evolución los enzimas reguladores "regulatory", de los cuales se han analizado entre otros Fosfogluco Isomerasa (PGI) y Fosfogluco Mutasas (PGM). Finalmente los enzimas no reguladores "non-regulatory" suelen presentarse homomorfos en la mayoría de las especies de un mismo género, dada su lentitud en evolucionar, entre ellos cabe destacar Láctico Deshidrogenasa (LDH), Malato Deshidrogenasa (MDH), Glutamato-oxalo Transaminasas (GOT),  $\alpha$ -Glicerofosfato Deshidrogenasa ( $\alpha$ -GPD), 6-Fosfoglucosa Deshidrogenasa (6-PGD), Glucosa-6-Fosfato Deshidrogenasas (G-6-PD) y Sorbitol Deshidrogenasa (SOD).

No debe confundirse el concepto- de enzima regulador utilizado en términos de reacción enzimática por Johnson, con los genes reguladores que actúan a nivel de la transcripción del cromosoma y que no son analizables mediante la electroforesis.

Frecuentemente las distancias genéticas entre poblaciones obtenidas a partir de genes de evolución rápida son mucho mayores que si se consideran solo los genes de evolución lenta, por tanto es recomendable usarlos todas a la vez en un mismo análisis a fin de compensar sus efectos (BULLINI & SBORDONI, 1980).

## 7.4.1 ANALYZED ENZYMES

The enzymes analyzed in each organ, with the different buffers used to make the gels, are listed in table 7-II.

Enzymes can be classified into three categories according to JOHNSON (1974): Variable substrate enzymes that appear to be very rapidly evolving, such as esterases. Regulatory enzymes are followed in variability and speed of evolution, of which Phosphoglucose isomerase (PGI) and Phosphoglucomutase (PGM) have been analyzed among others. Finally non-regulatory enzymes usually present homomorphs in most species of the same genus, given their slowness to evolve, among them include Lactate dehydrogenase (LDH), Malate dehydrogenase (MDH), Glutamic-oxaloacetic transaminase (GOT),  $\alpha$ -Glycerophosphate dehydrogenase ( $\alpha$ -GPD), 6-Phosphogluconate dehydrogenase (6PGD), Glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) and Sorbitol dehydrogenase (SDH).<sup>(29)</sup>

The concept of regulatory enzyme used in terms of enzymatic reaction by JOHNSON (1974) should not be confused with the regulatory genes that act at the level of transcription of the chromosome and that are not analysable by electrophoresis.

Frequently the genetic distances between populations obtained from genes of rapid evolution are much greater than if only slow evolution genes are considered, so it is advisable to use them all at the same time in a same analysis in order to compensate their effects (BULLINI & SBORDONI 1980).

(29) Sorbitol dehydrogenase is nowadays abbreviated with SDH.

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 267)

Tabla 7-II. Enzimas analizados.

Table 7-II. Analyzed enzymes.

PLASMA PLASMA	Tampón Tris-HCl pH 8.5 Buffer Tris-HCl pH 8.5 Carbamil Anhidrasa Carbonic anhydrase CAR CA
	Tampón "Poulik": Tris-Citrato-Borato pH 8.2 Buffer "Poulik": Tris-Citrate-Borate pH 8.2 Esterasa - (uno) Esterase - (one) EST-1 EST-1
HIGADO LIVER	Tampón Tris-Citrato pH 6.7 Buffer Tris-Citrate pH 6.7 Láctico Deshidrogenasa (A & B) Lactate dehydrogenase (A & B) LDH-A LDH-A LDH-B LDH-B
	Fosfoglucoisomerasa Phosphoglucose isomerase PGI PGI
	Fosfoglucomutasa (1 & 2) Phosphoglucomutase (1 & 2) PGM-1 PGM-1 PGM-2 PGM-2
	Isocitrato Deshidrogenasa Isocitrate dehydrogenase IDH IDH
	Malato Deshidrogenasa Malate dehydrogenase MDH MDH
	Tampón Tris-Citrato pH 8.1 Buffer Tris-Citrate pH 8.1 Glutamato Oxalo Transaminasas (1 & 2) Glutamic-oxaloacetic transaminase (1 & 2) GOT-1 GOT-1 GOT-2 GOT-2
	a Glicerofosfato Deshidrogenasa α-Glycerophosphate dehydrogenase a-GPD α-GPD
	6 Fosfogluco Deshidrogenasa 6-Phosphogluconate dehydrogenase 6-PGD 6PGD
	Glucosa-6-P Deshidrogenasas (1 & 2) Glucose-6-phosphate dehydrogenase (1 & 2) G-6-PD-1 G6PD-1 G-6-PD-2 G6PD-2
	Tampón LiOH pH 8.1 Buffer LiOH pH 8.1 Esterasas X Esterases X EST-X EST-X
Tampón "Poulik": Tris-Citrato-Borato pH 8.2 Buffer "Poulik": Tris-Citrate-Borate pH 8.2 Manosa Fosfato Isomerase Mannose phosphate isomerase MPI MPI	
Sorbitol Deshidrogenasa (1 & 2) Sorbitol dehydrogenase (1 & 2) SOD-1 SDH-1 SOD-2 SDH-2	
RIÑÓN KIDNEY	Tampón Tris-Citrato pH 8.1 Buffer Tris-Citrate pH 8.1 Glutamato Oxalo Transaminasas (1 & 2) Glutamic-oxaloacetic transaminase (1 & 2) GOT-1 GOT-1 GOT-2 GOT-2
	a Glicerofosfato Deshidrogenasa α-Glycerophosphate dehydrogenase a-GPD α-GPD
	6 Fosfogluco Deshidrogenasa 6-Phosphogluconate dehydrogenase 6-PGD 6PGD
	Glucosa-6-P Deshidrogenasas (1 & 2) Glucose-6-phosphate dehydrogenase (1 & 2) G-6-PD-1 G6PD-1 G-6-PD-2 G6PD-2
	Tampón LiOH pH 8.1 Buffer LiOH pH 8.1 Esterasas X Esterases X EST-X EST-X

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 268)

## 7.5 RESULTADOS OBTENIDOS

Llamamos alelo 100 o alelo normal (N) a aquel que es más frecuente en *Podarcis muralis muralis*, ya que es el control usado en todos los análisis. Los alelos que difieren de los que presentan los testigos se han nombrado midiendo la distancia relativa de migración (Figura 7-2). Una excepción a esta nomenclatura son las Esterasas X (Est-X), que presentan un zimograma con gran número de bandas totalmente distintas entre *P.pityusensis* y los testigos (Figura 7-4).

RAMÓN et Al. (1985) diferencian 7 loci en el zimograma correspondiente a las esterazas. Probablemente se trata de un agrupamiento de alelos esterásicos de varios loci, pero ha parecido arriesgado afirmarlo y el criterio seguido en este trabajo es considerar solo dos aspectos del zimograma en *P.pityusensis*: A y C, distintos del zimograma A que presenta *P.muralis*. Con este procedimiento no se considera algunas diferencias que pueden existir, pero las diferencias detectadas son muy plausibles y exentas de error de lectura, por lo tanto no se aumenta la distancia genética entre dos poblaciones en caso de lecturas erróneas.

Las frecuencias obtenidas para cada locus y población se relacionan en la tabla 7-III. En ella también se incluyen los datos de *P.muralis muralis*, aunque su comparación con *P.pityusensis* no concierne al presente estudio (Véase GUILLAUME & CIRER, 1985; CIRER & GUILLAUME, 1985). La tasa media de Heterozigosis H de cada población también puede leerse en esta tabla, para su cálculo se ha seguido la fórmula dada por NEI (1978) y recomendada en FERGUSON (1980):

$$H = \frac{\sum_{k=1}^r H_k}{r}$$

donde r es el número de loci y  $H_k$  la heterocigosis manifestada en el locus k, que se calcula:

$$H_k = 1 - \left( \sum x_i^2 \right)$$

siendo  $x_i$  las frecuencias alélicas halladas en el locus k.

## 7.5 OBTAINED RESULTS

We call allele 100 or normal allele (N) to that which is more frequent in *Podarcis muralis muralis*, since it is the control used in all the analysis. Alleles that differ from those presented by the controls have been named by measuring the relative distance of migration (figure 7-2). An exception to this nomenclature are Esterases X (Est-X), which present a zymogram with a large number of completely different bands between *Podarcis pityusensis* and the controls (figure 7-4).

RAMÓN et al. (1985) differentiate 7 loci in the zymogram corresponding to esterases. Probably it is a grouping of steric alleles of several loci, but it has seemed risky to affirm it and the criterion followed in this work is to consider only two aspects of the zymogram in *Podarcis pityusensis*: A and C, different from the zymogram A that *Podarcis muralis* presents. This procedure does not consider some differences that may exist, but the differences detected are very plausible and free of reading error, therefore the genetic distance between two populations is not increased in case of erroneous readings.

The frequencies obtained for each locus and population are listed in table 7-III. It also includes the data of *Podarcis muralis muralis*, although its comparison with *Podarcis pityusensis* does not concern the present study (See: GUILLAUME & CIRER 1985 ; CIRER & GUILLAUME 1985). The average rate of heterozygosis H of each population can also be read in this table, for its calculation has followed the formula given by NEI (1978) and recommended in FERGUSON (1980):

where r is the number of loci and  $H_k$  the heterozygosis manifested in the locus k, which is calculated:

where  $x_i$  is the allelic frequencies found in the k locus.

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 269)

Con las frecuencias génicas de la tabla 7-III, se ha calculado el coeficiente de Identidad Génetica Media (I) y la Distancia Genética Media (D), para cada par de poblaciones, según el método propuesto por NEI (1972):

$$\hat{I} = \frac{I_{xy}}{\sqrt{I_x \cdot I_y}}$$

expresión en la cual:

$I_x$  = Media aritmética de la suma de los cuadrados de las frecuencias, para todos los loci de la población X.

$I_y$  = Idem para la población Y.

$I_{xy}$  = Media aritmética de la suma de los productos de las frecuencias de cada alelo en las poblaciones X e Y, para todos los loci.

A partir de I se calcula D mediante la expresión:

$$D = -\ln I$$

Se han calculado dos matrices de Distancias/Identidades. En la primera (Tabla 7-IV) se consideran 25 poblaciones, dividiendo la de Eivissa en 4 subpoblaciones según la zona de captura de los individuos; y la población de Espardell se ha subdividido en 2 subpoblaciones también según la zona de captura.

En la segunda matriz (Tabla 7-V) se muestran los resultados después de refundir las cuatro subpoblaciones de Eivissa en una sola y las dos de Espardell. El resto de poblaciones no varía y por tanto los valores que presentan son iguales a los de la primera matriz.

Con estas dos matrices se han contruido sendos dendrogramas mediante el método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method, SOKAL & SNEATH, 1963) que se muestran en las figuras 7-5 y 7-6. Pero algunas poblaciones presentan un tamaño muestral notablemente bajo y su presencia puede dificultar la lectura de los resultados entre las poblaciones con suficiente muestra, por eso se ha construido un tercer dendrograma solo con las poblaciones que presentan más de 5 individuos (Fig.7-7).

With the gene frequencies of table 7-III, the coefficient of Mean Genetic Identity (I) and the Average Genetic Distance (D), for each pair of populations, was calculated according to the method proposed by NEI (1972):

expression in which:

$I_x$  = Arithmetic mean of the sum of the squares of the frequencies, for all the loci of the X population

$I_y$  = Idem for the population Y.

$I_{xy}$  = Arithmetic mean of the sum of the products of the frequencies of each allele in the population X and Y, for all loci.

From I, D is calculated by the expression:

$$D = -\ln I$$

Two matrices of Distances/Identities have been calculated. In the first (table 7-IV) 25 populations are considered, dividing the one of Ibiza in 4 subpopulations according to the area of capture of the specimens; and the population of Espardell has been subdivided into 2 subpopulations also according to the area of capture.

In the second matrix (table 7-V) the results are shown after merging the four subpopulations of Ibiza and both of Espardell into one. The rest of the populations do not change and therefore the values they present are the same as those of the first matrix.

With these two matrices, dendrograms have been constructed using the UPGMA method (Unweighted pair-group method) (SOKAL & SNEATH 1963) shown in figures 7-5 and 7-6. But some populations have a remarkably low sample size and their presence can make it difficult to read the results among populations with enough sample, so a third dendrogram has been built only with populations that have more than 5 specimens (figure 7-7).

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 270-271)

## 7.6 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LAS FRECUENCIAS GÉNICAS Y DE LA HETEROZIGOSIS

Se ha observado una gran variabilidad en la mayoría de los loci, incluso en las poblaciones que habitan islotes muy pequeños, con baja densidad poblacional y por tanto con alta endogamia entre sus individuos. Aunque algunos loci son homomorfos en todos los individuos de todas las poblaciones, al igual que en otras especies cercanas, como en *P.lilfordi* (RAMÓN et al. 1985), lo cual indica una baja tasa evolutiva de estos alelos, frente a los muy variables, de presunta evolución rápida.

## 7.6.1 LOCI HOMOMORFOS

Se han obtenido resultados totalmente homomorfos en todos los individuos analizados, para los loci siguientes:

**LDH - B.** El sistema LDH frecuentemente sirve para separar especies o grupos de especies, como las de los géneros *Uromastyx* y *Agama* (GORMAN & SHOCHAT, 1972). Solo se han detectado 2 loci del sistema pentámero de LDH. El locus LDH-B se presenta con un único alelo no solo en *Podarcis pityusensis*, sino que también se ha obtenido el mismo resultado en *P.muralis* y *P.hispanica* (GUILLAUME & PASTEUR & BONS, 1976) y en *P.tiliguerta*, *P.sicula* y *Archaeolacerta bedriagae* (GUILLAUME & LANZA, 1982) con el mismo alelo en todas estas especies que en *P.pityusensis* (GUILLAUME, comunicación personal).

**PGM - 1.** Este alelo también es homomorfo en todas las poblaciones analizadas e igual al que presentan las especies nombradas en el párrafo anterior excepto *Archaeolacerta*.

**G-6-PD-1.** De este locus solo se han obtenido resultados en 10 poblaciones, pero todas ellas presentan siempre el mismo alelo (100).

7.6.2 LOCI CON VARIABILIDAD EN *PODARCIS PITYUSENSIS*

Todos los demás loci analizados poseen más o menos variabilidad, pero en ninguno se ha detectado algún alelo que este fijado en alguna población y que por tanto nos proporcione criterios distintivos frente al resto de la especie.

## 7.6 ANALYSIS AND DISCUSSION OF GENE FREQUENCIES AND HETEROZYGOSIS

A great variability has been observed in most loci, even in populations that inhabit very small islets with low population density and therefore with high inbreeding among its specimens. Although some loci are homomorphic in all specimens of all populations, as in other nearby species, such as in *Podarcis lilfordi* (RAMÓN et al. 1985), which indicates a low evolutionary rate of these alleles, compared to very variable, of presumed rapid evolution.

## 7.6.1 HOMOMORPHIC LOCI

Complete homomorphic results have been obtained in all the specimens analyzed, for the following loci:

**LDH-B.** The LDH system frequently serves to separate species or groups of species, such as those of the genera *Uromastyx* and *Agama* (GORMAN & SHOCHAT 1972). Only 2 loci of the LDH pentamer system have been detected. The LDH-B locus is presented with a single allele not only in *Podarcis pityusensis*, but also the same result has been obtained in *Podarcis muralis* and *Podarcis hispanica* (GUILLAUME & PASTEUR & BONS 1976) and in *Podarcis tiliguerta*, *Podarcis .siculus* and *Archaeolacerta bedriagae* (GUILLAUME & LANZA 1982) with the same allele in all these species as in *Podarcis pityusensis* (GUILLAUME pers. comm.).

**PGM-1.** This allele is also homomorphic in all the analyzed populations and equal to the one presented by the species named in the previous paragraph except *Archaeolacerta*.

**G6PD-1.** From this locus only results have been obtained in 10 populations, but all of them always have the same allele (100).

7.6.2 LOCI WITH VARIABILITY IN *PODARCIS PITYUSENSIS*

All the other loci analyzed have more or less variability, but none have detected an allele that is fixed in any population and therefore provides us with distinctive criteria against the rest of the species.

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 271-273)

**LDH - A.** Es un locus que se presenta homomorfo en todas las poblaciones, tal y como cabría esperar; a excepción de Formentera, donde se ha hallado un alelo más lento (L) con un porcentaje del 4 %. Aunque sea un locus de evolución lenta, no siempre es homomorfo en el género *Podarcis*; así *P.hispanica* y *P.muralis* poseen 2 alelos cada especie, uno de ellos compartido, pero el otro es diferente entre ambas y es un criterio de separación de las dos especies (GUILLAUME & PASTEUR & BONS, 1976). En *P.lilfordi* también se presentan varios alelos distintos dentro de una misma población, al igual que en el locus LDH-B (RAMÓN et Al. 1985).

**PGI.** El alelo más frecuente es el que también posee *P.m.muralis*, pero también se han hallado alelos propios de *P.pityusensis*, que sin embargo no llegan a ser significativos para la identificación de ninguna subespecie.

**PGM - 2.** El alelo más frecuente en *P.pityusensis* es el rápido (R), pero cabe destacar que en Malví Nord (18) y Caldés (27) se ha detectado el alelo normal (N) y en Espardell (12) existe un 50 % de este alelo y 50 % del rápido (R).

**GOT - 1.** Este locus presenta siempre alelos distintos entre *P.pityusensis* y *P.m.muralis*, lo cual permite diferenciar a las dos especies (GUILLAUME & CIRER, 1985; CIRER & GUILLAUME, 1985) (Figura 7-2).

**GOT - 2.** Todas las poblaciones presentan como alelo más frecuente el normal (N) aunque existen otros alelos. Cabe remarcar que el alelo 115 solo se ha hallado en Formentera (2) y con un porcentaje relativamente elevado (39 %) (Figura 7-2).

**MDH.** Locus extremadamente variable, aunque se mantiene siempre la mayor frecuencia en un mismo alelo: el 100. Pero se observa que en Frare (39) existe un 50 % de este alelo y un 50 % del alelo 115; y en Malví Nord (18) un 50 % del alelo 145, si bien solo se han analizado 2 individuos de esta población y hay que mantener reservas sobre este último resultado.

**IDH.** Los alelos hallados son distintos del más frecuente en *P.m.muralis*. No hay ninguna población con algún reparto porcentual significativo en este

**LDH-A.** It is a locus that appears homomorphic in all populations, as we would expect; with the exception of Formentera, where a slower allele (L) with a percentage of 4% has been found. Although it is a locus of slow evolution, it is not always homomorphic in the *Podarcis* genus; thus *Podarcis hispanicus* and *Podarcis muralis* have 2 alleles each species, one of them shared, but the other is different between both and is a criterion of separation of the two species (GUILLAUME & PASTEUR & BONS 1976). In *Podarcis lilfordi*, several different alleles are also present within the same population, as in the LDH-B locus (RAMÓN et al. 1985).

**PGI.** The most frequent allele is the one that also is found in *Podarcis muralis muralis*, but alleles in *Podarcis pityusensis* have also been found, which, however, do not become significant for the identification of any subspecies.

**PGM-2.** The most frequent allele in *Podarcis pityusensis* is the fast allele (R), but it should only be noted that in Malví Nord (18) and Caldés (27) the normal allele (N) and in Espardell (12) have been detected there is 50% of this normal allele and 50% of the rapid (R).

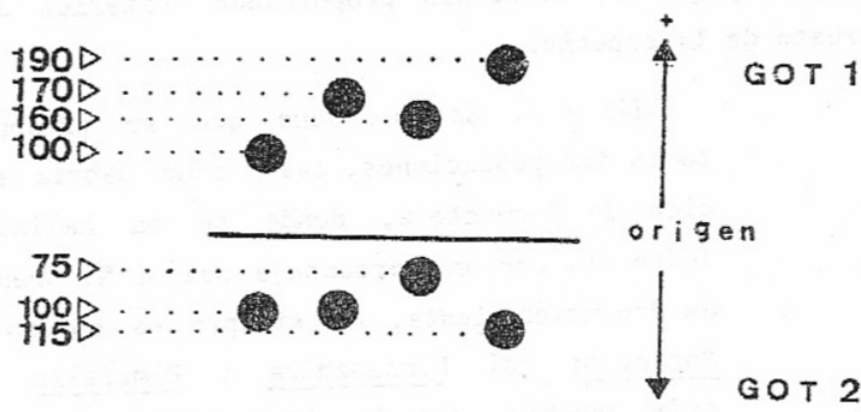
**GOT-1.** This locus always has different alleles between *Podarcis pityusensis* and *Podarcis muralis muralis*, which makes it possible to differentiate the two species (GUILLAUME & CIRER 1985 ; CIRER & GUILLAUME 1985) (figure 7-2).

**GOT-2.** All populations have the most common allele as normal (N), although there are other alleles. It should be noted that allele 115 has only been found in Formentera (2) and with a relatively high percentage (39%) (figure 7-2).

**MDH.** Extremely variable locus, although the highest frequency is always maintained in the same allele: 100. But it is observed that in Frare (39) there is 50% of this allele and 50% of the 115 allele; and in Malví Nord (18) 50% of the 145 allele, although only 2 specimens of this population have been analyzed and reserves must be maintained on this last result.

**IDH.** The alleles found are different from the most frequent in *Podarcis muralis muralis*. There is no population with any significant distribution

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 272-275)



**Figura 7-2.** El Glutamato Oxalo Transaminasa es un enzima dímero que posee dos cadenas polipeptídicas codificadas por dos loci distintos, la GOT-1 migra hacia el polo positivo del campo eléctrico y la GOT-2 hacia el negativo. En este gráfico, obtenido a partir de las fotografías de los geles de electroforesis, se indica la posición que presentan las proteínas codificadas por los distintos alelos que se han detectado del locus GOT-1 y del GOT-2. La primera posición corresponde a una muestra de *P.muralis* y las tres siguientes a muestras de *P.pityusensis*.

**Figure 7-2.** The Glutamate Oxalo Transaminase is a dimer enzyme that has two polypeptide chains encoded by two different loci, the GOT-1 migrates towards the positive pole of the electric field and the GOT-2 towards the negative. In this graph, obtained from the photographs of the electrophoresis gels, the position of the proteins encoded by the different alleles that have been detected from the GOT-1 and GOT-2 loci is indicated. The first position corresponds to a sample of *Podarcis muralis* and the next three to samples of *Podarcis pityusensis*.

locus, si exceptuamos el 14 % del alelo 130 hallado en Bleda Na Plana (31) y el 17 % del mismo alelo en Negra Nord (16).

**a-GPD.** El alelo más frecuente es el 100, al igual que en *P.m.muralis*.

**6-PGD.** El alelo más frecuente es el 120, distinto del que presenta *P.m.muralis*, aunque este alelo también se halla presente en algunas poblaciones de *P.pityusensis* en pequeña proporción. Un tercer alelo, el 135, se presenta en algunas poblaciones con frecuencias bajas, a excepción de Conillera (35) en la que solo se ha detectado dicho alelo 135.

**CAR.** La mayoría de poblaciones tienen como alelo más frecuente el 100, a excepción de Punta de Trucadors (3) y Bleda Na Plana (31) que poseen un 50 % y un 75 % respectivamente del alelo 95 (Figura 7-3).

**EST - 1.** La mayoría de poblaciones presenta el alelo normal (N) como más frecuente. Existen otros dos alelos lento (L) y rápido (R), con relativa importancia en algunas poblaciones. Así el alelo R se presenta en un 67 % en Torretas (8) y 43 % en Bleda Na Plana

percentage in this locus, except for 14% of allele 130 found in Bleda Na Plana (31) and 17% of the same allele in Negra Nord (16).

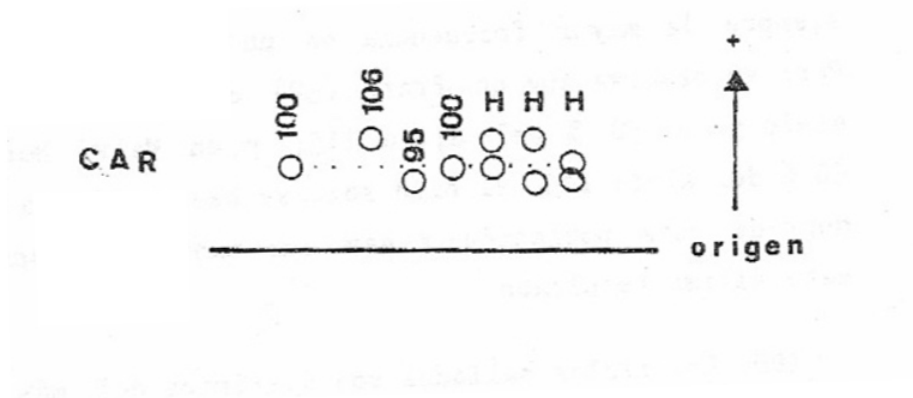
**$\alpha$ -GPD.** The most frequent allele is 100, as in *Podarcis muralis muralis*.

**6-PGD.** The most frequent allele is 120, different from that of *Podarcis muralis muralis*, although this allele is also present in some populations of *Podarcis pityusensis* in a small proportion. A third allele, 135, occurs in some populations with low frequencies, except for Conillera (35) in which only this allele 135 has been detected.

**CA.** Most populations have 100 as the most common allele, with the exception of Punta de Trucadors (3) and Bleda Na Plana (31) that have 50% and 75% respectively of the 95 allele (figure 7-3).

**EST-1.** Most populations present the normal allele (N) as the most frequent. There are two other slow (L) and fast (R) alleles, with relative importance in some populations. Thus, the R allele is 67% in Torretas (8) and 43% in Bleda Na Plana (31). The slow (L)

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 274-275)



**Figura 7-3.** Posición de las cadenas proteínicas de Carbamil anhidrasa después de la migración. Las cuatro primeras posiciones corresponden a individuos homocigotos y las siguientes a todos los heterocigotos posibles: 100/106, 106/95, 100/95 en este orden.

**Figure 7-3.** Position of the protein chains of Carbonic anhydrase (CA) after migration. The first four positions correspond to homozygous specimens and the following to all possible heterozygotes: 100/106, 106/95, 100/95 in this order.

(31). El lento (L) representa un 50 % en Murada (28); y en Alga (7) abundan por igual los tres alelos (N, L, R) (Figura 7-4).

**EST - X.** El aspecto del zimograma es totalmente distinto del que presenta *P.m.muralis* al que se ha denominado A, mientras que el aspecto que presentan los zimogramas de *P.pityusensis* se han denominado A y C. El alelo A es el más frecuente en todas las poblaciones a excepción de Bleda Na Plana (31) que posee un 79 % del alelo C (Fig.7-4).

**G-6-PD-2.** El más frecuente es el alelo 110, pero también se ha detectado el 100 y en Punta de Trucadors (3) y Espalmador (5), todos los individuos analizados presentan este alelo 100.

**MPI.** Todas las poblaciones presentan el alelo lento (L) como más frecuente. Cabe destacar que Murada (28), Espartar (37), Frare (39) y Vedrà (40), poseen un 20 % o más del alelo rápido (R).

**SOD - 1.** Todas las poblaciones analizadas poseen el alelo normal (N) como el más frecuente. Pero se ha observado que en Conillera (35) existe un 37 % del alelo lento (L).

represents 50% in Murada (28); and in Alga (7) the three alleles (N, L, R) are equally common (figure 7-4).

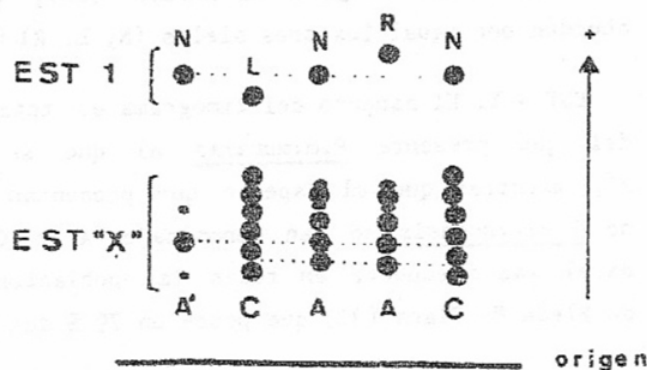
**EST-X.** The aspect of the zymogram is totally different from the one presented by *Podarcis muralis* which has been called A, while the aspect presented by the zymograms of *Podarcis pityusensis* have been called A and C. The A allele is the most frequent in all populations except for Bleda Na Plana (31) that owns 79% of the C allele (figure 7-4).

**G6PD-2.** The most frequent one is the 110 allele, but 100 has also been detected and in Punta de Trucadors (3) and Espalmador (5), all the individuals analyzed present this allele 100.

**MPI.** All populations have the slow allele (L) as the most frequent. It should be noted that Murada (28), Espartar (37), Frare (39) and Vedrà (40), possess a 20% or more of the fast allele (R).

**SDH-1.** All the analyzed populations have the normal allele (N) as the most frequent one. But it has been observed that in Conillera (35) there is 37% of the slow allele (L).

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 275-277)



**Figura 7-4.** Aspecto del zimograma de las esterasas. En primera posición una muestra de *P.muralis* que siempre es distinto de las siguientes, que corresponden a *P.pityusensis*. La existencia de algún alelo determinado en EST-1 no condiciona la existencia de uno u otro alelo en EST-X, ya que están codificados por loci distintos.

**Figure 7-4.** Aspect of the zymogram of esterases. In first position a sample of *Podarcis muralis* that is always different from the following ones, which correspond to *Podarcis pityusensis*. The existence of a certain allele in EST-1 does not condition the existence of one or another allele in EST-X, since they are encoded by different loci.

**SOD - 2.** El alelo más frecuente es el denominado normal (N). Aunque existe una relativa importancia del lento (L) en Punta de Trucadors (3) con un 20 %, en Espalmador (5) con un 25 % y del rápido (R) en Caldés (27) con un 20 %.

**SDH-2.** The most frequent allele is the so-called normal (N). Although there is a relative importance of the slow (L) in Punta de Trucadors (3) with 20%, in Espalmador (5) with 25% and the fast (R) in Caldés (27) with 20%.

En total se han detectado 54 alelos, de los cuales 50 se hallan presentes en *P.pityusensis* y 4 solo se han detectado en *P.muralis*. Las islas con mayor superficie o densidad poblacional parece ser que poseen más diversidad génica. Así la población de Eivissa (1) presenta 41 alelos de los 50 detectados, la de Penjats (10) y Espardell (12) 36 y la de Formentera (2) 35 alelos.

In total, 54 alleles were detected, of which 50 are present in *Podarcis pityusensis* and 4 have only been detected in *Podarcis muralis*. The islands with greater area or population density seem to have more genetic diversity. Thus the population of Ibiza (1) presents 41 alleles of the 50 detected, that of Penjats (10) and Espardell (12) 36 and that of Formentera (2) 35 alleles.

El hecho de que Eivissa (1) posea un mayor número de alelos respecto a las demás poblaciones no solo se debe a que es la isla mayor, sino que seguramente es la población sucesora de la que colonizó el resto de islas al desmembrarse el archipiélago Pitiüso durante el Cuaternario (Véase el capítulo 5). Además el alelo más frecuente de cada locus es el mismo en la mayoría de poblaciones, lo cual da testimonio del origen común de todas las poblaciones actuales a partir de un mismo reservorio ("pool") génico original que actualmente debe asemejarse más a la población de Eivissa que a cualquier otra, aunque con algunas diferencias (GUILLAUME & CIRER, 1985).

The fact that Ibiza (1) has a greater number of alleles than other populations is not only because it is the largest island, but surely it is the successor population from which it colonized the rest of the islands when the Pityusan archipelago dismembered during the Quaternary (see chapter 5). In addition, the most frequent allele of each locus is the same in the majority of populations, which testifies to the common origin of all the current populations from the same original gene pool that currently must resemble the population of Ibiza more than any other, although with some differences (GUILLAUME & CIRER 1985).

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 277-278)

El tiempo transcurrido desde la separación reproductiva de las distintas poblaciones es aún muy corto y debido a ello no se detectan cambios muy acusados en las frecuencias génicas entre las distintas poblaciones actuales.

Sin embargo es de especial importancia que en Formentera (2) se hayan detectado dos alelos exclusivos de esta población: en el locus LDH-A existe un 4 % del alelo lento (L) y en el locus GOT-2 existe un 39 % del alelo 115, ambos alelos no se han detectado en ninguna otra población; pero al no ser los únicos alelos de estos loci que presenta Formentera, no es posible identificarla totalmente mediante este criterio. Este hecho no parece influir excesivamente en las distancias génicas (ya que la frecuencia no es muy significativa), y por ello Formentera (2) no presenta distancias génicas ostensiblemente altas frente a las demás poblaciones del análisis.

## 7.6.3 TASA MEDIA DE HETEROZIGOSIS

Las poblaciones con un alto porcentaje de heterocigotos mantienen un número mayor de alelos distintos en la comunidad reproductora y ante cualquier cambio que surja en el medio ambiente pueden responder perpetuando a los individuos portadores de los alelos más beneficiosos para estas nuevas condiciones. Las poblaciones muy adaptadas a su medio presentan un alto número de alelos fijados que responden a esta adaptación, pero ello le resta capacidad evolutiva frente a posibles cambios futuros, lo cual es especialmente perjudicial si su hábitat es poco estable a lo largo del tiempo.

Es conveniente pues conocer la tasa media de heterocigosis de una población, para poder apreciar su capacidad adaptativa, Esta capacidad disminuye a medida que más y más loci se hacen homocigotos (MAYR, 1968). Un alto valor de H indica ausencia de genes fijados y confiere a la población una mayor plasticidad evolutiva que le permite responder adaptativamente a los cambios ambientales (THODAY, 1953; LERNER, 1954).

Puede apreciarse en la tabla III que los valores de heterocigosis media hallados son particularmente elevados en la mayoría de poblaciones analizadas. Un alto valor de H introduce un elevado error estándar en el cálculo de la distancia génica entre dos poblaciones.

The time elapsed since the reproductive separation of the different populations is still very short and due to this, very pronounced changes in the gene frequencies between the different current populations are not detected.

However, it is especially important that in Formentera (2) two alleles exclusive to this population have been detected: in the LDH-A locus there is 4% of the slow allele (L) and in the GOT-2 locus there is 39% of the allele 115, both alleles have not been detected in any other population; but since they are not the only alleles of these loci that Formentera presents, it is not possible to identify it completely by this criterion. This fact does not seem to have an excessive influence on the gene distances (since the frequency is not very significant), and for this reason Formentera (2) does not present gene distances that are ostensibly high compared to the other populations of the analysis.

## 7.6.3 AVERAGE RATE OF HETEROZYGOSIS

Populations with a high percentage of heterozygotes maintain a greater number of different alleles in the breeding community and, in the event of any change in the environment, they can respond by perpetuating specimens carrying the most beneficial alleles for these new conditions. Populations highly adapted to their environment have a high number of fixed alleles that respond to this adaptation, but this diminishes their evolutionary capacity in the face of possible future changes, which is especially harmful if their habitat is not stable over time.

It is convenient to know the average heterozygosity rate of a population, in order to appreciate its adaptive capacity. This capacity decreases as more and more loci become homozygous (MAYR 1968). A high H value indicates absence of fixed genes and gives the population a greater evolutionary plasticity that allows it to respond adaptively to environmental changes (THODAY 1953 ; LERNER 1954).

It can be seen in table 7-III that the mean heterozygosity values found are particularly high in most of the populations analyzed. A high value of H introduces a high standard error in the calculation of the gene distance between two populations. According to NEI (1978) when H 0.1 the number of specimens to analyze per population

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 278-279)

Según NEI (1978) cuando  $H > 0.1$  el número de individuos a analizar por población debe ser grande (más de 50), para poder construir un buen dendrograma. No ha sido posible seguir esta recomendación y por lo tanto los dendrogramas obtenidos a partir de las distancias génicas se hallan distorsionados para las poblaciones con menos efectivos analizados.

La tasa de heterozigosis sobrepasa en la mayoría de los casos a los valores que se hallan normalmente en reptiles,  $H = 0.047$  en NEVO (1978);  $H = 0.06$  según GORMAN y RENZA en NEI (1978).

Solo unas pocas poblaciones presentan valores de  $H$  inferiores a 0.06: Espalmador (5), Gastabí (6), Alga (7), Grossa de Santa Eulalia (21) y Conillera (35); estas poblaciones además son las que poseen un tamaño muestral menor y por tanto su valor de  $H$  puede ser un artefacto debido a esta falta de efectivos. Las poblaciones con tamaño muestral superior a 5, número que se ha adoptado como mínimo aceptable en este estudio, dada la escasez de capturas que pueden soportar (MARTINEZ-RICA & CIRER, 1982); presentan valores de heterozigosis comprendidos entre 0.073 de Eivissa-D o 0.099 de Pou y el máximo hallado de 0.185 de Vedrà (Tabla III).

La dimensión de la isla o la densidad poblacional no parecen influir en la tasa media de heterozigosis, ya que se observan valores altos tanto en poblaciones de islas pequeñas con baja densidad poblacional (Caldés con  $H = 0.141$ ), como en poblaciones de islas con mayor superficie y con alta densidad (Formentera, Espartar, Vedrà, etc. con valores de  $H$  de 0.168, 0.152, 0.185 respectivamente). Resultados equiparables a los observados en *P.lilfordi* (RAMÓN et al. 1985).

La tasa de migración tampoco parecer ser la causa, ya que  $H$  toma valores altos en poblaciones presumiblemente muy aisladas como Bleda Na Plana (31) y Vedrà (40), así como en poblaciones con posibilidades de inmigración más evidentes: Punta de Trucadors (3) y Caldés (27).

must be large (more than 50), in order to build a good dendrogram. It has not been possible to follow this recommendation and therefore the dendrograms obtained from the gene distances are distorted for the populations with less analyzed specimens.

The rate of heterozygosis exceeds in most cases the values that are normally found in reptiles,  $H = 0.047$  in NEVO (1978);  $H = 0.06$  according to GORMAN and RENZA in NEI (1978).

Only a few populations have  $H$  values lower than 0.06: Espalmador (5), Gastabí (6), Alga (7), Grossa de Santa Eulalia (21) and Conillera (35); these populations are also those that have a smaller sample size and therefore their value of  $H$  can be an artifact due to this lack of specimens. The populations with sample size greater than 5, a number that has been adopted as a minimum acceptable in this study, given the scarcity of catches they can support (MARTINEZ-RICA & CIRER 1982); present values of heterozygosis comprised between 0.073 in Ibiza-D or 0.099 in Pou and the maximum found of 0.185 in Vedrà (table 7-III).

The size of the island or the population density do not seem to influence the mean heterozygosity rate, since high values are observed both in populations of small islands with low population density (Caldés with  $H = 0.141$ ), and in populations of islands with greater surface and with high density (Formentera, Espartar, Vedrà, etc. with  $H$  values of 0.168, 0.152, 0.185 respectively). Results comparable to those observed in *Podarcis lilfordi* (RAMÓN et al. 1985).

The rate of migration does not seem to be the cause either, since  $H$  takes high values in presumably very isolated populations such as Bleda Na Plana (31) and Vedrà (40), as well as in populations with more evident immigration possibilities: Punta de Trucadors (3) and Caldés (27).



## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 281-284)

## 7.7 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LAS MATRICES DE DISTANCIAS

Todas las poblaciones de *P.pityusensis* presentan una gran distancia génica respecto a *P.muralis*, obteniéndose la distancia menor de esta especie con la población de Gastabí (6)  $D = 0.420$ , valor que se corresponde con los hallados entre especies distintas (BULLINI & SBORDONI, 1980).

Las distancias obtenidas entre las poblaciones de *P. pityusensis*, se hallan entre  $D = 0.234$  entre Gastabí - Conillera y la menor obtenida entre Eivissa-A - Pou con  $D = 0.007$  (Tabla IV). Otros pares de poblaciones presentan altos valores de  $D$ , entre ellas Espalmador - Bleda Na Plana con  $D = 0.175$  y Malví Nord - Punta de Trucadors con  $D = 0.173$ ; así como distancias notablemente bajas marcadas con un \* en la matriz de la tabla V.

Según BULLINI-SBORDONI (1980) las distancias génicas que suelen hallarse entre subespecies y semiespecies varía entre 0.050-0.200 y entre especies de un mismo género la distancia es superior a 0.200. Los valores de  $D$  entre poblaciones locales de una especie singular se hallan entre 0.005-0.020, aunque pueden ser superiores en el caso de que habiten islas (STONE et Al., 1968; JOHNSON, 1971).

La mayoría de distancias obtenidas se sitúan pues entre los márgenes propuestos para subespecies, aunque el valor  $D = 0.234$  hallado entre Gastabí y Conillera sea ligeramente superior.

Las poblaciones de Gastabí, Penjats, Espardell y Negra Nord, pertenecen al taxón *P. pityusensis gastabiensis* (MERTENS & WERMUTH, 1960). Entre las tres últimas poblaciones las distancias halladas son entre 0.012-0.019 que entrarían dentro de los márgenes de una misma subespecie, pero sus distancias génicas frente a Gastabí son siempre superiores a 0.050. La separación de Gastabí frente a estas poblaciones también se manifestó en los análisis estadísticos de caracteres fenéticos (Capítulo 6).

También se observan otros valores inferiores a 0.020 entre otros 20 pares de poblaciones, marcados con \* en la matriz de la tabla V. Algunos de ellos no pueden considerarse que pertenezcan ambas poblaciones a un mismo tazón (por ejemplo Eivissa-Espartar, Eivissa-Vedrà), ya que presentan notables diferencias fenéticas.

## 7.7 ANALYSIS AND DISCUSSION OF DISTANCE MATRICES

All populations of *Podarcis pityusensis* have a large genetic distance from *Podarcis muralis*, obtaining the smallest distance of this species with the population of Gastabí (6)  $D = 0.420$ , a value that corresponds to those found between different species (BULLINI & SBORDONI 1980).

The distances obtained between the populations of *Podarcis pityusensi*, are  $D = 0.234$  between Gastabí - Conillera and the lowest obtained between Eivissa-A - Pou with  $D = 0.007$  (table 7-IV). Other pairs of populations have high  $D$  values, among them Espalmador - Bleda Na Plana with  $D = 0.175$  and Malví Nord - Punta de Trucadors with  $D = 0.173$ ; as well as remarkably low distances marked with a \* in the matrix of table 7-V.

According to BULLINI & SBORDONI (1980) the genetic distances that are usually found between subspecies and semi-species varies between 0.050-0.200 and between species of the same genus the distance is greater than 0.200. The values of  $D$  among local populations of a single species are between 0.005-0.020, although they may be higher in the case of inhabiting islands (STONE et al. 1968 ; JOHNSON 1971).

The majority of distances obtained are therefore between the margins proposed for subspecies, although the value  $D = 0.234$  found between Gastabí and Conillera is slightly higher.

The populations of Gastabí, Penjats, Espardell and Negra Nord belong to the taxon *Podarcis pityusensis gastabiensis* (MERTENS & WERMUTH 1960). Among the last three populations, the distances found are between 0.012-0.019 that would fall within the margins of the same subspecies, but their genetic distances compared to Gastabí are always greater than 0.050. The separation of Gastabí from these populations was also manifested in the statistical analyzes of phenetic characters (chapter 6).

Other values lower than 0.020 are also observed among another 20 pairs of populations, marked with \* in the matrix of table 7-V. Some of them can not be considered to belong to the same pool (for example Ibiza - Espartar, Ibiza - Vedrà), since they present remarkable phenetic differences. While it does seem to make sense the gene

Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 282-283)

Tabla 7-IV Distancias genéticas de las poblaciones analizadas. Eivissa se ha desglosado en 4 poblaciones según la zona de captura y Espardell en 2 poblaciones.

Table 7-IV Genetic distances of the analyzed populations. Ibiza has been broken down into 4 populations according to the area of capture and Espardell into 2 populations.

	0	1 <sub>1</sub>	1 <sub>2</sub>	1 <sub>3</sub>	1 <sub>4</sub>	2	3	5	6	7	8	9	10	12 <sub>1</sub>	12 <sub>2</sub>	16	18	21	27	28	31	35	37	39	40	
<i>P.muralis muralis</i>	0		.604	.626	.619	.602	.507	.649	.644	.657	.647	.537	.609	.618	.637	.614	.573	.605	.607	.614	.632	.555	.563	.573	.609	.634
Eivissa - A	1 <sub>1</sub>	.504		.984	.979	.976	.976	.921	.909	.933	.974	.967	.993	.980	.975	.965	.970	.912	.984	.923	.957	.943	.916	.985	.950	.973
Eivissa - B	1 <sub>2</sub>	.468	.016		.986	.989	.974	.921	.925	.922	.974	.959	.989	.985	.974	.976	.972	.926	.980	.949	.959	.942	.933	.984	.957	.980
Eivissa - C	1 <sub>3</sub>	.479	.021	.014		.977	.969	.899	.918	.947	.981	.957	.985	.977	.987	.960	.965	.946	.968	.969	.972	.922	.912	.971	.946	.970
Eivissa - D	1 <sub>4</sub>	.507	.024	.011	.023		.975	.886	.914	.919	.967	.953	.980	.986	.978	.966	.978	.963	.966	.953	.957	.919	.920	.961	.956	.979
Formentera	2	.499	.024	.026	.031	.025		.895	.898	.949	.970	.953	.974	.967	.967	.958	.970	.899	.953	.901	.968	.909	.908	.978	.952	.979
Punta Trucadors	3	.432	.082	.082	.106	.121	.111		.968	.877	.942	.875	.906	.914	.896	.940	.869	.841	.930	.854	.860	.880	.870	.894	.868	.909
Espalmador	5	.440	.095	.078	.086	.090	.107	.033		.917	.973	.889	.920	.928	.918	.965	.902	.893	.907	.889	.885	.839	.819	.910	.887	.910
Gastabí	6	.420	.069	.081	.054	.084	.052	.131	.087		.970	.928	.933	.926	.958	.935	.944	.886	.894	.901	.972	.855	.791	.920	.899	.920
Alga	7	.435	.026	.026	.019	.034	.030	.060	.027	.030		.980	.986	.976	.986	.976	.969	.941	.955	.954	.983	.912	.865	.961	.932	.957
Torretes	8	.622	.034	.042	.044	.048	.048	.133	.118	.075	.020		.977	.977	.967	.945	.959	.928	.949	.955	.957	.935	.876	.955	.922	.939
Pou	9	.496	.007	.011	.015	.020	.026	.099	.083	.069	.014	.023		.989	.991	.967	.971	.966	.979	.978	.966	.938	.899	.982	.950	.970
Penjats	10	.481	.020	.015	.023	.014	.034	.090	.075	.077	.024	.023	.011		.983	.976	.985	.940	.972	.938	.956	.932	.904	.984	.964	.969
Espardell - A	12 <sub>1</sub>	.451	.025	.026	.013	.022	.034	.110	.086	.043	.014	.033	.009	.017		.968	.976	.952	.960	.960	.974	.920	.889	.986	.957	.960
Espardell - B	12 <sub>2</sub>	.488	.036	.024	.041	.035	.043	.062	.036	.067	.024	.057	.033	.024	.033		.963	.938	.952	.938	.946	.902	.883	.966	.944	.963
Negra Nord	16	.557	.030	.028	.036	.022	.030	.140	.103	.048	.031	.042	.029	.015	.024	.038		.954	.930	.942	.949	.904	.863	.973	.957	.962
Malví Nord	18	.503	.092	.077	.056	.038	.106	.173	.113	.121	.061	.075	.035	.062	.044	.064	.047		.906	.946	.920	.912	.819	.963	.943	.899
Grossa S.Eulalia	21	.499	.016	.020	.033	.035	.048	.073	.098	.112	.046	.052	.021	.028	.041	.049	.051	.099		.904	.934	.967	.919	.974	.949	.966
Caldés	27	.488	.080	.084	.031	.048	.104	.158	.118	.104	.047	.046	.022	.064	.041	.064	.060	.056	.101		.940	.925	.873	.971	.911	.893
Murada	28	.459	.044	.042	.028	.044	.033	.151	.122	.028	.017	.044	.035	.045	.026	.056	.052	.083	.068	.062		.903	.879	.953	.936	.957
Bleda Na Plana	31	.589	.059	.060	.081	.084	.095	.128	.175	.157	.092	.067	.064	.070	.083	.103	.101	.092	.034	.078	.102		.903	.932	.909	.928
Conillera	35	.574	.068	.069	.092	.083	.097	.139	.199	.234	.145	.132	.106	.101	.117	.124	.147	.120	.084	.136	.129	.102		.911	.853	.927
Espartar	37	.557	.015	.016	.029	.019	.022	.112	.094	.083	.040	.046	.018	.016	.014	.035	.027	.038	.026	.029	.048	.070	.093		.970	.987
Frare	39	.496	.051	.044	.056	.045	.049	.141	.120	.106	.070	.081	.051	.037	.044	.058	.044	.059	.052	.093	.066	.095	.158	.030		.976
Vedrà	40	.456	.027	.020	.021	.021	.095	.094	.083	.044	.063	.030	.031	.031	.041	.038	.039	.106	.035	.113	.044	.075	.076	.013	.022	

Tabla 7-V Distancias genéticas entre las distintas poblaciones analizadas. Eivissa y Espardell como una sola población.

Table 7-V Genetic distances between the different populations analyzed. Ibiza and Espardell as a single population.

	0	1	2	3	5	6	7	8	9	10	12	16	18	21	27	28	31	35	37	39	40	
<i>P.muralis muralis</i>	0		.620	.607	.649	.644	.656	.647	.537	.609	.618	.644	.574	.605	.607	.614	.632	.555	.562	.572	.609	.634
Eivissa	1	.478		.981	.924	.922	.934	.979	.967	.995	.986	.981	.973	.919	.985	.924	.965	.943	.931	.988	.958	.983
Formentera	2	.499	.019*		.895	.898	.949	.970	.953	.974	.967	.968	.970	.899	.953	.901	.968	.909	.908	.978	.952	.979
Punta Trucadors	3	.432	.079	.111		.968	.877	.942	.875	.906	.914	.906	.869	.841	.930	.854	.860	.880	.870	.894	.868	.910
Espalmador	5	.440	.081	.108	.032		.917	.973	.889	.920	.928	.931	.902	.893	.907	.888	.885	.839	.818	.910	.887	.910
Gastabí	6	.421	.068	.052	.131	.087		.970	.928	.933	.926	.951	.954	.886	.894	.901	.972	.855	.791	.920	.899	.920
Alga	7	.435	.021	.030	.060	.027	.030		.980	.986	.976	.985	.969	.941	.955	.954	.983	.912	.865	.961	.932	.957
Torretes	8	.622	.034	.048	.134	.118	.075	.020*		.977	.977	.968	.959	.928	.949	.955	.957	.935	.876	.955	.922	.939
Pou	9	.496	.005*	.026	.099	.083	.069	.014*	.023		.988	.991	.971	.966	.971	.978	.966	.938	.899	.982	.950	.970
Penjats	10	.481	.014*	.034	.090	.075	.077	.024	.023	.012*		.988	.985	.940	.972	.938	.956	.932	.904	.984	.964	.968
Espardell	12	.440	.019*	.033	.099	.071	.050	.015*	.033	.009*	.012*		.981	.953	.963	.956	.973	.923	.897	.988	.962	.964
Negra Nord	16	.555	.027	.030	.140	.103	.058	.031	.042	.029	.015*	.019*		.954	.930	.942	.948	.904	.863	.973	.957	.962
Malví Nord	18	.503	.084	.106	.173	.113	.121	.061	.075	.035	.062	.048	.047		.906	.946	.920	.912	.819	.963	.943	.899
Grossa S.Eulalia	21	.499	.015*	.048	.073	.098	.112	.046	.052	.021	.028	.038	.051	.099		.904	.934	.967	.919	.974	.949	.966
Caldés	27	.488	.079	.104	.158	.118	.104	.047	.046	.022	.064	.045	.060	.056	.101		.940	.925	.873	.971	.911	.893
Murada	28	.459	.036	.033	.151	.122	.028	.017*	.044	.035	.045	.027	.052	.083	.068	.062		.903	.879	.953	.936	.957
Bleda Na Plana	31	.589	.059	.095	.128	.175	.157	.092	.067	.064	.070	.080	.101	.092	.034	.078	.102		.903	.932	.909	.928
Conillera	35	.574	.071	.097	.139	.199	.234	.145	.132	.106	.101	.109	.147	.120	.084	.136	.129	.102		.911	.853	.927
Espartar	37	.557	.012*	.022	.112	.094	.083	.040	.046	.018*	.016*	.012*	.027	.038	.026	.029	.048	.070	.093		.970	.987
Frare	39	.496	.043	.049	.141	.120	.106	.070	.081	.051	.037	.039	.044	.059	.052	.093	.066	.095	.158	.030		.978
Vedrà	40	.456	.017*	.021	.095	.094	.083	.044	.063	.030	.031	.037	.039	.106	.035	.113	.044	.075	.076	.013*	.022	

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 284-285)

Mientras que sí parece tener sentido la semejanza génica entre Alga - Torretes - Pou - Penjats - Espardell - Negra Nord, ya que coincide con las semejanzas fenéticas manifestadas en los análisis estadísticos (Capítulo 6).

Por lo tanto los márgenes propuestos por BULLINI-SBORDONI (1980) no parecen adaptarse al caso de *P. pityusensis*, cuya plasticidad génica parece ser es aún muy elevada y con alta deriva genética.

Bajo otra perspectiva tampoco parece ser posible relacionar la distancia geográfica entre las islas, con la distancia génica entre las poblaciones, ya que en muchos casos hallamos poblaciones muy lejanas con bajos valores de D (Eivissa - Espartar, Alga - Murada); a la vez que poblaciones vecinas pueden manifestar una gran distancia génica (Eivissa - Caldés, Espalmador - Gastabí, Espalmador - Torretes etc.).

De especial interés son los valores obtenidos entre poblaciones de una misma isla (pertenecientes a una misma subespecie), sin barreras reproductivas entre ellas y con evidente flujo genético. Así las cuatro poblaciones de Eivissa presentan distancias entre 0.011-0.024, que pueden considerarse entre los márgenes de poblaciones locales de una especie singular. Pero cada una de ellas presenta una distancia menor con alguna otra población que con las demás de Eivissa. Así Eivissa-A se halla genéticamente más próxima de Pou, Eivissa-B presenta la misma distancia frente a Pou que frente a Eivissa-D; Eivissa-C esta más próxima de Espardell-A que de ninguna otra población y solo Eivissa-D presenta su menor distancia frente a otra población de Eivissa (Eivissa-B).

Las dos poblaciones de Espardell, que viven a escasos metros de distancia entre ellas (Véase el apartado 3.17), presentan una distancia génica  $D = 0.033$ . Espardell-A posee distancias menores a este valor frente a 10 poblaciones distintas, siendo la menor respecto de Pou con  $D = 0.009$ . Espardell-B es más semejante a Eivissa-B, Alga y Penjats que a Espardell-A.

Si en estos momentos apareciera una barrera geográfica que dividiera la isla de Espardell en dos, quedarían fundadas dos nuevas poblaciones con una distancia génica relativamente elevada y con semejanzas génicas distintas respecto a otras poblaciones. Lo cual pone de manifiesto la importancia del "efecto del fundador" que han sufrido las poblaciones iniciales de cada isla.

similarity between Alga - Torretes - Pou - Penjats - Espardell - Negra Nord, since it coincides with the phenetic similarities manifested in the statistical analyzes (chapter 6).

Therefore, the margins proposed by BULLINI & SBORDONI (1980) do not seem to adapt to the case of *Podarcis pityusensis*, whose gene plasticity seems to be still very high and with high genetic drift.

Under another perspective it does not seem to be possible to relate the geographic distance between the islands, with the gene distance between the populations, since in many cases we find very distant populations with low values of D (Ibiza - Espartar, Alga - Murada); at the same time that neighboring populations can manifest a great genetic distance (Ibiza - Caldés, Espalmador - Gastabí, Espalmador - Torretes, etc.).

Of special interest are the values obtained between populations of the same island (belonging to the same subspecies), without reproductive barriers between them and with evident genetic flow. Thus, the four populations of Ibiza have distances between 0.011-0.024, which can be considered among the margins of local populations of a single species. But each of them has a smaller distance with some other population than with the rest of Ibiza. Thus Ibiza-A is genetically closer to Pou, Ibiza-B has the same distance versus Pou compared to Ibiza-D; Ibiza-C is closer to Espardell-A than to any other population and only Ibiza-D has its shortest distance from another population on Ibiza (Ibiza-B).

The two populations of Espardell, which live a few meters away from each other (see section 3.17), have a genetic distance  $D = 0.033$ . Espardell-A has distances less than this value compared to 10 different populations, being the lowest with respect to Pou with  $D = 0.009$ . Espardell-B is more similar to Ibiza-B, Alga and Penjats than to Espardell-A.

If at this moment a geographical barrier appeared that divided the island of Espardell into two, two new populations with a relatively high gene distance and gene similarities different from other populations would be founded. This highlights the importance of the "founder effect" experienced by the initial populations of each island.

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 285-286)

Si bien es lógico pensar que las distintas frecuencias génicas halladas en distintas partes de una isla se deben a adaptaciones concretas a las condiciones ambientales que sufren y por tanto esta muestra inicial fundadora ya estaría adaptada a las condiciones de la que sería una nueva isla. El problema del efecto del fundador se planteará de nuevo en la discusión conjunta de todos los análisis, ya que se observa un fenómeno semejante al analizar las coloraciones de distintas zonas de una isla.

Although it is logical to think that the different gene frequencies found in different parts of an island are due to concrete adaptations to the environmental conditions they experience, and therefore this initial founding sample would already be adapted to the conditions of what would be a new island. The problem of the founder effect will be raised again in the joint discussion of all the analysis, since a similar phenomenon is observed when analyzing the colorations of different areas of an island.

## 7.8 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS DENDROGRAMAS

Los dendrogramas obtenidos a partir de las distancias génicas proporcionan una visualización resumida de las matrices de distancias, pero en ningún caso pueden compararse estos dendrogramas con los fenogramas obtenidos a partir de distancias Euclídeas o de Mahalanobis tabuladas a partir de características fenéticas. Los dendrogramas que representan distancias genéticas tampoco indican las relaciones filéticas entre los grupos hallados (BULLINI & SBORDONI, 1980), que se manifiestan en los árboles filogenéticos y no en los dendrogramas.

## 7.8 ANALYSIS AND DISCUSSION OF THE DENDROGRAMS

The dendrograms obtained from the gene distances provide a summary visualization of the distance matrices, but in no case can these dendrograms be compared with the phenograms obtained from Euclidean or Mahalanobis distances tabulated from phenetic characteristics. The dendrograms that represent genetic distances do not indicate the phyletic relationships between the found groups (BULLINI & SBORDONI 1980), which are manifested in phylogenetic trees and not in dendrograms.

Existen algunos ejemplos que confirman esta disyuntiva entre las características genéticas y fenotípicas. Así los dos nemátodos *Parascaris univalens* y *P. equorum* son dos especies casi indistinguibles morfológicamente, hasta el punto de que se consideraron una misma especie, sin embargo difieren electroforéticamente en casi todos los loci analizados (BIOCCA et Al. 1978).

There are some examples that confirm this disjunction between genetic and phenotypic characteristics. Thus the two nematodes *Parascaris univalens* and *Parascaris equorum* are two species that are almost indistinguishable morphologically, to the point that they were considered the same species, but they differ electrophoretically in almost all the loci analyzed (BIOCCA et al. 1978).<sup>(30)</sup>

En la figura 7-7 se muestra el dendrograma obtenido solo con las poblaciones que poseen 5 o más individuos analizados. En el puede observarse que la población de Punta de Trucadors (3) es la que se separa más del resto de poblaciones. Sin embargo esta población no habita una isla sino una prolongación de la isla de Formentera que en algunas épocas puede quedar aislada debido a los temporales o bien unida por la sedimentación litoral. En los periodos de unión es evidente que puede hibridarse con la población de Formentera (Véase el capítulo 3 en el cual se describe una clina de caracteres morfológicos entre ambas poblaciones).

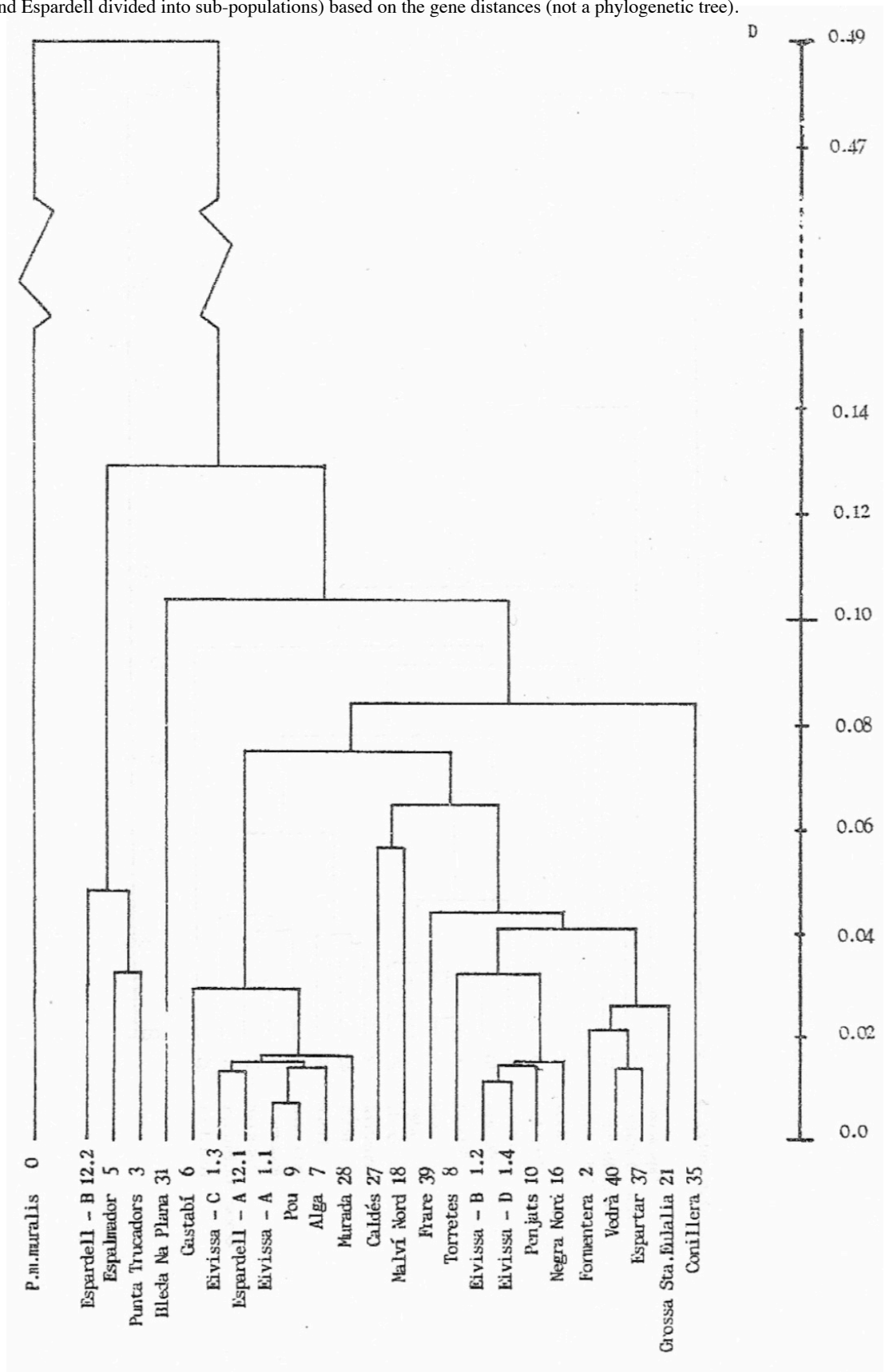
Figure 7-7 shows the dendrogram obtained only with the populations that have 5 or more specimens analyzed. In it can be seen that the population of Punta de Trucadors (3) is the one that separates more from the rest of the populations. However, this population does not inhabit an island but rather an extension of the island of Formentera, which at some times can be isolated due to storms or joined by coastal sedimentation. In the periods of union it is evident that it can hybridize with the population of Formentera (see chapter 3 in which a cline of morphological characters between both populations is described).

(30) Which is nowadays doubted (NIELSEN et al. 2014).

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 287)

Figura 7-5.

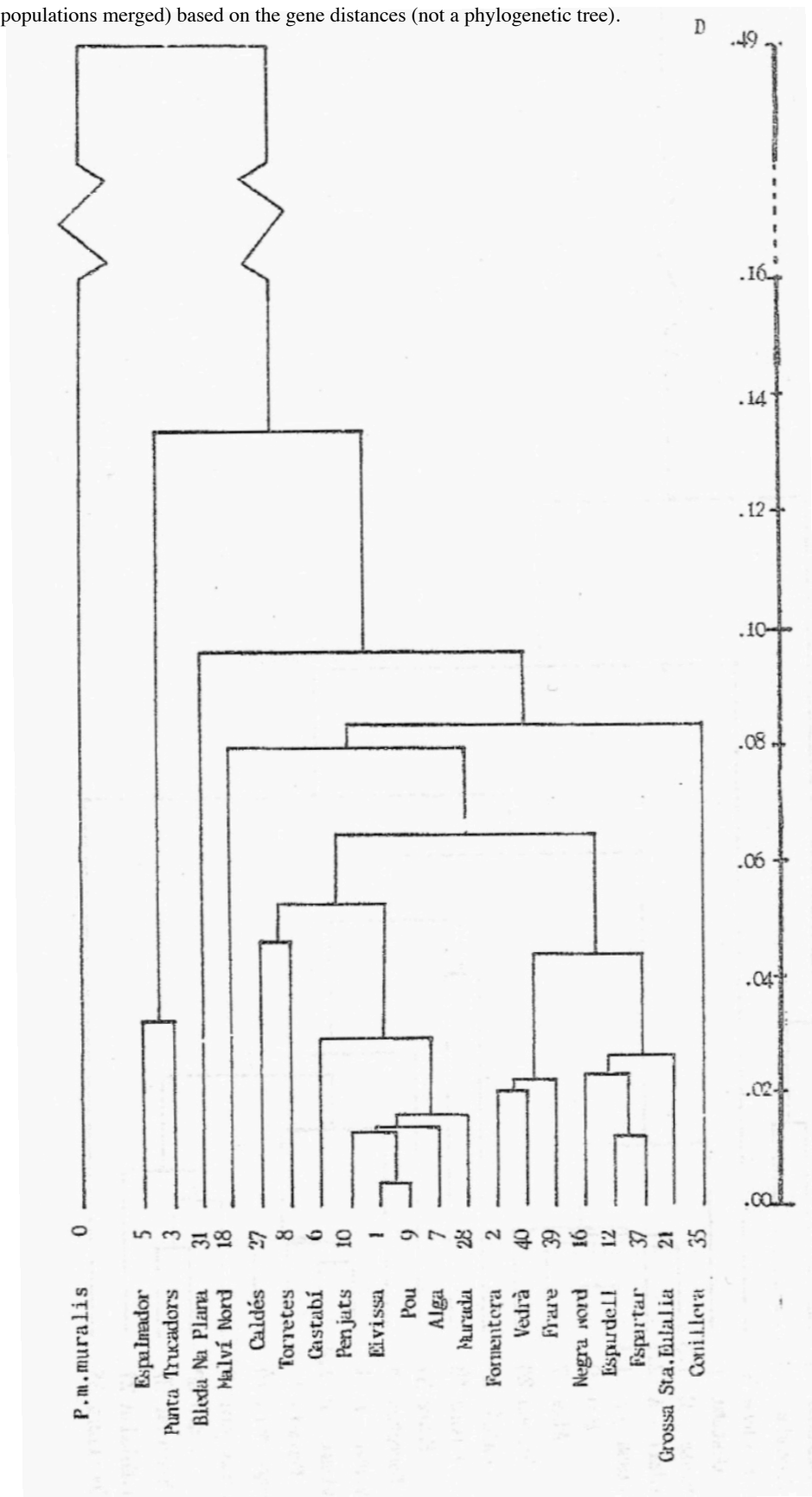
**Figure 7-5.** Dendrogram (Ibiza and Espardell divided into sub-populations) based on the gene distances (not a phylogenetic tree).



Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 288)

Figura 7-6.

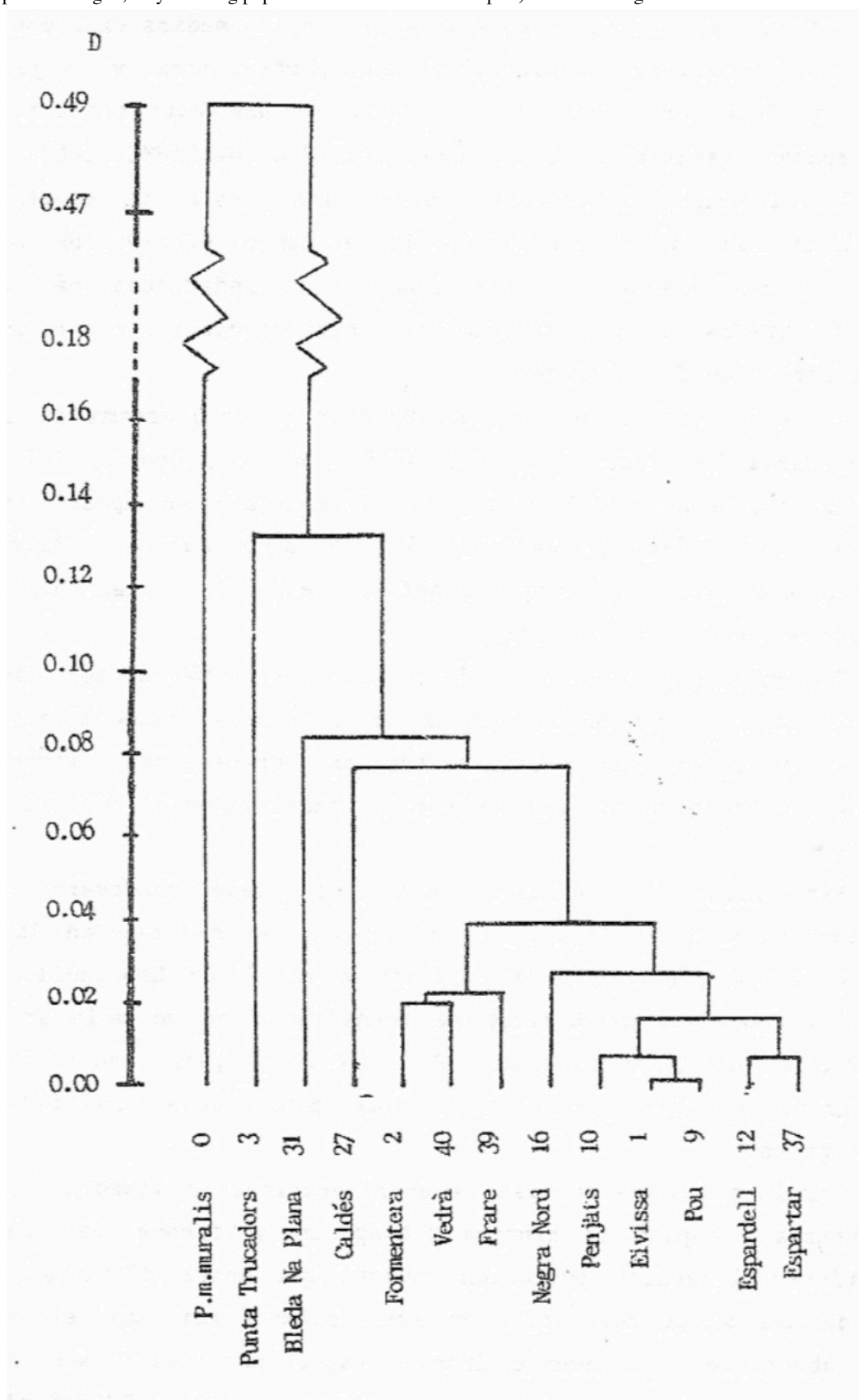
Figure 7-6. Dendrogram (Ibiza and Espardell sub-populations merged) based on the gene distances (not a phylogenetic tree).



## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 289)

Figura 7-7.

**Figure 7-7.** Dendrogram (Ibiza and Espardell merged, only showing populations with at least 5 samples) based on the gene distances.  
(not a phylogenetic tree).



## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 286-290)

La distancia génica entre Formentera y Punta de Trucadors es  $D = 0.111$  que es la mayor de todas las distancias entre Formentera y cualquier otra población. Si bien su muestra se recolectó en Cap de Berberia que es el extremo opuesto a Punta de Trucadors (Figura 7-1), no existe ninguna barrera geográfica que impida el flujo genético entre ambas poblaciones.

Pero los hábitats de estas dos zonas pueden considerarse como dos extremos opuestos (pedregoso Cap de Berberia y dunas de arena en Punta de Trucadors), con lo que las características que poseen los inmigrantes, en ambas zonas probablemente se eliminan por selección natural, ya que no están adaptados a estos medios extremos.

Las condiciones ambientales tan particulares y rigurosas de Punta de Trucadors deben ser la causa de que esta población sea la más separada genéticamente del resto (CIRER & GUILLAUME, 1985).

La diferencia morfológica ya ha sido puesta de manifiesto por RODRIGUEZ-RUIZ (1975), pero ante la evidente hibridación que puede sufrir apuntó que debían seleccionarse los individuos más adaptados al medio arenoso en cada generación, constituyendo por tanto un ecotipo de la población de Formentera.

La segunda población que se separa en el dendrograma de la figura 7-7 es Bleda Na Plana (31), que habita en el grupo de islas que al parecer se separaron del resto del archipiélago en época más antigua (COLON, 1978; véase el capítulo 5). De modo que es lógico hallar también una mayor separación genética respecto a las demás islas, exceptuando Punta de Trucadors.

Sin embargo para el resto de poblaciones no parece ser que mediante esta técnica se puedan obtener conclusiones taxonómicas, ya que algunas de ellas poseen características morfológicas diferenciadas, que sin embargo no se han detectado paralelamente con la electroforesis.

Esta falta de precisión taxonómica puede observarse mejor en el dendrograma de la figura 7-5, en el cual se representan las distancias de las 4 poblaciones de Eivissa y las 2 de Espardell. Para que las 4 poblaciones de Eivissa se reunifican en un solo grupo, debe tomarse el nivel de distancia  $D = 0.080$ ; y para reunificar las 2 de Espardell deben tomarse todas las poblaciones analizadas en un único grupo.

The gene distance between Formentera and Punta de Trucadors is  $D = 0.111$ , which is the highest of all the distances between Formentera and any other population. Although their sample was collected in Cap de Berberia, which is the opposite end to Punta de Trucadors (Figure 7-1), there is no geographical barrier that prevents the genetic flow between both populations.

But the habitats of these two zones can be considered as two opposite ends (stony Cap de Berberia and sand dunes in Punta de Trucadors), so that the characteristics that the immigrants possess, in both areas are probably eliminated by natural selection, since they are not adapted to these extreme environments.

The specific and rigorous environmental conditions of Punta de Trucadors must be the cause of this population being the most genetically separated from the rest (CIRER & GUILLAUME 1985).

The morphological difference has already been made clear by RODRIGUEZ RUIZ (1975), but before the evident hybridization that can suffer he pointed out that the specimens most adapted to the sandy environment in each generation should be selected, constituting therefore an ecotype of the population of Formentera.

The second population that separates in the dendrogram of figure 7-7 is the population of Bleda Na Plana (31), which inhabits the group of islands that apparently separated from the rest of the archipelago in earlier times (COLON 1978) (see chapter 5). So it is logical to find also a greater genetic separation with respect to the other islands, except Punta de Trucadors.

However, for the rest of the populations, it does not appear that this technique allows taxonomic conclusions to be obtained, since some of them have differentiable morphological characteristics, which, however, have not been detected in parallel with electrophoresis.

This lack of taxonomic precision can be better observed in the dendrogram of figure 7-5, in which the distances of the 4 populations of Ibiza and 2 of Espardell are represented. For the 4 populations of Ibiza to be reunited in a single group, the distance level  $D = 0.080$  should be taken; and to reunify the 2 of Espardell all the analyzed populations should be taken in a single group.

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 290-291)

Por lo tanto los análisis electrofóreticos utilizados no detectan diferencias propias en ninguna subespecie y parece más conveniente considerar el término población, puesto que entre distintas poblaciones de una misma subespecie existen diferencias mayores que entre las subespecies propiamente dichas. Estos resultados son semejantes a los que se han obtenido con la especie cercana *P.lilfordi* (RAMÓN et Al. 1985).

## 7.9 CONCLUSIONES

No se han detectado alelos fijados en ninguna población que permitan identificarla electroforéticamente. Sino que los alelos son compartidos por varias poblaciones simultaneamente, aunque con frecuencias distintas, a excepción del alelo lento (L) del locus LDH-A y el 115 de GOT-2 que solo se presentan en Formentera, si bien en proporción que no es suficientemente significativa.

Las frecuencias génicas se presentan bastante similares entre la mayoría de poblaciones, poniendo de manifiesto el origen común de todas ellas y el escaso tiempo transcurrido desde su separación reproductora.

La heterozigosis se mantiene muy elevada en la mayoría de los casos, generalmente por encima de los valores hallados en reptiles (NEVO, 1978), aunque semejantes a los detectados en *P. lilfordi* (RAMÓN et Al, 1985). Esta alta tasa de heterozigosis parece ser una característica intrínseca de estas poblaciones de lacértidos que les permite mantener una alta plasticidad evolutiva, ya que no parece estar relacionada con el tamaño de la isla, ni con su aislamiento frente a los inmigrantes.

El tiempo de separación de todas las poblaciones es muy corto (menos de 18.000 años) y tal vez aún no se han definido las tendencias evolutivas manifestadas con cambios genéticos que afecten a los loci analizados. Una población que coloniza una isla y se ve sometida a cambios ecológicos más o menos bruscos respecto a sus condiciones originales, primero sufre cambios fenotípicos proporcionalmente a su plasticidad génica, para pasar posteriormente a cambios genéticos más o menos acusados (MCARTHUR & NELSON, 1967).

Las poblaciones de *P. pityusensis* parece ser que solo han acentuado su plasticidad fenotípica pero aún no han variado genéticamente, según se desprende de la tabla de frecuencias génicas y debido a ello aún mantienen una elevada tasa de heterozigosis.

Therefore the electrophoretic analysis used do not detect differences of their own in any subspecies and it seems more convenient to consider the term population, since among different populations of the same subspecies there are greater differences than between the proper subspecies. These results are similar to those obtained with the sister species *Podarcis lilfordi* (RAMÓN et al.1985).

## 7.9 CONCLUSIONS

No alleles fixed in any population have been detected that allow it to be identified electrophoretically. But the alleles are shared by several populations simultaneously, although with different frequencies, except for the slow allele (L) of the locus LDH-A and 115 of GOT-2 that only occur in Formentera, although in a proportion that is not sufficiently significant.

The gene frequencies are quite similar among most populations, revealing the common origin of all of them and the short time elapsed since their reproductive separation.

Heterozygosity remains very high in most cases, generally above the values found in reptiles (NEVO 1978), although similar to those detected in *Podarcis lilfordi* (RAMÓN et al. 1985). This high rate of heterozygosity seems to be an intrinsic characteristic of these lacertid populations that allows them to maintain a high evolutionary plasticity, since it does not seem to be related to the size of the island, nor to its isolation from immigrants.

The time of separation of all the populations is very short (less than 18,000 years) and perhaps the evolutionary tendencies manifested with genetic changes that affect the analyzed loci have not yet been defined. A population that colonizes an island and is subjected to ecological changes more or less abrupt with respect to its original conditions, first undergoes phenotypic changes proportionally to its genetic plasticity, which later pass to more or less marked genetic changes (MCARTHUR & NELSON 1967).

Populations of *Podarcis pityusensis* appear to have only accentuated their phenotypic plasticity but have not yet changed genetically, as shown by the table of gene frequencies and because of this they still maintain a high rate of heterozygosity.

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 292-293)

Las distancias génicas obtenidas no parecen revelar grandes diferencias entre las distintas poblaciones. Todas ellas se mantienen entre valores excesivamente bajos. Estos datos no deben sorprender ya que son parecidos a los hallados en *P. lilfordi* (RAMÓN et Al. 1985), *P. sicula* y *P. melisellensis* (GORMAN et Al. 1975). En esta última especie las poblaciones de las islas Bisevo y Jabuka se diferencian biométricamente (CLOVER, 1975), mientras que mediante electroforesis se obtiene un 100 % de identidad génica (GORMAN et Al. 1975).

Solo la distancia obtenida entre Gastabí y Conillera es significativa pero solo se han analizado 2 y 4 individuos respectivamente y no puede considerarse ya que es muy arriesgado proponer conclusiones con una muestra tan insuficiente.

Analizando las subpoblaciones de Eivissa y Espardell se pone de manifiesto que en cada zona ecológicamente diferente se halla una dotación génica distinta en las poblaciones de lagartijas, lo cual sugiere la necesidad de adaptación a pequeñas diferencias ambientales. Si apareciese alguna barrera geográfica que separase estas poblaciones locales, aportarían a las nuevas poblaciones una muestra génica diferente de las frecuencias génicas de la población general, por lo que la deriva genética y el efecto del fundador deben haber tenido una importancia relevante en la formación de las actuales poblaciones de *P. pityusensis*.

Los dendrogramas obtenidos nos muestran que no se separa ninguna subespecie mediante este método de análisis ya que en la figura 7-5 las dos poblaciones de Espardell (pertenecientes a una misma subespecie) se reúnen en el nivel máximo de separación entre las distintas poblaciones de *Podarcis pityusensis*.

Por lo tanto la taxonomía a nivel de subespecie no queda clara en este caso con los métodos electroforéticos, al igual que acontece con otras especies como *Podarcis lilfordi* (RAMÓN et Al, 1985), *P. melisellensis* y *P. sicula* (GORMAN et Al. 1985); debido a que aún mantienen una elevada plasticidad génica en todas las poblaciones.

Si bien parece perfilarse una tendencia evolutiva distinta en la población de Punta de Trucadors, debido a la presión adaptativa que sufre al habitar en un ambiente tan riguroso, lo cual provoca que se separe del resto de poblaciones en el dendrograma de la figura 7-7, aunque el flujo genético que llega a esta población procedente de Formentera hace pensar que se trata de un ecotipo

The obtained genetic distances do not seem to reveal large differences between the different populations. All of them remain between excessively low values. These data should not be surprising since they are similar to those found in *Podarcis lilfordi* (RAMÓN et al. 1985), *Podarcis siculus* and *Podarcis melisellensis* (GORMAN et al. 1975). In the latter species the populations of the Bisevo and Jabuka islands differ biometrically (CLOVER 1975), while by electrophoresis 100% genetic identity is obtained (GORMAN et al. 1975).

Only the distance obtained between Gastabí and Conillera is significant but only 2 and 4 specimens have been analyzed respectively and can not be considered since it is very risky to propose conclusions with such an insufficient sample.

Analyzing the subpopulations of Ibiza and Espardell it is clear that in each ecologically different zone there is a distinct genetic endowment in the populations of lizards, which suggests the need to adapt to small environmental differences. If a geographic barrier appeared that separated these local populations, they would provide new populations with a gene sample different from the gene frequencies of the general population, so the genetic drift and the founder effect must have had a relevant importance in the formation of the current populations of *Podarcis pityusensis*.

The obtained dendrograms show that no subspecies is separated by this method of analysis since in figure 7-5 the two populations of Espardell (belonging to the same subspecies) meet at the maximum level of separation between the different *Podarcis pityusensis* populations.

Therefore taxonomy at the subspecies level is not clear in this case with electrophoretic methods, as it happens with other species such as *Podarcis lilfordi* (RAMÓN et al. 1985), *Podarcis melisellensis* and *Podarcis siculus* (GORMAN et al. 1985); because they still maintain a high gene plasticity in all populations.

Although it seems to profile a different evolutionary trend in the population of Punta de Trucadors, due to the adaptive pressure it suffers when living in such a rigorous environment, which causes it to be separated from the rest of the populations in the dendrogram of figure 7-7, although the genetic flow that reaches this population from Formentera suggests that it is a highly

## Chapter 7. Electrophoretic analysis (page 293)

altamente diferenciado y que como va apuntara RODRIGUEZ RUIZ (1975), en cada generación desaparecen los individuos no adaptados; bien por que se produce una depredación selectiva, bien porque su metabolismo no esta regulado por los enzimas más idóneos para este medio, o por ambas causas a la vez; seleccionandose así los individuos con coloración críptica y con los alelos que determinan las holoproteínas que posee esta población.

A su vez Bleda Na Plana parece ser se halla en un estadio inicial de diferenciación genética al ser la población que hace más tiempo que está separada reproductivamente, lo cual provoca que posea una frecuencias génicas ligeramente distintas, manifestadas en su separación en los tres dendrogramas obtenidos.

differentiated ecotype and as RODRIGUEZ RUIZ (1975) points out, in each generation the unadapted specimens disappear; either because selective predation occurs, or because their metabolism is not regulated by the most suitable enzymes for this environment, or both at the same time; thus selecting the specimens with cryptic coloration and with the alleles that determine the holoproteins<sup>(31)</sup> that this population possesses.

At the same time Bleda Na Plana appears to be in an initial stage of genetic differentiation, since the population that has been separated reproductively for a longer time, which causes it to possess slightly different gene frequencies, manifested in its separation in the three dendrograms obtained.

(31) Why holoproteins are now being mentioned remains unclear, all the more not all enzymes used in this study belong to this group of proteins.

## 8. ANALISIS COLORIMETRICO

### 8.1 INTRODUCCIÓN

Los lacértidos son seres con coloraciones corporales frecuentemente complejas, con una gran diversidad de tonos y luminosidades, así como diversas maneras de distribuirse las manchas de color sobre el individuo. En algunas especies la coloración puede ser un criterio de diagnóstico específico rápido, al poseer un diseño distintivo, pero en las especies del género *Podarcis* distintos investigadores han llegado a la imposibilidad de diagnóstico específico entre especies próximas mediante este criterio (ARNOLD-BURTON; 1978; CLOVER, 1975; VIVES BALMAÑA, 1982a, 1982b, 1984).

En el caso de la descripción subespecífica este problema se acentúa, ya que frecuentemente existe una variabilidad intrapoblacional elevada, que impide fijar los márgenes propios de cada población de forma disjunta respecto a las demás 'subespecies de un mismo grupo. Esta dificultad es muy manifiesta en *Podarcis pityusensis*, cuyas poblaciones se parecen infinitamente entre sí en algunos casos, mientras que en otros la coloración es marcadamente distinta de cualquier otra subespecie. En estas últimas el color es una característica taxonómica de elevada importancia.

Aparte del interés científico de las relaciones taxonómicas, la coloración corporal influye en diversos aspectos de la biología de un lacértido, cuyas relaciones se abordarán a lo largo de este capítulo.

En todas las descripciones de subespecies y estudios taxonómicos posteriores a su descripción de *Podarcis pityusensis*, el análisis del color ha representado un papel primordial. Pero el color no es un atributo fijo, como puede ser la folidosis, tal y como se verá en el apartado siguiente y ello ocasiona serios problemas a la hora de consultar los trabajos de otros investigadores. Por lo tanto se ha intentado abordar el análisis mediante un método lo más objetivo posible, e intentando eliminar las consideraciones subjetivas del observador.

#### 8.1.1 EL COLOR SEGÚN DISTINTOS OBSERVADORES

La energía radiante que recibe el ojo humano es interpretada como un color físico concreto, pero la integración que realiza el cerebro de estos estímulos

## 8. COLORIMETRIC ANALYSIS

### 8.1 INTRODUCTION

Lacertidae are lizards with frequently complex body colorations, with a great diversity of tones and luminosities, as well as different ways of distributing the colored spots on the specimen. In some species, coloration can be a quick specific diagnostic criterion, since it has a distinctive design, but in the species of the genus *Podarcis* different researchers have reached the impossibility of specific diagnosis among nearby species by this criterion (ARNOLD & BURTON 1978 ; CLOVER 1975, VIVES BALMAÑA 1982a ; VIVES BALMAÑA 1982b ; VIVES BALMAÑA 1984).

In the case of the subspecific description, this problem is accentuated, since there is often a high intra-population variability, which prevents setting the margins of each population disjointly with respect to the other subspecies of the same group. This difficulty is very evident in *Podarcis pityusensis*, whose populations resemble each other infinitely in some cases, while in others the coloration is remarkably different from any other subspecies. In the latter, color is a taxonomic feature of high importance.

Apart from the scientific interest of taxonomic relationships, body coloration influences various aspects of the biology of a lizard, whose relationships will be addressed throughout this chapter.

In all descriptions of subspecies and taxonomic studies subsequent to their description of *Podarcis pityusensis*, color analysis has played a key role. But color is not a fixed attribute, such as pholidosis, as will be seen in the next section and this causes serious problems when consulting the works of other researchers. Therefore, an attempt has been made to approach the analysis by means of a method as objective as possible, and by attempting to eliminate the subjective considerations of the observer.

#### 8.1.1 THE COLOR ACCORDING TO DIFFERENT OBSERVERS

The radiant energy received by the human eye is interpreted as a concrete physical color, but the brain's integration of these stimuli depends on many

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 295-296)

dependen de muchos factores psicofísicos: tamaño, forma, textura, fuente de luz, estímulos coloreados circundantes, etc.; además del buen estado del sistema visual del observador, estado anímico y de su experiencia en observaciones semejantes (PLAZA, 1984).

Un mismo estímulo es generalmente interpretado por dos observadores como dos colores físicos distintos. Y un mismo individuo puede variar la apreciación de un mismo estímulo observado en dos situaciones psíquicas distintas, ya que un mismo ser humano se convierte en un observador distinto para cada conjunto de condiciones de observación (PLAZA, 1983).

Otro observador importante del color de una lagartija es su depredador; no conocemos cual es el estímulo concreto que detecta un ave para depredar sobre una lagartija; recuérdese que detectan muy bien los tonos, pero parece ser que no aprecian claramente el relieve (YOUNG, 1977; GRASSE, 1930). Tal vez la forma del objeto, los colores brillantes del dorso, el contraste de textura entre la lagartija y su soporte o el contraste de tonos entre ambos, etc. Aunque parece evidente que las aves observan el color medio que ofrece el animal.

De igual modo la coloración de una lagartija es observada por sus congéneres e interpretada de forma totalmente distinta a como lo realiza un ser humano o una ave. Tampoco se conoce con total seguridad el papel que juega esta interpretación en la comunicación intra-específica (sexual, jerárquica, territorial, etc.), aunque se conocen algunos aspectos generales. Esta observación puede realizarse a muy corta distancia, en contraposición a como lo realiza un ave, y por tanto más que el color medio pueden apreciarse mejor las pequeñas manchas de distintos colores que exhibe el individuo en todo su cuerpo.

Además de las distintas condiciones de observación con que actúan estos observadores, todos ellos se hallan sometidos a interpretaciones subjetivas del color, que hacen que éste no sea un atributo fijo, como puede ser el peso o la talla, sino cambiante ya que cambia constantemente el entorno físico de la observación y la psique del observador.

Sin embargo puede utilizarse un observador físico, sin psique, que cuantifique un color determinado: el colorímetro. Para que sus observaciones sean correctas deben realizarse todas en igualdad de condiciones entorno de la observación, iluminación, distancia, ángulo

psychophysical factors: size, shape, texture, light source, surrounding colored stimuli, etc. ; in addition are the good state of the observer's visual system, mood and his experience in similar observations (PLAZA 1984).

The same stimulus is usually interpreted by two observers as two different physical colors. And the same individual can vary the appreciation of the same stimulus observed in two different psychic situations, since the same human being becomes a different observer for each set of observation conditions (PLAZA 1983).

Another important observer of the color of a lizard is its predator; we do not know what is the specific stimulus that a bird detects to prey on a lizard; Recall that they detect the tones very well, but it seems that they do not clearly appreciate the relief (YOUNG 1977 ; GRASSE 1930). Perhaps the shape of the object, the bright colors of the back, the texture contrast between the lizard and its substrate or the contrast of tones between the two, etc. Although it seems evident that birds observe the average color offered by the animal.

In the same way, the coloration of a lizard is observed by its congeners and interpreted in a totally different way to how a human being or bird performs it. The role of this interpretation in intra-specific communication (sexual, hierarchical, territorial, etc.) is also not known with complete certainty, although some general aspects are known. This observation can be made at a very short distance, in contrast to what a bird does, and therefore more than the average color, the small spots of different colors that the specimen exhibits throughout his or her body can be better appreciated.

In addition to the different observation conditions with which these observers act, all of them are subjected to subjective interpretations of color, which make this not a fixed attribute, such as weight or size, but changing as it constantly changes the physical environment of observation and the psyche of the observer.

However, a physical observer, without a psyche, can be used to quantify a specific color: the colorimeter. In order for their observations to be correct, they must all be made under the same conditions: observation, lighting, distance, angle of observation, etc. And so the different

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 296-297)

de observación etc. Y así se pueden comparar posteriormente las distintas observaciones realizadas.

## 8.2 MÉTODO DESARROLLADO

Las mediciones se realizaron en el Instituto Optico "Daza de Valdés" del C.S.I.C. en Madrid, bajo la dirección del director del departamento de Colorimetría Dr. LORENZO PLAZA.

Se utilizó el espectrofotómetro de reflexión Spectra-Prichard modelo 1980, que observa un área del objeto, del tamaño que elige el investigador, e integra todos los estímulos de color presentes en dicha área para proporcionar el color medio observado, de forma semejante a como lo haría el ojo humano, mediante tres coordenadas X, Y, Z, dependientes de los valores obtenidos previamente mediante la observación de un "blanco".

Todas las observaciones se realizaron en un mismo lugar, a igual distancia y ángulo del aparato y con iluminación natural diurna de cielo norte (durante el mes de julio) ya que es el sistema de iluminación natural más estable. Cada media hora se calibraba el espectrofotómetro midiendo los valores X, Y, Z del "blanco".

También se realizaron observaciones a plena luz del sol y mediante focos que simulan distintos tipos de iluminación natural, cuyos resultados sirvieron para corroborar los obtenidos con luz de cielo norte, pero que no se han incluido en los análisis posteriores.

Las coordenadas X, Y, Z obtenidas sufrieron un procesamiento matemático para obtener las coordenadas colorimétricas Claridad L, Cromo C y Tono H, recomendadas por la I.C.I. (International Commission of Illumination, 1978), (PLAZA, 1983, 1984).

## 8.2.1 CLARIDAD L

Luz que parece emitir una sensación visual en proporción a la que parece emitir el "blanco". Escala de 0 (negro) a 100 (blanco). Es una característica dependiente del atributo luminosidad y pueden considerarse cualquiera de los dos atributos, pero no los dos a la vez. Los valores de la escala de claridad aparecen en la tabla 8-I.

observations made can be compared later.

## 8.2 DEVELOPED METHOD

The measurements were taken at the "Daza de Valdés" Optical Institute of the C.S.I.C. in Madrid, under the direction of the director of the Department of Colorimetry Dr. LORENZO PLAZA.

The Spectra-Prichard spectrophotometer model 1980 was used, which observes an area of the object, of the size chosen by the researcher, and integrates all the color stimuli present in this area to provide the observed average color, in a similar way as the human eye would make, through three coordinates X, Y, Z, dependent on the values previously obtained by observing a "white".

All the observations were made in the same place, at the same distance and angle of the apparatus and with natural day lighting of the northern sky (during the month of July) since this is the most stable natural lighting system. Every half hour the spectrophotometer was calibrated by measuring the X, Y, Z values of the "white".

Observations were also made in full sunlight and through foci that simulate different types of natural lighting, the results of which served to corroborate those obtained with northern sky light, but which have not been included in the subsequent analysis.

The X, Y, Z coordinates obtained underwent a mathematical processing to obtain the color coordinates Clarity L, Chroma C and Tone H, recommended by the I.C.I. (INTERNATIONAL COMMISSION OF ILLUMINATION 1978 ; PLAZA 1983 ; PLAZA 1984).

## 8.2.1 CLARITY L

Light that seems to emit a visual sensation in proportion to what seems to emit the "white". Scale from 0 (black) to 100 (white). It is a characteristic dependent on the luminosity attribute and can be considered either of the two attributes, but not both at the same time. The values of the clarity scale appear in table 8-I.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 298-299)

**Tabla 8-I.** Adjetivos de Claridad L, según PLAZA (1983,1984).**Table 8-I.** Adjectives of Clarity L, according to PLAZA (1983 ;1984).

Adjetivo de Claridad Adjective of Clarity	Símbolo Symbol	Límites L Limits L
negro black	n	0 - 14.3
muy oscuro very dark	mo	14.3 - 28.6
oscuro dark	o	28.6 - 42.9
medio medium	m	42.9 - 57.1
claro light	c	57.1 - 71.4
muy claro very light	mc	71.4 - 87.5
blanco white	b	87.5 - 100

**Tabla 8-II.** Adjetivos de Croma C, según PLAZA (1983,1984).**Table 8-II.** Adjectives of Chroma C, according to PLAZA (1983 ;1984).

Adjetivo de Croma Adjective of Chroma	Símbolo Symbol	Límites C Limits C
gris gray	g	0 - 7.1
grisáceo grayish	go	7.1 - 21.4
muy débil very weak	md	21.4 - 35.7
débil weak	d	35.7 - 50.0
moderado moderate	mo	50.0 - 64.3
fuerte strong	f	64.3 - 78.6
muy fuerte very strong	mf	78.6 - 92.9
vivo vivid	v	92.9 - 107.1
muy vivo very vivid	mv	107.1 - 121.4

## 8.2.2 CROMA C

Colorido del estímulo respecto del "blanco". Puede definirse como cantidad de color que posee un estímulo. Toma valores desde el 0 para blancos, grises y negros, hasta 150 para colores denominados muy vivos. Esta característica es dependiente de otro atributo denominado saturación (Tabla 8-II). Pueden considerarse uno de los dos atributo, según el estímulo sea dependiente o independiente, pero no los dos a la vez.

## 8.2.3 TONO H

Sensación visual de colores concretos: rojo, amarillo, verde y azul, o ciertas proporciones de dos de ellos. Es un atributo cerrado, circular y para su medición suele usarse una escala angular de 0° a 360° (Figura 8-1).

Con las tres coordenadas de Claridad, Croma y Tono se define un cilindro denominado de cromaticidad que es un cuerpo regular, en contra de otros sistemas adoptados anteriormente que ofrecían un "sólido de color" fuertemente irregular (I.C.I., 1924, 1931; JUDD, 1933, 1954).

## 8.2.2 CHROMA C

Coloring of the stimulus in respect to the "white". It can be defined as the amount of color that a stimulus has. Taking values from 0 for whites, grays and blacks, up to 150 for colors called very vivid. This characteristic is dependent on another attribute called saturation (Table 8-II). They can be considered one of the two attributes, depending on whether the stimulus is dependent or independent, but not both at the same time.

## 8.2.3 TONE H

Visual sensation of concrete colors: red, yellow, green and blue, or certain proportions of two of them. It is a closed, circular attribute and for its measurement an angular scale of 0° to 360° is usually used (figure 8-1).

With the three coordinates of Clarity, Chroma and Tone we define a cylinder called chromaticity that is a regular body, against other previously adopted systems that offered a strongly irregular "solid color" (I.C.I. 1924 ; I.C.I. 1931<sup>(32)</sup> ; JUDD 1933 ; JUDD 1954).

Chapter 8. Colorimetric analysis (page 300)

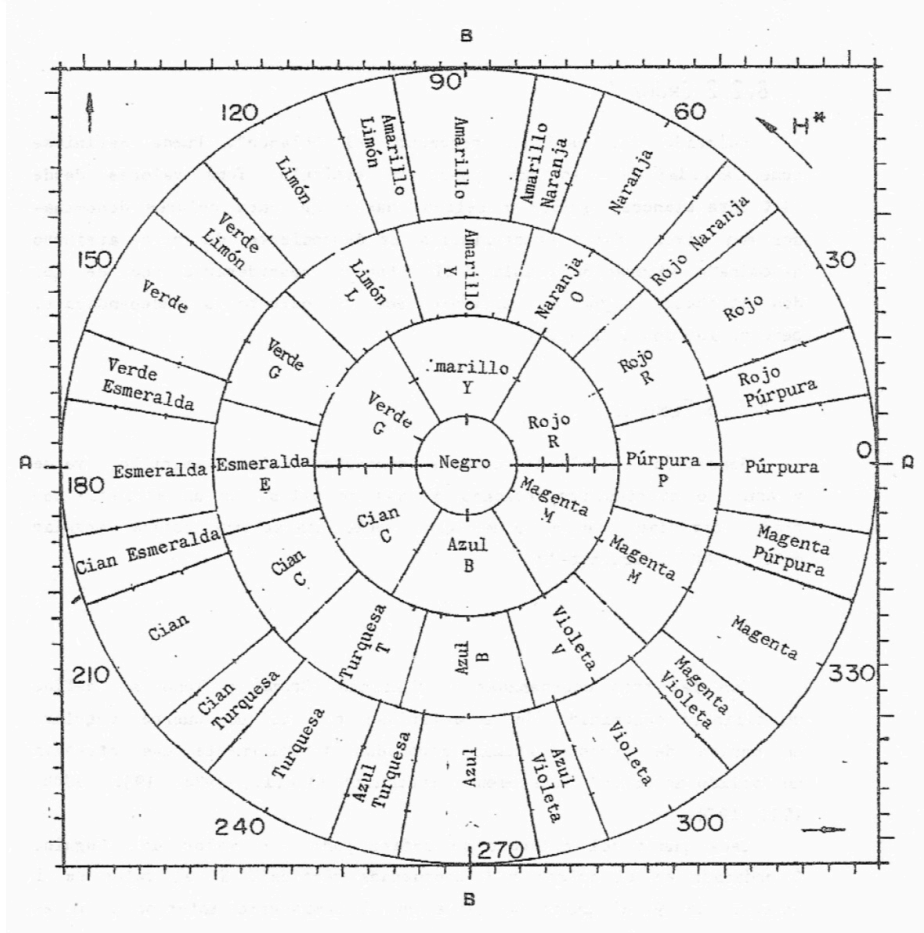
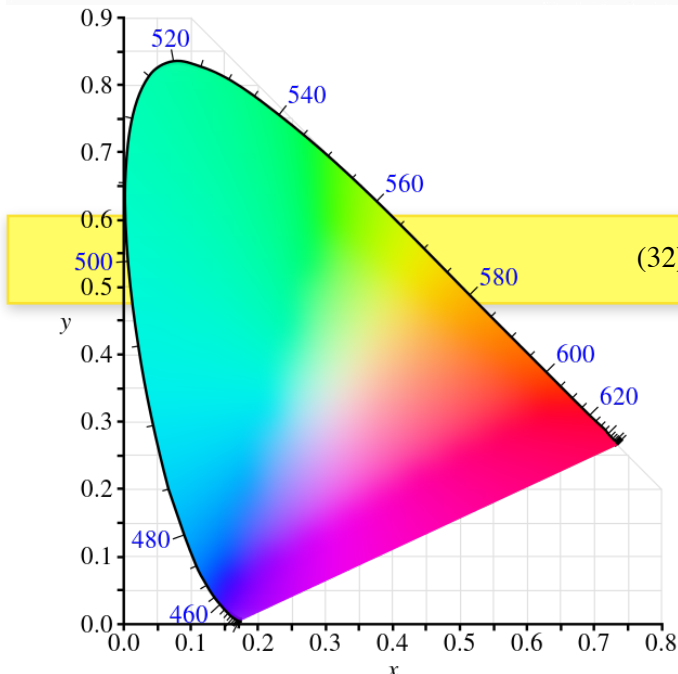


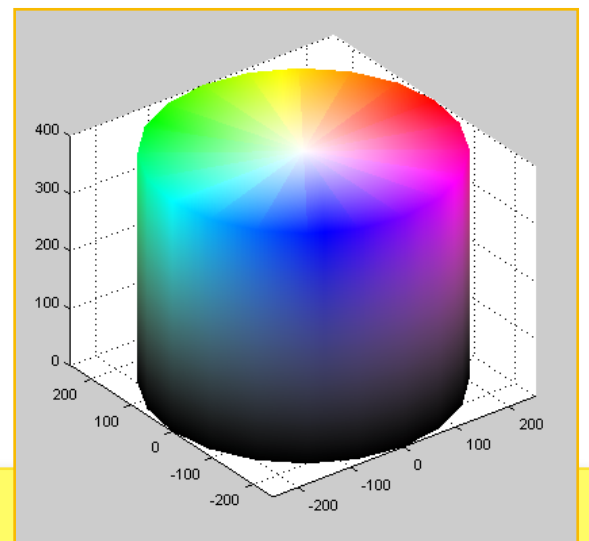
Figura 8-1. Zonas de Tono H en el cilindro de cromaticidad. Obsérvese que a mayor ordenada en el origen (mayor C) aumenta el número de tonos distinguibles por el ojo humano. Solo se han representado los tonos apreciables con cromas gris, grisáceo, muy débil y débil, que son los hallados en este análisis.

Figure 8-1. Zones of Tone H in the chromaticity cylinder.<sup>(33)</sup> Note that the higher orderly at the origin (higher C) increases the number of tones distinguishable by the human eye. Only the appreciable tones have been represented with gray, grayish, very weak and weak chroma, which are those found in this analysis.



(32) The CIE 1931 color space chromaticity diagram.

(33) A colorful example of a chromaticity cylinder.



## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 299-301)

Cada punto del cilindro se define por: H valor del ángulo, C ordenada en el origen y L coordenada vertical. Si el valor de L es menor de 50 el punto se situa en el hemisferio inferior y si es mayor de 50 en el superior.

Las variables de Cromo C y Tono H sitúan un punto en el plano ecuatorial del cilindro, este punto también puede definirse por las coordenadas de dos ejes cartesianos llamados A y B situados en el plano ecuatorial. Por lo tanto con una transformación matemática simple puede convertirse el Cromo y el Tono en valores de A y B, coordenadas más fáciles de usar en los análisis estadísticos multivariantes.

En la parte central del cilindro, con valores de Cromo inferiores a 7.1, el ojo humano no detecta ningún tono, solo el blanco, distintas intensidades de grises y el negro. Con valores comprendidos entre 7.1 y 21.4 se distinguen solo los colores puros si la luminosidad es elevada, en caso contrario los rojos y amarillos se observan como pardos.

Existen otros sistemas basados en la comparación de colecciones de colores, tales como el Sistema Munsell (1929, 1942), el Atlas de VILLALOBOS-DOMINGUEZ (1947) o el Diccionario de MAERZ-PAUL (1950), que no se han utilizado en este estudio, ya que la medición física mediante un colorímetro se ha considerado que es más objetiva.

#### 8.2.4 ANIMALES ANALIZADOS

Todas las observaciones se llevaron a cabo con animales vivos inmovilizados manualmente. En total se analizaron 129 individuos pertenecientes a 20 poblaciones (Tabla 8-III), midiendo en cada uno el dorso y el vientre, en la mayoría de ellos también se ha medido el lateral y si el tamaño del animal lo permitía, se han efectuado observaciones puntuales de manchas de color presentes en distintas partes del cuerpo. Algunos individuos con ligeras diferencias de coloración a lo largo del dorso o del vientre sufrían varias mediciones en estas partes de su cuerpo.

No se incluyen en el análisis todas las poblaciones de *Podarcis pityusensis*, sino que solo se ven representadas aquellas que poseen coloraciones más diferenciadas y un conjunto de poblaciones que la presentan prácticamente

Each point of the cylinder is defined by: H value of the angle, C ordered at the origin and L vertical coordinate. If the value of L is less than 50, the point is located in the lower hemisphere and if it is greater than 50 in the upper hemisphere.

The variables of Chroma C and Tone H place a point in the equatorial plane of the cylinder, this point can also be defined by the coordinates of two Cartesian axes called A and B located in the equatorial plane. Therefore, with a simple mathematical transformation, Chroma and Tone can be converted into values of A and B, which are easier to use in multivariate statistical analysis.

In the central part of the cylinder, with Chroma values lower than 7.1, the human eye does not detect any tone, only the white, different intensities of gray and black. With values between 7.1 and 21.4, only pure colors are distinguished if the luminosity is high, otherwise the reds and yellows are observed as brown.

There are other systems based on the comparison of color collections, such as the Munsell System (MUNSELL 1929 ; MUNSELL 1942), the Villalobos-Dominguez Atlas (VILLALOBOS-DOMINGUEZ 1947) or the Maerz and Paul Dictionary (MAERZ & PAUL 1950), which have not been used in this study, since physical measurement using a colorimeter has been considered to be more objective.

#### 8.2.4 ANALYZED SPECIMENS

All observations were carried out with live animals immobilized manually. A total of 129 specimens belonging to 20 populations were analyzed (table 8-III), measuring the back and the belly in each one, in most of them the lateral part was also measured and if the size of the lizard allowed it, punctual observations of color spots present in different parts of the body were carried out. Some specimens with slight differences in coloration along the back or belly experienced several measurements in these parts of their body.

Not all populations of *Podarcis pityusensis* are included in the analysis, but only those that have more differentiable colorations and a set of populations that are practically equal to each other are represented; its

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 301-303)

iguales entre sí; su distribución geográfica puede apreciarse en la figura 8-2. En algunos casos la muestra analizada es muy reducida, ya que la dificultad de mantener vivos a todos los ejemplares en el laboratorio colorimétrico durante largo tiempo, recomendaba reducir su número al máximo.

geographical distribution can be seen in figure 8-2. In some cases the sample analyzed is very small, since the difficulty of keeping all specimens in the colorimetric laboratory alive for a long time, recommended reducing their number to the maximum.

Figura 8-2. Situación geográfica de las poblaciones analizadas.

Figure 8-2. Geographical situation of the analyzed populations.

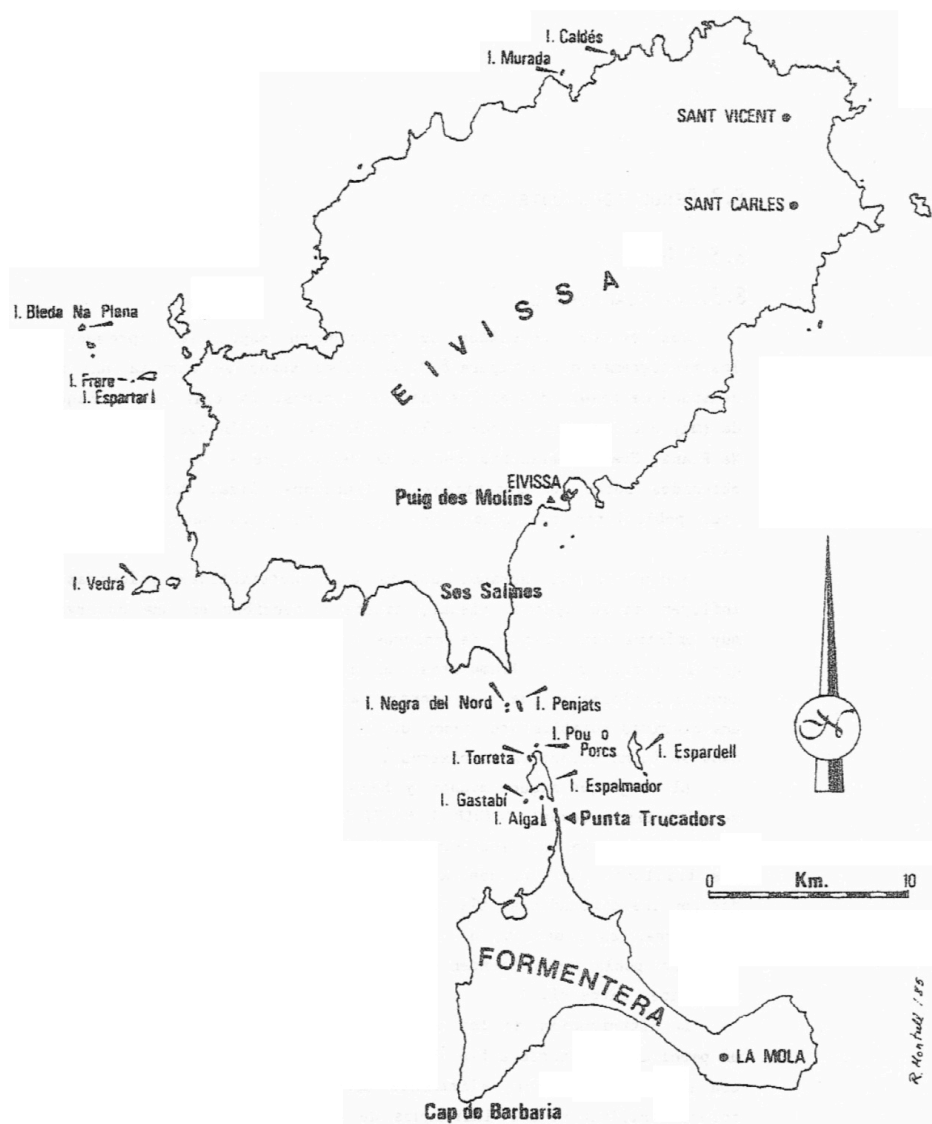


Tabla 8-III. Muestra analizada de cada una de las poblaciones.

Table 8-III. Samples analyzed from each of the populations.

POBLACION	♂	♀	Juv.	Total
Puig des Molins	4	7	2	13
Sant Carles	2	4		6
Sant Vicent	1	5	1	7
Formentera	2	5	2	9
Trucadors	2	4		6
Espalmador		2		2
Gastabí		2		2
Alga	3			3
Torretes	4	1		5
Pou	5	5		10
Penjats	4	4	2	10
Espardell P. Tramuntana	2	2	1	5
Espardell zona central	5	4		9
Negra Nord	4	4	1	9
Caldés	1	3		4
Murada		4		4
Bleda Na Plana	4	2		6
Espartar	4	3		7
Frare	3	3		6
Vedrà	4	2		6
<b>TOTALES</b>	<b>54</b>	<b>66</b>	<b>9</b>	<b>129</b>

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 304-306)

## 8.3 RESULTADOS OBTENIDOS

## 8.3.1 DORSOS

## 8.3.1.1 CLARIDAD L

Los valores obtenidos se distribuyen según se representa en los histogramas de la figura 8-3. En ambos sexos se aprecia una mayor densidad de resultados en los valores oscuros. La cola de la izquierda (muy oscuro) corresponde a los individuos melánicos (Murada, Bleda Na Plana, Frare); mientras que a la derecha se sitúan los resultados obtenidos sobre los individuos de Trucadors, Alga, Puig des Molins, etc. poblaciones con coloración dorsal más clara dentro de la especie.

Aunque el ojo humano, debido a características psíquicas que influyen en su aparato visual, tiende a percibir en una observación muy próxima las manchas de colores brillantes, despreciando aquellas que la rodean menos llamativas; el conjunto de todas las pequeñas manchas coloreadas de los dorsos al ser integradas, proporcionan una claridad notablemente menor de la que el ojo humano calificaría, dada su forma subjetiva de observar.

El rango que siguen machos y hembras es semejante, sin apreciarse dimorfismo sexual (CIRER & MARTINEZ-RICA, 1985). Aunque visualmente se aprecia que los machos pueden presentar manchas de color más brillante que las hembras, estas manchas quedarían neutralizadas por las circundantes más oscuras y el resultado total del conjunto de manchas es semejante no solo entre los dos sexos, sino que todas las poblaciones tienden a poseer claridades bajas, con valores semejantes entre sí.

La distribución de las manchas reticulares parece ser que juega un papel compensatorio a fin de que el dorso en su conjunto aparezca con una claridad baja, eliminando así la claridad que confieren los colores brillantes. Los individuos de Trucadors apenas poseen manchas reticulares, pero éstas son más abundantes en los individuos que poseen un color de fondo más claro, mientras que los individuos sin manchas reticulares presentan un color dorsal homogéneo, ligeramente más oscuro que el color de fondo de sus congéneres con retículo.

## 8.3.1.2 CROMA C

Los colores medios dorsales presentan un croma muy bajo (gris o grisáceo) (Figura 8-3). Estos valores

## 8.3 OBTAINED RESULTS

## 8.3.1 DORSAL

## 8.3.1.1 CLARITY L

The values obtained are distributed as shown in the histograms of figure 8-3. In both sexes, a higher density of results is observed in the dark values. The tail of the left (very dark) corresponds to the melanic specimens (Murada, Bleda Na Plana, Frare); while on the right are the results obtained on the specimens of Trucadors, Alga, Puig des Molins, etc. populations with lighter dorsal coloration within the species.

Although the human eye, due to psychic characteristics that influence its visual apparatus, tends to perceive in a very close observation the spots of bright colors, despising the less striking that surround it; the set of all the small colored spots of the backs to be integrated, provide a noticeably lower clarity than the human eye would qualify, given its subjective way of observing.

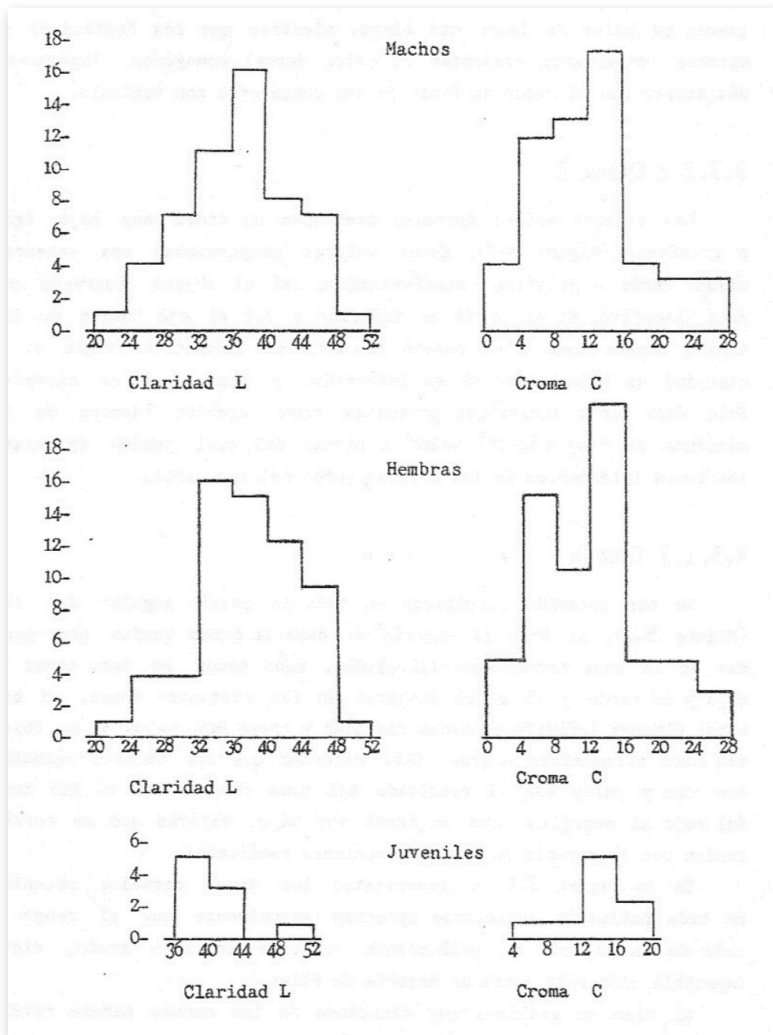
The range that males and females follow is similar, without appreciating sexual dimorphism (CIRER & MARTINEZ-RICA 1985). Although it can be seen that the males can present spots of a brighter color than the females, these spots would be neutralized by the darker surroundings and the total result of the set of spots is similar not only between the two sexes, but also all populations tend to have low clarities, with values similar to each other.

The distribution of the reticular spots seems to play a compensatory role so that the back as a whole appears with a low clarity, thus eliminating the clarity conferred by bright colors. The specimens of Trucadors scarcely have reticular spots, but these are more abundant in specimens that have a lighter background color, while specimens without reticular spots have a homogenous dorsal color, slightly darker than the background color of their congeners with reticle.

## 8.3.1.2 CHROMA C

Mid dorsal colors have a very low chroma (gray or grayish) (figure 8-3). These values provide a brown or

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 305-306)



**Figura 8-3.** Histogramas de los valores de Claridad y Croma obtenidos en los dorsos.

**Figure 8-3.** Histograms of the Clarity and Chroma values obtained in the backs.

Claridad L = Clarity L  
Croma C = Chroma C

Machos = Males  
Hembras = Females  
Juveniles = Juveniles

proporcionan una sensación visual parda o grisácea, manifestándose así el objeto observado como poco llamativo. Si el croma es inferior a 7.1 el ojo humano no distingue ningún tono y el objeto se denomina acromático (negro si la claridad es baja, gris si es intermedia y blanco si es elevada). Solo unos pocos individuos presentan croma elevado (dentro de los márgenes de "muy débil") valor a partir del cual pueden apreciarse los tonos intermedios de los colores puros del arco iris.

### 8.3.1.3 TONO H

Se han obtenido resultados en toda la escala angular del tono (Figura 8-4), si bien la mayoría de observaciones quedan comprendidas en la zona naranja-amarillo-limón, unos pocos en las zonas de rojo y de verde y el resto disperso en las restantes zonas, si bien estos últimos individuos poseen claridad y croma muy bajos y se

grayish visual sensation, thus manifesting the object observed as not very striking. If the chroma is lower than 7.1 the human eye does not distinguish any tone and the object is called achromatic (black if the clarity is low, gray if the clarity is intermediate and white if it is high). Only a few specimens present high chroma value (within the margins of "very weak") from which the intermediate tones of the pure colors of the rainbow can be appreciated.

### 8.3.1.3 TONE H

Results have been obtained in the whole angular scale of the tone (figure 8-4), although the majority of observations are included in the orange-yellow-lemon zone, a few in the red and green areas and the rest dispersed in the remaining zones, although these last specimens have very low clarity and chroma are

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 306-309)

observan como acromáticos negros. Cabe recordar que los colores denominados ocre y pardo son el resultado del tono comprendido en las zonas del rojo al amarillo, con un cromatismo muy bajo, valores que se corresponden con la mayoría de las observaciones realizadas.

En la figura 8-5 se representan los tonos dorsales obtenidos en cada población pudiéndose apreciar visualmente que el rango de tono de la mayoría de poblaciones coincide en alto grado, siendo imposible discernir entre la mayoría de ellas.

Si bien un análisis muy minucioso de los dorsos parece revelar que los machos poseen más puntos de color verde que las hembras, el tono medio de los dorsos no es significativamente diferente entre ambos sexos (CIRER & MARTINEZ-RICA, 1985); resultado que también puede apreciarse visualmente en la figura 8-5.

observed as black achromatics. It should be remembered that the colors called ocher and brown are the result of the tone comprised in the areas of red to yellow, with a very low chroma, values that correspond to most of the observations made.

Figure 8-5 shows the dorsal tones obtained in each population and it can be seen visually that the tone range of most populations coincides in a high degree, being impossible to discern between most of them.

Although a very thorough analysis of the backs seems to reveal that the males have more points of green color than the females, the average tone of the backs is not significantly different between both sexes (CIRER & MARTINEZ-RICA 1985); result that can also be seen visually in figure 8-5.

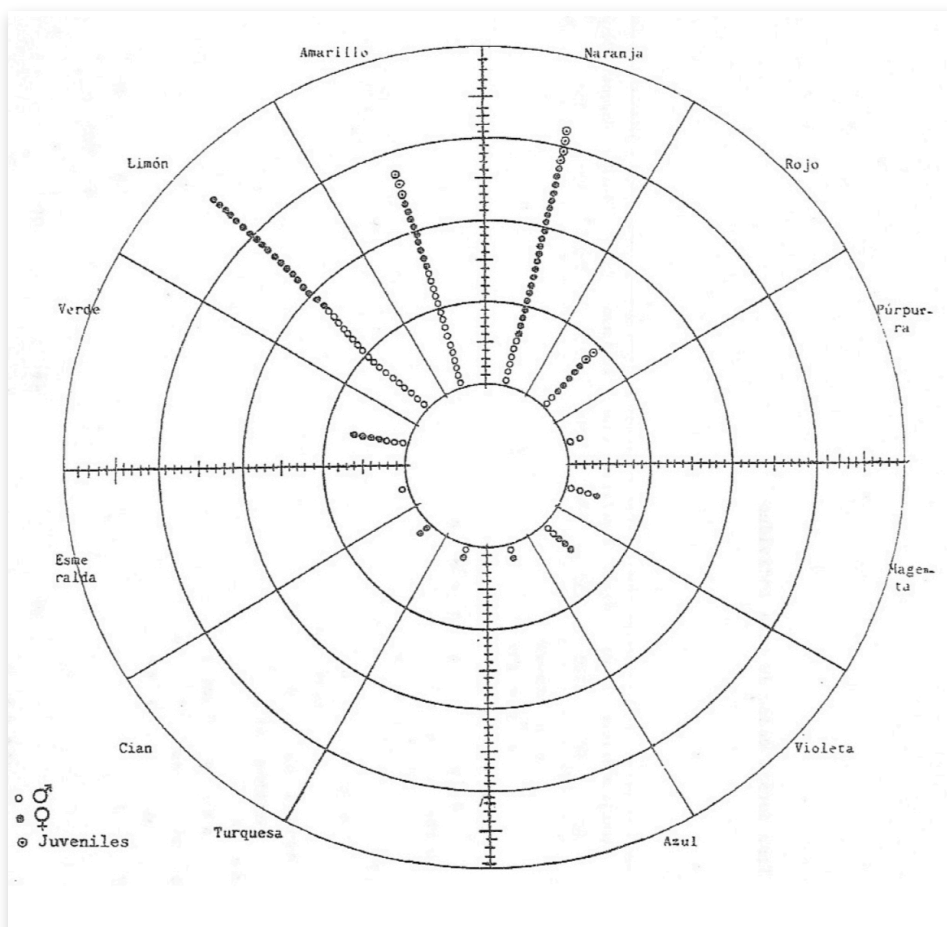


Figura 8-4. Histogramas circular de los valores de Tono dorsal.

Figure 8-4. Circular histograms of dorsal Tone values.

**Chapter 8. Colorimetric analysis (page 308-309)**

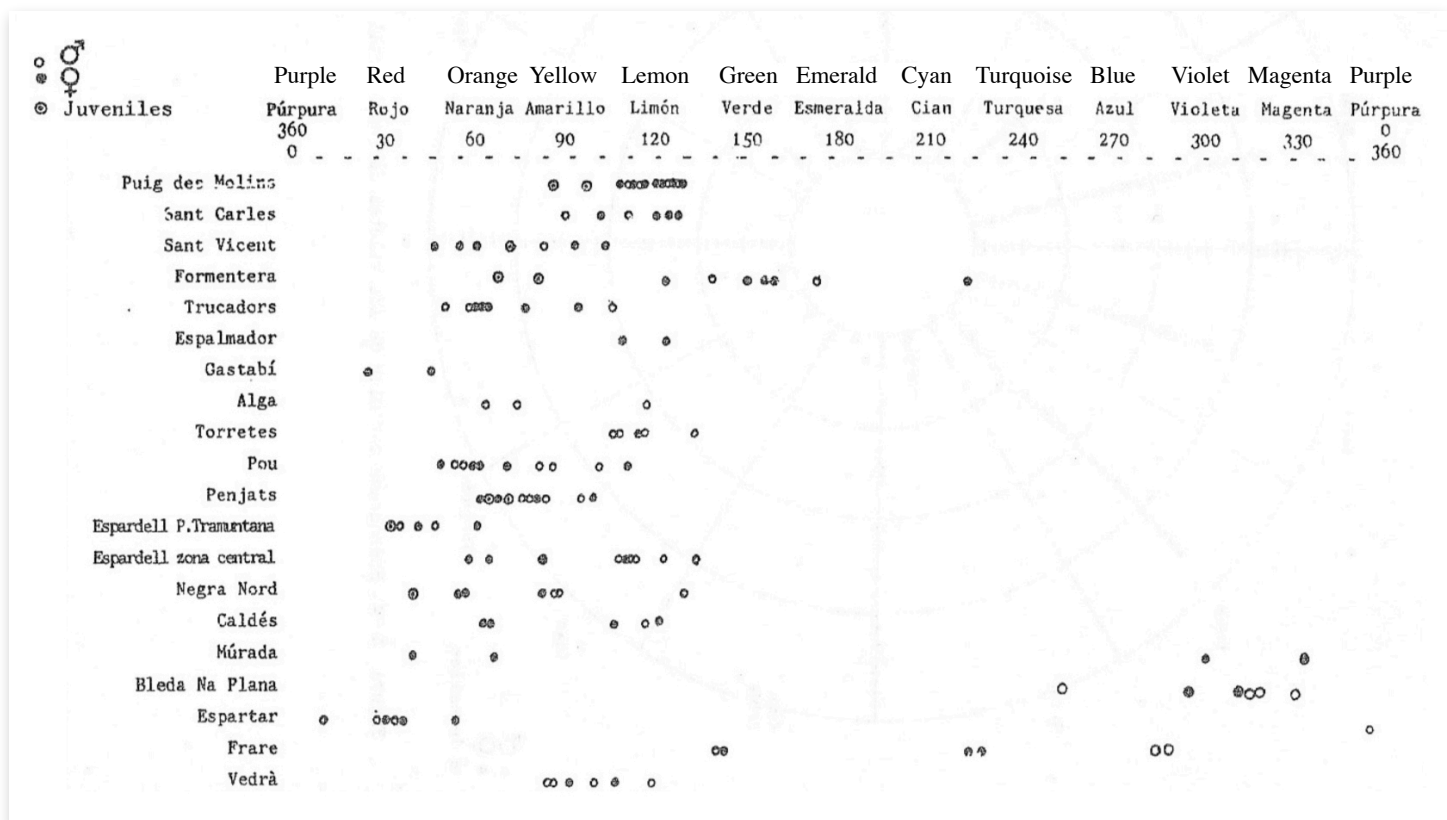


Figura 8-5. Valores de Tono dorsal medio de cada individuo.

Figure 8-5. Mean dorsal Tone values of each specimen.

8.3.2 VIENTRES

8.3.2 VENTRAL

8.3.2.1 CLARIDAD L

8.3.2.1 CLARITY L

La claridad ventral es muy variable ya que las poblaciones melánicas de Bleda Na Plana, Frare y algunos individuos de Vedrà presentan vientres oscuros; medios los de Murada y algunos individuos de Frare y Vedrà. Mientras que la mayoría de poblaciones se localizan en la zona de vientres claros y algunos individuos muy claros (Véase el histograma de la figura 8-6). No se han obtenido resultados en los dos extremos: negro y blanco puros.

The ventral clarity is very variable since the melanic populations of Bleda Na Plana, Frare and some specimens of Vedrà present dark bellies; intermediate those of Murada and some specimens of Frare and Vedrà. While the majority of populations are located in the zone of clear bellies and some very clear specimens (see the histogram of figure 8-6). No results have been obtained at both ends: pure black and white.

En un estudio preliminar (CIRER & MARTINEZ-RICA, 1985) se demostró que los vientres eran significativamente más claros y cromáticos que los dorsos y laterales, tanto en machos como en hembras y que no existía dimorfismo sexual para estas dos variables. Estos resultados también pueden comprobarse visualmente en las figuras de la 8-12 a la 8-37 y la igualdad de rangos se aprecia en los histogramas de la figura 8-6.

In a preliminary study (CIRER & MARTINEZ-RICA 1985) it was demonstrated that the bellies were significantly lighter and chromatic than the dorsal and lateral ones, both in males and females and that there was no sexual dimorphism for these two variables. These results can also be checked visually in figures 8-12 to 8-37 and the ranges can be seen in the histograms of figure 8-6.

**Chapter 8. Colorimetric analysis (page 309-310)**

8.3.2.2 CROMA C

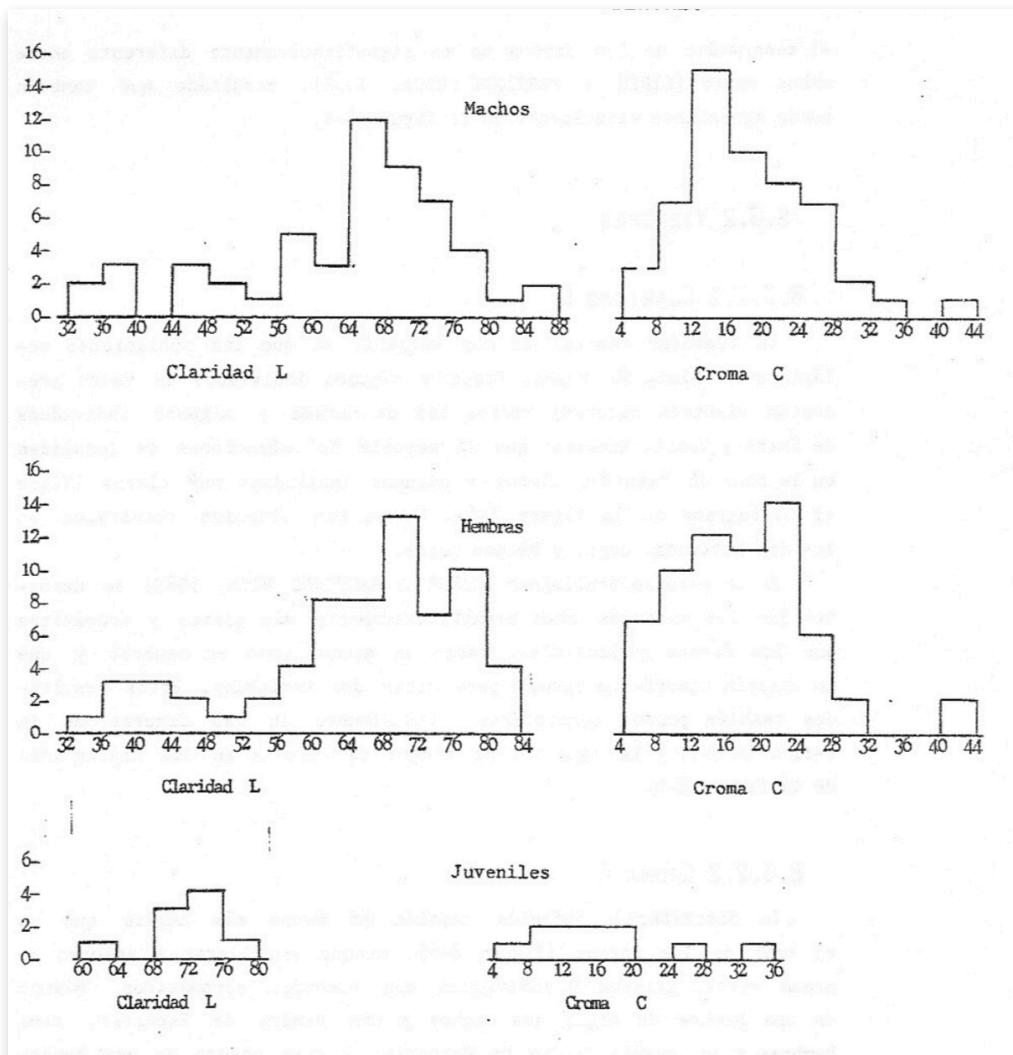
La distribución obtenida también es mucho más amplia que en el caso de los dorsos (Figura 8-6), aunque sin llegar a valores de croma vivos. Existen 9 individuos con vientres acromáticos, blanco en una hembra de Alga, dos machos y una hembra de Espartar, tres hembras y un juvenil de Cap de Berberia; y gris oscuro en una hembra de Bleda Na Plana; en todos ellos no puede apreciarse ningún tono. Solo un macho y 2 hembras de Negra Nord adquieren croma ventral débil. (el valor más elevado de croma de todos los analizados), los tres con vientres naranja y con la coloración más viva de todas las observadas en la especie.

8.3.2.2 CROMA C

The distribution obtained is also much wider than in the case of the backs (figure 8-6), although without reaching live chroma values. There are 9 specimens with achromatic bellies, white in an Alga female, two males and a female of Espartar, three females and a juvenile of Cap de Berberia; and dark gray in a Bleda Na Plana female; in all of them no tone can be appreciated. Only one male and two Negra Nord females acquire weak ventral chroma. (the highest value of chroma of all the analyzed ones), the three with orange bellies and with the most alive coloration of all the observed ones in the species.

Figura 8-6. Histogramas de los valores de Claridad y Croma obtenidos en los vientres.

Figure 8-6. Histograms of the Clarity and Chroma values obtained in the bellies.



Claridad L = Clarity L  
 Croma C = Chroma C  
 Machos = Males  
 Hembras = Females  
 Juveniles = Juveniles

**Chapter 8. Colorimetric analysis (page 311-312)**

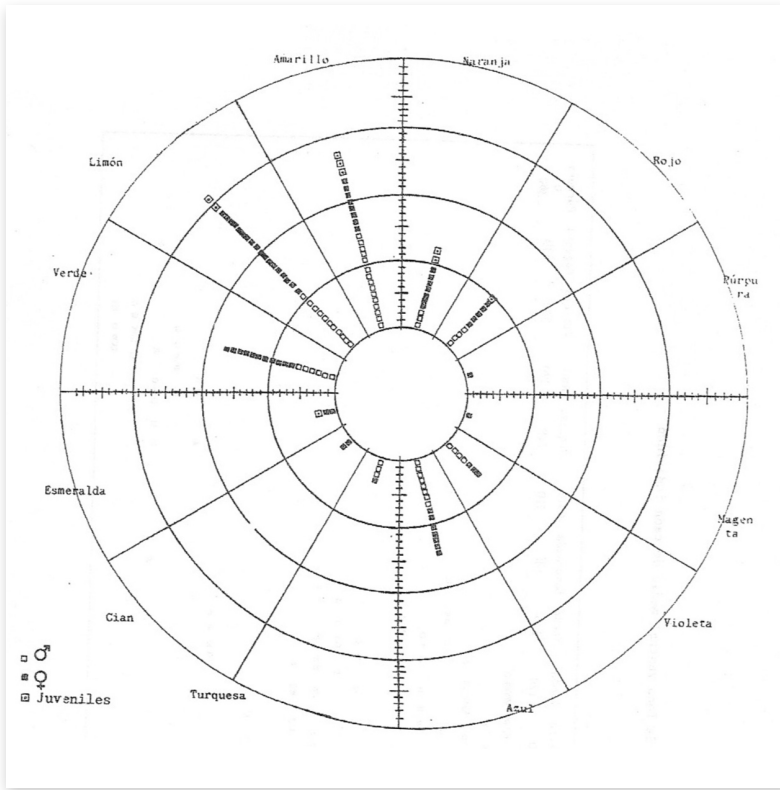


Figura 8-7. Histogramas circular de los valores de Tono ventral.

Figure 8-7. Circular histograms of ventral Tone values.

- Naranja = Orange
- Rojo = Red
- Púrpura = Purple
- Magenta = Magenta
- Violeta = Violet
- Azul = Blue
- Turquesa = Turquoise
- Cian = Cyan
- Esmeralda = Emerald
- Verde = Green
- Limón = Lemon
- Amarillo = Yellow

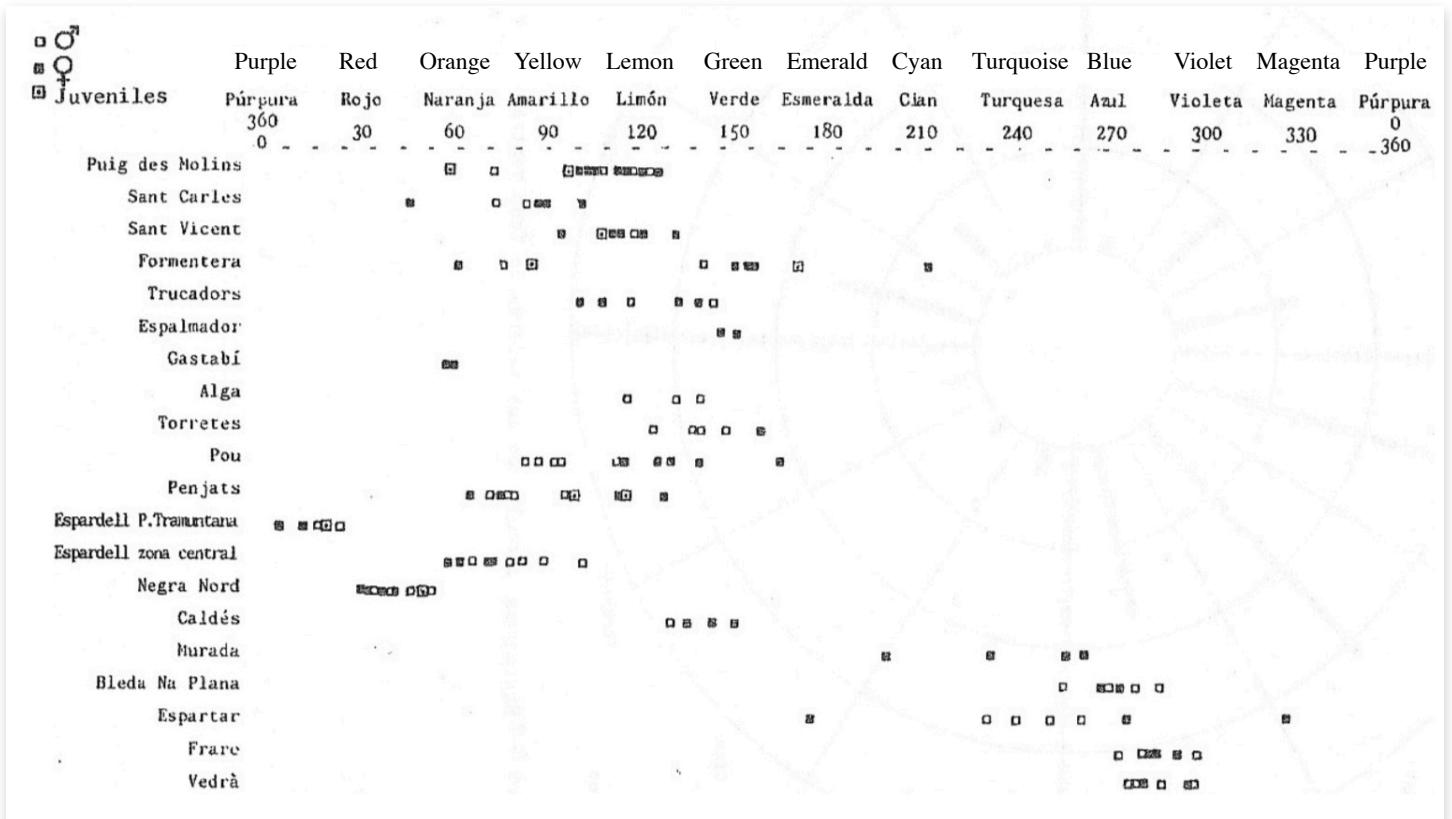


Figura 8-8. Valores de Tono ventral medio de cada individuo.

Figure 8-8. Mean ventral Tone values of each specimen.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 313-315)

## 8.3.2.3 TONO H

La mayoría de observaciones tanto en machos como en hembras (Figura 8-7) son de las zonas amarillo, limón y verde, les siguen las zonas de azul y violeta con los individuos de Vedrà. Frare y Bleda Na Plana; naranja para los de Negra Nord y Espardell zona central principalmente; rojo con los 'de Espardell Punta de Tramuntana y Negra Nord; turquesa con los de Espartar; Esmeralda los de Cab de Berberia; e incluso magenta, que lo presenta una hembra de Espartar con vientre acromático blanco no diferenciable al ojo humano y púrpura presentado por una hembra de Espardell Punta de Tramuntana con vientre ocre tostado muy claro al ojo humano.

En la figura 8-8 se aprecia que los rangos de tono ventral también se superponen en la mayoría de los casos. Tanto en esta figura como en la 8-7 se aprecia visualmente la no existencia de dimorfismo sexual para el tono de los vientres (CIRER & MARTINEZ-RICA, 1985).

## 8.3.3 LATERALES

## 8.3.3.1 CLARIDAD L

Su rango es semejante al obtenido para el dorso (Figura 8-9), manifestándose significativamente diferente del vientre, al igual que el croma (CIRER & MARTINEZ-RICA, 1985). Se observa una distribución bimodal en ambos sexos, pero podría tratarse de un artificio ya que se realizaron menos mediciones de los laterales que de dorsos y vientres, recayendo siempre en los individuos de mayor tamaño que corresponde a los de las poblaciones melánicas y Vedrà por un lado y varios individuos de las poblaciones de Es Freus y Eivissa, los cuales son notablemente más claros; y no se realizaron mediciones en individuos intermedios ya que su tamaño corporal no lo permitía.

## 8.3.3.2 CROMA C

La distribución de los valores de croma también se asemeja a la de los dorsos, manteniéndose en ambos la mayoría de observaciones en el rango grisáceo, que solo permite apreciar bien los tonos a muy corta distancia.

## 8.3.2.3 TONE H

The majority of observations in both males and females (figure 8-7) are from the yellow, lemon and green zones, followed by the blue and violet zones with the specimens of Vedrà. Frare and Bleda Na Plana; orange for those from Negra Nord and Espardell central zone mainly; red with the 'de Espardell Punta de Tramuntana and Negra Nord; turquoise with those of Espartar; Esmeralda those of Cab de Berberia; and even magenta, which is presented by a female Espartar with an achromatic white belly not distinguishable with the human eye and purple presented by a female of Espardell Punta de Tramuntana with a very lightly toasted ochre belly to the human eye.

Figure 8-8 shows that the ventral tone ranges also overlap in most cases. Both in this figure and in figure 8-7, the absence of sexual dimorphism for the tone of the bellies is visually appreciated (CIRER & MARTINEZ-RICA 1985).

## 8.3.3 LATERAL

## 8.3.3.1 CLARITY L

Its range is similar to that obtained for the back (figure 8-9), manifesting itself significantly different from the belly, as well as the chroma (CIRER & MARTINEZ-RICA 1985). A bimodal distribution is observed in both sexes, but it could be an artifice since less measurements were made of the laterals than of the backs and bellies, always falling on the largest specimens corresponding to those of the melanic populations and Vedrà for one side and several specimens from the populations of Es Freus and Eivissa, which are notably clearer; and no measurements were made in intermediate specimens since their body size did not allow it.

## 8.3.3.2 CHROMA C

The distribution of the chroma values also resembles that of the backs, maintaining in both the majority of observations in the grayish range, which only allows the tones to be appreciated at a short distance.

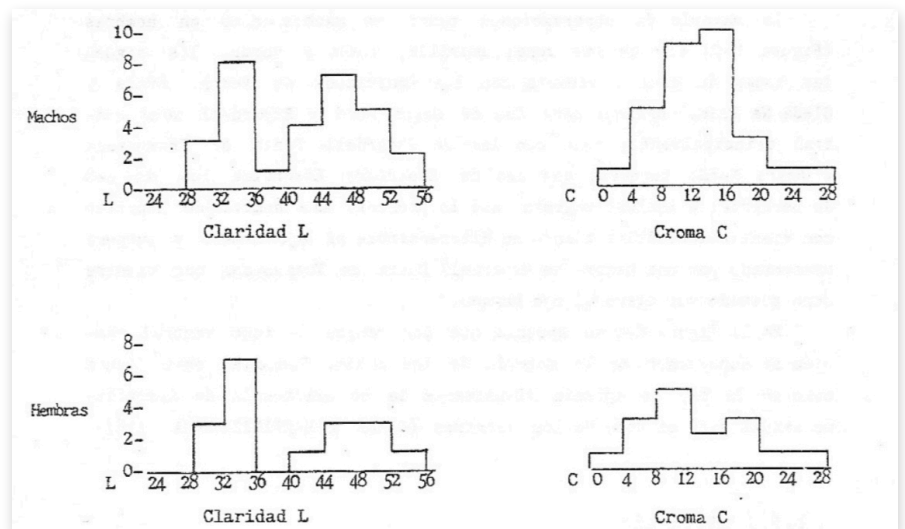
## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 314-315)

**Figura 8-9.** Histogramas de los valores de Claridad y Croma obtenidos en los laterales.

**Figure 8-9.** Histograms of the Clarity and Chroma values obtained in the lateral sides.

Claridad L = Clarity L  
Croma C = Chroma C

Machos = Males  
Hembras = Females



## 8.3.3.3 TONO H

La mayoría de individuos presenta tonos amarillos o naranja (Figura 8-10), muchos de ellos de la gama de pardos tanto amarillentos como anaranjados ya que poseen poco croma. En la zona limón-verde recaen los individuos de Puig des Molins, en verde-esmeralda los de Espartar y en la azul los de Vedrà (Figura 8-11) todos ellos con suficiente croma para poder diferenciar los tonos. Estas poblaciones pueden identificarse solo con esta característica. Mientras que otras presentan tonos semejantes, pero al poseer poco croma no se diferencia visualmente y por tanto no pueden discernirse de las demás.

Los laterales son exhibidos con profusión por los machos antes del apareamiento y cabría esperar un cierto dimorfismo sexual en esta zona, sin embargo comparando los colores medios de los laterales de machos y hembras no se han hallado diferencias significativas en ninguna de las tres variables: Claridad, Croma y Tono (CIRER & MARTINEZ-RICA, 1985). Una observación con lupa frecuentemente revela manchas de color más llamativas en los machos, que tal vez sea lo que observa la hembra antes del acoplamiento, pero en el color medio detectado por el colorímetro (o por el ojo humano a una cierta distancia) estas manchas quedan enmascaradas debido al papel compensatorio de las manchas circundantes.

## 8.3.3.3 TONE H

The majority of specimens present yellow or orange tones (figure 8-10), many of them in the range of yellowish as well as orange browns since they have little chroma. In the lemon-green zone fall the specimens of Puig des Molins, in green-emerald those of Espartar and in the blue those of Vedrà (figure 8-11) all of them with enough chroma to be able to differentiate the tones. These populations can be identified only with this characteristic. While others have similar tones, but because they have little chroma, they do not visually differ and therefore can not be discerned from the others.

The laterals are exhibited profusely by the males before mating and a certain sexual dimorphism could be expected in this area, however, comparing the average colors of the male and female sides, no significant differences were found in any of the three variables: Clarity, Chroma and Tone (CIRER & MARTINEZ-RICA 1985). An observation with a magnifying glass often reveals more striking color spots on the males, which may be what the female observes before the coupling, but in the average color detected by the colorimeter (or by the human eye at a certain distance) these spots they are masked due to the compensatory role of the surrounding spots.

**Chapter 8. Colorimetric analysis (page 316-317)**

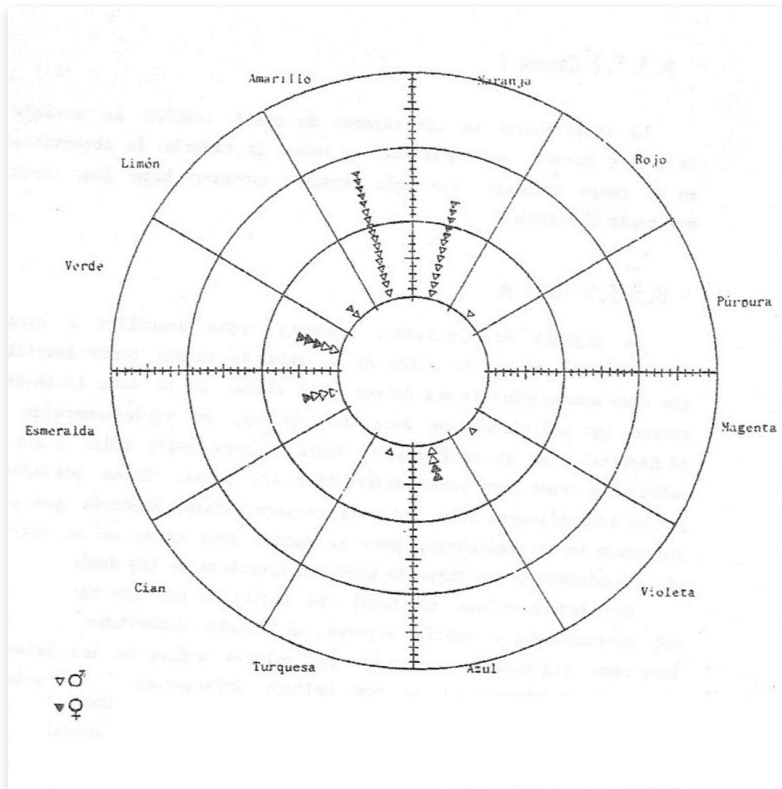


Figura 8-10. Histogramas circular de los valores de Tono lateral.

Figure 8-10. Circular histograms of lateral Tone values.

- Naranja = Orange
- Rojo = Red
- Púrpura = Purple
- Magenta = Magenta
- Violeta = Violet
- Azul = Blue
- Turquesa = Turquoise
- Cian = Cyan
- Esmeralda = Emerald
- Verde = Green
- Limón = Lemon
- Amarillo = Yellow

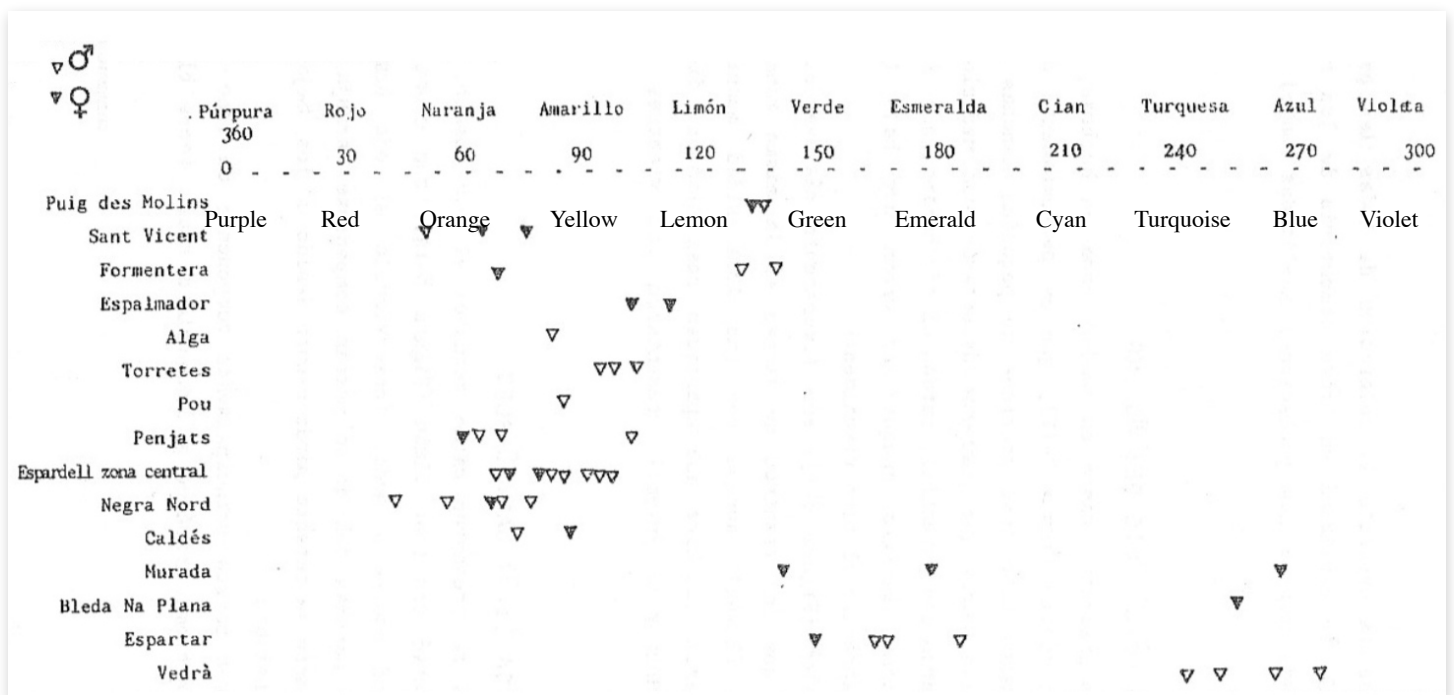


Figura 8-11. Valores de Tono lateral medio de cada individuo.

Figure 8-11. Mean lateral Tone values of each specimen.

(34) The colors inside the circular tone histograms of figure 8-12 to figure 8-37 are already abbreviated in English.  
 Dorsos = Dorsal side, Vientres = ventral side, Laterales = Lateral side(s).  
 machos = males, hembras = females, juveniles = juveniles, con luz del sol = with sunlight, medición puntual = spot measurement

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 318-320)

## 8.4 RESULTADOS EN LAS DISTINTAS POBLACIONES

Aunque ya se ha descrito la coloración de todas las poblaciones en el capítulo 3, se realizará un breve comentario de los resultados obtenidos en cada una de las poblaciones analizadas con el espectrofotómetro.

## 8.4.1 EIVISSA (1.2) PUIG DES MOLINS

El dorso se presenta, tanto en machos como en hembras, con tono limón, croma muy débil (Figura 8-12), que es perfectamente observable para el ojo humano. Este tono proviene de pequeñas manchas puntuales verdes y amarillas puras que pudieron detectarse con mediciones puntuales. Se midieron dos juveniles, pardos al ojo humano, que el colorímetro definió como amarillos aunque con croma muy bajo (grisáceo) que no permite apreciar el tono visualmente.

Los laterales (Figura 8-13) son ligeramente más verdes que el dorso. Mientras que los vientres se sitúan en la misma zona de tono que los dorsos (limón), aunque con

## 8.4 RESULTS IN THE DIFFERENT POPULATIONS

Although the coloration of all populations has already been described in Chapter 3, a brief comment will be made on the results obtained in each of the populations analyzed with the spectrophotometer.

## 8.4.1 IBIZA (1.2) PUIG DES MOLINS

The back is presented, both in males and females, with lemon tone, very weak chroma (figure 8-12), which is perfectly observable for the human eye. This tone comes from small, pure green and yellow spots that could be detected with spot measurements. Two juveniles were measured, brown to the human eye, which the colorimeter defined as yellow although with very low chroma (grayish) that does not allow to appreciate the tone visually.

The sides (figure 8-13) are slightly greener than the back. While the bellies are located in the same tone area as the backs (lemon), although with a much higher luminosity

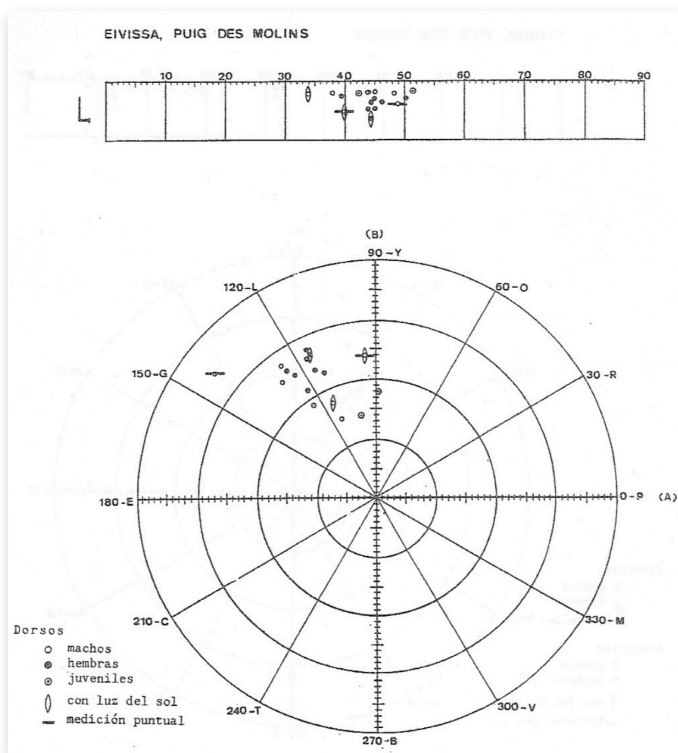


Figura 8-12. Mediciones de los dorsos. Obsérvese que las dos mediciones puntuales son amarillo y verde casi puros.

Figure 8-12.<sup>(34)</sup> Measurements of the backs. Note that the two spot measurements are almost pure yellow and green.

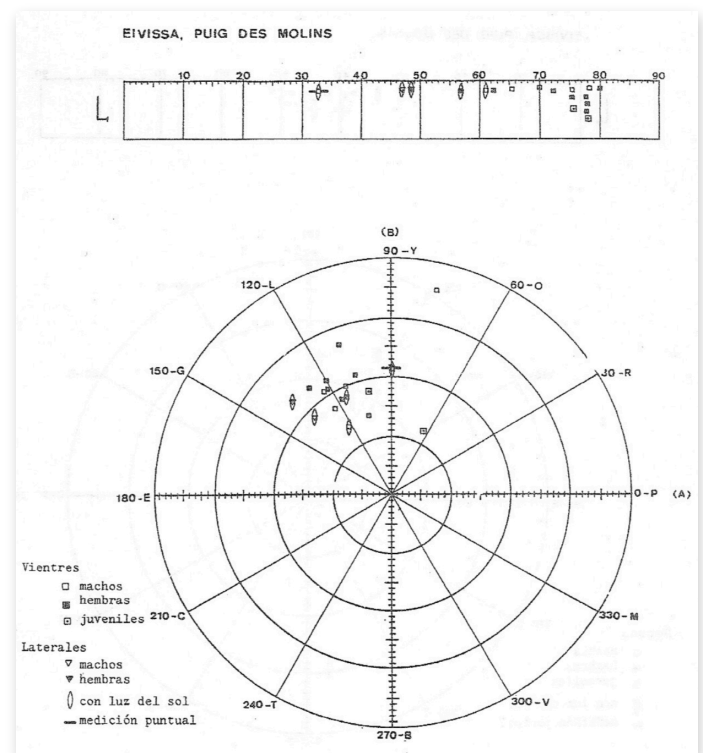


Figura 8-13. Mediciones de los vientres y laterales.

Figure 8-13. Measurements of the bellies and sides

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 318-321)

una, luminosidad muchísimo más elevada (muy claros) que hace que aparezcan casi blancos. Sin embargo uno de los machos y un juvenil presentaron los vientres anaranjados.

## 8.4.2 EIVISSA (1.3) SANT CARLES

Los dorsos se presentan pardo verdosos al ojo humano, el colorímetro los observó con tono limón (Figura 8-14), con croma grisáceo y la luminosidad oscura o media (observándolo el ojo humano como pardo). Algunas manchas del dorso poseen componente naranja o amarillo, aunque siempre se detecta pardo oscuro debido a los bajos valores de croma y luminosidad.

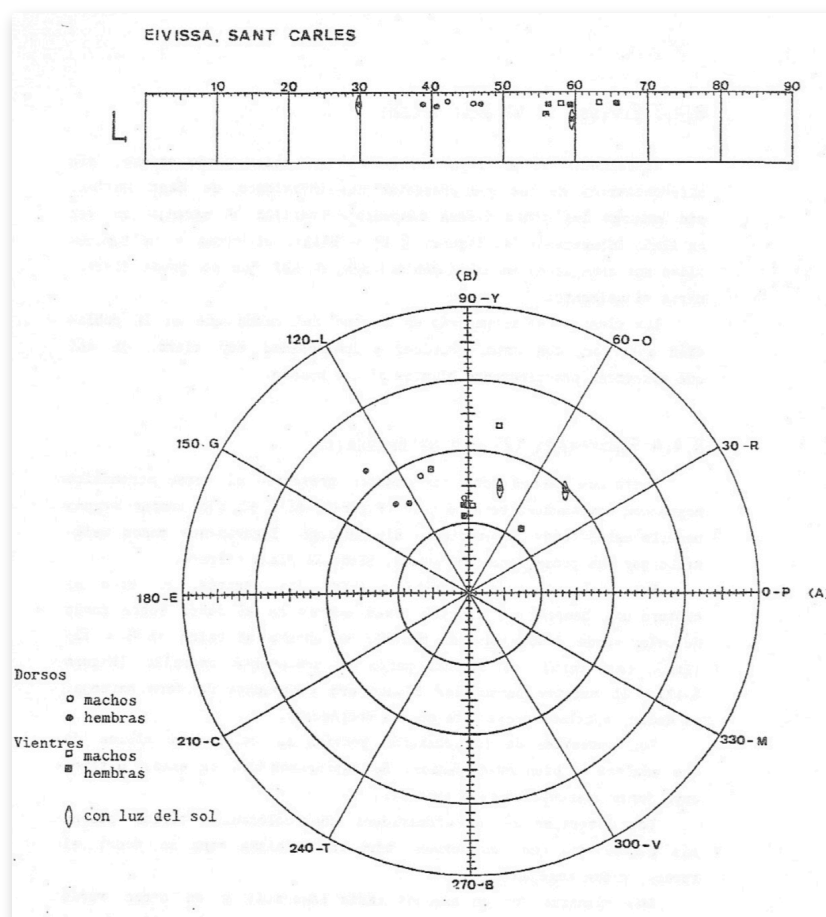
Los vientres poseen principalmente componente de tono amarillo, pero también con croma grisáceo y luminosidad clara (ocre blanquecino al ojo humano).

(very clear) that makes them appear almost white. However one of the males and one juvenile presented the orange bellies.

## 8.4.2 IBIZA (1.3) SANT CARLES

The backs appear greenish brown to the human eye, the colorimeter observed them with lemon tone (Figure 8-14), with grayish chroma and dark or medium luminosity (observing the human eye as brown). Some spots on the back have an orange or yellow component, although dark brown is always detected due to the low chroma and brightness values.

The bellies have mainly component of yellow tone, but also with grayish chroma and clear luminosity (ocher whitish to the human eye).



**Figura 8-14.** Mediciones de dorsos y vientres. Aunque el colorímetro resuelve el tono dorsal como limón, el ojo humano lo detecta pardo debido al poco croma que poseen.

**Figure 8-14.** Measurements of backs and bellies. Although the colorimeter detects the dorsal tone as lemon, the human eye detects it as brown, due to the little chroma they possess.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 322-323)

## 8.4.3 EIVISSA (1.4) SANT VICENT

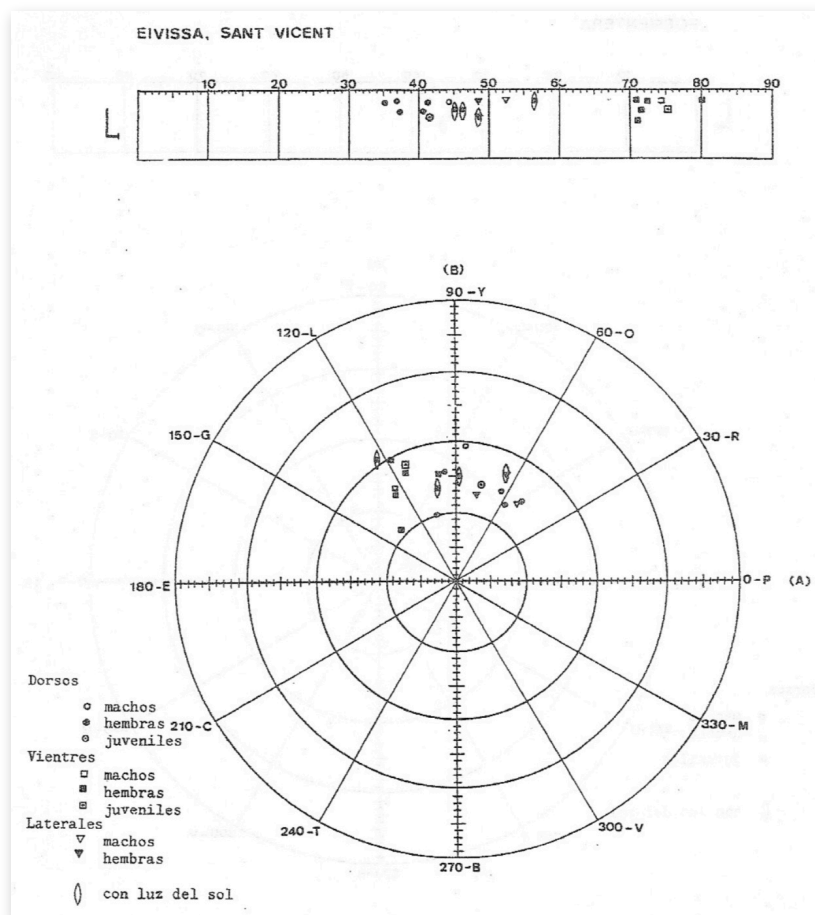
Visualmente se perciben sus dorsos con color pardo oscuro, sin diferenciarlos de los que presentan los individuos de Sant Carles, sin embargo los tonos poseen componente amarilla o naranja en vez, de limón (Comparense las figuras 8-14 y 8-15), el cromá y la luminosidad son semejantes en ambas poblaciones, de ahí que no pueda discernirse visualmente.

Los vientres se sitúan más en la zona del limón que en la población anterior, con cromá grisáceo y luminosidad muy clara, de ahí que aparezcan prácticamente blancos al ojo humano.

## 8.4.3 EIVISSA (1.4) SANT VICENT

Visually their backs are perceived with dark brown color, without differentiating them from those presented by the specimens of Sant Carles, however the tones have a yellow or orange instead of a lemon component (compare figures 8-14 and 8-15), chroma and brightness are similar in both populations, hence it can not be discerned visually.

The bellies are located more in the area of the lemon than in the previous population, with grayish chroma and very clear luminosity, hence they appear virtually white to the human eye.



**Figura 8-15.** Mediciones de dorsos, vientres y laterales. El tono dorsal es distinto del que presentan los individuos de Sant Carles, ambos con dorso pardo. Los vientres también se diferencian, si bien son de igual tono que los individuos de Puig des Molins.

**Figure 8-15.** Measurements of backs, bellies and sides. The dorsal tone is different from that presented by the individuals of Sant Carles, both with a brown back. The bellies also differ, although they are of the same tone as the specimens of Puig des Molins.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 322-325)

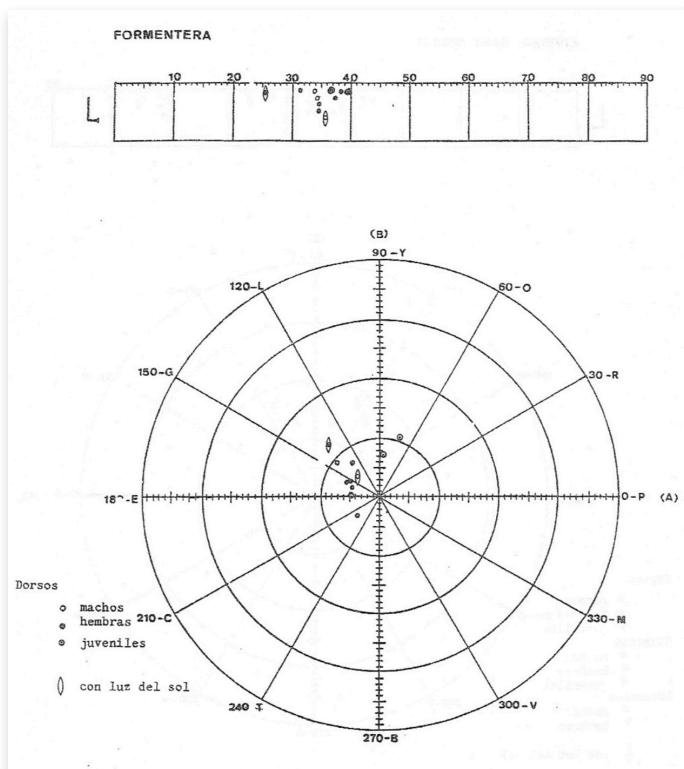
## 8.4.4 FORMENTERA (2) CAP DE BERBERIA

Tanto los machos como las hembras presentan el dorso acromático negro con componentes verde o cian (Figura 8-16). El ojo humano apenas percibe estos tonos, apareciendo sin embargo, ligeramente menos melánicas que las poblaciones de Murada, Bleda Na Plana o Frare

Esta coloración es mayoritaria entre los adultos, si bien se capturó una hembra con gruesas rayas negras en el dorso sobre fondo de color verde limón, que al medirlo se obtuvo un valor de  $H = 125$  (limón casi puro), el lateral pardo de componente amarilla (Figura 8-17) y el vientre acromático blanco con componente de tono naranja, es decir, totalmente distinta de sus congéneres.

Los juveniles de la población poseían la coloración típica de los adultos o bien eran pardos. Se capturaron dos de estos últimos cuyo dorso presentó un tono amarillo.

Los laterales de los individuos con coloración típica poseen más luminosidad que los dorsos, pero en la misma zona de tono: el verde y croma semejante.



**Figura 8-16.** Mediciones del dorso, obsérvese que todas las mediciones se hallan en la zona de acromáticos, excepto una hembra medida con luz solar y uno de los juveniles.

**Figure 8-16.** Measurements of the back. Note that all measurements are in the achromatic area, except a female measured with sunlight and one of the juveniles.

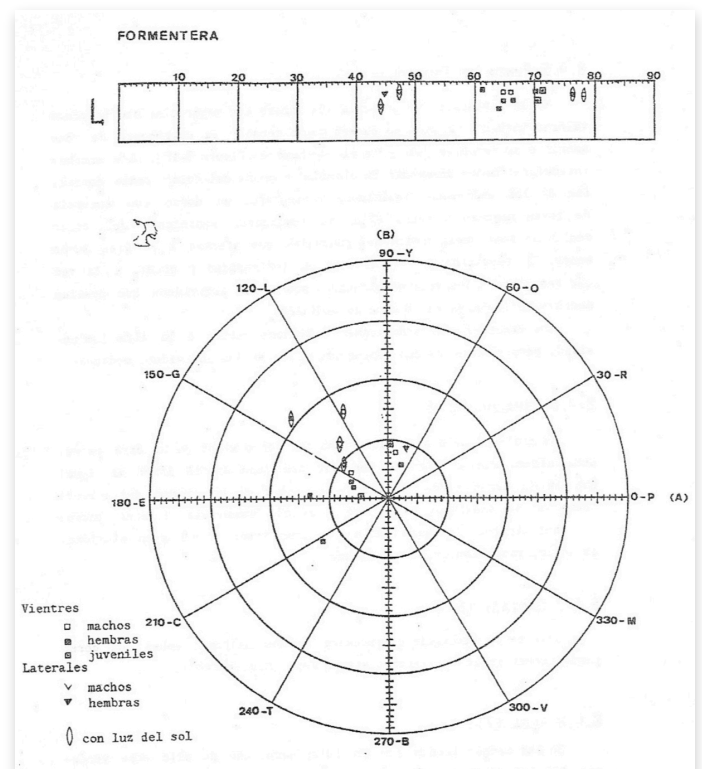
## 8.4.4 FORMENTERA (2) CAP DE BERBERIA

Both the males and the females have the black achromatic back with green or cyan components. (figure 8-16). The human eye hardly perceives these tones, appearing however, slightly less melanic than the populations of Murada, Bleda Na Plana or Frare

This coloration is the majority among adults, although a female with thick black stripes was captured on the back on a lemon-green background, which when measured gave a value of  $H = 125$  (almost pure lemon), the brown side of the component yellow (Figure 8-17) and white achromatic belly with an orange tone component, that is, totally different from its congeners.

The juveniles of the population had the typical coloration of the adults or they were brown. Two of the latter were captured, the back of which showed a yellow tone.

The sides of individuals with typical coloration have more luminosity than the backs, but in the same tone zone: green and similar chroma.



**Figura 8-17.** Mediciones de vientres y laterales, obsérvese que muchas de ellas se sitúan en la zona de acromáticos, pero su luminosidad es elevada y corresponde a observaciones blanquecinas.

**Figure 8-17.** Measurements of bellies and laterals. Note that many of them are located in the achromatic zone, but their luminosity is high and corresponds to whitish observations.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 322-327)

Los vientres son en algunos casos esmeralda y en otros verde acromático claro (blanco), si bien un macho con coloración dorsal típica presentaba el vientre blanco amarillento y uno de los juveniles con dorso pardo poseía un vientre blanco verdoso.

## 8.4.5 PUNTA DE TRUCADORS (3)

Es la población que presenta los dorsos con mayor claridad (alcanza valores medios), si bien no poseen mucho croma y la componente de tono amarillo se resuelve como gris al ojo humano (Figura 8-18). Las manchas reticulares hacen disminuir la claridad y croma del color medio dorsal. Dos de los individuos analizados presentaban un dorso con ausencia de estas manchas y sobre ellos se realizaron mediciones del color medio así como otras mediciones puntuales que afectan a un área mucho menor. El resultado es equivalente en luminosidad y croma, a la vez que semejante a los valores obtenidas sobre los individuos que poseían manchas reticulares en la zona de medición.

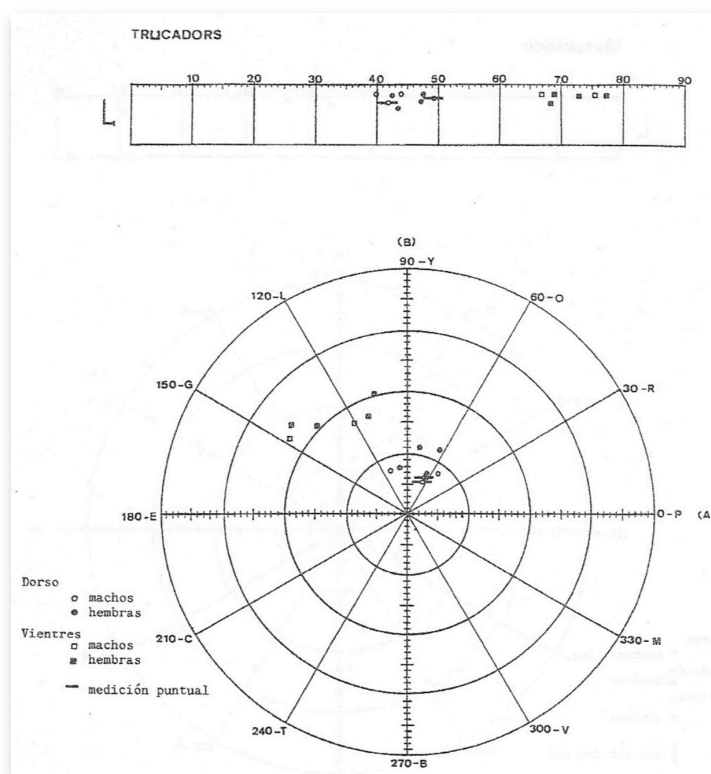
Los vientres son prácticamente blancos debido a la alta luminosidad, pero el tono es con componente limón en los individuos medidos.

The bellies are in some cases emerald and in others clear achromatic green (white), although a male with typical dorsal coloration had a yellowish white belly and one of the juveniles with a brown back had a greenish white belly.

## 8.4.5 PUNTA DE TRUCADORS (3)

It is the population that presents the dorsis with greater clarity (reaches average values), although they do not have much chroma and the component of yellow tone resolves as gray to the human eye (figure 8-18). The reticular spots reduce the clarity and chroma of the dorsal mid-color. Two of the specimens analyzed had a back with absence of these spots and on them were made measurements of the average color as well as other point measurements that affect a much smaller area. The result is equivalent in luminosity and chroma, at the same time similar to the obtained values on specimens who had reticular spots in the measurement area.

The bellies are practically white due to the high luminosity, but the tone is with a lemon component in the specimens measured.



**Figura 8-18.** Obsérvese que los dorsos presentan más claridad que en las demás poblaciones y valores de croma relativamente bajos.

**Figure 8-18.** Note that the backs present more clarity than in the other populations and relatively low chroma values.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 326-329)

## 8.4.6 ESPALMADOR (5)

Se midieron solo dos hembras una con dorso verde y la otra pardo, esta última sin embargo se resolvió con tono dorsal limón al igual que la de dorso verde (Figura 8-19), pero al no poseer suficiente croma no se distingue este tono y el ojo humano lo detecta pardo.

Los vientres se manifiestan con tono verde y una gran claridad, es decir, casi blancos al ojo humano.

## 8.4.7 GASTABÍ (6)

Solo se ha analizado una muestra de dos hembras, ambas con dorso pardo oscuro rojizo y vientres anaranjados (Figura 8-20).

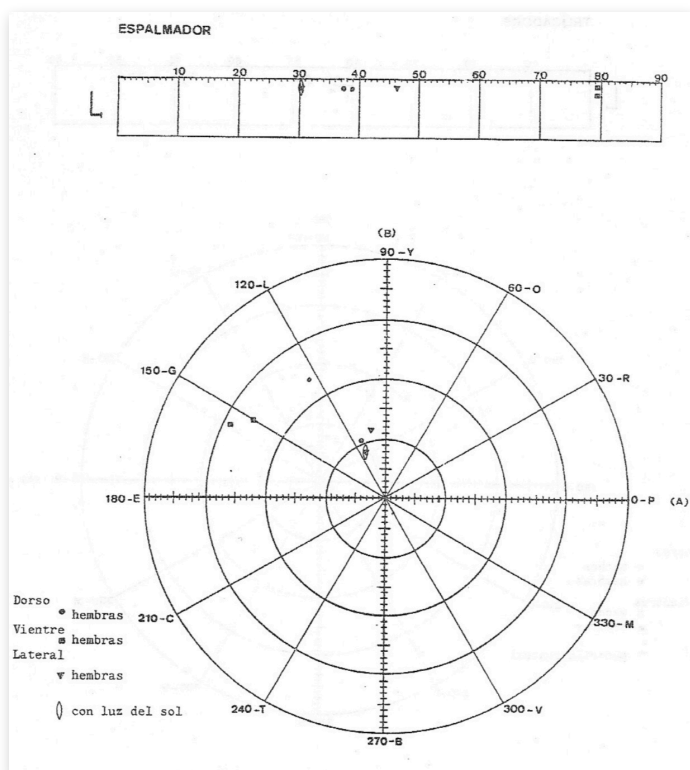
## 8.4.6 ESPALMADOR (5)

Only two females were measured, one with green back and the other brown, the latter nonetheless resolved with lemon dorsal tone as well as the green back (figure 8-19), but not having enough chroma to distinguish this tone, and the human eye detects it as brown.

The bellies manifest with a green tone and a great clarity, that is, almost white to the human eye.

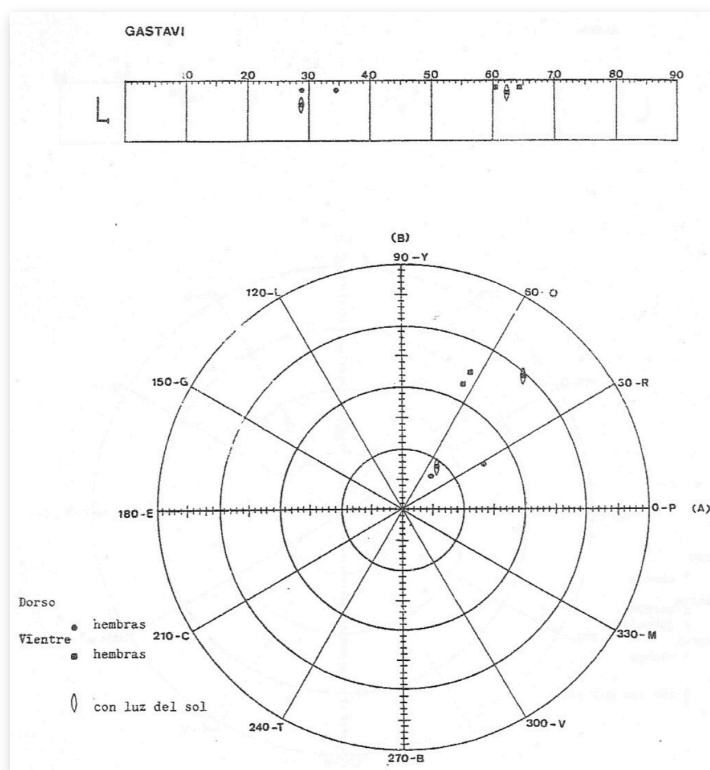
## 8.4.7 GASTABÍ (6)

Only one sample of two females has been analyzed, both with a dark reddish brown back and orange bellies (figure 8-20).



**Figura 8-19.** La hembra con dorso verdoso queda representada con un valor de croma más elevado que la hembra parda, aunque las dos poseen el mismo tono, el distinto efecto visual se debe a esta diferencia en la cromaticidad.

**Figure 8-19.** The female with greenish back is represented with a higher chroma value than the brown female, although both have the same tone, the different visual effect is due to this difference in chromaticity.



**Figura 8-20.** El rojo con poco croma se aprecia como pardo más o menos rojizo.

**Figure 8-20.** The red with little chroma is seen as more or less reddish brown.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 326-332)

## 8.4.8 ALGA (7)

Se han medido tres machos con dorso ocre, uno de ellos ocre verdoso; los laterales también son ocre, semejantes a los dorsos y los vientres muy claros con ténues tonalidades verdes (Figura 8-21).

## 8.4.9 TORRETES (8)

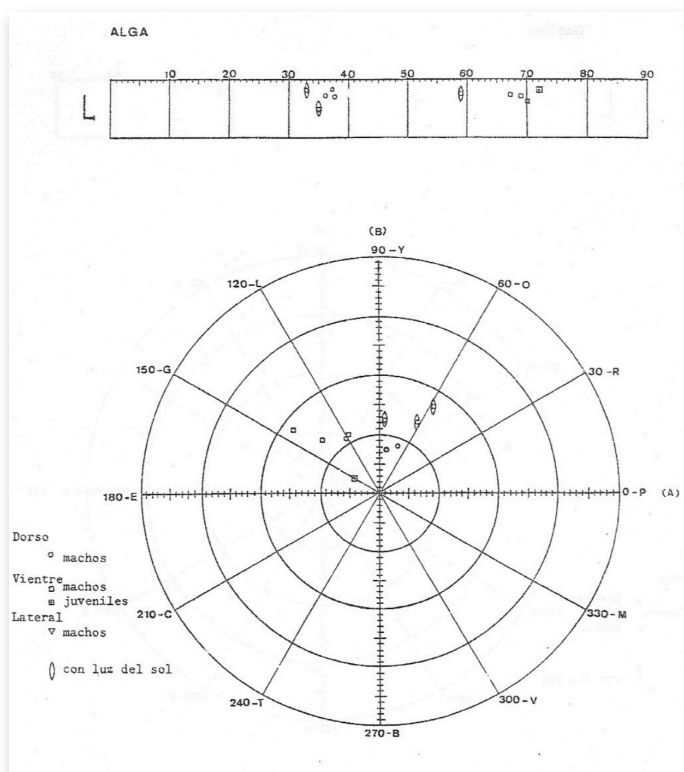
El centro de los dorso es verde o bien ocre verdoso, ya que algunas manchas puntuales presentan tono amarillo. Los laterales se presentan también ocre con componente de tono entre amarillo y limón. Los vientres son muy claros con tono verde, casi blancos presentando una claridad algo mayor que en la población de Alga (Figura 8-22).

## 8.4.8 ALGA (7)

Three males with dorsal ocher, one of them greenish ocher, have been measured; the sides are also ocher, similar to the backs and bellies very clear with tenuous green tones (figure 8-21).

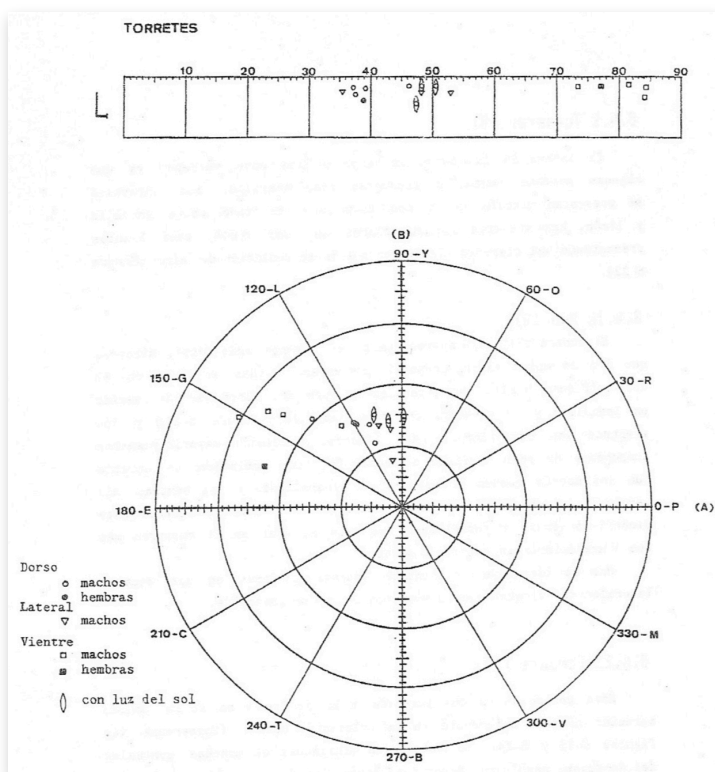
## 8.4.9 TORRETES (8)

The center of the back is green or greenish ocher, since some spot spots have a yellow tone. The sides are also ocher with a tone component between yellow and lemon. The bellies are very clear with a green tone, almost white presenting a clarity somewhat greater than in the population of Alga (figure 8-22).



**Figura 8-21.** Representación gráfica de la coloración de los individuos de la población de Alga.

**Figure 8-21.** Graphic representation of the coloration of the specimens of the population of Alga.



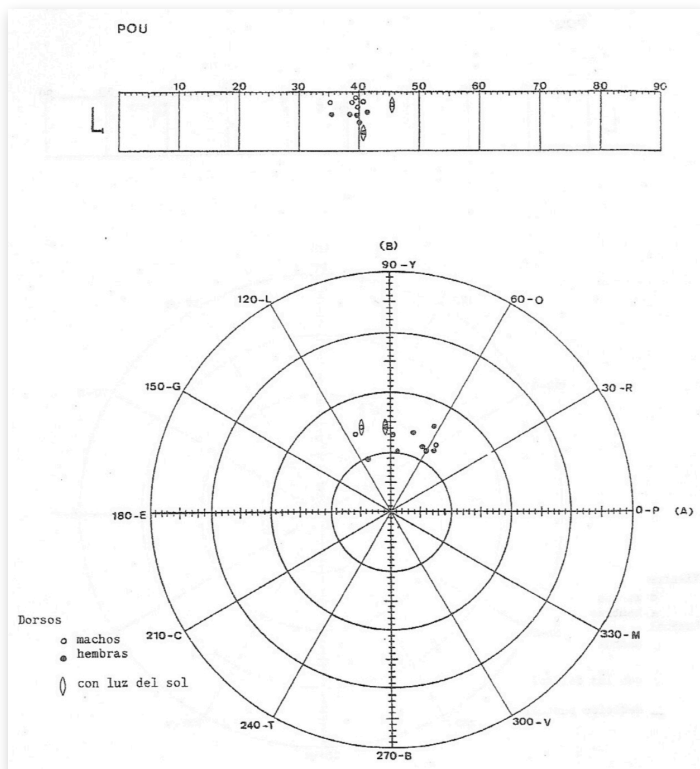
**Figura 8-22.** Obsérvese la igualdad entre las mediciones de los laterales y los dorsos de algunos machos, todos ellos de color ocre. Los colores dorsales y laterales son semejantes a Pou, Penjats y Espardell zona central de la isla, mientras que los ventrales configuran el extremo "verde" de este grupo de poblaciones.

**Figure 8-22.** Observe the equality between the measurements of the sides and the backs of some males, all of them ocher. The dorsal and lateral colors are similar to Pou, Penjats and Espardell central zone of the island, while the ventral form the "green" end of this group of populations.

8.4.10 POU (9)

El centro del dorso aparece pardo en algunos individuos, mientras que los de mayor talla corporal presentan manchas verdosas en el dorso (Figura 8-23). Los laterales siempre son ocre (se ha medido un individuo y lo presenta con tono amarillo) (Figura 8-24); y los vientres son muy claros, casi blancos, poseyendo mayoritariamente componente de tono amarillo o verde. En esta población se aprecia que los machos poseen el vientre más amarillento y las hembras más verdoso, sin embargo es la única muestra en la cual se aprecia este dimorfismo sexual y posiblemente se deba al azar en el muestreo más que a una diferencia entre los sexos.

Uno de los machos presentaba manchas ocelares en las escamas laterales del vientre que se midieron con color esmeralda.



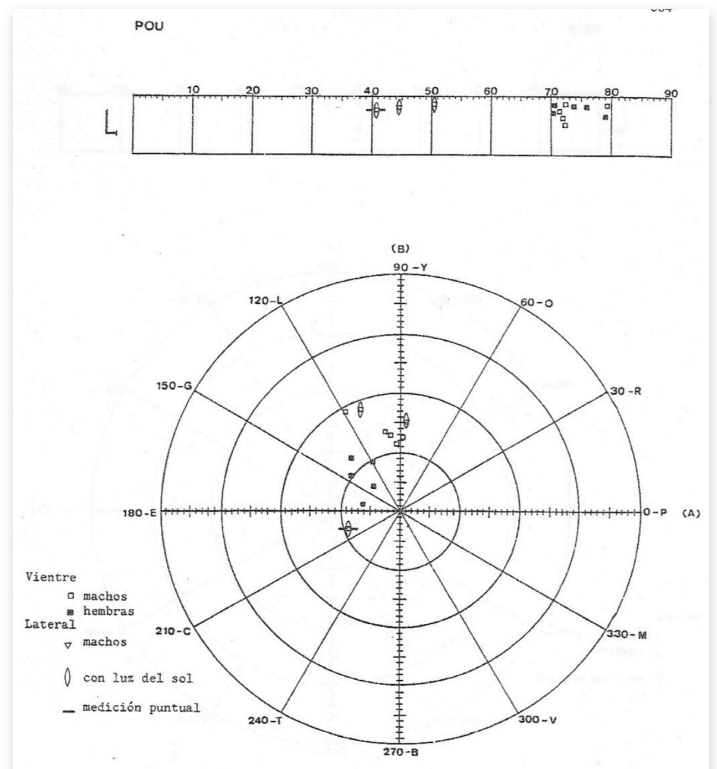
**Figura 8-23.** Los individuos de mayor talla (un macho y una hembra en esta muestra) poseen el dorso con manchas verdes que al integrarse con las manchas ocre da como resultado limón.

**Figure 8-23.** The specimens of greater size (a male and a female in this sample) have a back with green spots that when integrated with the ocher spots results in lemon.

8.4.10 POU (9)

The center of the back appears brown in some specimens, while the larger ones have green spots on the back (figure 8-23). The sides are always ocher (one specimen has been measured and presented with a yellow tone) (figure 8-24); and the bellies are very clear, almost white, with a predominantly yellow or green component. In this population it is appreciated that the males have the most yellowish belly and the most greenish females, however it is the only sample in which this sexual dimorphism is appreciated and possibly due to randomness in the sample rather than to a difference between the sexes.

One of the males had ocellar spots on the lateral scales of the belly that were measured with emerald color.



**Figura 8-24.** Los laterales siempre son ocre tanto en los individuos con dorso pardo como verdoso. La segregación sexual que parece reflejar este gráfico se debe al azar de muestreo y no a que exista dimorfismo sexual.

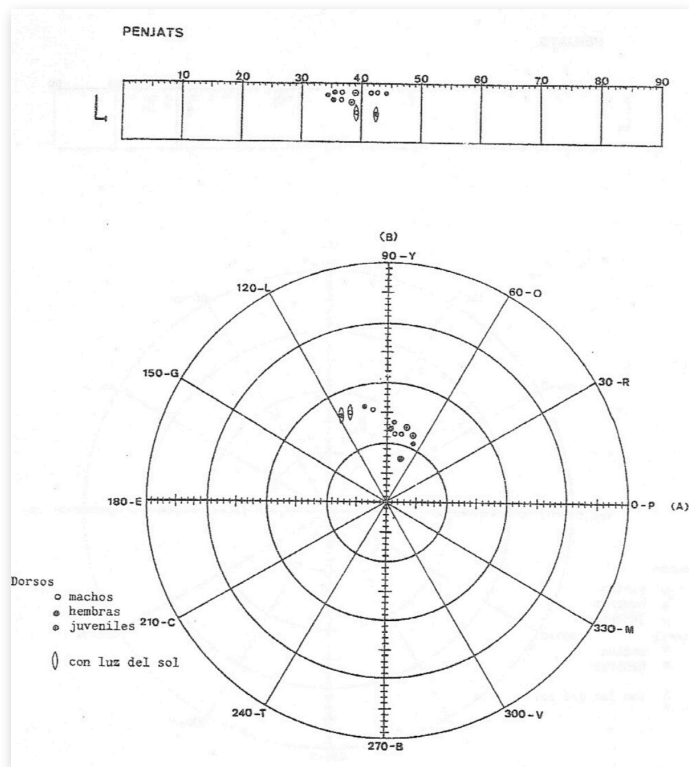
**Figure 8-24.** The laterals are always ocher both in specimens with a brown and greenish back. The sexual segregation that seems to reflect this graph is due to randomness and not to the existence of sexual dimorphism.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 331-336)

## 8.4.11 PENJATS (10)

Esta población es muy parecida a la de Pou y no se ha podido apreciar ninguna diferencia en la coloración dorsal (Compárense las figuras 8-23 y 8-25). Se obtuvieron mediciones de manchas puntuales del dorso que resultaron tener tono limón. Los dos juveniles analizados son pardos y su tono es en la zona del naranja-amarillo.

Los laterales también son ocre con componente amarilla o bien ocre anaranjado (Figura 8-26). Y los vientres amarillentos o verdosos. Si se compara con la población anterior se aprecia un ligero corrimiento de tono hacia el amarillo e incluso hacia el naranja en algunos individuos (tanto en los machos como en las hembras).



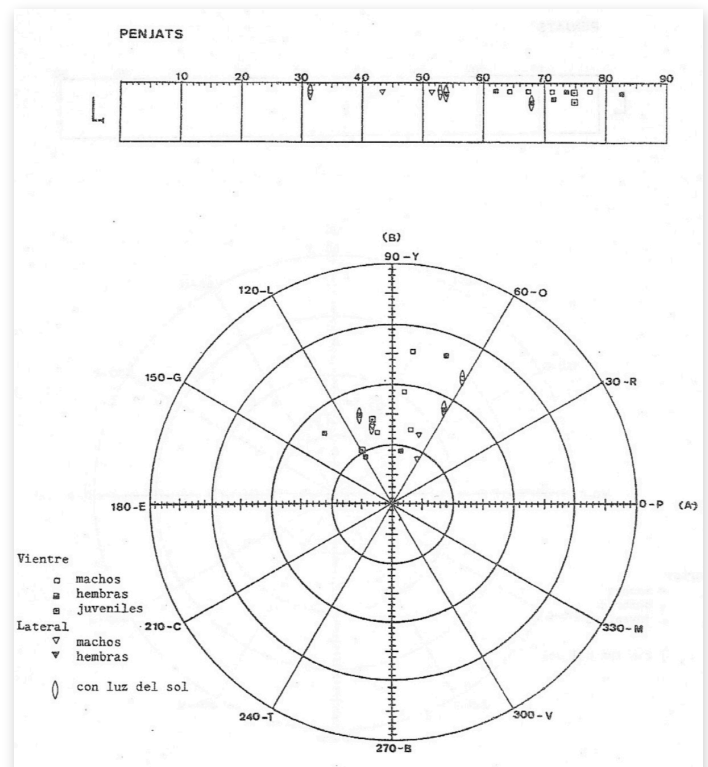
**Figura 8-25.** Obsérvese que los dorsos quedan en la misma zona de tono y de claridad que en los individuos de Pou, Torretes, Espardell zona central de la isla y Negra Nord.

**Figure 8-25.** Observe that the backs are in the same area of tone and clarity as in the specimens of Pou, Torretes, Espardell central area of the island and Negra Nord.

## 8.4.11 PENJATS (10)

This population is very similar to that of Pou and it has not been possible to appreciate any difference in the dorsal coloration (compare figures 8-23 and 8-25). Spot measurements of spots on the back resulted that lemon tone were obtained. The two juveniles analyzed are brown and their tone is in the orange-yellow area.

The laterals are also ochre with a yellow component or orange ochre (figure 8-26). And the bellies yellowish or greenish. If compared to the previous population, a slight shift of hue toward yellow and even orange can be seen in some specimens (both males and females).



**Figura 8-26.** Los laterales siempre son ocre en esta población y su claridad es intermedia entre la de los dorsos y la de los vientres, tal y como ocurre en otras poblaciones.

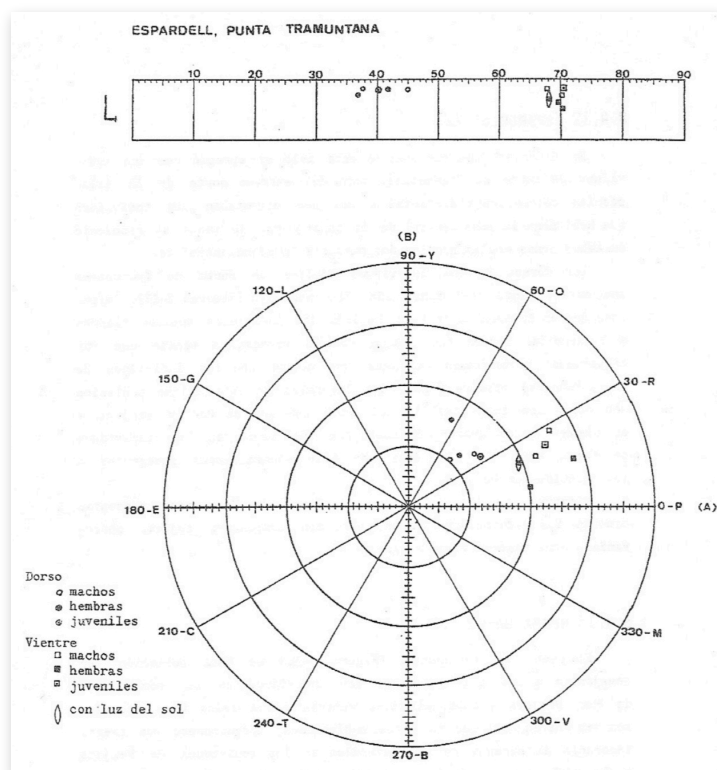
**Figure 8-26.** The lateral ones are always ochre in this population and their clarity is intermediate between that of the backs and that of the bellies, as it happens in other populations.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 337-339)

## 8.4.12 ESPARDELL (12)

En diversas prospecciones a esta isla se apreció que los individuos de Punta de Tramuntana, zona del extremo norte de la isla, poseían coloraciones distintas a las que ostentaban los individuos que habitaban la zona central de la isla y por lo tanto se recolectó en ambas zonas analizando las dos muestras independientemente.

Los dorsos de los individuos adultos de Punta de Tramuntana son ocre, tanto los machos como las hembras (Figura 8-27); mientras que en la zona central de la isla los individuos adultos tienden a desarrollar dorsos con algunas manchas verdosas a medida que van adquiriendo mayor talla (al igual que ocurre con los individuos de Pou y Penjats) (Figura 8-28). Los laterales de esta última población son ocre con tono amarillo, al igual que los de Pou y Penjats y en algunos casos



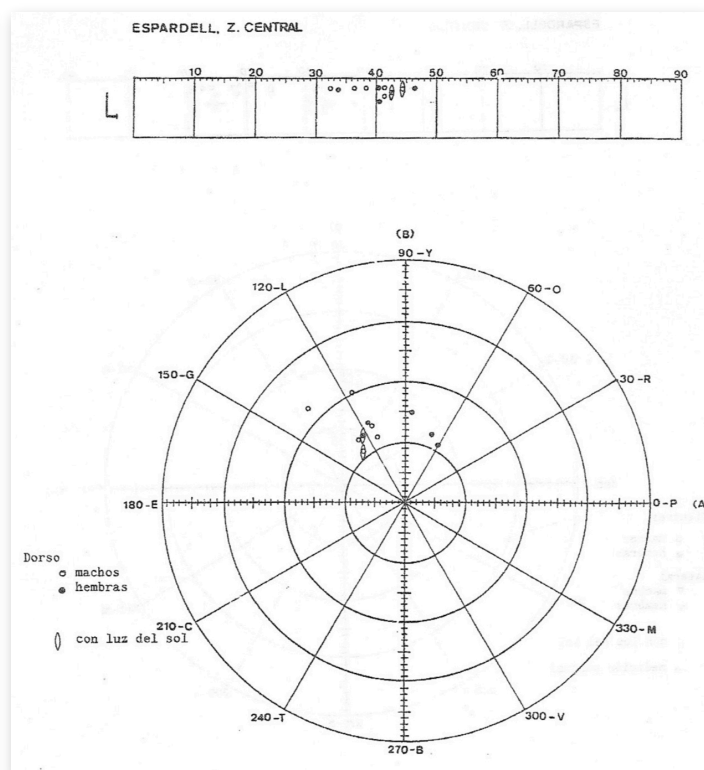
**Figura 8-27.** Obsérvese la tendencia hacia el pardo rojizo, en vez del amarillo o limón que poseen los individuos de la zona central de la isla de EspardeLL.

**Figure 8-27.** Observe the tendency towards reddish brown, instead of the yellow or lemon that specimens have in the central area of the island of EspardeLL.

## 8.4.12 ESPARDELL (12)

In several surveys of this island it was observed that the specimens of the Punta de Tramuntana, zone in the extreme north of the island, possessed colorations different from those held by the specimens that inhabited the central zone of the island and therefore there was collected in both zones for independent analysis.

The backs of the adult specimens of Punta de Tramuntana are ochre, in both males and females (figure 8-27); while in the central zone of the island, adult specimens tend to develop dorsis with some green spots as they grow larger (as with the specimens of Pou and Penjats) (figure 8-28). The laterals of this last population are ochre with yellow tone, like those of Pou and Penjats and in some cases orange like those that present the specimens of Negra Nord. The bellies are yellowish-



**Figura 8-28.** Compárese con los resultados de Punta de Tramuntana por un lado y con las poblaciones de Pou y Penjats por otro, los dorsos son más semejantes a estas dos últimas poblaciones aunque habitan islas distintas que a los individuos de Punta de Tramuntana que habitan en la misma isla.

**Figure 8-28.** Compare these results with the results of Punta de Tramuntana on the one hand and with the populations of Pou and Penjats on the other; the dorsos are more similar to these last two populations although they inhabit different islands than the specimens of Punta de Tramuntana that inhabit the same island.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 337-340)

anaranjado como los que presentan los individuos de Negra Nord. Los vientres son blanco-amarillentos semejantes a los obtenidos en Penjats. Mientras que los individuos de Punta de Tramuntana presentan también los vientre muy claros, pero con componente rojiza, observándose ocre tostado visualmente.

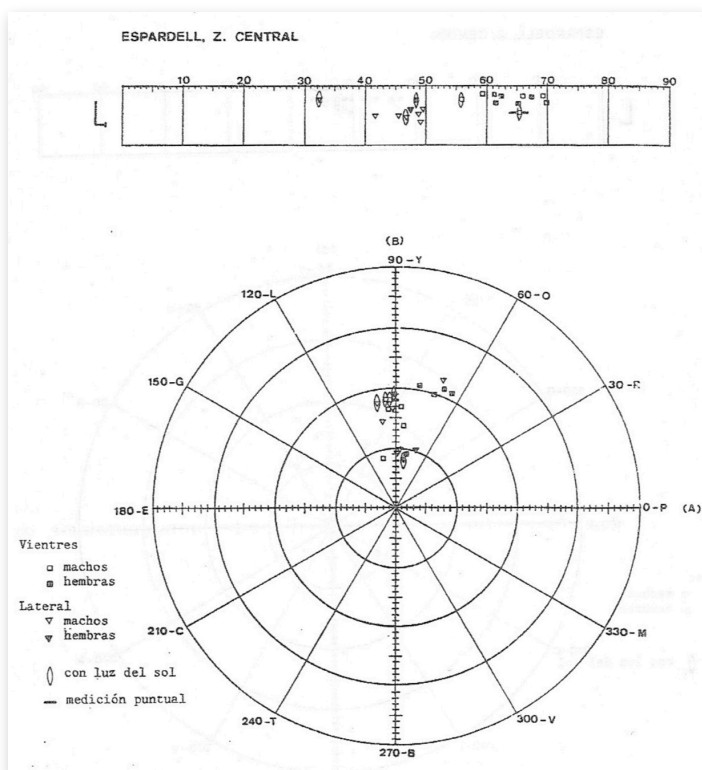
## 8.4.13 NEGRA NORD (16)

El centro de los dorsos (Figura 8-30) de esta población son semejantes a los que presentan los individuos de las poblaciones de Pou, Penjats y Espardell zona central de la isla. Los laterales son más anaranjados que en estas poblaciones, apreciándose una cierta tendencia al naranja en los laterales de los individuos de Penjats y Espardell zona central de la isla, que en Negra Nord se acentúa notablemente con tonos más cromáticos.

white similar to those obtained in Penjats. While the specimens of Punta de Tramuntana also have very light bellies, but with a reddish component, perceptible as toasted ocher.

## 8.4.13 NEGRA NORD (16)

The center of the backs (figure 8-30) of this population are similar to those presented by specimens from the Pou, Penjats and the central zone of Espardell populations. The sides are more orange than in these populations, appreciating a certain tendency to orange on the sides of the specimens of Penjats and Espardell central area of the island, which in Negra Nord is markedly accentuated with more chromatic tones.



**Figura 8-29.** Los vientres y laterales no difieren de los que presentan los individuos de Penjats o los machos de Pou, si bien existe un ligero corrimiento del tono hacia el naranja que se acentuará más en los individuos de Negra Nord.

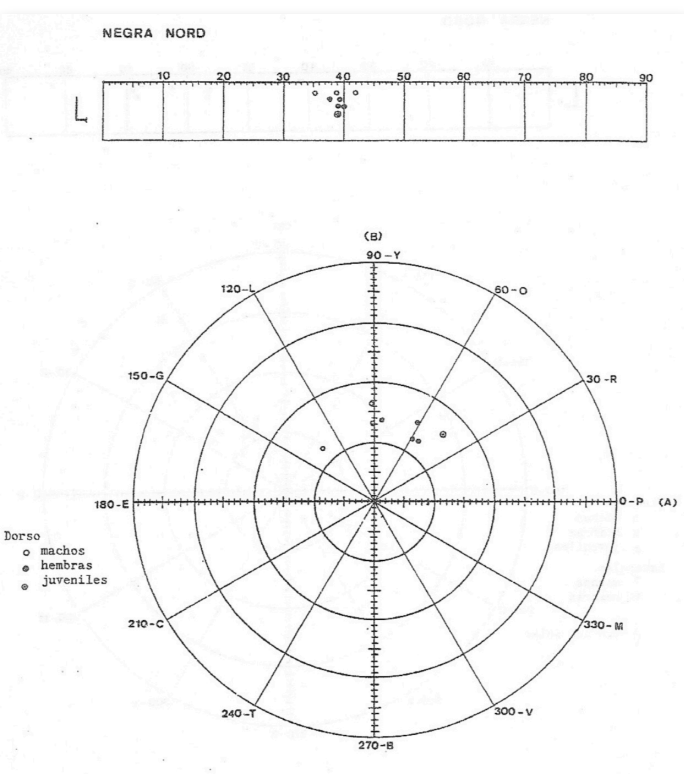
**Figure 8-29.** The bellies and laterals do not differ from those presented by the specimens of Penjats or the males of Pou, although there is a slight shift of the hue toward the orange that will be more pronounced in the specimens of Negra Nord.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 337-343)

Difieren en los vientres ya que en todos los individuos analizados se presenta con un llamativo color naranja, más cromático que en el resto de poblaciones analizadas. Tres de los individuos de esta población alcanzan un valor de croma "débil", que es el valor cromático más elevado de todas las mediciones colorimétricas realizadas. (Figura 8-31).

## 8.4.14 CALDÉS (27)

Los dorsos varían de pardo a pardo verdoso, siempre con bajos valores de croma y claridad. Una de las hembras analizadas presentaba la zona delantera del dorso parda y la trasera verdosa, se realizaron mediciones en ambas zonas y se obtuvo un valor de tono entre el naranja y el amarillo para la parte anterior y limón para la posterior.



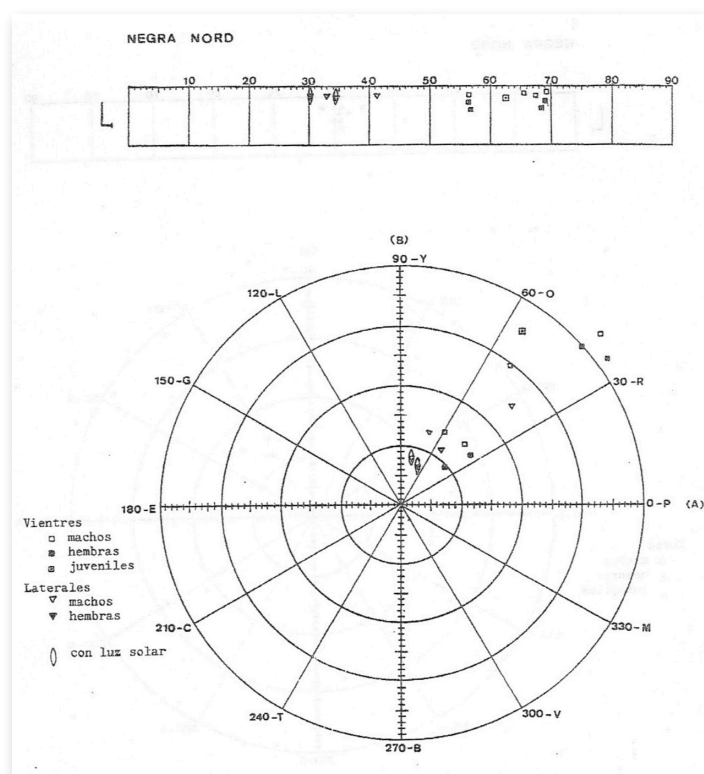
**Figura 8-30.** La zona de tono que ocupan los dorsos coincide con la que ocupan los individuos de Pou, Penjats y Espardell zona central de la isla, a la vez que coinciden los valores de croma y claridad.

**Figure 8-30.** The zone of tone occupied by the backs coincides with that occupied by the specimens of Pou, Penjats and Espardell, the central zone of the island, while the values of chroma and clarity coincide.

They differ in the bellies since in all the analyzed specimens it is presented with a striking orange color, more chromatic than in the rest of the analyzed populations. Three of the specimens in this population achieve a "weak" chroma value, which is the highest chromatic value of all the colorimetric measurements made. (figure 8-31).

## 8.4.14 CALDÉS (27)

The backs vary from brown to greenish brown, always with low values of chroma and clarity. One of the analyzed females presented the front area of the brown back and the green back, measurements were made in both areas and a tone value was obtained between the orange and yellow for the anterior and lemon for the posterior.



**Figura 8-31.** Obsérvese la marcada tendencia a presentar tonos naranja o rojizos en los laterales y vientres. Esta tendencia se inicia en la población de Espardell zona central de la isla y se acentúa en esta población.

**Figure 8-31.** Observe the marked tendency to present orange or reddish tones on the sides and bellies. This trend begins in the population of Espardell central zone of the island and is accentuated in this population.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 343-345)

Los laterales son pardos y los vientres muy claros con tonalidades verdosas. Se midieron algunas manchas oclares de las escamas externas del vientre, que resultaron ser de color verde puro bastante más cromáticas que el resto del vientre (Figura 8-32).

## 8.4.15 MURADA (28)

Los dorsos y laterales son acromáticos negros con diversas componentes de tono según puede apreciarse en la figura 8-33, variando del azul al naranja en los dorsos y del verde al azul en los laterales. Ninguno de estos tonos pudo ser apreciado visualmente por las personas que realizaron las mediciones, dado el poco cromatismo que poseen. los vientres presentan mayor claridad y croma que los dorsos, apreciándose visualmente su tono que varía entre los azules y los turquesas, si bien con el bajo valor de croma que presentan solo es posible apreciarlos como azules.

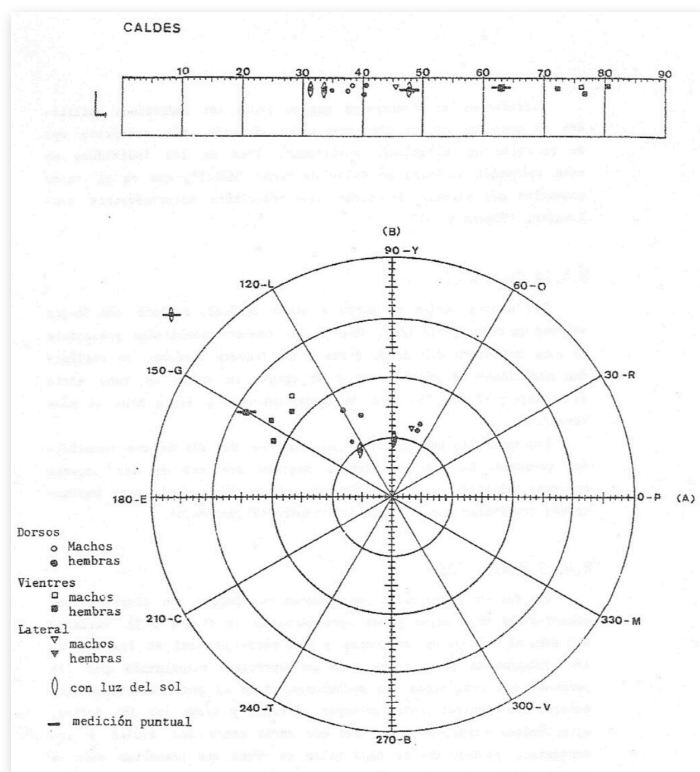


Figura 8-32. Valores obtenidos para la población de Caldés. Véase el texto.

Figure 8-32. Values obtained for the population of Caldés. See the text.

The sides are brown and the bellies very light with greenish tones. Some ocellar spots were measured from the outer scales of the belly, which turned out to be pure green rather more chromatic than the rest of the belly (figure 8-32).

## 8.4.15 MURADA (28)

The backs and sides are black achromatic with various tone components as can be seen in figure 8-33, varying from blue to orange on the backs and green to blue on the side. None of these tones could be appreciated visually by the people who made the measurements, given the little chromatism they have, the bellies present greater clarity and chroma than the backs, visually appreciating their tone that varies between blue and turquoise, although with the low chroma value that they present, it is only possible to appreciate them as blue.

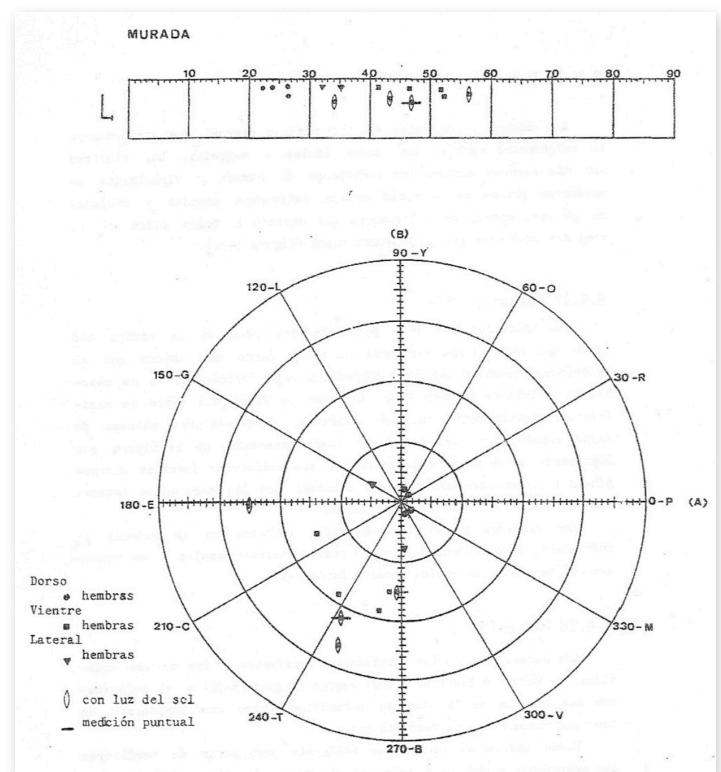


Figura 8-33. Obsérvese el bajo valor de croma y claridad de los dorsos y los valores intermedios que presentan los laterales. Los vientres siempre poseen suficiente croma y claridad intermedia que permite apreciar visualmente los tonos azulados.

Figure 8-33. Note the low chroma and clarity values of the backs and the intermediate values of the sides. The bellies always have sufficient chroma and intermediate clarity to allow the bluish tones to be visually appreciated.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 346-348)

## 8.4.16 BLEDA NA PLANA (31)

Los dorsos y laterales son acromáticos negros, que sin embargo el colorímetro aprecia con tonos azules o magentas. Los vientres son más oscuros que en los individuos de Murada y visualmente se presentan grises en la mitad de los individuos medidos y azulados en la otra mitad; el colorímetro los detectó a todos ellos en la zona del azul casi puro en algunos casos (Figura 8-34).

## 8.4.17 ESPARTAR (37)

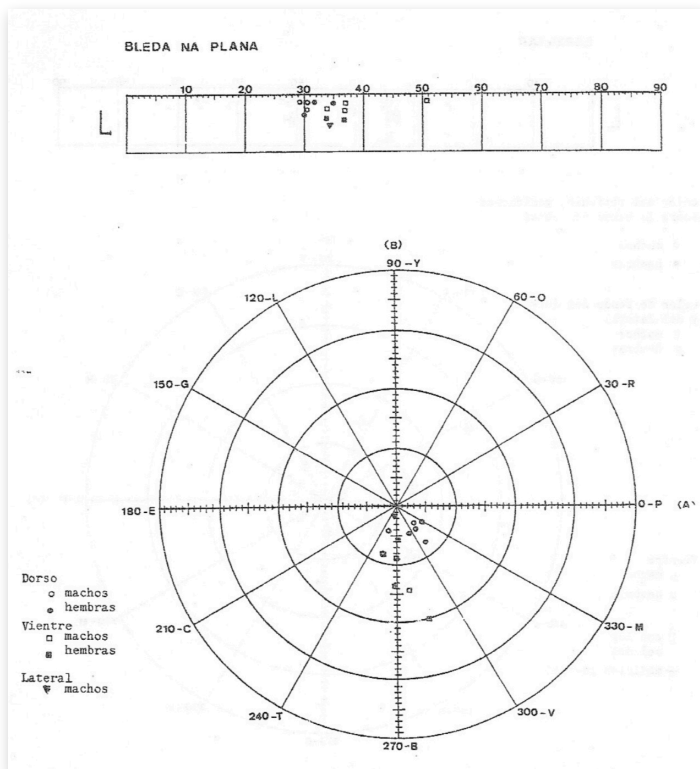
Los individuos de esta población presentan en el centro del dorso una ancha banda vertebral de color pardo muy oscuro que el colorímetro resolvió con tonos magenta o rojo acromáticos en la mayoría de individuos (Figura 8-35). El color de fondo del dorso se manifiesta principalmente en los laterales, donde existen manchas de mayor tamaño, las cuales son con tonos esmeralda.

## 8.4.16 BLEDA NA PLANA (31)

The backs and sides are achromatic black, which however the colorimeter appreciates with blue or magenta tones. The bellies are darker than in the specimens of Murada and visually appear gray in half of the measured specimens and bluish in the other half; the colorimeter detected them all in the area of almost pure blue in some cases (figure 8-34).

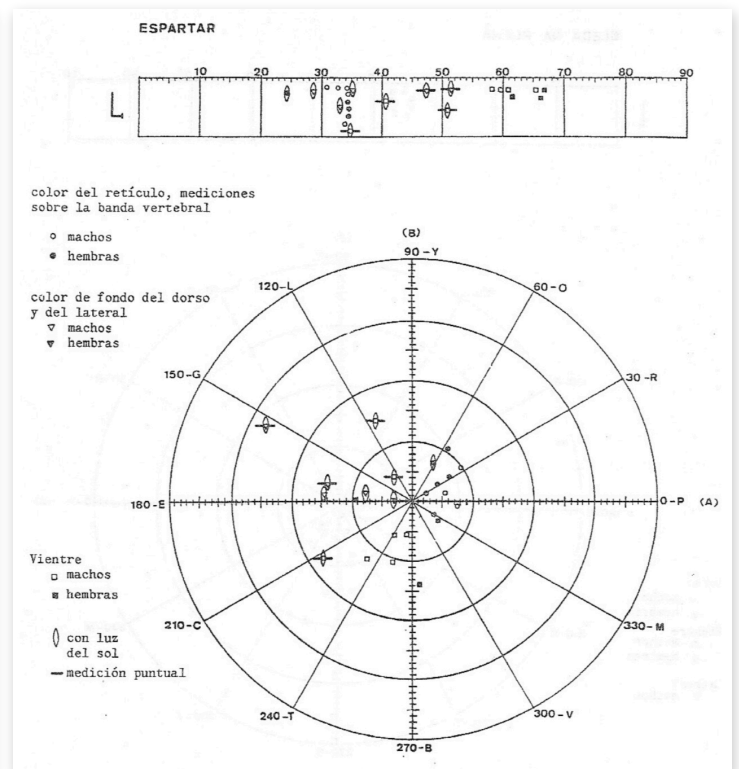
## 8.4.17 ESPARTAR (37)

The specimens of this population have a wide dark brown vertebral band in the center of the back, which the colorimeter resolved with magenta or achromatic red tones in the majority of the specimens (figure 8-35). The background color of the back is manifested also on the sides, where there are larger spots, which are of emerald tones. In the figure that represents the data of this



**Figura 8-34.** Compárese con las otras poblaciones melánicas de Murada y Frare, los dorsos son acromáticos negros en las tres poblaciones pero con distintos valores de tono que no son apreciables visualmente.

**Figure 8-34.** Compared with the other melanic populations of Murada and Frare, the backs are achromatic black in the three populations, but with different values of tone that are not visually noticeable.



**Figura 8-35.** Obsérvese la gran diferencia entre los tonos del centro del dorso y de los laterales; el color de éstos es el mismo que forma el color de fondo de todo el dorso.

**Figure 8-35.** Note the great difference between the tones of the center of the back and sides; the color of these is the same that forms the background color of the entire back.

Chapter 8. Colorimetric analysis (page 346-351)

la figura que representa los datos de esta población, las mediciones dorsales corresponden a las manchas reticulares, mientras que las mediciones laterales pertenecen al color de fondo dorsal. Los vientres presentan tonalidades turquesa en la mayoría de individuos, aunque algunos de ellos poseen vientres azules y en ocasiones con manchas cian en las escamas laterales.

population, the dorsal measurements correspond to the reticular spots, while the lateral measurements correspond to the dorsal background color. The bellies present turquoise tones in most individuals, although some of them have blue bellies and sometimes with cyan spots on the lateral scales.

8.4.18 FRARE (39)

8.4.18 FRARE (39)

Los dorsos se aprecian visualmente semejantes a los de los individuos de Murada y Bleda Na Plana: negros (Figura 8-36) y el colorímetro los detecta en la zona de acromáticos pero con componente de tono que varía desde el verde al azul. Estos individuos mudaron su epidermis poco antes de realizarse las mediciones y debido a ello sus vientres adquirieron bellos colores azules mucho más cromáticos que los de Bleda Na Plana

The backs are seen visually similar to those of the specimens of Murada and Bleda Na Plana; blacks (figure 8-36) and the colorimeter detects them in the achromatic zone but with a tone component that varies from green to blue. These specimens shed their skin shortly before the measurements were taken, and as a result, their bellies acquired beautiful blue colors, much more vibrant than those of Bleda Na Plana and Murada. It was not possible

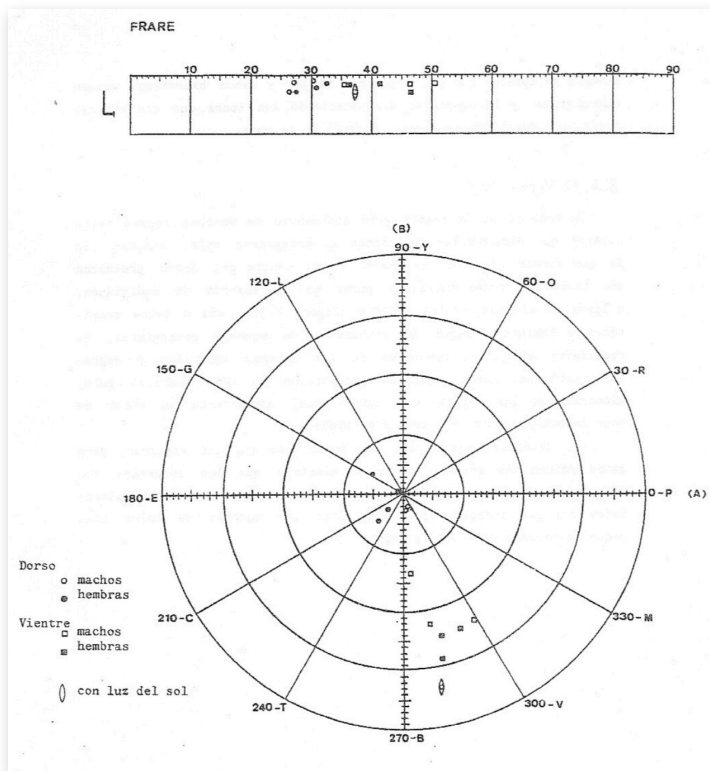


Figura 8-36. Obsérvese que los vientres de las tres poblaciones melánicas se sitúan en la zona del azul; los distintos valores de croma y luminosidad sin duda se ven influenciados por el tiempo transcurrido desde la última muda.

Figure 8-36. Note that the bellies of the three melanic populations are located in the blue zone; the different values of chroma and luminosity are undoubtedly influenced by the time elapsed since the last change.

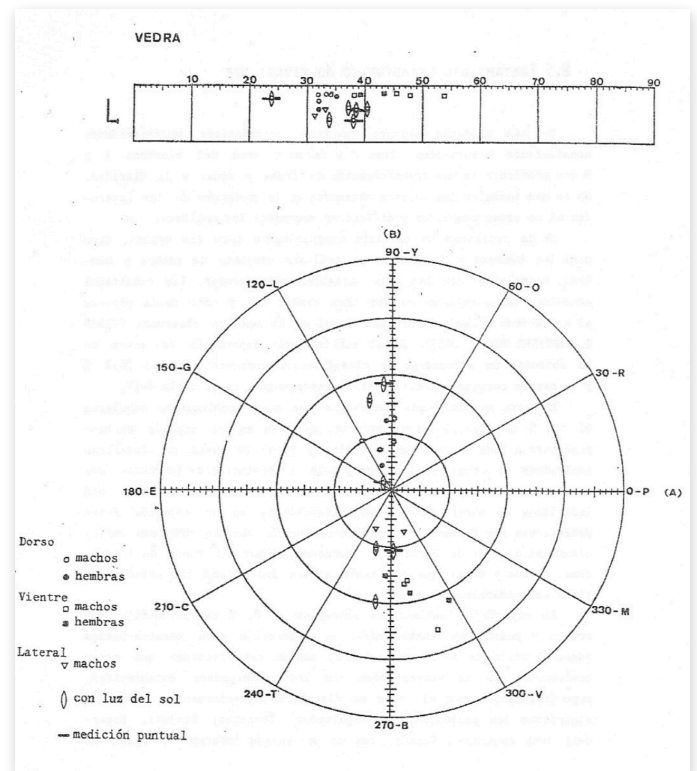


Figura 8-37. El color de fondo del dorso es amarillo puro, mientras que los laterales y el vientre presentan el mismo tono: azul.

Figure 8-37. The background color of the back is pure yellow, while the sides and belly have the same tone: blue.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 346-352)

y Murada. No se pudieron realizar mediciones de la antigua epidermis que era gris blanquecina sin ningún tono apreciable, la comparación de estas dos epidermis hubiera sido de notable interés, ya que visualmente siempre se aprecia que las epidermis viejas y menos hidratadas poseen colores grises y blanquecinos desapareciendo los tonos, que sin embargo pueden ser muy llamativos justo después de la muda.

## 8.4.19 VEDRÀ (40)

En todo el dorso existe gran abundancia de manchas negras reticulares que oscurecen las mediciones al integrarse estas manchas con la que forman el color de fondo. En el centro del dorso presentan una banda con tonos amarillos puros en la mayoría de individuos, o limón en algunos de los medidos (Figura 8-37), más o menos cromáticos y luminosos según la abundancia de manchas reticulares. Se realizaron mediciones puntuales de las manchas amarillas y negras del centro del dorso, aquellas presentaron un tono amarillo puro, mientras que las negras, muy acromáticas, presentaron un valor de tono intermedio entre el verde y el limón.

Los laterales son azules con igual tono que los vientres, pero estos poseen más cromía y claridad, mientras que los laterales son más oscuros y menos cromáticos (con valores semejantes a los alcanzados por los dorsos), al poseer entre las manchas de color azul pequeñas manchas reticulares negras.

## 8.5 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO MULTIVARIANTE

Se han aplicado algunos análisis estadísticos multivariantes considerando 6 variables, tres del dorso y tres del vientre: A y B que provienen de una transformación de Cromía y Tono; y la Claridad. No se han incluido los valores obtenidos en la medición de los laterales al no estar completos y dificultar enormemente los análisis.

Se ha realizado un análisis discriminante para los machos, otro para las hembras y finalmente un análisis conjunto de machos y hembras, todos ellos con las seis variables consideradas. Los resultados obtenidos son semejantes en los tres casos, tal y como cabía esperar al no haberse hallado dimorfismo sexual en la muestra observada (CIRER & Martínez-Rica, 1985). En el análisis

to make measurements of the old epidermis that was whitish gray without any appreciable tone, the comparison of these two epidermis would have been of great interest, since visually it is always appreciated that the old and less hydrated epidermis have gray and whitish colors with disappearing tones, which however can be very striking just after the change.

## 8.4.19 VEDRÀ (40)

Across the dorsum there is a great abundance of black reticular spots that obscure the measurements when these spots are integrated with which they form the background color. In the center of the back they present a band with pure yellow tones in most specimens, or lemon in some of the measured ones (figure 8-37), more or less chromatic and luminous according to the abundance of reticular spots. Punctual measurements were made of the yellow and black spots of the center of the back, those presented a pure yellow tone, while black, very achromatic, had an intermediate tone value between green and lemon.

The sides are blue with the same tone as the bellies, but these have more chroma and clarity, while the sides are darker and less chromatic (with values similar to those reached by the backs), having among the small blue spots black reticular spots.

## 8.5 MULTIVARIATE STATISTICAL TREATMENT

Some multivariate statistical analyzes have been applied considering 6 variables, three of the back and three of the belly: A and B that come from a transformation of Chroma and Tone; and Clarity. The values obtained in the measurement of the lateral sides have not been included since they are not complete and greatly complicate the analysis.

A discriminant analysis was carried out for the males, another for the females and finally a joint analysis of males and females, all of them with the six variables considered. The results obtained are similar in the three cases, as could be expected since no sexual dimorphism was found in the observed sample (CIRER & MARTINEZ-RICA 1985). In the analysis without separation of sexes, a

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 352-355)

sin separación de sexos se ha obtenido un porcentaje de clasificación correcta elevado: 78.2% y la matriz correspondiente se halla representada en la tabla 8-IV.

En esta matriz puede observarse que nueve poblaciones adquieren el 100 % de clasificación correcta, si bien en el espacio correspondiente a Sant Carles, Gastabí, Alga y Bleda Na Plana se clasifican individuos de otras poblaciones. Solo 5 poblaciones (marcadas con \*) poseen un espacio propio: 100 % de clasificación correcta sin individuos de otras poblaciones clasificados en su espacio. Estas poblaciones son Formentera (recuérdese que la muestra proviene exclusivamente de Cap de Berbería), Trucadors, Espardell Punta de Tramuntana, Murada y Vedrà; que por tanto serían las únicas con características colorimétricas propias.

La mayoría de poblaciones sobrepasa el 80% de porcentaje correcto y podría por tanto usarse la coloración como característica identificativa de estas poblaciones, aunque cabe recordar que estas poblaciones no se corresponden con las subespecies establecidas, cuyo diagnóstico por el color se discutirá posteriormente. Con ellas contrastan las poblaciones de Espalmador, Torretes, Penjats, Espardell zona central y Caldés, con un porcentaje inferior o igual al 50 % que nos permite deducir que las variables usadas (color dorsal y ventral) no son válidas para definir las inequívocamente.

En la figura 8-38 se reproduce la representación canónica del individuo medio poblacional, sobre los dos primeros ejes canónicos, los cuales proporcionan un 78 % de la variabilidad total. A la derecha se observa un gran grupo de poblaciones muy semejantes entre sí, de las cuales se separa relativamente de ellas Puig des Molins (en el extremo derecho) y hacia abajo del gráfico se representa a Negra Nord y Espardell Punta de Tramuntana. Trucadors no parece diferenciarse con estos dos ejes, pero se diferencia perfectamente mediante el valor que toma en la tercera coordenada canónica, aquí no representada.

De este grupo mayoritario se separan hacia la izquierda las poblaciones melánicas de Murada, Bleda Na Plana y Frare; en una posición intermedia a los dos grupos se sitúan Vedrà. Espartar y Formentera, con marcada tendencia hacia el melanismo, si bien sus tonos corporales aún son perfectamente apreciables visualmente.

high correct classification percentage was obtained: 78.2% and the corresponding matrix is represented in Table 8-IV.

In this matrix it can be observed that nine populations acquire 100% of correct classification, although in the space corresponding to Sant Carles, Gastabí, Alga and Bleda Na Plana, specimens from other populations are classified. Only 5 populations (marked with \*) have their own space: 100% correct classification without specimens from other populations classified in their space. These populations are Formentera (remember that the sample comes exclusively from Cap de Berbería), Trucadors, Espardell Punta de Tramuntana, Murada and Vedrà; which would therefore be the only ones with their own colorimetric characteristics.

The majority of populations exceeds 80% of correct percentage and coloration could therefore be used as an identifying characteristic of these populations, although it should be remembered that these populations do not correspond to the established subspecies, whose diagnosis by color will be discussed later. With them contrast the populations of Espalmador, Torretes, Penjats, Espardell central zone and Caldés, with a percentage less than or equal to 50% that allows us to deduce that the variables used (dorsal and ventral color) are not valid to define them unequivocally.

In figure 8-38 the canonical representation of the average population specimen is reproduced, on the first two canonical axes, which provide 78% of the total variability. On the right you can see a large group of populations very similar to each other, from which Puig des Molins (in the extreme right) is relatively separated from them and below the graph is represented by Negra Nord and Espardell Punta de Tramuntana. Trucadors does not seem to differentiate with these two axes, but it is perfectly differentiated by the value it takes in the third canonical coordinate, here not represented.

From this majority group the melanic populations of Murada, Bleda Na Plana and Frare are separated to the left; in an intermediate position to the two groups is Vedrà. Espartar and Formentera, with a marked tendency towards melanism, although their corporal tones are still perfectly visible visually.

Chapter 8. Colorimetric analysis (page 353-354)

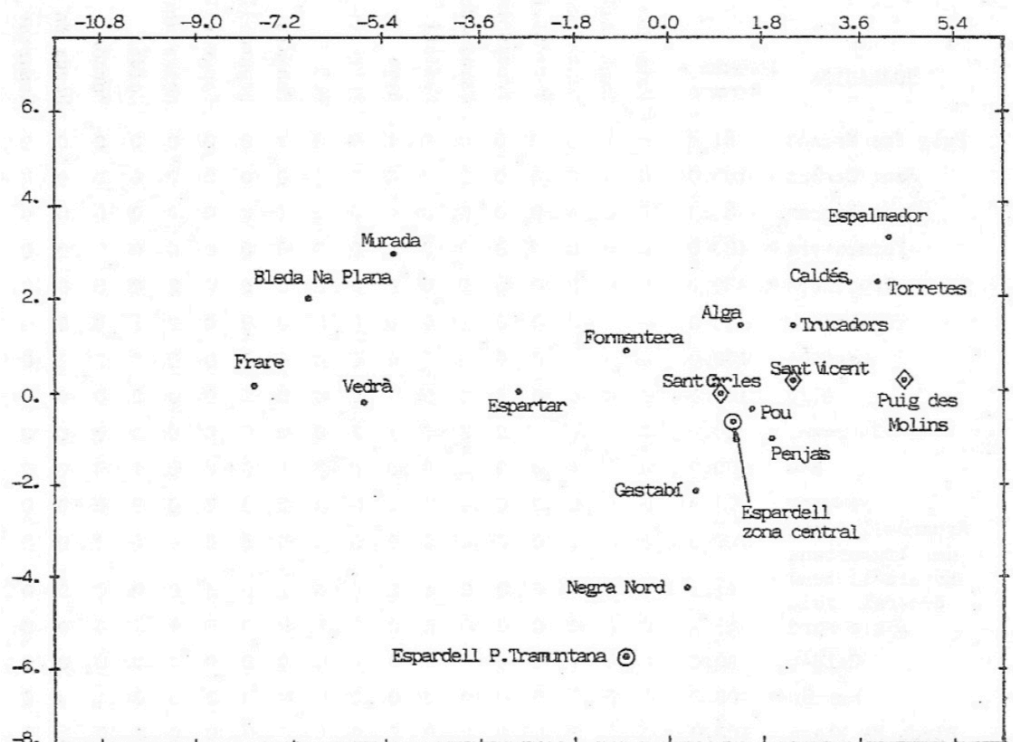
Tabla 8-IV. Matriz de clasificación del análisis discriminante basado en seis variables colorimétricas (dorso y vientre), para machos y hembras conjuntamente.

Table 8-IV. Classification matrix of the discriminant analysis based on six colorimetric variables (back and belly), for males and females together.

POBLACION	Porcentaje Correcto	Puig des Molins	Sant carles	Sant Vicent	Formentera	Trucadors	Espalmador	Gastabí	Alga	Torretes	Pou	Penjats	Espardell P. Tramuntana	Espardell zona central	Negra Nord	Caldés	Murada	Bleda Na Plana	Espartar	Frare	Vedrà	
Puig des Molins	81.8	9	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Sant Carles	100.0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Sant Vicent	83.3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Formentera*	100.0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Trucadors*	100.0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Espalmador	50.0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Gastabí	100.0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Alga	100.0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Torretes	40.0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Pou	70.0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10
Penjats	25.0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8
Espardell Punta de Tramuntana*	100.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Espardell zona central isla	44.4	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	9
Negra Nord	85.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	7
Caldés	50.0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4
Murada*	100.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
Bleda Na Plana	100.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
Espartar	85.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	7
Frare	83.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	6
Vedrà*	100.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6
TOTAL	78.2	10	8	7	7*	6*	3	3	6	3	12	5	4*	6	6	4	4*	7	6	5	6*	

Figura 8-38. Representación de las medias poblacionales sobre los dos primeros ejes canónicos que explican un 78% de la dispersión total.

Figure 8-38. Representation of the population averages on the first two canonical axes that explain 78% of the total dispersion.



## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 355-356)

## 8.5.1 CONSTRUCCIÓN DE DENDROGRAMA

Con las distancias euclídeas tabuladas a partir de los valores de las seis variables consideradas, se han construido diversos dendrogramas. Se han separado los análisis para machos, hembras y posteriormente todos los individuos conjuntamente; a su vez se han realizado análisis con las tres variables de los dorsos, con las tres de los vientres y con las seis variables (dorsos y vientres, simultáneamente). El método utilizado en todos los casos ha sido el UPGMA (SOKAL & MICHENER, 1958). De todos los dendrogramas obtenidos se han seleccionado los correspondientes a los dorsos y a los vientres sin separación de sexos. El resultado de los dorsos se muestra en la figura 8-39, el cual a una distancia  $D = 4.00$  proporciona seis grupos de poblaciones distribuidas de la siguiente forma:

- 1 - Espalmador - Torretes - Espardell zona central - Caldés -Eivissa Sant Carles.  
Poblaciones con dorso pardo, pero con componente de tono amarillo. Este grupo se fusiona posteriormente con Eivissa Puig des Molins que al poseer tonos limón es el que se halla más cercano.
- 2 - Eivissa Puig des Molins.  
Con tono dorsal limón.
- 3 - Ibiza Sant Vicent - Pou - Penjats - Negra Nord - Alga - Trucadors - Espardell Punta de Tramuntana.  
Poseen dorso pardo, pero con componente de tono más rojizo que en el primer grupo. Dentro de este grupo se diferencian del resto Espardell Punta de Tramuntana y Trucadors (que también se individualizaban en los análisis anteriores) ambas con una claridad dorsal mayor que en los individuos de las restantes poblaciones de su grupo.
- 4 - Formentera - Vedrà.  
Ambas con dorsos muy oscuros, sin llegar a ser melánicas, la separación que manifiestan entre sí es relativamente elevada como cabría esperar, ya que Formentera posee componente de tono verde o esmeralda, mientras que Vedrà lo posee amarillo.
- 5 - Gastabí - Espartar.  
La medición del dorso en Espartar se realizó en la franja vertebral de color pardo, sin participación de las dorsolaterales claras de color esmeralda. Gastabí por su parte presenta un dorso pardo uniforme y ambos pardos poseen componente de tono rojo-púrpura, debido a lo cual se agrupan en este análisis; si bien debe recordarse que las mediciones de laterales y vientres de Espartar, la separan perfectamente de Gastabí.

## 8.5.1 DENDROGRAM CONSTRUCTION

With the Euclidean distances tabulated from the values of the six variables considered, several dendrograms have been constructed. The analysis have been separated for males, females and subsequently all the specimens together; At the same time, analysis was carried out with the three variables of the backs, with the three of the bellies and with the six variables (backs and bellies, simultaneously) The method used in all cases was the UPGMA (SOKAL & MICHENER 1958). Of all the dendrograms obtained, those corresponding to the backs and the bellies without gender separation have been selected. The result of the backs is shown in figure 8-39, which at a distance  $D = 4.00$  provides six groups of populations distributed as follows:

- 1 - Espalmador - Torretes - Espardell central zone - Caldés -Ibiza Sant Carles.  
Populations with brown back, but with a yellow tone component. This group is subsequently merged with Ibiza Puig des Molins, which has the closest lemon tones.
- 2 - Ibiza Puig des Molins.  
With lemon dorsal tone.
- 3 - Ibiza Sant Vicent - Pou - Penjats - Negra Nord - Alga - Trucadors - Espardell Punta de Tramuntana.  
They have a brown back, but with a redder tone component than in the first group. Within this group Espardell Punta de Tramuntana and Trucadors differ from the rest (which were also individualized in the previous analysis) both with a greater dorsal clarity than in the specimens of the remaining populations of this group.
- 4 - Formentera - Vedrà.  
Both with very dark backs, without becoming melanic, the separation they manifest is relatively high as one might expect, since Formentera has a green or emerald component, while Vedrà has a yellow component.
- 5 - Gastabí - Espartar.  
The measurement of the back in Espartar was made in the brown vertebral fringe, without participation of the clear dorsolaterals of emerald color. Gastabí, in turn, has a uniform brown back and both browns have a red-purple tone component, due to which they are grouped in this analysis; although it should be remembered that the measurements of laterals and ventrals of Espartar, separate it perfectly from Gastabí.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 356-359)

## 6 - Murada - Frare - Bleda Na Plana.

Son las únicas poblaciones totalmente melánicas que se han analizado y por ello se reúnen en un mismo grupo, aunque el "negro" que presentan los distintos individuos puede variar su tono, característica que el calorímetro aprecia, pero no así el ojo humano, que los identifica con coloración dorsal semejante.

El análisis de los vientres (Fig. 8-40) proporciona un dendrograma con algunas diferencias respecto al de los dorsos, pero que ayuda a definir algunos aspectos no detectados en el análisis anterior. Con un nivel de separación  $D = 3.00$  obtenemos 5 grupos formados por las poblaciones siguientes:

## 6 - Murada - Frare - Bleda Na Plana.

They are the only completely melanic populations that have been analyzed and therefore meet in the same group, although the "black" presented by different specimens may vary their tone, a characteristic that the calorimeter observes, but not the human eye, which identifies with similar dorsal coloration.

The analysis of the bellies (figure 8-40) provides a dendrogram with some differences with respect to the backs, but it helps to define some aspects not detected in the previous analysis. With a separation level  $D = 3.00$  we obtain 5 groups formed by the following populations:

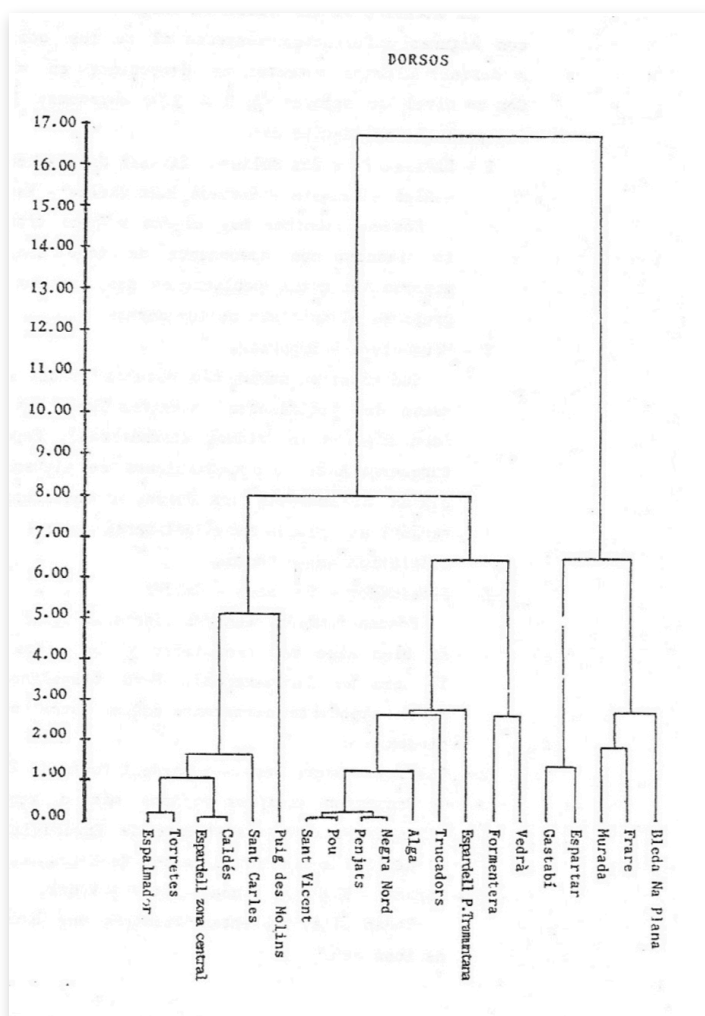


Figura 8-39. Dendrograma de machos y hembras correspondiente a las tres variables del dorso.

Figure 8-39. Dendrogram of males and females corresponding to the three color variables of the back.

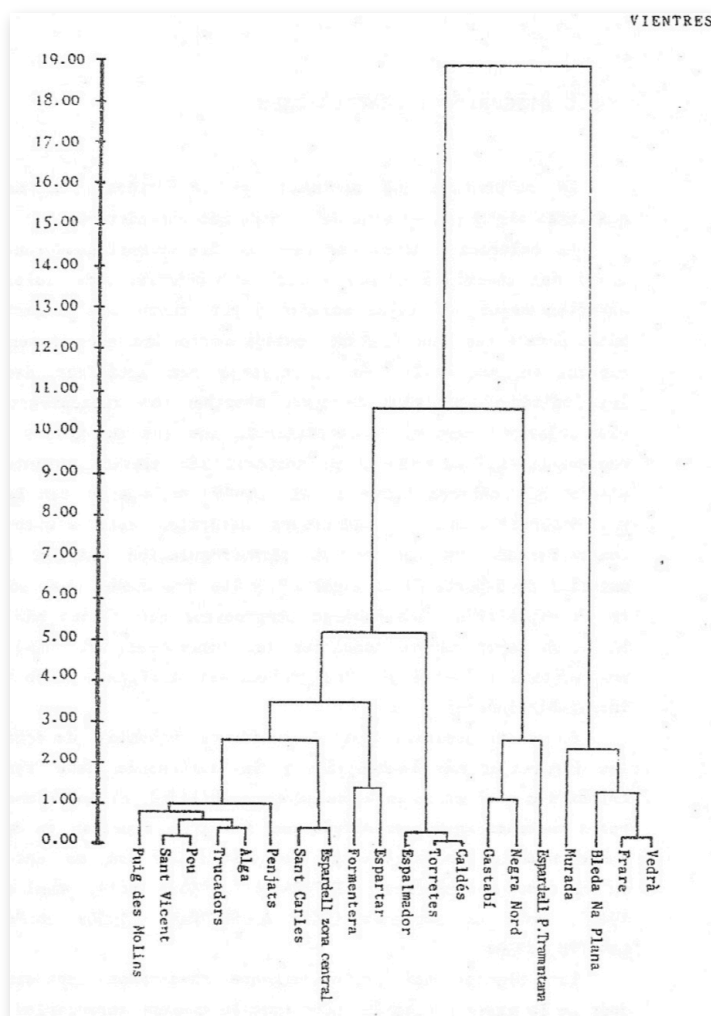


Figura 8-40. Dendrograma de machos y hembras obtenido a partir de las tres variables del vientre.

Figure 8-40. Dendrogram of males and females obtained from the three color variables of the belly.

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 358-360)

- 1 - Eivissa Puig des Molins - Eivissa Sant Vicent - Pou - Trucadors - Alga - Penjats - Eivissa Sant Carles - Espardell zona central.  
Poseen vientres muy claros y poco cromáticos, prácticamente blancos, con componente de tono amarillo o limón. La mayoría de estas poblaciones son las que conforman el tercer grupo en el análisis de los dorsos.
- 2 - Formentera - Espartar.  
Con vientres mucho más oscuros aunque con diferencias entre estas dos poblaciones, mientras Formetera posee tonos verdes (con algunos individuos acromáticos), Espartar presenta tonos turquesa. Estas dos poblaciones se sitúan en grupos bien distintos al analizar los dorsos y considerando las dos características pueden individualizarse ambas poblaciones con la coloración que ostentan.
- 3 - Espalmador - Torretes - Caldés.  
Poseen también vientres claros al igual que el primer grupo, si bien algo más cromáticos y con tonos más verdosos (ocupan la zona de limón-verde). Pero visualmente resulta práctica-mente imposible dircernir entre estos dos grupos de poblaciones.
- 4 - Gastabí - Negra Nord - Espardell Punta de Tramuntana.  
Presentan vientres rojizos más o menos cromáticos, desde el imperceptible visualmente de Espardell Punta de Tramuntana, al naranja medio muy llamativo de Negra Nord.
- 5 - Murada - Bleda Na Plana - Frare - Vedrà.  
Todas ellas presentan vientres muy oscuros y con componente de tono azul.

## 8.6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La coloración que ostentan los lacértidos realiza funciones distinta, según sea la zona del cuerpo que consideramos.

La coloración dorsal influye en la termorregulación y visibilidad del individuo frente a sus depredadores. Los colores oscuros absorben mejor los rayos solares y por tanto las lagartijas melánicas parece ser que tendrán ventaja sobre las que presentan colores claros. PEARSON (1977) en su trabajo con iguánidos demuestra que los individuos pintados de negro absorben más rápidamente la radiación solar y poseen menos reflectancia que los individuos sin pintar, manteniendo así su temperatura corporal más elevada durante más horas al día. Sin embargo CRISP et Al. (1979) trabajando con *Lacerta*

- 1 - Ibiza Puig des Molins - Ibiza Sant Vicent - Pou - Trucadors - Alga - Penjats - Ibiza Sant Carles - Espardell central area.  
They have very clear and little chromatic bellies, practically white, with a yellow or lemon tone component. The majority of these populations are those that make up the third group in the analysis of the backs.
- 2 - Formentera - Espartar.  
With much darker bellies although with differences between these two populations, while Formetera has green tones (with some achromatic specimens), Espartar presents turquoise tones. These two populations are located in very different groups when analyzing the backs and considering the two characteristics, both populations can be identified with the coloration they have.
- 3 - Espalmador - Torretes - Caldés.  
They also have clear bellies as well as the first group, although somewhat more chromatic and with more greenish tones (they occupy the lemon-green zone). But visually it is practically impossible to tell the difference between these two groups of populations.
- 4 - Gastabí - Negra Nord - Espardell Punta de Tramuntana  
They present red bellies more or less chromatic, from the visually imperceptible of Espardell Punta de Tramuntana, to the very striking medium orange of Negra Nord.
- 5 - Murada - Bleda Na Plana - Frare - Vedrà.  
All of them have very dark bellies and a blue tone component.

## 8.6 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The coloration that the lacertid lizards show performs different functions, depending on the area of the body that we consider.

The dorsal coloration influences the thermoregulation and visibility of the specimen in front of their predators. The dark colors absorb the solar rays better and therefore the melanic lizards seem to have an advantage over those with light colors. PEARSON (1977) in his work with iguanids shows that black-painted specimens absorb solar radiation more quickly and have less reflectance than unpainted specimens, thus keeping their body temperature higher for more hours a day. However, CRISP et al. (1979) working with *Teira dugesii* observed that in natural conditions this effect can be counteracted since in

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 360-361)

*dugesii* observaron que en condiciones naturales este efecto puede ser contrarrestado ya que en la termorregulación también influyen el material de soporte de la lagartija y las posiciones que adopta durante la exposición. Sin embargo comprobaron que cuanto más oscuro era el dorso mayor tamaño adquirían los individuos, lo cual representa una ventaja evidente en las relaciones tróficas y de territorialidad intrapoblacionales.

En contraposición los depredadores visuales detectan mejor a las lagartijas más pigmentadas y la coloración debe tender a ser críptica con el medio para asegurar viabilidad al individuo. En numerosos trabajos se ha demostrado que las aves depredan en mayor medida sobre aquellos individuos que contrastan más con su entorno, tanto en el caso de insectos (KETTLEWELL, 1956, 1961), mamíferos (DICE, 1947), como gasterópodos (CAIN & SHEPPARD, 1950; SHEPPARD, 1951; LAMOTTE, 1959).

Los flancos son preferentemente observados por otros individuos de la misma población, pero también pueden apreciarlos sus depredadores y según la posición que adopte la lagartija ser área receptora de rayos solares.

Mientras que el vientre solo es visible cuando el animal quiere mostrarlo, quedando restringido a una comunicación intraespecífica, especialmente en el comportamiento previo a la cópula.

La necesidad de absorber la mayor radiación posible parece presionar selectivamente hacia dorsos progresivamente más oscuros, de ahí la convergencia de todas las poblaciones a poseer poca claridad dorsal. En las islas con alta densidad poblacional un individuo más oscuro que sus congéneres calienta su cuerpo antes que los demás y por lo tanto tiene ventaja en la búsqueda del alimento; en estas poblaciones es lógico pensar que si no existe otra presión de selección contraria la tendencia sea hacia la consecución de dorsos cada vez más oscuros.

En algunas poblaciones se presentan manchas de color más o menos brillantes y llamativas en el dorso, que quedan neutralizadas por las manchas negras del retículo que es más o menos abundante según el caso y el conjunto de manchas integradas en el color medio siempre resulta oscuro.

Estas manchas brillantes siempre son de pequeño tamaño, apreciables en una observación muy cercana, pero no a una cierta distancia, y por lo tanto es de

in thermoregulation the lizard substrate and the positions it adopts during exposure also influence it. However, they found that the darker the back, and the greater the size of specimens, is an obvious advantage in intra-population trophic and territorial relations.

In contrast, the visual predators better detect the more pigmented lizards and the coloration should tend to be cryptic with the substrate to ensure viability to the specimen. In many studies it has been shown that birds depredate to a greater extent those specimens that contrast more with their environment, both in the case of insects (KETTLEWELL 1956 ; KETTLEWELL 1961), mammals (DICE 1947), and gastropods (CAIN & SHEPPARD 1950 ; SHEPPARD 1951; LAMOTTE 1959).

The flanks are preferably observed by other specimens of the same population, but their predators can also appreciate them and according to the position that the lizard adopts, it is a receiving area of solar rays.

While the belly is only visible when the animal wants to show it, being restricted to intra-specific communication, especially in the behavior prior to copulation.

The need to absorb as much radiation as possible seems to press selectively towards progressively darker backs, hence the convergence of all populations to have little dorsal clarity. In the islands with high population density a darker specimen than his congeners heats his body before the others and therefore has advantage in the search of food; in these populations it is logical to think that if there is no other selection pressure contrary the tendency is towards the attainment of ever darker backs.

In some populations there are spots of more or less bright and striking color on the back, which are neutralized by the black spots of the reticulum that is more or less abundant depending on the case and the set of spots integrated in the middle color is always dark.

These bright spots are always of small size, visible in a close observation, but not at a certain distance, and therefore it is assumed that they are part of the intra-

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 361-362)

suponer que forman parte del mensaje de color intraespecífico (sexual, territorial), pero no son tan apreciables por los depredadores dada la distancia de observación.

Algunos hábitats permiten que las coloraciones muy oscuras sean crípticas (existencia de manchas negras en el entorno debidas a sombras, restos orgánicos, acúmulos de óxidos, etc.) y en ellos es posible acentuar el melanismo (Murada, Bleda, Frare, Cap de Berberia) ya que las aves, al no poseer apenas visión binocular (YOUNG, 1977; GRASSE, 1980) no diferenciarían bien una lagartija negra de las manchas negras de su entorno.

Otras poblaciones manifiestan tendencia hacia el melanismo ya que supone una ventaja en la termorregulación, pero sin llegar a acentuarlo ya que la adaptación del fenotipo debe quedar equilibrada entre todos los factores que influyen en la viabilidad del individuo (MAYR, 1963). Así por ejemplo la población de Vedrà presenta un color medio muy oscuro casi semejante al de las poblaciones melánicas, pero las áreas de color negro se hallan interrumpidas por manchas amarillas. Estas manchas pueden ser el resultado de una homocromía con el ambiente ya que en Vedrà crece en abundancia el líquen *Xanthoria* dada la alta humedad atmosférica. Otro ejemplo son las coloraciones pardo-rojiza y esmeralda de Espartar, ya que los individuos de esta población habitan preferentemente dentro de los matorrales de esparto (*Stipa tenacissima*), cuyas hojas secas son de color pardo semejante al que ostentan las lagartijas en la banda vertebral y las tiernas son de color verde esmeralda muy claro (poco cromático) que no difiere en exceso del de los laterales de las lagartijas.

En los hábitats con sustrato liso y claro (suelo arenoso) no sería posible acentuar la pigmentación ya que el individuo sería muy visible a los depredadores y la selección presiona en este caso, hacia coloraciones más claras como las que ostentan Trucadors, Alga, y Espardell Punta de Tramuntana; a pesar de la relativa desventaja que pueda representar en la termorregulación y sobre todo en el tamaño corporal permitido (estas poblaciones son las que ostentan menor talla de toda la especie).

Los distintos componentes de tono dorsal deben ser apreciados por las aves. Se ha observado que en los hábitats más ricos en vegetación el tono medio poblacional es entre amarillo y limón, mientras que en los más áridos y con escaso recubrimiento vegetal

specific (sexual, territorial) color message, but they are not so visible by the predators given the observation distance.

Some habitats allow very dark colorations to be cryptic (existence of black spots in the environment due to shadows, organic remains, accumulations of oxides, etc.) and in them it is possible to accentuate melanism (Murada, Bleda, Frare, Cap de Berberia) since the birds, not having binocular vision (YOUNG 1977 ; GRASSE 1980) would not differentiate a black lizard from the black specks of its environment.

Other populations manifest tendency towards melanism, since it is an advantage in thermoregulation, but without accentuating it since the adaptation of the phenotype must be balanced between all the factors that influence the viability of the specimen (MAYR 1963). Thus, for example, the population of Vedrà has a very dark medium color almost similar to that of the melanic populations, but the black areas are interrupted by yellow spots. These spots can be the result of a homochromy with the environment since on Vedrà grows in abundance *Xanthoria* lichen given the high atmospheric humidity. Another example is the reddish-brown and emerald colorations of Espartar, since the specimens of this population inhabit preferably within the esparto bushes (*Stipa tenacissima*), whose dry leaves are brown in color similar to that of the lizards in the vertebral band, and the tender ones are of very emerald green color (little chromatic) that does not differ in excess from that of the laterals of the lizards.

In habitats with smooth and clear substrate (sandy soil) it would not be possible to accentuate the pigmentation since the specimens would be very visible to the predators and the selection pressure in this case, is towards lighter colorations such as those held by Trucadors, Alga, and Espardell Punta de Tramuntana; despite the relative disadvantage that can represent in thermoregulation and especially in the allowed body size (these populations have the smallest size within the species).

The different components of dorsal tone should be appreciated by the birds. It has been observed that in the habitats richest in vegetation the average population tone is between yellow and lemon, while in the more arid and with little vegetable cover they present a medium brown

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 362-363)

presentan un tono medio pardo (zona del rojo al amarillo pero con escaso cromatismo). Se pueden contrastar la población de Puig des Molins que habita en una zona con matorrales altos con la de Sant Vicent que procede de una zona de secano; y en la isla de Espardell la población del centro de la isla, frente a la que habita en Punta de Tramuntana con suelo arenoso y vegetación escasa. Las dos poblaciones tomadas en primer lugar poseen tonos dorsales en la zona del limón y del amarillo, mientras que las de Sant Vicent y Punta de Tramuntana lo poseen en la zona del rojo poco cromático (pardo). Ambos pares de poblaciones contrastadas pertenecen a una misma subespecie y en el caso de la isla de Espardell habitan a escasos metros una de otra.

Es posible que esta selección sea fruto de una depredación selectiva de las aves sobre los juveniles con coloraciones menos crípticas, ya algunos de ellos presentan coloraciones que no aparecen en los adultos: pardos y verdes en Cap de Berberia, mientras que la mayoría de juveniles y adultos son casi melánicos; pardo oscuro en Espardell Punta de Tramuntana en vez del ocre claro de los adultos, etc.

El paralelismo entre la coloración de las lagartijas y los colores presentes en el ambiente también se ha observado en *Lacerta dugesii* (CRISP et al. 1979), *Podarcis melisellensis* (CLOVER, 1975), *Uromastix acanthinurus* (GRENOT, 1974), *Podarcis muralis* y *P. hispanica* (VIVES BALMAÑA, 1982a), etc.

La coloración ventral tiene un significado exclusivamente intraespecífico, principalmente sexual, ya que solo es visible cuando el animal tuerce el cuerpo y muestra su vientre antes de la cópula; o bien en las fases previas al combate, cuando los contendientes se elevan sobre sus patas delanteras mostrando la región guiar y la parte anterior del vientre.

La claridad ventral varía mucho más que la dorsal o lateral y es significativamente diferente de ambas (CIRER & MARTINEZ-RICA, 1985), siendo los vientres más claros que los dorsos y laterales. Al no sufrir depredación por este atributo, la selección puede realizarse según la presión intrapoblacional relacionada con la competitividad y el éxito reproductivo, pudiéndose manifestar en algunas poblaciones la tendencia a coloraciones ventrales muy llamativas. De igual modo en la mayoría de poblaciones suelen encontrarse individuos con manchas en las zonas laterales del vientre de bellos y

tone (red to yellow but with little chroma). You can contrast the population of Puig des Molins that lives in an area with high shrubs with that of Sant Vicent that comes from a dry area; and on the island of Espardell the population of the center of the island, in front of the one that inhabits Punta de Tramuntana with sandy soil and sparse vegetation. The two populations taken in the first place have dorsal tones in the area of lemon and yellow, while those of Sant Vicent and Punta de Tramuntana have it in the area of little chromatic red (brown). Both pairs of contrasting populations belong to the same subspecies and in the case of the island of Espardell they live a few meters from each other.

It is possible that this selection is the result of a selective predation of the birds on juveniles with less cryptic coloration, and some of them present colorations that do not appear in adults: brown and green in Cap de Berberia, while the majority of juveniles and adults are almost melanic; dark brown in Espardell Punta de Tramuntana instead of the clear ochre of the adults, etc.

The parallelism between the coloration of the lizards and the colors present in the environment has also been observed in *Teira dugesii* (CRISP et al. 1979), *Podarcis melisellensis* (CLOVER 1975), *Uromastix acanthinurus* (GRENOT 1974), *Podarcis muralis* and *Podarcis hispanicus* (VIVES BALMAÑA 1982a), etc.

The ventral coloration has an exclusively intra-specific meaning, mainly sexual, since it is only visible when the animal twists the body and shows its belly before the copulation; or in the pre-combat phases, when the contestants rise on their front legs showing the guiding region and the anterior part of the belly.

The ventral clarity varies much more than the dorsal or lateral and is significantly different from both (CIRER & Martinez-Rica 1985), with the bellies being lighter than the dorsal and lateral. When not suffering from predation by this attribute, the selection can be made according to the intra-population pressure related to the competitiveness and the reproductive success, being able to manifest in some populations the tendency to very striking ventral colorations. In the same way in the majority of populations there are usually specimens with spots on the lateral areas of the belly of beautiful and

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 363-364)

llamativos colores, que presentan valores cromáticos muchísimo más elevados que cualquier medición realizada en el resto del cuerpo.

El significado del color de los flancos parece ser que es mixto, ya que participan de la función del vientre en las relaciones intraespecíficas y de ahí la tendencia a desarrollar tonos distintos a los del centro del dorso y más semejantes a los que presenta el vientre; pero también se ve sometido a una selección depredativa y por eso se observa una semejanza con el dorso en los valores de claridad y croma.

Respecto a la función taxonómica del color no se han obtenido resultados plenamente satisfactorios, sino que solo es posible discernir entre algunas poblaciones, pero no subespecies. En los gráficos de las figuras 8-5, 8-8 y 8-11 se representan los valores obtenidos en cada población para dorsos, vientres y laterales respectivamente y en ellos se aprecia una superposición de zonas en el cilindro de color, ratificado por los análisis multivariantes, que invalidan este criterio para el diagnóstico subespecífico, a excepción de algunos casos como Espartar o Vedrà.

Por otra parte las distintas poblaciones analizadas de una misma isla, pertenecientes a una misma subespecie denotan una gran diferencia entre ellas. Así Puig des Molins se diferencia perfectamente de las otras poblaciones de Eivissa analizadas, pero éstas no se diferencian de las poblaciones de Es Freus, al igual que ocurre con las dos poblaciones de Espardell; y la población de Cap de Berberia (Formentera) se diferencia de todas las demás, pero a su vez es muy distinta de las demás poblaciones de su subespecie que habitan en Formentera. Estas diferencias parecen responder a las distintas características ecológicas de los respectivos hábitats y no a características propias de la subespecie. Así las poblaciones que habitan una misma isla y pertenecen a una misma subespecie, parecen ser más semejantes a otras subespecies que viven en condiciones ecológicas semejantes que a las poblaciones de su taxón; como por ejemplo la población de Espardell zona central se relaciona mejor con las otras de Es Freus y algunas de Eivissa antes que con la población de Punta de Tramuntana.

Por lo tanto la coloración no puede considerarse carácter taxonómico subespecífico en todos los casos, ya que una subespecie que ocupa hábitats diversos, presenta diversas

striking colors, which have chromatic values much higher than any measurement made in the rest of the body.

The meaning of the color of the flanks seems to be mixed, since they participate in the function of the belly in intraspecific relationships and hence the tendency to develop tones different from those of the center of the back and more similar to those presented by the belly; but also it is subjected to a predatory selection and for that reason a resemblance with the back is observed in the values of clarity and chroma.

With respect to the taxonomic function of color, not completely satisfactory results have been obtained, but it is only possible to discern between some populations, but not subspecies. In the graphs of figures 8-5, 8-8 and 8-11 the values obtained in each population are represented for backs, bellies and sides respectively and in them there is an overlap of zones in the cylinder of color, ratified by multivariate analysis, which invalidate this criterion for the subspecific diagnosis, with the exception of some cases such as Espartar or Vedrà.

On the other hand, the different populations analyzed from the same island, belonging to the same subspecies, denote a great difference between them. Thus Puig des Molins differs perfectly from the other analyzed populations of Ibiza, but these do not differ from the populations of Es Freus, as it happens with the two populations of Espardell; and the population of Cap de Berberia (Formentera) differs from all the others, but at the same time it is very different from the other populations of its subspecies that live in Formentera. These differences seem to respond to the different ecological characteristics of the respective habitats and not to the characteristics of the subspecies. Thus the populations that inhabit the same island and belong to the same subspecies, seem to be more similar to other subspecies that live in similar ecological conditions than the populations of their taxon; for example, the population of Espardell central zone is better related to the others of Es Freus and some of Ibiza compared to the population of Punta de Tramuntana.

Therefore, coloration can not be considered a subspecific taxonomic character in all cases, since a subspecies that occupies different habitats has different colorations. And

## Chapter 8. Colorimetric analysis (page 364)

coloraciones. Y varias subespecies que habitan en hábitats semejantes (Pou y Penjats, Espalmador y Torretes, etc) convergen hacia una coloración semejante, no discernible por métodos visuales clásicos ni por los colorimétricos utilizados en este trabajo.

several subspecies that live in similar habitats (Pou and Penjats, Espalmador and Torretes, etc.) converge towards a similar coloration, not discernible by classical visual methods or by the colorimetric used in this work.

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 365)

## 9. VARIABILIDAD GEOGRAFICA Y LINEAS EVOLUTIVAS

## 9.1 INTRODUCCIÓN

Las poblaciones de la especie *Podarcis pityusensis* se manifiestan con una elevada plasticidad genética que depara en un amplio abanico de fenotipos posibles, lo cual indica que se halla en los primeros estadios de colonización de las islas que ocupa (McARTHUR & WILSON, 1983), ya que la mayoría de caracteres no se hallan totalmente fijados en muchas poblaciones, como sería de desear para considerarlas buenas subespecies (RENSCH, 1934).

La heterosis génica es muy elevada en todos los loci analizados en el capítulo 7 y paralelamente se observa una manifestación muy polimórfica de los genes estructurales que determinan la forma del cuerpo, folidosis y coloración (capítulos 6 y 8). Muy pocas poblaciones han fijado genéticamente algunos caracteres distintivos que se manifiestan en todos los individuos de la población, y que siguiendo el criterio de GOLDSMIDT (1948) deben ser directa o indirectamente adaptativos a las condiciones locales del nicho que ocupan.

Por otra parte se han detectado diversas clinas en la especie, con lo que es recomendable no abusar de la terminología trinómica y profundizar en los aspectos de variación geográfica (STORER, 1982; PARENTI, comunicación oral), que se consideraran en este capítulo.

Existe una notable correlación positiva entre el tamaño y proporciones corporales y la coloración que ostentan los individuos de las distintas poblaciones. Correlación que también ha sido observada en otras especies como *Lacerta dugesii* (CRISP et Al., 1979); observándose que los individuos con coloraciones claras siempre son de pequeño tamaño, estilizados, gráciles y con gran rapidez de movimientos. La población de Punta de Trucadors es la que posee la coloración más clara de la especie y la que presenta menor tamaño corporal, con las

## 9. GEOGRAPHIC VARIABILITY AND EVOLUTION LINES

## 9.1 INTRODUCTION

Populations of the species *Podarcis pityusensis* are manifested with a high genetic plasticity that accounts for a wide range of possible phenotypes, which indicates that it is in the early stages of colonization of the islands it occupies (McARTHUR & WILSON 1983)<sup>(35)</sup>, and that most characters are not fully fixed in many populations, as would be desirable to consider them good subspecies (RENSCH 1934).

Gene heterosis is very high in all the loci analyzed in chapter 7 and in parallel a very polymorphic manifestation of the structural genes that determine body shape, pholidosis and coloration is observed (chapters 6 and 8). Very few populations have genetically fixed some distinctive characters that manifest themselves in all specimens of the population, and that following GOLDSMIDT's criteria (GOLDSMIDT 1948), they must be directly or indirectly adaptive to the local conditions of the niche they occupy.

On the other hand, several clines have been detected in the species, so it is advisable not to abuse the trinomial terminology and to study in depth the geographic variation aspects (STORER 1982 ; PARENTI oral communication), which will be considered in this chapter.

There is a remarkable positive correlation between the size and body proportions and the coloration held by the specimens of the different populations. Correlation that has also been observed in other species such as *Teira dugesii* (CRISP et al. 1979); observing that the specimens with light colorations always are of small size, stylized, graceful and with great rapidity of movements. The population of Punta de Trucadors is the one with the lightest coloration of the species and the one with the smallest body size, with the most stylized proportions of

(35) The way this sentence is formulated is in contrary what has been said in [paragraph 5.2](#). Now it suggests that all of the Pityusan Islands are recently colonized by *Podarcis pityusensis*. Instead of colonizing, it should say differentiating from the ancestral population of Ibiza. The lizards didn't arrive on each island; they were already there when each island separated from the Gran Pitiusa.

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 365-367)

proporciones más estilizadas de la especie. No es este el único ejemplo, sino que diversas poblaciones de Es Freus muestran una línea evolutiva semejante, tales como Alga y Caragoler.

Análogamente los individuos más robustos y con mayor talla siempre están muy pigmentados, y en este extremo se sitúan las poblaciones de Ses Bledes, totalmente melánicas, Vedrà-Vedranell, con coloraciones vivas pero muy oscuras y las del este de las Pitiüsas.

El aumento de pigmentación en lagartijas que habitan islas pequeñas ya ha sido observado por diversos autores (EISENTRAUT, 1949) pero no está claro que sea una consecuencia directa de la deriva genética y de la homocigosis adquirida por endogamia (KRAMER; 1949), sino que parece intimamente relacionado con factores ecológicos (CRISP et al., 1979), al igual que las variaciones en el tamaño corporal (KRAMER, 1951).

Estas variaciones poblacionales se ha observado que transcurren paralelamente a las variaciones del medio y probablemente aquellas son la consecuencia de éstas, debido a la necesidad de adaptación (RENSCH, 1929). Observándose convergencia en el color, proporciones corporales y etología cuando existen nichos semejantes, tal y como ya observó WILLIAMS (1983) en iguanidos de las Antillas.

## 9.2 LAS CLINAS

Se han detectado diversas clinas entre las poblaciones de *Podarcis pityusensis*, que se describirán a continuación. Las poblaciones que integran una clina, no pueden considerarse subespecies distintas (HUXLEY, 1939, 1940; NILSON & BROWN, 1953; MAYR, 1963, 1969), aunque sus elementos extremos sean más diferentes entre sí que entre dos buenas subespecies; es pues de especial interés el detectarlas antes de formular conclusiones y establecer un nuevo orden sistemático.

### 9.2.1 CLINAS ENTRE LAS POBLACIONES DE LA ISLA DE FORMENTERA

Las lagartijas que habitan los tres extremos geográficos de la isla: La Mola, Cap de Berberia y Punta de Trucadors, son perfectamente diferenciables de los que ocupan la zona central de la isla (Fig. 9.1), si bien entre todas estas poblaciones existe una gradación en su

the species. This is not the only example, but different populations of Es Freus show a similar evolutionary line, such as Alga and Caragoler.

Similarly, the most robust specimens with the largest size are always very pigmented, and in this extreme are the Ses Bledes, totally melanic, Vedrà-Vedranell, with live but very dark colorations and those of the east of the Pityusan Islands.

The increase of pigmentation in lizards that inhabit small islands has already been observed by several authors (EISENTRAUT 1949) but it is not clear that it is a direct consequence of the genetic drift and of the homozygosis acquired by inbreeding (KRAMER 1949). but seems intimately related to ecological factors (CRISP et al. 1979), as well as variations in body size (KRAMER 1951).

These population variations have been observed to occur parallel to the variations of the environment and probably those are the consequence of these, due to the need for adaptation (RENSCH 1929). Observed convergence in color, body proportions and ethology when there are similar niches, as WILLIAMS (1983) observed in iguanids of the Antilles.

## 9.2 THE CLINES

Several clines have been detected among populations of *Podarcis pityusensis*, which will be described below. The populations that make up a cline can not be considered as distinct subspecies (HUXLEY 1939 ; HUXLEY 1940 ; NILSON & BROWN 1953 ; Mayr 1963 ; MAYR 1969), although their extreme elements are more different from each other than between two good subspecies; it is therefore of special interest to detect them before formulating conclusions and establishing a new systematic order.

### 9.2.1 CLINES AMONG THE POPULATIONS OF FORMENTERA

The lizards that inhabit the three geographical extremes of the island: La Mola, Cap de Berberia and Punta de Trucadors, are perfectly different from those that occupy the central zone of the island (figure 9.1), although among all these populations there is a gradation in its

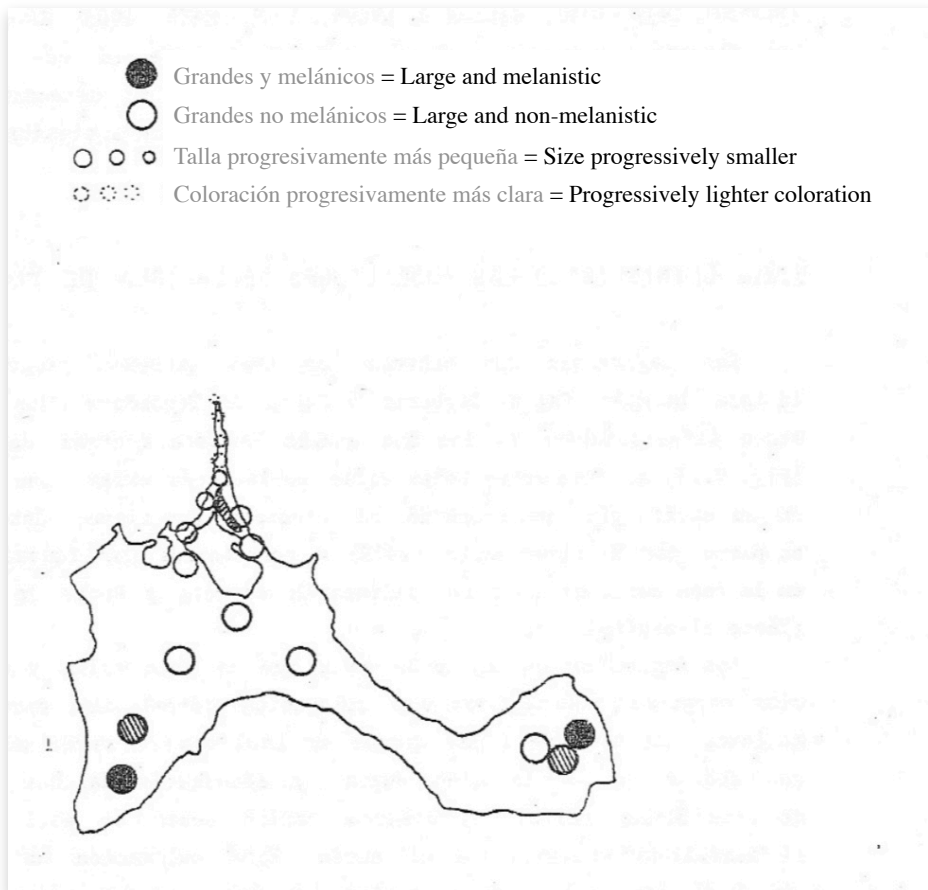
## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 367-369)

morfología que responde al concepto de clina, detectada ya en parte por RODRIGUEZ RUIZ (1975) y corroborada por SALVADOR (1984) en la zona norte de la isla: salinas de Marroig y Punta de Trucadors (Véase el capítulo 3).

Los individuos de Cap de Berberia son de gran talla y configuración corporal robusta, con una coloración dorsal muy oscura, casi melánica. El tono de fondo dorsal es azul cian o verde muy oscuro, con anchas bandas dorsales negras y abundantes manchas dispersas de este último color. Los vientres varían desde el azul esmeralda al amarillento pasando por el verde. Esta coloración no atañe al 100 % de los individuos y pueden hallarse algunos individuos con coloraciones dorsales verdosas más o menos oscuras o pardas. A medida que nos alejamos del extremo geográfico de Cap de Berberia, van apareciendo más individuos con estas últimas coloraciones y son menos frecuentes los que presentan la coloración extrema casi melánica, la cual desaparece en la población que habita en el bosque de *Pinus halepensis* situado entre Cap de Berberia y Sant Francesc.

morphology that responds to the concept of a cline, already detected in part by RODRIGUEZ RUIZ (1975) and corroborated by SALVADOR (1984) in the northern zone of the island: Salinas de Marroig and Punta de Trucadors (see chapter 3).

The specimens of Cap de Berberia are of great size and robust body configuration, with a very dark, almost melanic dorsal coloration. The dorsal background tone is cyan blue or very dark green, with broad black dorsal bands and abundant scattered spots of the latter color. The bellies vary from emerald blue to yellowish through green. This coloration does not concern 100% of the specimens and some specimens can be found with dorsal colorations more or less dark or brown. As we move away from the geographical extreme of Cap de Berberia, more specimens appear with these last colorations and those with the almost melanic extreme coloration are less frequent, which disappears in the population that lives in the *Pinus halepensis* forest located between Cap de Berberia and Sant Francesc.



**Figura 9-1.**

Variación gradual de talla y coloración corporal en la isla de Formentera.

**Figure 9-1.**

Gradual variation of height and body coloration on the island of Formentera.

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 369-370)

En La Mola se halla una situación semejante, en la zona de acantilados, donde puede encontrarse un elevado porcentaje (casi la totalidad de los individuos) con coloraciones semejantes a las de Cap de Berberia: dorso verde azulado, casi melánico y vientre turquesa; con proporciones corporales muy robustas. Adyacente a esta zona existen campos de cultivo de secano en cuyas paredes de contención del suelo habitan lagartijas con coloraciones que varían entre la extrema y los, tonos verdes o pardo verdosos. A algunos cientos de metros más al norte se halla un bosque de *Pinus halepensis* y las lagartijas que lo habitan presentan el dorso mayoritariamente verde, y en ocasiones verde amarillento o pardo, con vientres blanquecinos, verdosos o celestes.

Al abandonar estos bosques y adentrarnos en los campos de secano del centro de la isla, los tonos dorsales se diversifican notablemente variando entre los dorsos verdes, amarillentos o pardos, con gran diversidad de diseños reticulares.

Al norte de la isla se sitúa la zona de salinas de Marroig y a continuación Illetes y Punta de Trucadors, originada por sedimentación marina. Ya se ha descrito ampliamente la coloración de los individuos de estas zonas en el capítulo 3, cuyos dorsos se presentan con una gradación continua desde los bosques de *Pinus halepensis* de Marroig, donde los tonos dorsales son verde claros, hasta los arenales de Trucadors, donde los dorsos son ocre-grisáceos muy claros; mientras que los vientres son progresivamente más blanquecinos.

En esta zona norte se observa una rápida y progresiva disminución del tamaño corporal, desde las tallas grandes y robustas del centro y sur de la isla, hasta las gráciles de Marroig y en el extremo norte de la Punta de Trucadors habitan los individuos de menor talla de toda la especie.

Todas las poblaciones de Formentera mantienen un total contacto reproductivo entre sí, con flujo genético entre los individuos que habitan las zonas extremas; por lo tanto aunque el diagnóstico entre los individuos que habitan en Cap de Berberia y en Punta de Trucadors sea al 100 % inequívoco por sus características biométricas (capt.6) o de coloración (capt.8) y presenten notables diferencias porcentuales en las frecuencias génicas (capt.7), no pueden pertenecer a subespecies distintas, al estar integradas en una serie de poblaciones que constituyen una clina y entre las cuales existe flujo genético.

In La Mola a similar situation is found, in the area of cliffs, where a high percentage (almost all specimens) can be found with colorations similar to those of Cap de Berberia: bluish green back, almost melanic and turquoise belly; with very robust body proportions. Adjacent to this area there are dry-land cultivation fields on whose walls of land containment lizards with colorations that vary between the extreme, and green or greenish-brown tones. A few hundred meters further north is a forest of *Pinus halepensis* and the lizards that inhabit it have mostly green backs, and sometimes greenish yellow or brown, with whitish, greenish or light blue bellies.

When leaving these forests and entering the dry fields of the center of the island, the dorsal tones diversify notably varying between the green, yellowish or brown backs, with great diversity of reticular designs.

To the north of the island there is the area of Salinas de Marroig and then Illetes and Punta de Trucadors, originated by marine sedimentation. The coloration of the specimens of these zones has already been described extensively in chapter 3, whose backs are presented with a continuous gradation from the forests of *Pinus halepensis* de Marroig, where the dorsal tones are light green, to the sandy areas of Trucadors, where the backs are very light ocher-grayish; while the bellies are progressively whiter.

In this northern area there is a rapid and progressive decrease in body size, from the large and robust sizes of the center and south of the island, to the graceful ones of Marroig and in the north end of Punta de Trucadors inhabit the smallest specimens of the entire species.

All the populations of Formentera maintain a total reproductive contact with each other, with genetic flow among the specimens that inhabit the extreme zones; therefore, although the diagnosis among the specimens living in Cap de Berberia and Punta de Trucadors is 100% unambiguous due to its biometric characteristics (chapter 6) or coloration (chapter 8) and to show notable percentage differences in the genetic frequencies (chapter 7), can not belong to different subspecies, to be integrated into a series of populations that constitute a cline and between which there is gene flow.

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 370-371)

## 9.2.2 CLINA OBSERVADA EN LA ISLA DE ESPARDELL

El fenómeno clinal no es exclusivo de la isla de Formentera, sino que se ha detectado una situación semejante sobre la isla de Espardell, en sentido sur-norte, y con variaciones semejantes, aunque no tan acentuadas a las que se observan en Formentera (Véase el párrafo 3.17.2). Los individuos del centro de la isla son con dorsos más verdosos y a medida que se avanza hacia el norte van perdiendo estos tonos para obtener un dorso ocre cada vez más pálido, diferenciándose bien las dos poblaciones más extremas por su coloración (capt. 8). El tamaño corporal también va decreciendo en sentido sur-norte.

Paralelamente la cobertura vegetal se hace progresivamente más escasa y el suelo pasa de ser pedregoso a arenoso.

## 9.2.3 CLINA ENTRE LAS ISLAS DE ES FREUS

La ordenación de poblaciones en una serie que varía progresivamente en alguna característica: clina, puede realizarse también entre poblaciones aisladas entre sí (WILSON & BROWN, 1953; WILLIAMS, 1983) pero contiguas, cuyos caracteres varían de forma irregular al estar aisladas (MAYR, 1963), como es el caso de las que habitan las islas de Es Freus. Pero su ordenación no se corresponde exactamente a la sucesión geográfica de las islas y tal vez debido a ello no ha sido bien observada por autores anteriores, a excepción de EISENTRAUT (1949) que ya agrupó a las poblaciones de la zona bajo el trinómio *Lacerta pityusensis gastabiensis*.

Dentro del término "islas de Es Freus" se han agrupado: Rodona de Illetes (4), Espalmador (5), Gastabí (6), Alga (7), Torretes (8), Pou (9), Penjats (10), Caragoler (11) y Negra Nord (16).

Pero para completar la clina también deben considerarse a las poblaciones de Formentera (2) en su totalidad, incluida Punta de Trucadors (3).

La población de Espalmador presenta una coloración variable con tonos ocre en las zonas más arenosas, ocre-verdosas donde existe un mayor recubrimiento vegetal, en ocasiones verde, o bien pardo en las zonas áridas cubiertas por costra carbonatada, coloraciones que no se diferencian de las halladas en los campos de cultivo y salinas de Marroig, al norte de Formentera.

## 9.2.2 CLINE OBSERVED ON ISLA DE ESPARDELL

The clinal phenomenon is not exclusive to the island of Formentera, but a similar situation has been detected on the island of Espardell, in the south-north direction, and with similar variations, although not as pronounced as those observed in Formentera (see paragraph 3.17.2). Specimens from the center of the island have greenish backs and as they move towards the north they lose these tones to obtain an increasingly pale ochre back, the two most extreme populations being well differentiated by their coloration (see chapter 8). Body size also decreases in a south-north direction.

At the same time, the vegetation cover becomes progressively scarcer and the soil changes from being stony to sandy.

## 9.2.3 CLINE BETWEEN THE ES FREUS ISLANDS

The ordering of populations in a series that progressively varies in some characteristic: clina, can also be carried out between isolated populations (WILSON & BROWN 1953 ; WILLIAMS 1983) but contiguous, whose characters vary irregularly when isolated (MAYR 1963), as is the case of those who inhabit the islands of Es Freus. But its arrangement does not correspond exactly to the geographical succession of the islands and perhaps because of this has not been well observed by previous authors, with the exception of EISENTRAUT (1949) that already grouped the populations of the area under the trinomial *Lacerta pityusensis gastabiensis*.

Within the "islands of Es Freus" have been grouped: Rodona de Illetes (4), Espalmador (5), Gastabí (6), Alga (7), Torretes (8), Pou (9), Penjats (10), Caragoler (11) and Negra Nord (16).

But to complete the cline, the populations of Formentera (2) as a whole must also be considered, including Punta de Trucadors (3).

The population of Espalmador presents a variable coloration with ochre tones in the most sandy, ochre-greenish areas where there is a greater vegetal cover, sometimes green, or brown in the arid zones covered by carbonated crust, colorations that do not differ from the found in the fields of culture and salt pans of Marroig, north of Formentera.

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 371-372)

La coloración ocre-verdosa, que en la mayoría de los casos se presenta con el centro del dorso verde muy pálido y los laterales ocre, es también la más frecuente en las poblaciones de Torretes, Pou, Penjats y Espardell zona central de la isla.

En la isla Caragoler la coloración dorsal es ocre ligeramente más oscuro que el de Punta de Trucadors (Formentera) y ligeramente más clara que la que presentan los individuos de Alga, la cual es semejante a la coloración ocre que puede hallarse en los arenales de Espalmador y en la zona de Punta de Tramuntana de Espardell. El hábitat de todas estas poblaciones es con vegetación escasa y suelo arenoso; y sus coloraciones se presentan así crípticas dentro de su entorno.

Por otra parte en la isla Gastabí (isla muy rocosa) los individuos son pardos, semejantes o ligeramente más oscuros, a los de las zonas rocosas de Espalmador.

En Negra Nord el recubrimiento vegetal es bastante más elevado (matorrales) que en el resto de las islas (a excepción de Espalmador) y los individuos con dorso verdoso son más frecuentes, llegando a tonos verde brillante, aunque también se hallan individuos con dorso ocre-verdoso, o pardo, semejantes a los que ocupan las islas vecinas.

El retículo dorsal varía notablemente en diseño y abundancia dentro de cada una de las poblaciones, pero en general es muy escaso en las poblaciones con tonos ocre (Caragoler, Alga, Espardell Punta de Tramuntana), ligeramente más abundante en Torretes, Pou, Penjats y Espardell zona central y relativamente abundante en Negra Nord. La población de Espalmador presenta una gran variabilidad en esta característica y en la de Gastabí apenas hay manchas reticulares (pero recuérdese que el dorso es más oscuro que en el resto de poblaciones).

El tono ventral varía dentro del conjunto de poblaciones, del naranja al verde; los individuos de Negra Nord presentan unos bellos tonos naranja vivos en la mayoría de ellos, con el mismo tono aunque muy poco cromático se sitúan los individuos de Espardell Punta de Tramuntana, seguido de Gastabí. Continuando la gradación hacia los tonos amarillos muy pálidos se hallan, en orden, Espardell zona central, Penjats, Pou; dentro del tono limón-blanquecino se sitúan Alga y Torretes, y finalmente con tonos verdes muy pálidos Espalmador, que enlazaría con los vientres que presentan la mayoría de individuos de Formentera (zona central y

The ocher-greenish coloration, which in most cases occurs with very pale green in the center of the back and the sides ocher, is also the most frequent in the populations of Torretes, Pou, Penjats and Espardell central zone of the island.

On Caragoler Island the dorsal coloration is ocher slightly darker than that of Punta de Trucadors (Formentera) and slightly lighter than that presented by the specimens of Alga, which is similar to the ocher coloration that can be found in the sands of Espalmador and in the area of Punta de Tramuntana de Espardell. The habitat of all these populations is with sparse vegetation and sandy soil; and their colorations thus appear cryptic within their environment.

On the other hand on the island Gastabí (very rocky island) specimens are brown, similar or slightly darker, to those of the rocky areas of Espalmador.

In Negra Nord the vegetal cover is much higher (bushes) than in the rest of the islands (with the exception of Espalmador) and specimens with greenish backs are more frequent, reaching bright green tones, although there are also specimens with dorsal ocher - greenish, or brown, similar to those that occupy the neighboring islands.

The dorsal reticulum varies considerably in design and abundance within each of the populations, but in general it is very scarce in the populations with ocher tones (Caragoler, Alga, Espardell Punta de Tramuntana), slightly more abundant in Torretes, Pou, Penjats and Espardell central and relatively abundant area in Negra Nord. The population of Espalmador shows great variability in this characteristic and in Gastabí there are hardly any reticular spots (but remember that the back is darker than in the rest of the populations).

The ventral tone varies within the set of populations, from orange to green; the specimens of Negra Nord present beautiful orange tones in most of them, with the same tone although very little chromatic, the specimens from Espardell Punta de Tramuntana are located, followed by Gastabí. Continuing the gradation towards the very pale yellow tones are, in order, Espardell central zone, Penjats, Pou; Alga and Torretes are located within the lemon-white tone, and finally with very pale green tones Espalmador, which would link with the bellies that present the majority of Formentera specimens (central area and Salinas de Marroig.) The population of Punta de

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 372-373)

salinas de Marroig. La población de Punta de Trucadors presenta el vientre casi blanco al igual que las poblaciones de Alga y Caragoler.

Dentro de las variables biométricas tampoco se han hallado criterios de separación de estas poblaciones. Los análisis que se han descrito en el capítulo 6 utilizan la distancia de Mahalanobis, la cual considera no solo el valor absoluto de cada variable independientemente, sino también las relaciones de covarianza entre las variables utilizadas y en ninguno de los análisis aplicados se han podido apreciar criterios de diferenciación, especialmente en el grupo formado por: Espalmador, Torretes, Pou, Penjats, Espardell y Negra Nord. Caragoler y Gastabí se diferencian relativamente de este grupo, aunque no en todos los análisis aplicados; ya que son individuos con talla ligeramente menor, pero su variabilidad se halla dentro de los márgenes de variación de las demás poblaciones. Punta de Trucadors también presenta una talla pequeña sin embargo con los análisis multivariantes no es posible diferenciarla de Espalmador, Alga, Torretes y Pou, que entroncarían así con las poblaciones de Formentera.

La población de Formentera se diferencia biométricamente de este grupo de poblaciones, pero cabe considerar que la muestra utilizada corresponde en su mayor parte a las zonas del sur de la isla, y no se hallan representadas las poblaciones intermedias que habitan en las zonas centro-norte de la isla, entre las cuales se establecen las clinas descritas en el párrafo 9.2.1 y por tanto entra a formar parte de este grupo.

En todo este conjunto de poblaciones se aprecia que los caracteres con variabilidad varían con cierta independencia unos de otros, aspecto que dificulta la aplicación de trinomios diferentes para cada población (WILSON & BROWN, 1953), formando tantas clinas como caracteres variables presenten (MAYR, 1963). Los caracteres clinales no son utilizables en taxonomía (HUBBELL, 1954) y es preferible describirlos en términos de variación geográfica en vez de utilizar la nomenclatura trinomial ya que puede provocar interpretaciones biológicas distorsionadas (BARROWCLOUGH, 1982).

En consecuencia, de acuerdo con EISENTRAUT (1949), en estas poblaciones se aprecian indudables variaciones locales, pero no existen "saltos" en la variabilidad suficientemente acentuados que permitan distinguir a las poblaciones y describirlas con características que

Trucadors presents the belly almost white like the populations of Alga and Caragoler.

Neither criteria of separation of these populations have been found within the biometric variables. The analysis described in chapter 6 use the Mahalanobis distance, which considers not only the absolute value of each variable independently, but also the covariance relationships between the variables used and in none of the applied analysis have they been able to appreciate differentiation criteria, especially in the group formed by: Espalmador, Torretes, Pou, Penjats, Espardell and Negra Nord. Caragoler and Gastabí differ relatively from this group, although not in all the applied analysis; since they are specimens with slightly smaller size, but their variability is within the margins of variation of the other populations. Punta de Trucadors also presents a small size however with the multivariate analysis it is not possible to differentiate it from Espalmador, Alga, Torretes and Pou, that would connect with the populations of Formentera.

The population of Formentera differs biometrically from this group of populations, but it can be considered that the sample used corresponds mostly to the southern areas of the island, and the intermediate populations that live in the central areas are not represented in the north of the island, between which the clinas described in paragraph 9.2.1 are established and therefore becomes part of this group.

In all this set of populations it is appreciated that the characters with variability vary with certain independence from each other, aspect that makes difficult the application of different trinomia for each population (WILSON & BROWN 1953), forming as many clinas as variable characters present (MAYR 1963). Classical characters are not usable in taxonomy (HUBBELL 1954) and it is preferable to describe them in terms of geographic variation instead of using the trinomial nomenclature since it can cause distorted biological interpretations (BARROWCLOUGH 1982).

Consequently, according to EISENTRAUT (1949), there are undoubted local variations in these populations, but there are not enough "jumps" in the variability that allow distinguishing the populations and describing them with characteristics that provide an unequivocal diagnosis.

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 373-374)

proporcionen un diagnóstico inequívoco.

#### 9.2.4 VARIACIÓN GEOGRÁFICA EN LAS POBLACIONES DEL ESTE DE LAS PITIÜSAS

Se han agrupado dentro de este grupo a las poblaciones que habitan en las islas de: Rates (17), Malví Nord (18), Malví Sud (19), Rodona de Santa Eulalia (20), Grossa de Santa Eulalia (21), Es Canar (22), Tagomago (23) y Hort (24).

Entre ellas se observa una gradación de sus características al igual que se ha apreciado en Es Freus, sin que existan "saltos bruscos" en sus morfologías o coloraciones.

Todas ellas son poblaciones con acentuado gigantismo y configuración muy robusta, si bien puede observarse una gradación que va desde la población de menor talla media y menor robustez: Hort a la de mayor talla y robustez poblacional: Rodona de Santa Eulalia.

Entre Eivissa y Hort la diferencia es ostensible y el "escalón" parece excesivamente elevado para enlazar la serie del este con la población de Eivissa (capítulo 6); así como con la serie de Es Freus. Tagomago es muy semejante a Hort (capítulo 6), pero algo más robusta y en ella pueden hallarse individuos de gran talla. Le sigue en semejanza las poblaciones de Es Canar, Grossa de Santa Eulalia, Rates, Malví Nord y Malví Sud.

Mediante análisis multivariantes no ha sido posible diferenciar a ninguna de las poblaciones de este grupo (capítulo 6), cuyos rangos de variabilidad en los caracteres biométricos se hallan notablemente solapados.

No se han realizado mediciones colorimétricas de estas poblaciones y los datos electroforéticos obtenidos no son significativos. Pero si que se han realizado minuciosas observaciones de la coloración que ostentan los animales vivos.

Todos ellos presentan el dorso mucho más pigmentado que las poblaciones de Eivissa y Es Freus, con tonos de fondo verdes y marcado retículo dorsal negro; vientres celestes o verdosos, en algunas ocasiones ligeramente asalmonado (Véanse los párrafos del 3.23 al 3.30).

La población de Hort es la menos pigmentada con dorso verde claro sobre el cual hay manchas negras alineadas. En la de Tagomago también se presenta esta coloración

#### 9.2.4 GEOGRAPHICAL VARIATION IN THE EASTERN POPULATIONS OF THE PITYUSAN ISLANDS

The populations living in the islands of: Rates (17), Malví Nord (18), Malví Sud (19), Rodona de Santa Eulalia (20), Grossa de Santa Eulalia (21), Es Canar (22), Tagomago (23) and Hort (24) have been grouped within this group.

Among them, a gradation of its characteristics can be observed as has been seen in Es Freus, without there being "sudden jumps" in its morphologies or colorations.

All of them are populations with marked gigantism and very robust configuration, although it can be observed a gradation that goes from the population of smaller average size and less robustness: Hort to the largest and robust population: Rodona de Santa Eulalia.

Between Ibiza and Hort the difference is ostensible and the "step" seems too high to link the series of the east with the population of Ibiza (chapter 6); as well as with the series of Es Freus. Tagomago is very similar to Hort (chapter 6), but somewhat more robust and in it large specimens can be found. It is followed in similarity by the populations of Es Canar, Grossa de Santa Eulalia, Rates, Malví Nord and Malví Sud.

By means of multivariate analysis it has not been possible to differentiate any of the populations of this group (chapter 6), whose ranges of variability in biometric characters are remarkably overlapping.

No colorimetric measurements of these populations have been made and the electrophoretic data obtained are not significant. But that meticulous observations have been made of the coloration that live animals show.

All of them present the back much more pigmented than the populations of Ibiza and Es Freus, with green background tones and marked black dorsal reticulum; light blue or greenish bellies, sometimes slightly salmon (see paragraphs 3.23 to 3.30).

The population of Hort is the least pigmented with light green back on which there are black spots aligned. In Tagomago, this coloration is also the most frequent,

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 374-375)

como la más frecuente aunque también pueden presentarse individuos verde amarillentos, verde pardusco o pardos. El retículo puede ser semejante o más conspicuo que en Hort.

En la población de Es Canar prácticamente todos los individuos son con dorso verde amarillento más brillante que en Tagomago y con más abundancia de manchas reticulares, que ya suelen conformar gruesas bandas, en gran parte continuas; al igual que en Rodona de Santa Eulalia.

La población de Grossa de Santa Eulalia se aparta en cierto modo de la dirección de variación, ya que si bien muchos individuos son semejantes a estas dos últimas poblaciones, también pueden hallar-se individuos con tonos dorsales verdes muy oscuros o verde-cian, que les confiere un aspecto más ciánico.

Enlazando con Rodona de Santa Eulalia se sitúa la población de Rates con dorso verde y líneas reticulares negras tan gruesas como las poblaciones de Santa Eulalia. Siguiendo la progresión con Malví Nord, que presenta líneas reticulares algo más gruesas y abundantes manchas negras dispersas; y finalmente Malví Sud, donde pueden hallarse individuos con bandas reticulares muy gruesas y abundantes manchas negras entre las zonas de tono verde. Esta última población es la que presenta las bandas reticulares (vertebral y dorso laterales oscuras) más anchas de toda la especie.

#### 9.2.5 VARIACIÓN GEOGRÁFICA ENTRE LAS POBLACIONES MELÁNICOS

El conjunto de poblaciones cuyos individuos siempre son melánicos son las siguientes: Murada (28), Margalida (29), Bleda Na Plana (31), Escull Vermell (32), Bleda Na Bosc (33), Bleda Na Gorra (34) y Frare (39).

Todas presentan una marcada tendencia al gigantismo, con notable robustez de sus extremidades, pudiéndose hallar a los individuos de mayor talla y robustez corporal de la especie entre los miembros que las componen.

Biométricamente presentan una cierta similitud (capítulo 6), pero la talla media varía notablemente entre ellas. Murada es la que presenta menor talla y proporciones corporales menos robustas de este grupo, seguida de Frare, Margalida, Bleda Na Plana y Escull Vermell. Ya con gran talla y corpulencia les siguen las poblaciones de

although yellowish-green, brownish-green or brown specimens may also occur. The reticle may be similar or more conspicuous than in Hort.

In the population of Es Canar virtually all specimens have a yellowish green back, brighter than in Tagomago and with more abundance of reticular spots, which already tend to form thick bands, largely continuous; as in Rodona de Santa Eulalia.

The population of Grossa de Santa Eulalia departs somewhat from the direction of variation, since although many specimens are similar to these last two populations, specimens with very dark green or green-cyan dorsal tones can also be found, it gives them a more cyanic appearance.

Linking with Rodona de Santa Eulalia is the population of Rates with green back and black reticular lines as thick as the populations of Santa Eulalia. Following the progression with Malví Nord, which has somewhat thicker reticular lines and abundant scattered black spots; and finally Malví Sud, where specimens can be found with very thick reticular bands and abundant black spots between the green tone zones. This last population is the one that presents the reticular bands (vertebral and dark lateral back) the widest of the whole species.

#### 9.2.5 GEOGRAPHICAL VARIATION AMONG MELANIC POPULATIONS

The group of populations whose specimens are always melanic are the following: Murada (28), Margalida (29), Bleda Na Plana (31), Escull Vermell (32), Bleda Na Bosc (33), Bleda Na Gorra (34) and Frare (39).

All have a marked tendency to gigantism, with remarkable strength of their extremities, being able to find the specimens of greater size and corporal robustness of the species among the members that compose them.

Biometrically they present a certain similarity (chapter 6), but the average size varies remarkably among them. Murada is the one that presents less size and less robust corporal proportions of this group, followed by Frare, Margalida, Bleda Na Plana and Escull Vermell. The populations of Bleda Na Bosc and Bleda Na Gorra are

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 375-377)

Bleda Na Bosc y Bleda Na Gorra. La población de Margalida solo puede considerarse respecto a los análisis aplicados a las hembras, ya que solo se dispuso de 2 machos.

Con los análisis multivariantes no se ha podido diferenciar de forma clara a ninguna de las poblaciones excepto en el análisis canónico de los machos en el cual Murada se individualiza del resto, aunque ello no se confirma totalmente con el análisis correspondiente a las hembras.

Todas las islas que habitan presentan edades de aislamiento elevadas, respecto al conjunto de tierras emergidas de las Pitiüsas, que varía entre los 18.000 años de las islas Bledes y los 9.000 años de Murada y Frare. Si bien no todas las poblaciones comprendidas entre estos márgenes de edad presentan melanismo (Vedrà, Vedranell, Tagomago y Espartar); además cabe recordar que las poblaciones de Cap de Berberia y La Mola, que no están separadas del resto de Formentera, sin llegar a presentar coloraciones melánicas, manifiestan una marcada tendencia a oscurecer sus tonos dorsales; por lo que deben existir otras causas que condicionen la adquisición de tonos dorsales oscuros, probablemente de carácter adaptativo, que se discutirán posteriormente, a parte de que pueda verse favorecida su fijación genética con la edad de separación reproductiva.

A pesar de presentar los dorsos negros, se aprecia una variación clinal entre ellos. Las poblaciones de Bleda Na Plana y Escull Vermell son totalmente negras y no es posible apreciar las manchas reticulares, excepto en los juveniles que presentan el dorso gris plumizo con anchas bandas negras. Mientras que en Bleda Na Bosc y Bleda Na Gorra adquieren un dorso con fondo gris plumizo ligeramente más claro que el color de las manchas reticulares totalmente negras. En la población de Frare se hallan individuos con dorso totalmente negro, pero también pueden presentarse algunos en los cuales puede diferenciarse el retículo sobre un color de fondo muy oscuro con ténues reflejos pardos al igual que en Margalida. Mientras que en Murada el centro del dorso es negro pero los laterales frecuentemente presentan tonos azulados, con una gran reticulación negra. Esta es la única población cuyos individuos pueden reconocerse del resto de poblaciones melánicas en más del 50 % de los casos.

Los vientres son azules o grises con diversas intensidades. Esta variación no parece responder a una

followed by great size and corpulence. The population of Margalida can only be considered with respect to the analysis applied to females, since only 2 males were available.

With the multivariate analysis it has not been possible to clearly differentiate any of the populations except in the canonical analysis of the males in which Murada is individualized from the rest, although this is not fully confirmed with the analysis corresponding to the females.

All the islands that they inhabit present ages of high isolation, with respect to the set of emergent lands of the Pitiüsas, that varies between the 18,000 years of the Bledes Islands and the 9,000 years of Murada and Frare. Although not all the populations between these margins of age present melanism (Vedrà, Vedranell, Tagomago and Espartar); it should also be remembered that the populations of Cap de Berberia and La Mola, which are not separated from the rest of Formentera, without presenting melanic colorations, show a marked tendency to darken their dorsal tones; therefore, there must be other causes that condition the acquisition of dark dorsal tones, probably of an adaptive nature, which will be discussed later, apart from the fact that their genetic fixation with the age of reproductive separation may be favored.

Despite presenting the black backs, there is a clinal variation between them. The populations of Bleda Na Plana and Escull Vermell are totally black and it is not possible to appreciate the reticular spots, except in the juveniles that have the gray lead back with broad black bands. While in Bleda Na Bosc and Bleda Na Gorra they acquire a back with a grayish-gray background slightly lighter than the color of the totally black reticular spots. In the population of Frare there are specimens with completely black backs, but there may also be some in which the reticulum can be differentiated on a very dark background color with brownish reflections as in Margalida. While in Murada the center of the back is black but the sides often have bluish tones, with a large black reticulation. This is the only population whose specimens can be recognized from the rest of melanic populations in more than 50% of cases.

The bellies are blue or gray with different intensities. This variation does not seem to respond to a cline, but

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 377-378)

clina, sino que parece variar según el tiempo que transcurre entre dos mudas sucesivas; inmediatamente después del cambio de epidermis el vientre es azul intenso, pero va perdiendo intensidad con el tiempo, a medida que se acumulan debajo de ella las sustancias de excreción y frecuentemente pasa a adquirir un aspecto gris plomizo.

seems to vary according to the time elapsed between two successive changes; immediately after the change of epidermis, the belly is intense blue, but it loses intensity with time, as substances of excretion accumulate underneath it and frequently it acquires a leaden gray appearance.

## 9.3 LÍNEAS DE VARIACIÓN

La variabilidad que se observa dentro de la especie parece responder a unas presiones de selección determinadas por la rigurosidad insular y en particular por la necesidad de adaptarse a cada uno de los hábitats concretos.

## 9.3 LINES OF VARIATION

The variability observed within the species seems to respond to selection pressures determined by the insular strictness and in particular by the need to adapt to each of the specific habitats.

Las condiciones ecológicas no se mantienen homogéneas en todo el archipiélago, por más que sus variaciones son poco acentuadas, mientras que las variaciones fenotípicas de las lagartijas aparecen como mucho más profundas.

Ecological conditions do not remain homogeneous throughout the archipelago, although their variations are little accentuated, while the phenotypic variations of the lizards appear much deeper.

Según la teoría de la biogeografía insular (McARTHUR & WILSON, 1983) cuando una población coloniza una isla, sufre alteraciones en las condiciones ecológicas de su hábitat: disponibilidad de alimentos, presencia de competidores, abundancia de sus depredadores, etc. que empujan a sus individuos a frecuentes cambios, que inicialmente son exclusivamente fenotípicos ya que el ambiente interactúa con el genoma modificando su manifestación externa hasta el máximo permitido por su dotación genética, pero manteniendo inicialmente una muestra reducida del genotipo ancestral, que puede variar en fases posteriores y llegar a alcanzar una riqueza alélica semejante a la que tenía la población de origen.

According to the theory of island biogeography (McARTHUR & WILSON 1983) when a population colonizes an island, it suffers alterations in the ecological conditions of its habitat: availability of food, presence of competitors, abundance of its predators, etc. that push their specimens to frequent changes, which initially are exclusively phenotypic since the environment interacts with the genome modifying its external manifestation up to the maximum allowed by its genetic endowment, but maintains initially a reduced sample of the ancestral genotype, which can vary in phases and reach an allelic richness similar to that of the population of origin.

Esta situación puede apreciarse en *Podarcis pityusensis*, especie que presenta un amplio abanico de fenotipos, pero que no parece tener un gran número de alelos fijados en cada una de las distintas poblaciones. Con los análisis electroforéticos (capítulo 7) se ha demostrado que los genes analizados mantienen la mayoría de alelos en todas las poblaciones, y solo parece variar su frecuencia, lo cual no solo testifica la plasticidad genética de las poblaciones, sino también su adaptabilidad al mantener ciertos alelos en la población aunque no tenga porque ser los más efectivos (DOBZHANSKY, 1970), así como su estado en fase inicial de colonización de cada medio insular.

This situation can be seen in *Podarcis pityusensis*, a species that presents a wide range of phenotypes, but does not seem to have a large number of fixed alleles in each of the different populations. With the electrophoretic analysis (chapter 7) it has been demonstrated that the analyzed genes maintain the majority of alleles in all the populations, and only their frequency seems to vary, which not only testifies the genetic plasticity of the populations, but also their adaptability when maintaining certain alleles in the population although it does not have to be the most effective (DOBZHANSKY 1970), as well as its state in the initial phase of colonization of each insular niche.

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 379-380)

Los genes que determinan el diseño y la coloración no son analizables por el momento pero en algunos casos deben estar fijados ciertos alelos, ya que el 100 % de los individuos presentan una coloración única y exclusiva en toda la población. Los genes que influyen sobre el tejido epitelial, parece ser que tienen una velocidad evolutiva más rápida al interactuar en mayor medida con el ambiente, que los genes que configuran aspectos de morfología interna o metabólicos.

En este sentido aparecen poblaciones inconfundibles dentro de la especie por sus características dérmicas como Vedrà y Vedranell, Espartar, o las poblaciones melánicas, ya que el 100 % de los individuos presentan aspectos específicos. Con lo que se hallarían en una fase posterior de integración a su medio, ya que han adquirido alguna diferencia genética (McARTHUR & WILSON, 1983).

En el resto de poblaciones no parece que la coloración esté totalmente fijada, ya que la variabilidad observada en este aspecto es relativamente elevada y frecuentemente distintas poblaciones presentan rangos de variación comunes, convergiendo hacia unas coloraciones que deben responder a la presión de adaptación al medio, ya que sus respectivos biotopos también convergen en sus características ecológicas.

## 9.3.1 AUMENTO DE TAMAÑO

Todas las poblaciones de *Podarcis pityusensis* parecen tender a un aumento de tamaño de forma progresiva, según el tiempo que ha transcurrido desde su aislamiento (excepto las poblaciones con coloraciones claras), aunque no de forma lineal, ya que existen otros factores que impiden el aumento de talla.

El aumento de tamaño provee al individuo de una mayor capacidad de retención hídrica al variar el coeficiente Superficie/Volumen corporal, así como de una mayor fortaleza que hace al individuo más competitivo dentro de la población, a la vez que permite albergar un intestino más largo (McARTHUR & WILSON, 1983); y una mayor perpetuidad de sus genes, ya que el número de cópulas que realiza un macho es función positiva de su tamaño (TRIVERS, 1976).

La competencia intrapoblacional es muy fuerte en las poblaciones insulares de *Podarcis pityusensis* ya que el área disponible suele ser ínfima y la densidad poblacional frecuentemente es muy elevada. Los individuos que

The genes that determine the design and coloration are not analysable at the moment but in some cases certain alleles must be fixed, since 100% of the specimens present a unique and exclusive coloration in the whole population. The genes that influence the epithelial tissue seem to have a faster evolutionary speed when interacting more with the environment, than the genes that configure aspects of internal or metabolic morphology.

In this sense, unmistakable populations appear within the species due to their dermal characteristics such as Vedrà and Vedranell, Espartar, or the melanic populations, since 100% of the specimens present specific aspects. With what they would be in a later phase of integration to their environment, since they have acquired some genetic difference (McARTHUR & WILSON 1983).

In the other populations, the coloration does not appear to be completely fixed, because the variability observed in this aspect is relatively high and frequently different populations present common ranges of variation, converging towards some colorations that must respond to the pressure of adaptation to the environment, since their respective biotopes also converge in their ecological characteristics.

## 9.3.1 INCREASE IN SIZE

All the populations of *Podarcis pityusensis* appear to tend to increase in size progressively, according to the time that has elapsed since their isolation (except for populations with light colorations), although not in a linear manner, since other factors exist that prevent the increase in size.

The increase in size provides the specimen with a greater water retention capacity by varying the surface / body volume coefficient, as well as a greater strength that makes the specimen more competitive within the population, while also allowing a longer intestine to be accommodated. (McARTHUR & WILSON 1983); and a greater perpetuity of its genes, since the number of copulations made by a male is a positive function of its size (TRIVERS 1976).

The intra-population competition is very strong in the island populations of *Podarcis pityusensis* since the available area is usually very small and the population density is often very high. Specimens that achieve a

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 380-381)

consiguen un mayor tamaño se convierten en dominantes, con más probabilidad de supervivencia y de reproducción al competir mejor frente a sus congéneres, en la captura de alimento y búsqueda de pareja, marcándose una fuerte tendencia hacia el gigantismo, si no existe otra presión selectiva que lo impida.

La longitud del intestino también es fundamental en estas poblaciones a las cuales llega un sustento de origen animal muy escaso y se ven abocados a dietas herbívoras mixtas. En todas las poblaciones insulares el consumo de alimento vegetal es muy alto y siempre ha dado buenos resultados como cebo de captura. También durante la captura se analizaba el contenido de su defecación que en todos los casos estaba compuesta en gran parte de fibras vegetales y en algunos casos contenía semillas de *Pistacia lentiscus* y *Juniperus phoenicea*, entre otras especies.

La apetencia de alimentos vegetales no solo debe responder a una necesidad nutritiva, sino que debe tener una gran importancia en la ingestión de agua, al ser alimentos con mayor reserva hídrica. La humedad ambiental es muy elevada en los islotes durante la noche y el agua se condensa en pequeñas gotitas sobre la vegetación, desapareciendo al poco tiempo de salir el Sol. En muchas ocasiones se iniciaba la prospección de las islas al amanecer y siempre se observó que las lagartijas inmediatamente después de conseguir una temperatura corporal adecuada ramoneaban los brotes tiernos más humedecidos, probablemente en busca de agua.

Estos hábitos alimenticios precisan de un intestino más largo para poder realizar una digestión completa y este aumento del volumen visceral requiere un aumento de tamaño. Así como de un sistema termorregulador más rápido, ya que deben conseguir actividad antes de que se evapore el agua condensada en pequeñas gotas.

Por otra parte las necesidades termorreguladoras son más exigentes en los individuos de mayor tamaño, ya que para absorber el calor que precisa su volumen tienen menor superficie relativa. Pero esta relación se ve contrarrestada con el aumento de pigmentación dorsal, que es un mecanismo adaptativo para controlar la tasa de absorción de energía radiante (NORRIS, 1967; PORTER, 1967) y proporciona un calentamiento más rápido (CRISP et al, 1979; GARRICK, 1979). El aumento progresivo del tamaño viene, así, acompañado de un aumento paralelo en la pigmentación; las poblaciones de mayor talla tienen

larger size become dominant, with more probability of survival and reproduction by competing better against their peers, in the capture of food and search for a partner, marking a strong tendency towards gigantism, if there is no other selective pressure that prevents it.

The length of the intestine is also fundamental in these populations to which a sustenance of very low animal origin arrives and they are forced to mixed herbivorous diets. In all insular populations the consumption of vegetable food is very high and has always given good results as capture bait. Also during the capture, the content of their defecation was analyzed, which in all cases was composed largely of vegetable fibers and in some cases contained seeds of *Pistacia lentiscus* and *Juniperus phoenicea*, among other species.

The appetite for plant foods should not only respond to a nutritious need, but also should be of great importance in the ingestion of water, since it is a food with a greater water reserve. The humidity is very high in the islets during the night and the water condenses in small droplets on the vegetation, disappearing shortly after sunrise. On many occasions the prospecting of the islands began at dawn and it was always observed that the lizards immediately after getting a suitable body temperature browsed the most moist tender shoots, probably in search of water.

These eating habits require a longer intestine to perform a complete digestion and this increase in visceral volume requires an increase in size. As well as a faster thermoregulatory system, since they must get activity before the condensed water evaporates into small drops.

On the other hand, the thermoregulatory needs are more demanding in larger specimens, since to absorb the heat that presides their volume they have a lower relative surface area. But this relationship is counteracted by the increase in dorsal pigmentation, which is an adaptive mechanism to control the absorption rate of radiant energy (NORRIS 1967 ; PORTER 1967) and provides a faster heating (CRISP et al. 1979 ; GARRICK 1979). The progressive increase of the size comes, thus, accompanied by a parallel increase in the pigmentation; larger populations have brighter or darker colorations,

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 381-383)

coloraciones más brillantes u oscuras, con grandes bandas y manchas reticula-res negras (poblaciones del este, Vedrà y Vedranell) o bien han conseguido dorsos melánicos (Murada, Margalida, Bledes y Frare) o casi melánicos (Cap de Berberia y La Mola de Formentera). Mientras que las poblaciones con coloraciones claras siempre son de pequeño tamaño (Punta de Trucadors, Punta de Tramuntana de Espardell, Caragoler, Alga, etc.).

Incluso dentro de una misma isla, o de un mismo grupo de poblaciones de distintas islas, se aprecia este paralelismo, como por ejemplo las poblaciones que habitan las islas de Eivissa, Formentera o Espardell, entre las cuales no existe ningún tipo de separación reproductiva y reciben el mismo nombre subespecífico.

Esta situación también ha sido observada en *Lacerta dugesii* (CRISP et al., 1979); *Podarcis sicula* y *P.melisellensis* (CLOVER, 1975); y McARTHUR y WILSON (1983) la remarcan como una situación característica de los ecosistemas insulares; si bien estos autores señalan la ausencia de crípsis frente a los depredadores en los individuos que ostentan un aumento de pigmentación.

## 9.3.2 COLORACIÓN Y CRIPSIS

No solo se ha apreciado esta variación paralela del tamaño corporal y la coloración sino que paralelamente también se aprecian cambios en el sustrato sobre el cual habitan las poblaciones, determinando una serie de líneas evolutivas, marcadas por las direcciones en las cuales va variando el sustrato, que han originado la radiación evolutiva de la especie.

La ausencia de depredadores en los ambientes insulares provoca una liberalización evolutiva de las especies, apareciendo tendencias evolutivas contrarias a la efectividad de huida: aumento de talla y corpulencia, con lentitud de movimientos (McARTHUR & WILSON, 1983), con el consecuente aumento de pigmentos corporales que podrían no resultar crípticos.

No está claro que *Podarcis pityusensis* se haya liberado de sus depredadores en los ambientes insulares, al menos por lo que respecta a las aves. Existen diversas especies que pueden depredar sobre ella, que tienen una accesibilidad considerable a los islotes, o bien viven en ellos, como por ejemplo las especies de los géneros *Falco*, *Lanius* y *Larus*, que si bien no son depredadores específicos de *Podarcis*, se les ha observado en numerosas ocasiones picoteándolas hasta obtener su

with large bands and black reticulate spots (eastern populations, Vedrà and Vedranell) or or they have got melanic backs (Murada, Margalida, Bledes and Frare) or almost melanic (Cap de Berberia and La Mola de Formentera). While the populations with light colorations are always of small size (Punta de Trucadors, Punta de Tramuntana de Espardell, Caragoler, Alga, etc.).

Even within the same island, or of the same group of populations of different islands, this parallelism is appreciated, as for example the populations that inhabit the islands of Ibiza, Formentera or Espardell, between which there is no type of reproductive separation and they receive the same subspecific name.

This situation has also been observed in *Teira dugesii* (CRISP et al. 1979); *Podarcis siculus* and *Podarcis melisellensis* (CLOVER 1975); and McARTHUR and WILSON (1983) highlight it as a characteristic situation of island ecosystems; although these authors point out the absence of crypsis against predators in specimens that show an increase in pigmentation.

## 9.3.2 COLORATION AND CRYPISIS

Not only has this parallel variation of body size and coloration been appreciated, but also changes in the substrate on which the populations live are observed, determining a series of evolutionary lines, marked by the directions in which the substrate varies, that have originated the evolutionary radiation of the species.

The absence of predators in the insular environments causes an evolutionary liberalization of the species, appearing evolutionary tendencies contrary to the effectiveness of flight: increase in size and corpulence, with slow movements (McARTHUR & WILSON 1983), with the consequent increase of bodily pigments that might not be cryptic.

It is not clear that *Podarcis pityusensis* has been freed from its predators in island environments, at least as far as birds are concerned. There are several species that can prey on it, that have considerable accessibility to the islets, or live in them, such as the species of the genera *Falco*, *Lanius* and *Larus*, that although they are not specific predators of *Podarcis*, they have been observed numerous times pecking them until they got their capture.

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 383-384)

captura.

Las coloraciones dorsales de *Podarcis pityusensis* no están pues totalmente "liberadas" evolutivamente para orientarse a aspectos más beneficiosos para su biología (por ejemplo termorregulación) y contrarias a la supervivencia frente a los depredadores, sino que sus tendencias evolutivas han conseguido un cierto grado de crípsis dentro del nicho que ocupan.

En diversas investigaciones se ha demostrado que los depredadores inciden en mayor medida sobre los individuos cuya coloración sobre la del sustrato es más relevante (DICE, 1947; KETTLEWELL, 1956, 1961; LAMOTTE, 1959; SHEPPARD, 1951). Además ciertas coloraciones pueden parecer muy llamativas fuera del entorno, pero resultar crípticas dentro de su hábitat (GERHART, 1983; MARGALEF, 1977); ya que la apreciación de los colores es subjetiva y depende en gran parte de los colores de su entorno (JUDD, 1954; PLAZA, 1983, 1984), así como de las propiedades de percepción luminosa de los distintos receptores visuales (GERHART, 1983).

#### 9.3.2.1 AMBIENTES DESPEJADOS

En este sentido sobre los sustratos claros y lisos (arenosos), con vegetación ausente o muy escasa solo se han observado lagartijas con tonalidades muy claras, crípticas con el color del suelo; RODRIGUEZ RUIZ (1975) ya apuntó que esta debía ser la causa del color gris claro que ostenta la población de Punta de Trucadors. Pero no solo esta zona es arenosa y despejada, sino que los islotes de Caragoler, Alga y el extremo de Punta de Tramuntana de Espardell, también presentan estas características más o menos acentuadas y las poblaciones de lagartijas que las habitan presentan dorsos ocreos o grises con elevada claridad y manchas reticulares prácticamente ausentes.

En las zonas abiertas con sustrato poco fisurado, arenoso en una buena proporción de su área y un recubrimiento vegetal algo mayor, que permite la existencia de matorrales, aunque de pequeño tamaño, las poblaciones pueden permitirse un mayor aumento de sus pigmentaciones dorsales, con aparición de zonas de tonos verde claros, amarillentos, que pueden ser confundidos con los tonos que proporciona el recubrimiento vegetal, como es el caso de las poblaciones de los islotes de Es Freus, si bien el aumento de zonas dorsales verdes sigue una proporcionalidad positiva con el recubrimiento vegetal.

The dorsal colorations of *Podarcis pityusensis* are therefore not totally "liberated" evolutionarily to orientate themselves to more beneficial aspects for their biology (for example thermoregulation) and contrary to the survival against the predators, but that their evolutionary tendencies have achieved a certain degree of crípsis within the niche they occupy.

Several studies have shown that predators have a greater impact on specimens whose coloration on the substrate is more relevant (DICE 1947 ; KETTLEWELL 1956 ; KETTLEWELL 1961 ; LAMOTTE 1959 ; SHEPPARD 1951). In addition, certain colorations may seem very striking outside the environment, but become cryptic within their habitat (GERHART 1983 ; MARGALEF 1977); since the appreciation of the colors is subjective and depends largely on the colors of their surroundings (JUDD 1954 ; PLAZA 1983 ; PLAZA 1984), as well as on the properties of light perception of the different visual receptors (GERHART 1983).

#### 9.3.2.1 LIGHT ENVIRONMENTS

In this sense on the light and smooth substrates (sandy), with absent or very scarce vegetation only lizards have been observed with very light tonalities, cryptic with the color of the soil; RODRIGUEZ RUIZ (1975) already pointed out that this should be the cause of the light gray color that the population of Punta de Trucadors has. But not only this area is sandy and clear, but the islets of Caragoler, Alga and Punta de Tramuntana de Espardell, also present these characteristics more or less accentuated and the populations of lizards that inhabit them have ocher or gray backs with high clarity and reticular spots practically absent.

In the open areas with little cracked substratum, sandy in a good proportion of its area and a slightly larger vegetal cover, which allows the existence of shrubs, although of small size, the populations can afford a greater increase of their dorsal pigmentations, with appearance of areas of light green, yellowish tones, that can be confused with the tones that the vegetal cover provides, as it is the case of the populations of the islets of Es Freus, although the increase of green dorsal areas follows a positive proportionality with vegetation cover.

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 384-385)

Las zonas áridas con vegetación escasa y sustrajo liso, formado por materiales edáficos (generalmente rojizos en las Pitíusas) o rocas poco fisuradas pero ennegrecidas por la meteorización, sustentan poblaciones de lagartijas cuyos dorsos son pardos más o menos oscuros. Así en la isla Gastabí los individuos son preferentemente pardo oscuro, en las zonas rurales de secano como Sant Carles y Sant Vicent, las lagartijas son también con dorsos pardos y en los pequeños enclaves en los cuales la vegetación es más abundante pueden hallarse individuos con dorsos verdosos. Las islas de Canaret y Caldés también responden a estas características ambientales y de coloración de sus lagartijas; mientras que las islas de Mesquida y Sal Rosa, ostentan poblaciones, o dorsos algo más verdosos, ya que el recubrimiento vegetal también es mayor, situándose en una posición intermedia con tendencia hacia los dorsos verdosos propios de las poblaciones que se consideran en el párrafo siguiente.

## 9.3.2.2 ZONAS ARBUSTIVAS

En muchos islotes se consigue un elevado recubrimiento vegetal con estratos herbáceo y arbustivo esclerófilo, que aportan una gran variedad de tonos verdes al ambiente, que pueden dificultar a las aves la observación de lagartijas. En estas zonas las lagartijas ostentan dorsos verdes intensos y conspicuos retículos negros, con lo que pueden absorber mejor los rayos solares y conseguir un mayor tamaño corporal, sin que ello resulte peligroso, dada su llamativa apariencia, al quedar encubiertas por un entorno vegetal que las disimula.

En estas condiciones pueden situarse las islas del este de las Pitíusas, cuyas lagartijas van aumentando la intensidad de sus tonos verdes y abundancia de retículo según la frondosidad vegetal, la población de Hort es la menos pigmentada de la serie, con tonos más claros que el resto y menos manchas reticulares; su ambiente también es el más despejado del grupo, con menor recubrimiento vegetal, lo cual sitúa tanto a la isla como a la población de lagartijas en una posición intermedia entre esta serie y la serie de Es Freus.

Las islas del este aumentan su recubrimiento vegetal práctica-mente de forma lineal hacia el sur, hasta Malví Sud, cuya frondosidad es muy elevada; paralelamente los dorsos de las lagartijas van aumentando su pigmentación y reticulación hasta la población de Malví Sud, que es la que presenta más proporción de su área dorsal cubierta por zonas negras. El melanismo no parece que sea adecuado para un ambiente recubierto de matorrales

The arid zones with sparse vegetation and smooth subtraction, formed by edaphic materials (usually reddish in the Pityusan Islands) or rocks little fissured but blackened by weathering, support populations of lizards whose backs are more or less dark brown. Thus on the island Gastabí the specimens are preferably dark brown, in the dry rural areas like Sant Carles and Sant Vicent, the lizards are also with brown backs and in the small enclaves in which the vegetation is more abundant specimens with backs can be found greenish. The islands of Canaret and Caldés also respond to these environmental and coloration characteristics of their lizards; while the islands of Mesquida and Sal Rosa, have populations, or slightly more greenish backs, since the vegetal cover is also greater, being in an intermediate position with tendency towards the greenish backs typical of the populations that are considered in the following paragraph.

## 9.3.2.2 SHRUB AREAS

In many islets a high vegetal cover is obtained with herbaceous and shrub sclerophyllous strata, which contribute a great variety of green tones to the environment, which can make it difficult for birds to observe lizards. In these areas the lizards show intense green backs and conspicuous black reticules, which can absorb the sun's rays better and achieve a larger body size, without it being dangerous, given its striking appearance, being covered by a plant environment that disguises.

In these conditions the islands of the east of the Pitíusas can be located, whose lizards are increasing the intensity of their green tones and abundance of reticulum according to the vegetable leafiness, the population of Hort is the least pigmented of the series, with lighter shades than the rest and less reticular spots; its environment is also the clearest of the group, with less vegetation cover, which places both the island and the population of lizards in an intermediate position between this series and the series of Es Freus.

The eastern islands increase their vegetation cover practically linearly to the south, to Malví Sud, whose leafiness is very high; In parallel, the backs of the lizards increase their pigmentation and reticulation to the population of Malví Sud, which is the largest proportion of its dorsal area covered by black areas. The melanism does not seem to be suitable for an environment covered with green bushes, but thermoregulatory needs are met

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 385-386)

las necesidades termorreguladoras se satisfacen por otra vía, al presentar pigmentos brillantes y grandes manchas o bandas negras, que permiten tanto una mayor absorción de rayos solares, como una coloración críptica dentro de su entorno.

El aumento de cobertura vegetal relacionada con el aumento de pigmentación, sin tender hacia el melanismo, también se observa en otras zonas y explica los tonos limón con abundantes manchas negras reticulares de las lagartijas de Puig des Molins de Eivissa, los tonos amarillos de Vedrà y Vedranell ampliamente reticulados de negro; y el verde esmeralda de Espartar. Además esta última población presenta las bandas reticulares pardopúrpuras con tono semejante al que presentan las hebras de esparto secas, planta muy abundante en la isla que habitan. Todos ellos, pues, presentan una coloración que puede resultar críptica en su ambiente, por más que resulte ostentosa fuera de él.

En todos los grupos de poblaciones (excepto las melánicas) se aprecia el aumento de zonas verdosas a medida que aumenta el recubrimiento vegetal de la isla, como por ejemplo en Negra Nord dentro del grupo de Es Freus; Mesquida y Sal Rosa como ya se ha comentado anteriormente o Puig des Molins dentro de la subespecie *Podarcis pityusensis pityusensis*.

Las diferentes vías por las cuales se ha llegado a un fenotipo críptico dentro de un ambiente arbustivo: dorsos verdes, limón, amarillos o verde esmeralda, son un testimonio del efecto del fundador ejercido en las poblaciones. La dotación genética ancestral de cada grupo de individuos que se ve aislado no es idéntica, sino que puede presentar ligeras desviaciones debidas al azar (deriva genética) y al interactuar esta dotación con el ambiente se obtienen los fenotipos adaptados (aunque por diferentes vías) a ambientes semejantes.

Los ambientes mixtos o muy diversos presentan poblaciones más variables que ostentan dorsos pardos y verdosos según los individuos, como por ejemplo muchas zonas de Eivissa (huertas de Talamanca, Portinatx, Ses Salines), Formentera (centro de la isla) y Conillera. Fenómeno ya apreciado por HARTMANN (1953) que observó una mayor variabilidad en las poblaciones a medida que el área insular era mayor. Pero la variabilidad debe ser función de la diversidad ambiental y no del área, ya que islas de gran extensión como Vedrà o Espartar, no responden al supuesto de HARTMANN al presentar una variación ambiental restringida, con lagartijas que

by another way, with bright pigments and large black spots or bands, which allow a greater absorption of solar rays, as well as a cryptic coloration. within its environment.

The increase in plant cover related to the increase in pigmentation, without tending toward melanism, is also observed in other areas and explains the lemon tones with abundant black reticular spots of the lizards of Puig des Molins of Ibiza, the yellow tones of Vedrà and Vedranell widely reticulated in black; and the emerald green of Espartar. In addition, this last population presents reticular brownish-purple bands with a tone similar to that of dry esparto grass, a very abundant plant on the island they inhabit. All of them, then, present a coloration that can be cryptic in their environment, no matter how ostentatious it is outside their environment.

In all the groups of populations (except the melanic ones) the increase of greenish zones is appraised as it increases the vegetal cover of the island, like for example in Negra Nord within the group of Es Freus; Mesquida and Sal Rosa as previously mentioned or Puig des Molins within the subspecies *Podarcis pityusensis pityusensis*.

The different routes through which a cryptic phenotype has been reached in a shrub environment: green, lemon, yellow or emerald green backs, are a testimony of the effect of the founder exercised in the populations. The ancestral genetic endowment of each group of specimens that is isolated is not identical, but may present slight deviations due to chance (genetic drift) and when this endowment interacts with the environment, the adapted phenotypes are obtained (although in different ways) in similar environments.

Mixed or very diverse environments have more variable populations that have brownish and greenish backs depending on the specimens, such as many areas of Ibiza (orchards of Talamanca, Portinatx, Ses Salines), Formentera (center of the island) and Conillera. Phenomenon already appreciated by HARTMANN (1953) who observed a greater variability in the populations as the insular area was greater. But the variability must be a function of environmental diversity and not of the area, since large islands such as Vedrà or Espartar, do not respond to HARTMANN's assumption when presenting a restricted environmental variation, with lizards that show

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 386-387)

ostentan coloraciones homogéneas.

### 9.3.2.3 POSIBILIDAD DE CRIPSIS DE LOS INDIVIDUOS MELÁNICOS

El conjunto de poblaciones melánicas responde al concepto de subespecie politépica (WILSON & BROWN, 1953), ya que su fenotipo parece ser que ha aparecido de forma independiente en distintas zonas, respondiendo a unas mismas presiones adaptativas como se verá a continuación.

Estas poblaciones presentan un problema inicial dentro de estas tendencias para conseguir una cierta cripsis. Su aspecto totalmente negro parece muy conspicuo cuando observamos el animal en la mano, pero parece absurdo pensar que no son crípticos, ya que no parece viable su perpetuidad al no estar su nicho exento de depredadores. Las islas en las que habitan son todas ellas de roca caliza clara, pero fuertemente fisurada, y con frecuentes enclaves de óxidos negros y pátinas negruzcas originadas por la meteorización. La cobertura vegetal es generalmente muy escasa, si bien existen diferentes grados. Así en Bleda Na Bosc y Bleda Na Gorra el estrato arbustivo alcanza mayor altura y las lagartijas que habitan estas islas presentan el dorso melánico ligeramente más claro: gris plomo con manchas negras reticulares superpuestas.

Las aves poseen una capacidad visual muy elevada, con alto poder de resolución, pero generalmente no poseen visión estereométrica que pueda proporcionarles sensación de relieve (GRASSE, 1978), por lo tanto un ambiente despejado con abundantes manchas negras y sombras muy oscuras debidas a las aristas y grietas del sustrato puede dificultar la visión de lagartijas negras más o menos estáticas. El melanismo no solo proporcionaría así una apariencia críptica, sino que la termorregulación sería más efectiva (CRISP et al. 1979; GARRICK, 1979; NORRIS, 1967; PEARSON, 1977), al ser más rápida y mantener la temperatura corporal comparativamente más elevada que si ostentasen otras pigmentaciones. Permitiendo un mayor aumento corporal (presente en todas estas poblaciones), con la consecuente estaticidad y movimientos lentos, que a su vez facilitarían que pasaran inadvertidas a los depredadores; así como una mayor rapidez de calentamiento al iniciarse el día, que les permitiría conseguir el aporte hídrico de las gotas de rocío antes de que desaparecieran. Estas presiones selectivas pueden pesar más en la viabilidad de la población que el mero hecho de resultar crípticas, y

homogeneous colorations.

### 9.3.2.3 POSSIBILITY OF CRYPSIS OF MELANIC SPECIMENS

The set of melanic populations responds to the concept of polytypic subspecies (WILSON & BROWN 1953), since its phenotype seems to have appeared independently in different areas, responding to the same adaptive pressures as will be seen below.

These populations present an initial problem within these tendencies to achieve a certain crypsis. Its totally black appearance seems very conspicuous when we observe the animal in the hand, but it seems absurd to think that they are not cryptic, since their perpetuity does not seem viable since their niche is not exempt from predators. The islands in which they live are all of light limestone, but strongly fissured, and with frequent enclaves of black oxides and blackish patina caused by weathering. The vegetable cover is generally very scarce, although there are different degrees. Thus in Bleda Na Bosc and Bleda Na Gorra, the shrub layer reaches a greater height and the lizards that inhabit these islands have a slightly lighter melanic back: lead gray with black reticular spots superimposed.

Birds have a very high visual capacity, with high resolving power, but generally do not have stereometric vision that can provide relief sensation (GRASSE 1978), therefore a clear environment with abundant black spots and very dark shadows due to the edges and cracks of the substrate can make it difficult to see more or less static black lizards. Melanism not only would thus provide a cryptic appearance, but thermoregulation would be more effective (CRISP et al. 1979 ; GARRICK 1979 ; NORRIS 1967 ; PEARSON 1977), being faster and maintaining body temperature comparatively higher than if they had other pigmentations. Allowing a greater corporal increase (present in all these populations), with the consequent stasis and slow movements, which in turn would make it easier for them to go unnoticed by predators; as well as a faster heating at the beginning of the day, which would allow them to get water from the dew drops before they disappeared. These selective pressures may weigh more on the viability of the population than the mere fact of being cryptic, and this seems to be an evolutionary solution in which all the needs considered above are balanced.

## Chapter 9. Geographic variability and evolution lines (page 387-388)

esta parece ser una solución evolutiva en la cual se equilibran todas las necesidades consideradas anteriormente.

La tendencia melánica no solo se aprecia en islotes muy alejados. sino que en Formentera, en ambientes fisurales, también se observa de forma clara (Cap de Berberia, La Mola); y en menor medida en la isla Grossa de Santa Eulalia. Lo cual permite suponer que muchas poblaciones la adquirirían al representar una gran ventaja biológica, siempre y cuando ello no repercuta en una mortandad excesiva por depredación, y que no la manifiestan debido a que no todos los ambientes permiten un equilibrio de presiones de selección que admitan la existencia de dorsos melánicos.

El genoma en su conjunto es una respuesta equilibrada a todas las condiciones ambientales en su conjunto, que interactúan hasta obtener una fórmula de compromiso en la que los aspectos perjudiciales queden contrarrestados por una mayor viabilidad global del individuo, ya que la adaptación concierne a todo el genoma y no a caracteres mendelianos independientes (AYALA, 1978), quedando el individuo en su conjunto adaptado al ambiente en su conjunto (LEWONTIN, 1978) y por tanto no es de extrañar que diferentes caracteres se fijen genéticamente a la vez: aumento de pigmentación y tamaño corporal; y que un carácter sea perjudicial en algún aspecto, pero con un beneficio biológico superior en otro que lo compense.

The melanic tendency is not only seen in very remote islets. but in Formentera, in fissural environments, it is also observed clearly (Cap de Berberia, La Mola); and to a lesser extent on the island Grossa de Santa Eulalia. This allows us to suppose that many populations would acquire it by representing a great biological advantage, as long as it does not have an excessive mortality due to predation, and that they do not manifest it because not all environments allow a balance of selection pressures that allow the existence of melanic backs.

The genome as a whole is a balanced response to all environmental conditions as a whole, which interact to obtain a compromise formula in which the harmful aspects are counteracted by a greater global viability of the specimen, since the adaptation concerns the whole genome and not independent Mendelian characters (AYALA 1978), leaving the specimen as a whole adapted to the environment as a whole (LEWONTIN 1978) and therefore it is not surprising that different characters are genetically fixed at once: increased pigmentation and body size; and that a character is harmful in some aspect, but with a higher biological benefit in another that compensates it.

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 389-390)10. PROPUESTA DE UNA NUEVA TAXONOMIA  
PARA *PODARCIS PITYUSENSIS*

## 10.1 INTRODUCCIÓN

Una vez realizados y discutidos los análisis descritos en los capítulos anteriores y antes de realizar una propuesta taxonómica concreta, parece pertinente detener la discusión y centrarla en el propio concepto de subespecie.

Desde que se aceptó la evidencia de la variabilidad intraespecífica hasta el momento actual, los conceptos de especie y posteriormente de subespecie han variado a medida que los naturalistas conocían mejor la realidad biológica y especialmente desde que los modelos evolucionistas y los conocimientos de genética molecular inrumpían dentro del pensamiento científico.

Entre la afirmación de que por debajo del nivel genérico toda variación es fruto del azar (ROBSON & RICHARDS, 1936) y la opinión opuesta que concibe a toda la variabilidad como una simple respuesta adaptativa a las condiciones ambientales (TURESSON, 1922), existen múltiples aportaciones nuevas de autores que investigaron en distintas épocas y en diferentes ramas de la biología, las cuales han contribuido a conocer más profundamente el mundo orgánico y en hallar las razones de la variabilidad de los seres vivos, debidas en parte al azar. según la dinámica de la población y en parte debidas a una respuesta adaptativa.

En las páginas que siguen se examina el concepto de subespecie, a fin de obtener una definición satisfactoria que al aplicarla a *Podarcis pityusensis* permita un nuevo orden sistemático, que refleje mejor la estructura de la especie, su historia y semejanzas entre las distintas poblaciones en que se configura, y que resulte coherente con los resultados obtenidos en los análisis expuestos con anterioridad. Le sigue una propuesta concreta que intenta englobar los resultados obtenidos con el estudio de las distintas poblaciones de la especie, con el concepto restrictivo actual de subespecie.

## 10.2 CONCEPTO DE SUBESPECIE

## 10.2.1 NACIMIENTO DEL CONCEPTO DE SUBESPECIE

Dentro del concepto linneano de especie, con variabilidad nula o muy restringida, ya se consideraba en algunos casos, como el de *Homo sapiens*, la existencia de

10. NEW TAXONOMIC PROPOSITION FOR  
*PODARCIS PITYUSENSIS*

## 10.1 INTRODUCTION

Once the analysis described in the previous chapters have been made and discussed and before making a specific taxonomic proposal, it seems pertinent to stop the discussion and focus on the subspecies concept itself.

Since the evidence of intra-specific variability was accepted until now, the concepts of species and subsequently of subspecies have varied as naturalists became better acquainted with biological reality and especially since evolutionist models and knowledge of molecular genetics break in to scientific thinking.

Among the assertion that below the generic level all variation is the result of chance (ROBSON & RICHARDS 1936) and the opposite view that conceives of all variability as a simple adaptive response to environmental conditions (TURESSON 1922), there are multiple new contributions of authors who investigated at different times and in different branches of biology, which have contributed to know more deeply the organic world and to find the reasons for the variability of living beings, partly due to chance. according to the dynamics of the population and partly due to an adaptive response.

In the following pages the concept of subspecies is examined, in order to obtain a satisfactory definition that, when applied to *Podarcis pityusensis*, allows a new systematic order that better reflects the structure of the species, its history and similarities among the different populations in which it occurs. is configured, and that is consistent with the results obtained in the analysis discussed above. It is followed by a concrete proposal that tries to encompass the results obtained with the study of the different populations of the species, with the current restrictive concept of subspecies.

## 10.2 SUBSPECIES CONCEPT

## 10.2.1 BIRTH OF THE SUBSPECIES CONCEPT

Within the linnean concept of species, with no or very restricted variability, it was already considered in some cases, like that of *Homo sapiens*, the existence of

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 390-391)

razas geográficas (Linné, 1758). Estas variaciones de la especie se constataron posteriormente como muy frecuentes y el concepto monotípico de especie se ha ido minando paulatinamente a medida que se conocían más y más ejemplos de especies con variabilidad geográfica, hasta que hoy día se admite su existencia prácticamente en todas las especies zoológicas, si bien no en todos los casos se considera que la variabilidad interpoblacional sea suficientemente elevada como para aceptar la existencia de subespecies.

La clasificación de los seres vivos ya no podía realizarse en la mayoría de los casos con el sistema binómico y se imprimió el concepto de subespecie para las diferentes *Varietatis* que aparecían en localidades más o menos distantes, diferenciando las características accidentales de los individuos, de las esenciales de las poblaciones (ESPER, 1781).

El término subespecie nace pues con la definición de variedad o raza geográfica, siempre que sea biométricamente distinta de la especie típica. Este aspecto ha ido variando y enriqueciéndose, pero es el que ha prevalecido en zoología (MAYR, 1982) y probablemente esta es la causa de la gran proliferación de subespecies en esta ciencia, con su progresiva pérdida de funcionalidad al obtenerse clasificaciones sistemáticas excesivamente complejas.

Sin embargo a finales del siglo pasado empiezan a considerarse dos vertientes en el concepto de subespecie. Por una parte los darwinistas apuntan que es un estadio incipiente de diferenciación y por lo tanto de especiación, apareciendo el concepto de que la subespecie es una unidad evolutiva, especialmente en aquellos casos que configura una población aislada. Por otra parte diversos ecólogos consideran que las modificaciones fenotípicas son una respuesta adaptativa de la especie frente a las condiciones ambientales: leyes de ALLEN (1877), BERGMAN (1847), GLOGER (1833), etc.

Estas nuevas concepciones en la estructura de la especie lleva a acuñar términos como el de *Formenkreis* (KLEINSCHMIDT, 1900), que concibe a la especie como un conjunto de distintas "formas"; o bien el de *Rassenkreis* (círculo de razas) (RENSCH, 1929), utilizado ampliamente por los autores alemanes al concebir a las especies como una larga serie de subespecies, tal y como acontece en el caso de *Podarcis pityusensis*.

Este autor define posteriormente a la subespecie como un

geographic races (LINNÉ 1758). These variations of the species were subsequently found to be very frequent and the monotypic concept of species has been gradually eroded as more and more examples of species with geographic variability are known, until nowadays it is admitted to practically all zoological species, although not in all cases it is considered that the inter-population variability is sufficiently high to accept the existence of subspecies.

The classification of living beings could no longer be carried out in most cases with the binomial system and the subspecies concept was written for the different "Varietatis" that appeared in more or less distant locations, differentiating the accidental characteristics of the specimens, the essentials of populations (ESPER 1781).

The term subspecies is born with the definition of geographic variety or race, provided it is biometrically distinct from the typical species. This aspect has been changing and enriching, but it is the one that has prevailed in zoology (MAYR 1982) and probably this is the cause of the great proliferation of subspecies in this science, with its progressive loss of functionality when obtaining excessively complex systematic classifications.

However, at the end of the last century, two aspects of the subspecies concept are beginning to be considered. On the one hand Darwinists point out that it is an incipient stage of differentiation and therefore of speciation, with the concept that the subspecies is an evolutionary unit, especially in those cases that make up an isolated population. On the other hand diverse ecologists consider that the phenotypic modifications are an adaptive response of the species in front of the environmental conditions: laws of ALLEN (1877), BERGMAN (1847), GLOGER (1833), etc.

These new conceptions in the structure of the species lead to coining terms such as *Formenkreis* (KLEINSCHMIDT 1900), which conceives the species as a set of different "forms"; or that of *Rassenkreis* (RENSCH 1929), widely used by German authors to conceive species as a long series of subspecies, as occurs in the case of *Podarcis pityusensis*.

This author later defines the subspecies as a set of

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 391-392)

conjunto de individuos idénticos o que varían solo dentro de los márgenes de variación individual, ecológica o estacional (RENSCH, 1934). Los caracteres típicos de este grupo de individuos están fijados genéticamente y dentro de su rango de variabilidad no ocurren otras razas geográficas de la misma especie. Esta definición ha prevalecido en la mayor parte de las descripciones de subespecies zoológicas; pero cabe tener presente que si un buen observador compara dos poblaciones distintas de una misma especie, es muy probable que siempre encuentre alguna diferencia entre ellas, tengan o no sentido biológico; lo cual ha conducido a un abuso de la terminología trinómica que, en ocasiones, ha redundado en una gran falta de funcionalidad. Por ello los taxonomistas se vieron en la necesidad de afinar más la definición y establecer criterios restrictivos a la hora de considerar la existencia de buenas subespecies.

## 10.2.2 HACIA UNA CONCEPCIÓN SINTÉTICA DE SUBESPECIE

En 1940 aparece la obra editada por HUXLEY "The new Systematics" que revoluciona el concepto de sistemática y modifica el concepto de subespecie, ya que a partir de entonces no se consideran a los individuos simples como elementos de trabajo taxonómico, sino que la población se define como unidad evolutiva y como el objeto de estudio de los taxonomistas. En esta obra y sucesivas (MAYR, 1942, 1969; DOUTT, 1955; RENSCH 1959; SIMPSON, 1961, etc.) se emiten las opiniones sobre un nuevo orden sistemático: la sistemática de poblaciones.

Lo más relevante de esta nueva concepción es el estudio de las poblaciones; la variabilidad interpoblacional debida a la configuración genética de los individuos que las conforman, se considera un hecho irrefutable, así como las pequeñas variaciones intrapoblacionales, adoptándose preferentemente el término de especie politípica (HUXLEY, 1940), para aquellas especies que presentan distintas razas geográficas o subespecies; lo cual obliga al estudio de la especie desde múltiples puntos de vista como sistemas adaptados al medio y variables en el tiempo y en el espacio.

Un aspecto importante en el cambio de concepción es el descubrimiento de las clinas (HUXLEY, 1939), fenómeno por el cual los rasgos que presentan una serie de poblaciones geográficamente sucesivas van variando de forma gradual en uno o más atributos, como respuesta a

idénticos especímenes o que varían solo dentro de los márgenes de variación individual, ecológica o estacional (RENSCH 1934). The typical characters of this group of specimens are genetically fixed and within their range of variability no other geographical races of the same species occur. This definition has prevailed in most descriptions of zoological subspecies; but it should be kept in mind that if a good observer compares two different populations of the same species, it is very likely that he will always find some difference between them, whether or not they have a biological sense; which has led to an abuse of the trinomial terminology that, at times, has resulted in a great lack of functionality. For this reason, taxonomists were forced to refine the definition and establish restrictive criteria when considering the existence of good subspecies.

## 10.2.2 TOWARDS A SYNTHETIC SUBSPECIES CONCEPT

In 1940 appears the work edited by HUXLEY "The new Systematics" (HUXLEY 1940) that revolutionizes the concept of systematic and modifies the concept of subspecies, since from then simple specimens are not considered as elements of taxonomic work, but the population is defined as an evolutionary unit and as the object of study of taxonomists. In this and subsequent works (MAYR 1942 ; MAYR 1969 ; DOUTT 1955 ; RENSCH 1959 ; SIMPSON 1961, etc.) the opinions on a new systematic order are issued: Population systematics.

The most relevant of this new conception is the study of populations; the inter-population variability due to the genetic configuration of the specimens that conform them, is considered an irrefutable fact, as well as the small intra-population variations, being adopted preferably the term of polytypic species (HUXLEY 1940), for those species that present different geographic races or subspecies; which forces the study of the species from multiple points of view as systems adapted to the environment and variables in time and space.

An important aspect in the change of conception is the introduction of clines (HUXLEY 1939), a phenomenon by which the traits presented by a series of geographically successive populations gradually vary in one or more attributes, in response to the local conditions, so that between two adjacent populations barely can appreciate

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 392-393)

poblaciones adyacentes apenas puede apreciarse la diferencia, pero que puede llegar a ser muy ostensible entre los términos más extremos de la serie.

Desde entonces no se admite que las poblaciones integradas en una clina puedan ostentar el rango de subespecies distintas (MAYR, 1963, 1969; ZUSI, 1982; WILSON & BROWN 1953), por muy distintas que puedan ser las poblaciones que la integran, si entre ellas existe toda una gradación de poblaciones con rasgos intermedios.

Los límites de la subespecie se ven pues restringidos por la aportación de diferentes autores que van conociendo cada vez más los fenómenos de la variación geográfica. Por una parte se constata que cada caracter puede presentar direcciones de variación geográfica independiente y provocar la aparición de fenotipos indistinguibles entre sí en localidades geográficamente muy lejanas (convergencia fenotípica) (WILSON & BROWN, 1953). Por otra la existencia de razas microgeográficas dentro de una subespecie (WILSON & BROWN, 1953) le confiere un "status" colectivo que reúne varias poblaciones locales con diferencias genéticas y fenotípicas entre ellas (HUBELL, 1954; DOUTT, 1955). Como consecuencia la distribución geográfica de una subespecie puede ser discontinua y dos subespecies distintas no pueden superponer sus áreas de distribución en ningún caso (MAYR, 1963).

Con estas restricciones puede considerarse a la subespecie como: "Categoría colectiva formada por varias poblaciones locales, todas ellas con ligeras diferencias genéticas y fenotípicas entre sí; pero con características comunes que sirven de diagnóstico inequívoco frente a las demás subespecies de la misma especie. Estas características definitorias, relacionadas con el hábitat que ocupan las poblaciones, determina en gran parte la distribución de la subespecie. Para definirla no pueden utilizarse ni los caracteres individuales, ni aquellos que varían entre las poblaciones gradacionalmente formando clinas". Definición que sintetiza las emitidas por diversos autores (AYALA, 1975; BARROWCLOUGH, 1982; DOUTT, 1955; HUBELL, 1954; HUXLEY, 1940; MAYR, 1954, 1963, 1969; MAYR & LINSLEY & USINGER, 1953; MAYR & PROVINE, 1980; MICHENER, 1970; MONROE 1982; O'NEILL, 1982; RENSCH, 1980; STORER, 1982; WILSON & BROWN, 1953; ZUSI, 1982; etc.), y que seguiremos en este trabajo.

the difference, but that can become very obvious between the most extremes of the series.

Since then, it is not admitted that the populations integrated in a cline can hold the range of different subspecies (MAYR 1963 ; MAYR 1969 ; ZUSI 1982 ; WILSON & BROWN 1953), however different the populations that make it up may be, if there is a whole gradation of populations with intermediate features.

The limits of the subspecies are thus restricted by the contribution of different authors who are increasingly aware of the phenomena of geographical variation. On the one hand, it is found that each character can present directions of independent geographical variation and cause the appearance of indistinguishable phenotypes in very distant geographical locations (phenotypic convergence) (WILSON & BROWN 1953). On the other hand, the existence of micro-geographic races within a subspecies (WILSON & BROWN 1953) confers a collective "status" that brings together several local populations with genetic and phenotypic differences between them (HUBELL 1954 ; DOUTT 1955). As a consequence, the geographical distribution of a subspecies can be discontinuous and two different subspecies can not overlap their distribution areas in any case (MAYR 1963).

With these restrictions the subspecies can be considered as: "Collective category formed by several local populations, all of them with slight genetic and phenotypic differences among themselves, but with common characteristics that serve as an unambiguous diagnosis with respect to the other subspecies of the same species. defining characteristics, related to the habitat occupied by the populations, largely determines the distribution of the subspecies. To define it, neither individual characters nor those that vary among populations can be used gradationally forming clinas". Definition that synthesizes those issued by various authors (AYALA 1975 ; BARROWCLOUGH 1982 ; DOUTT 1955 ; HUBELL 1954 ; HUXLEY 1940 ; MAYR 1954 ; MAYR 1963 ; MAYR 1969 ; MAYR & LINSLEY & USINGER 1953 ; MAYR & PROVINE 1980 ; MICHENER 1970 ; MONROE 1982 ; O'NEILL 1982 ; RENSCH 1980 ; STORER 1982, WILSON & BROWN 1953 ; ZUSI 1982 ; etc.), and we will continue with this work.

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 394-395)

## 10.2.3 APORTACIONES RECIENTES A LA SISTEMÁTICA

La definición sintética de subespecie no siempre ha estado bien entendida, y a pesar de todo, en múltiples ocasiones se ha seguido abusando del término, describiéndose excesivas formas que dificultan la concepción global de la especie con sus pequeñas variaciones interpoblacionales y con una cierta variabilidad genética individual. Ello ha provocado el rechazo de la nomenclatura trinomial y pone en tela de juicio la validez de las subespecies. Sin embargo aun muchos autores siguen pensando que es válida su utilización para el taxonomista (BÖHME, 1978, 1979; IINGER, 1961; MAYR, 1980; MICHENER, 1970; etc.) si bien redefiniendo el concepto y con una utilización muy restringida (O'NEILL, 1982), atendiendo a las variaciones morfológicas y existencia de clinas, así como al efecto que ejerce el ambiente sobre el control genético de la variación fenotípica (GILL, 1982).

Actualmente no puede considerarse a la subespecie una unidad de evolución, sino que es simplemente una unidad taxonómica (O'NEILL, 1982); error cometido por muchos zoólogos (incluida la autora del presente trabajo; CIRER, 1980).

El uso del trinomio debe tener una alta relevancia biológica (BARROWCLOUGH, 1982) con intensos estudios ecológicos y evolucionistas (STORER, 1982); y la definición de cada subespecie debe ser clara y totalmente distintiva de las demás poblaciones de la especie, no estando garantizado el trinomio ni siquiera en aquellas poblaciones aisladas sin ingreso de genes alóctonos (MONROE, 1982).

El diagnóstico es un aspecto primordial, aceptándose que por lo menos el 75 % de los individuos deben ser identificables con los caracteres propios de la subespecie (MAYR, 1964; SIMPSON, 1961), o incluso llega a defenderse la cota del 95 % de identificación inequívoca (O'NEILL, 1982).

Otro aspecto importante en la concepción sistemática actual es la formación de grupos 'hermanos bajo los criterios de análisis de los caracteres en estado primitivo o en estado derivado (HENNIG, 1968). Según la sistemática filogenética o cladística cada caracter puede presentarse en estado primitivo (uno solo para cada morfocline), o bien en estado/s derivado/s. Estableciéndose los grupos hermanos mediante la presencia, en todos ellos, de un mismo estado derivado;

## 10.2.3 RECENT CONTRIBUTIONS TO THE SYSTEMATICS

The synthetic definition of subspecies has not always been well understood, and in spite of everything, on many occasions the term has continued to be abused, describing excessive forms that hinder the global conception of the species with its small inter-population variations and with a certain individual genetic variability. This has led to the rejection of the trinomial nomenclature and calls into question the validity of the subspecies. However, many authors still think that its use is valid for the taxonomist (BÖHME 1978 ; BÖHME 1979 ; IINGER 1961 ; MAYR 1980 ; MICHENER 1970 ; etc.), although redefining the concept and with a very restricted use (O'NEILL 1982), taking into account the morphological variations and existence of clines, as well as the effect exerted by the environment on the genetic control of phenotypic variation (GILL 1982).

Currently, the subspecies can not be considered a unit of evolution, but it is simply a taxonomic unit (O'NEILL 1982); an error made by many zoologists, including the author of this paper, CIRER (1980).

The use of the trinomial must have a high biological relevance (BARROWCLOUGH 1982) with intense ecological and evolutionary studies (STORER 1982); and the definition of each subspecies must be clear and totally distinctive of the other populations of the species, the trinomial being not guaranteed even in those isolated populations without ingression from allochthonous genes (MONROE 1982).

Diagnosis is a fundamental aspect, accepting that at least 75% of the specimens must be identifiable with the characteristics of the subspecies (MAYR 1964 ; SIMPSON 1961), or even defend the 95% identification level unequivocal (O'NEILL 1982).

Another important aspect in the current systematic conception is the formation of sibling groups under the criteria of analysis of the characters in the primitive state or in the derived state (HENNIG 1968). According to phylogenetic or cladistic systematics, each character can be presented in a primitive state (one only for each morphocline), or in (a) derivative state(s). Sibling groups are established by the presence, in all of them, of the same derived state; which allows to differentiate the

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 395-396)

lo cual permite diferenciar a los distintos grupos entre sí.

Según los casos se aceptan diversos criterios para determinar la polaridad de los estados del carácter (primitivo/derivado). Entre ellos cabe destacar, por su utilidad en el caso concreto de *Podarcis pityusensis*, el de especialización ecológica (MARX & RABB, 1970); según el cual un estado es derivado si es más abundante en los taxones que sufren unas condiciones ecológicas similares, que en aquellos taxones que ocupan hábitats distintos.

Ninguna concepción sistemática permite que la evolución animal siga unas líneas evolutivas anastomosadas, sino que todas las escuelas las conciben lineales. Ello implica que los fenómenos de convergencia o paralelismo que puedan sufrir dos o más taxones, debidas como parece ser en el caso de *Podarcis pityusensis*, a unas condiciones ecológicas comunes, deben analizarse con sumo esmero, atendiendo a criterios filogenéticos: posible existencia de una población ancestral común, inexistencia de barreras reproductivas entre las poblaciones actuales o de origen, etc.

Análogamente al trabajar, como en el presente caso, con un sistema de poblaciones que varían de forma gradual entre sí; entre los grupos de poblaciones que puedan establecerse siempre existiran algunas que gocen de características intermedias entre dos o más grupos. Su asignación taxonómica a un grupo u otro debe realizarse considerando conjuntamente las relaciones de similitud morfológica, o integración en una clina, posibilidad de inter cruzamiento (en la actualidad o en la población ancestral inmediata) y existencia de características comunes al resto de poblaciones de su grupo.

### 10.3 PLASTICIDAD FENOTÍPICA DE *PODARCIS PITYUSENSIS*

La alta variabilidad fenotípica de *Podarcis pityusensis* se mani-fiesta en todos los niveles. Un análisis somero de las poblaciones más características revela una alta variabilidad interpoblacional que justifica la existencia de diferentes trinomios para facilitar el estudio de la especie. Pero al aumentar el número de poblaciones se observa que muchas de ellas no poseen características de diagnosis y que por lo tanto no se justifica la utilización de categorías sub-específicas en el sentido restrictivo que profesan actualmente un gran número de taxonomistas, según se ha comprobado en los párrafos anteriores.

different groups from each other.

Depending on the case, several criteria are accepted to determine the polarity of the character states (primitive / derivative). Among them it is possible to emphasize, by its utility in the concrete case of *Podarcis pityusensis*, the one of ecological specialization (MARX & RABB 1970); according to which a state is derived if it is more abundant in taxa that experience similar ecological conditions, than in those taxa that occupy different habitats.

No systematic conception allows animal evolution to follow anastomosing evolutionary lines, but all schools conceive them linear. This implies that the phenomena of convergence or parallelism that two or more taxa may experience, due as it seems to be in the case of *Podarcis pityusensis*, to common ecological conditions, must be analyzed with great care, taking into account phylogenetic criteria: possible existence of a population common ancestry, lack of reproductive barriers between current or original populations, etc.

Analogously when working, as in the present case, with a system of populations that vary gradually among themselves; among the groups of populations that can be established there will always be some that enjoy intermediate characteristics between two or more groups. Their taxonomic assignment to one group or another must be done considering together the relationships of morphological similarity, or integration in a cline, the possibility of intercrossing (currently or in the immediate ancestral population) and the existence of characteristics common to the rest of the populations in their group.

### 10.3 PHENOTYPIC PLASTICITY OF *PODARCIS PITYUSENSIS*

The high phenotypic variability of *Podarcis pityusensis* is manifested at all levels. A summary analysis of the most characteristic populations reveals a high inter-population variability that justifies the existence of different trinomens to facilitate the study of the species. But when increasing the number of populations it is observed that many of them do not have diagnostic characteristics and that therefore the use of sub-specific categories in the restrictive sense currently professed by a large number of taxonomists is not justified, as has been proven in the previous paragraphs.

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 396-397)

Entre estas poblaciones sin características definitorias pueden detectarse cambios graduales que en ocasiones se continúan de una a otra isla, configurando el conjunto una serie que responde al concepto de clina imprimido por HUXLEY (1939), (capítulo 9).

Al descender el nivel de atención a los individuos, se revela una gran variabilidad intrapoblacional, especialmente en las poblaciones con rasgos intermedios, de tal modo que las variaciones de una a otra población se solapan en porcentajes muy elevados. En este sentido se aprecia la tendencia de las distintas características, a variar independientemente entre las distintas poblaciones, dificultando la utilización de nombres subespecíficos para cada población, tal y como apuntaron WILSON y BROWN (1953).

Las características genéticas analizadas mediante electroforesis no ha deparado la existencia de alelos fijados en ninguna población, con lo que este criterio no puede ser utilizado. Las poblaciones más diferenciadas parecen hallarse en un estadio inicial en el que las diferencias se deben a la deriva genética y a la selección natural fomentada por la adaptación al medio ambiente concreto (AYALA, 1975). Manteniéndose muy elevada la heterocigosis, ya que los distintos alelos iniciales pueden mantenerse en la población durante más o menos tiempo, aunque no sean los más aptos (DOBHANSKY, 1970), proporcionando así gran plasticidad genética a la población.

La deriva genética producida por el efecto del fundador es una causa que ha debido condicionar en gran medida a las poblaciones actuales, tal y como se desprende de los análisis electroforéticos y colorimétricos en los cuales se aprecian notables diferencias entre los individuos de distintas zonas de la misma isla (Eivissa Puig des Molins-Eivissa Sant Vicent; Espardell zona central-Espardell Punta de Tramuntana; Formentera Cap de Berberia-Formentera Punta de Trucadors). Diferencias que parecen apuntar estadios de preadaptación de las poblaciones a sus condiciones locales, antes de producirse su separación reproductiva.

Esta alta plasticidad genética que responde a las presiones ecológicas, propicia la convergencia fenotípica, ya que la morfología responde adaptativamente a las características del nicho ocupado (MAYR, 1982) y por tanto pueden originarse grupos de poblaciones relativamente lejanas geográficamente, pero con alta similitud fenotípica si su hábitat es semejante, ya que

Among these populations without defining characteristics gradual changes can be detected that sometimes continue from one island to another, forming a series that responds to the concept of cline (HUXLEY 1939), (see chapter 9).

When lowering the level of attention to specimens, a great intra-population variability is revealed, especially in populations with intermediate traits, in such a way that the variations from one population to another overlap in very high percentages. In this sense, the tendency of the different characteristics can be seen, to vary independently among the different populations, making it difficult to use subspecific names for each population, as pointed out by WILSON & BROWN (1953).

The genetic characteristics analyzed by electrophoresis has not revealed the existence of alleles fixed in any population, so this criterion can not be used. The most differentiated populations seem to be in an initial stage in which the differences are due to genetic drift and natural selection fostered by adaptation to the specific environment (AYALA 1975). The heterozygosity is kept very high, since the different initial alleles can remain in the population for more or less time, although they are not the most suitable (DOBHANSKY 1970), thus providing great genetic plasticity to the population.

The genetic drift produced by the founder's effect is a cause that has had to condition to a great extent the current populations, as it is clear from the electrophoretic and colorimetric analysis in which there are notable differences between specimens from different areas of the population from the same island (Ibiza Puig des Molins - Ibiza Sant Vicent, Espardell central area - Espardell Punta de Tramuntana, Formentera Cap de Berberia - Formentera Punta de Trucadors). Differences that seem to indicate pre-adaptation stages of the populations to their local conditions, before their reproductive separation occurs.

This high genetic plasticity, which responds to ecological pressures, favors phenotypic convergence, since the morphology responds adaptively to the characteristics of the occupied niche (MAYR 1982) and therefore can originate groups of populations relatively distant geographically, but with high phenotypic similarity if their habitat is similar, since before their isolation they

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 397-398)

antes de su aislamiento pueden estar ya preadaptadas a su nicho y posteriormente basta solo con acentuar esta adaptación según su plasticidad genética y presiones de selección; tal y como parece que ha acontecido en las poblaciones que configuran los taxones denominados en los párrafos siguientes *affinis* (con las poblaciones del este) y *maluquerorum* (con las poblaciones melánicas).

Estas consideraciones junto al concepto restrictivo de subespecie admitido en la actualidad, conlleva que la mayoría de subespecies de *Podarcis pityusensis*, consideradas hasta el momento, son sinónimas entre sí y que solo puede mantenerse su validez en aquellas que presentan rasgos clara y totalmente distintivos por sus proporciones corporales, coloración o por ambas simultáneamente. Con frecuentes clinas morfológicas entre las poblaciones de una misma subespecie.

En consecuencia se realiza la siguiente propuesta taxonómica para la especie *Podarcis pityusensis*.

## 10.4 PROPUESTA TAXONÓMICA

***Podarcis pityusensis pityusensis* BOSCA, 1883**

- P. pityusensis kochi* MÜLLER, 1927
- P. pityusensis miguelensis* EISENTRAUT, 1928
- P. pityusensis calaosaladae* MÜLLER, 1928
- P. pityusensis caldesiana* MÜLLER, 1928
- P. pityusensis carlkochi* MERTENS & MÜLLER, 1940 (Nomen novum pro *Lacerta lilfordi kochi*, MÜLLER, 1927)
- P. pityusensis isletasi* HARTMANN, 1953
- P. pityusensis characae* BUCHHOLZ, 1954
- P. pityusensis purroigensis* BUCHHOLZ, 1954
- P. pityusensis canaretensis* CIRER, 1980
- P. pityusensis martinezi* CIRER, 1980

**Distribución:** Isla de Eivissa en toda su totalidad incluyendo tómbolos y prolongaciones o Puntas; islas de Sal Rosa, Purroig, Negra de Llevant, Canaret, Cala Salada, Conillera. y Bosc de Conillera; así como las poblaciones introducidas en la isla de Mallorca que habitan en las murallas de la ciudad de Palma.

**Numeros poblacionales utilizados en este trabajo:**

1, 13, 14, 15, 25, 26, 27, 30, 36, 42, 43.

may already be pre-adapted to their niche and later it is enough to accentuate this adaptation according to their genetic plasticity and selection pressures; as it seems to have happened in the populations that make up the taxa referred to in the following paragraphs *affinis* (with the eastern populations) and *maluquerorum* (with the melanic populations).

These considerations together with the restrictive concept of subspecies currently admitted, means that most subspecies of *Podarcis pityusensis*, considered so far, are synonymous with each other and that their validity can only be maintained in those that have clear and totally distinctive features for their body proportions, coloration or both simultaneously. With frequent morphological clines among populations of the same subspecies.

Consequently, the following taxonomic proposal is made for the species *Podarcis pityusensis*.

## 10.4 TAXONOMIC PROPOSAL

***Podarcis pityusensis pityusensis* BOSCA, 1883**

- P. pityusensis kochi* MÜLLER, 1927
- P. pityusensis miguelensis* EISENTRAUT, 1928
- P. pityusensis calaosaladae* MÜLLER, 1928
- P. pityusensis caldesiana* MÜLLER, 1928
- P. pityusensis carlkochi* MERTENS & MÜLLER, 1940 (Nomen novum of *Lacerta lilfordi kochi*, MÜLLER, 1927)
- P. pityusensis isletasi* HARTMANN, 1953
- P. pityusensis characae* BUCHHOLZ, 1954
- P. pityusensis purroigensis* BUCHHOLZ, 1954
- P. pityusensis canaretensis* CIRER, 1980
- P. pityusensis martinezi* CIRER, 1980

**Distribution:** Island of Ibiza in all its totality including sedimentations and prolongations or capes; islands of Sal Rosa, Purroig, Negra de Llevant, Canaret, Cala Salada, Conillera and Bosc de Conillera; as well as the populations introduced in the island of Mallorca that live on the walls of the city of Palma.<sup>(36)</sup>

**Population numbers used in this work:**

1, 13, 14, 15, 25, 26, 27, 30, 36, 42, 43.

(36) Also should be included “Las Isletes”, the “terra typica” of *Lacerta pityusensis isletasi* HARTMANN, 1953

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 398-399)**Valores biometricos:**

Tamaño muestral machos = 174  
Tamaño muestral hembras = 134

**Biometric values:**

Male sample size = 174  
Female sample size = 134

	LC	AC	LP	AP	PA	PP	LG	EC	ESL
$\bar{x}$	69.32	10.47	16.81	8.22	23.24	37.74	24.79	10.88	15.22
$s_{ss}$	6.43	0.99	1.20	0.75	1.87	2.95	1.89	1.06	0.58
$\bar{x}$	59.83	8.03	13.43	6.63	18.92	30.72	20.12	10.61	15.12
$s_{ss}$	7.55	0.82	1.18	0.63	2.11	3.05	1.91	1.07	0.50
	EIL	EV	EDL	EDT	L	PF	EG	P	
$\bar{x}$	13.21	26.18	141.16	60.12	29.20	44.68	30.95	8.61	
$s_{ss}$	0.64	1.04	6.53	3.50	1.75	3.02	2.15	2.35	
$\bar{x}$	13.16	27.46	139.87	57.69	28.89	42.16	30.27	4.81	
$s_{ss}$	0.56	1.39	8.11	3.56	1.85	3.64	1.92	1.83	

Las poblaciones que ocupan islotes cuya edad de separación respecto a Eivissa es reciente (menos de 5.000 años): Sal Rosa, Purroig, Canaret y Caldés; así como la población introducida en Palma de Mallorca y la que habita en la Punta de Sa Ferradura (Bosc de Sant Miguel), no han permanecido aisladas el tiempo suficiente para desarrollar algunas características diferenciadoras y en ninguno de los análisis biométricos aplicados ha sido posible discriminar entre ellas o respecto a la población de Eivissa (Apartado 6.6.4). La población actual de Negra de Llevant parece ser que es introducida y aunque se desconoce su origen no parece diferenciarse de los individuos que habitan en Eivissa.

Además se han incluido en este taxón otras cuatro poblaciones que debieron aislarse hace unos 6.000 años. La de Sa Mesquida, se configura sinónima a las poblaciones de Caldés, Canaret y Eivissa en los análisis canónicos aplicados (Apartado 6.6.4), aunque no queda bien relacionada con los análisis de taxonomía numérica (Apartado 6.7), en los cuales se relaciona con estas poblaciones en el análisis de los machos, pero no así en el de las hembras. Caso contrario es la población de Cala Salada, que se separa relativamente de Eivissa con los análisis canónicos (Apartado 6.6.9), pero que siempre se relaciona preferentemente con las demás poblaciones de este taxón en los análisis discriminante (Apartado 6.5) y de taxonomía numérica (Apartado 6.7).

Las dos poblaciones que configuran la subespecie *P. pityusensis carlkochi* (Conillera y Bosc de Conillera), se

The populations occupying islets whose age of separation from Ibiza is recent (less than 5,000 years old): Sal Rosa, Purroig, Canaret and Caldés; as well as the population introduced in Palma de Mallorca and the one that lives in Punta de Sa Ferradura (Bosc de Sant Miguel), they have not remained isolated long enough to develop some differentiating characteristics and in none of the applied biometric analysis has it been possible to discriminate between them or with respect to the population of Ibiza (section 6.6.4). The current population of Negra de Llevant seems to be introduced and although its origin is unknown it does not seem to be differentiated from the specimens that live in Ibiza.

In addition, four other populations with an isolation of about 6,000 years have been included in this taxon. That of Sa Mesquida, is synonymous with the populations of Caldés, Canaret and Ibiza in the applied canonical analysis (section 6.6.4), although it is not well related to the numerical taxonomy analysis (section 6.7), in which it is related with these populations in the analysis of males, but not in the case of females. Otherwise, the population of Cala Salada, which is relatively isolated from Ibiza in the canonical analysis (section 6.6.9), but which always preferentially relates to the other populations of this taxon in the discriminant analyzes (section 6.5) and numerical taxonomy. (section 6.7).

The two populations that make up the subspecies *Podarcis pityusensis carlkochi* (Conillera and Bosc de

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 399-400)

han manifestado más semejantes entre sí que frente a cualquier otra población en todos los análisis aplicados, y el análisis canónico las determina a ambas sinónimas de Cala Salada. Salvador (1984, 1986) considera que la coloración y biometría de estas dos poblaciones es distinta e incluye a la de Illa del Bosc en la subespecie nominal, manteniendo a la de Conillera con su antiguo trinomio. No se han apreciado diferencias entre estas dos poblaciones que se hallen fuera de los márgenes de variación individual, tanto biométricas como de coloración. Tampoco se han hallado criterios de identificación inequívocos que permita diferenciarlas en una subespecie aparte. Aunque al igual que la población de Sa Mesquida, cabe considerar que se hallarían en los extremos de variabilidad dentro de la subespecie nominal (poblaciones intermedias dentro de la especie); y de acuerdo con el criterio actual más operativo, en la taxonomía de subespecies, se ha incluido a estas tres poblaciones en la subespecie nominal.

**Descripción:**

Taxón muy variable ya que según sean las condiciones ecológicas de la zona se aprecia una notable convergencia en la coloración de las distintas poblaciones de lagartijas, para alcanzar tonos crípticos en su ambiente (Véase el capítulo 9). Existen ligeras variaciones biométricas y colorimétricas locales, que sin embargo no se han manifestado suficientemente significativas para justificar la separación de algunas de las poblaciones que integran este taxón. La población de Eivissa ya es en sí muy variable, según la zona, en el diseño, coloración y proporciones corporales (Véase el capítulo 8) y las poblaciones insulares convergen con las poblaciones de Eivissa que ocupan un hábitat semejante al que ofrece cada isla en cuestión.

Longitud corporal y de sus extremidades pequeñas, menores que *Podarcis pityusensis affinis*, aunque semejantes a *P.p.formenterae*, pero con apariencia más robusta que la mayoría de poblaciones de esta última. Numero de escamas dorsales intermedio entre los que presentan estos dos taxones. Reticulación dorsal siempre presente, de color negro, aunque con abundancia y disposición variable. Color de fondo dorsal generalmente poco brillante que varía entre diversos tonos verdes y pardos según la zona. Vientres por lo general muy claros, prácticamente blancos, con reflejos muy ténues verdosos o celestes; aunque en ocasiones pueden presentar el vientre anaranjado, especialmente en Cala Salada. Nunca manifiestan tendencia al cianismo ni al melanismo.

Conillera) have been more similar to each other than any other population in all the analysis applied, and the canonical analysis determines them both to synonyms of Cala Salada. SALVADOR (1984 ; 1986) considers that the coloration and biometry of these two populations is different and includes the one of Illa de Bosc in the nominal subspecies, leaving that of Conillera with its old trinomen. No differences were observed between these two populations that are outside the margins of individual variation, both biometric and coloration. Nor have unequivocal identification criteria been found that allow them to be differentiated into a separate subspecies. Although, like the population of Sa Mesquida, it can be considered that they would be found at the extremes of variability within the nominal subspecies (intermediate populations within the species); and according to the most current operational criterion, in the taxonomy of subspecies, these three populations have been included in the nominal subspecies.

**Description:**

Taxon very variable since, depending on the ecological conditions of the area, there is a remarkable convergence in the coloration of the different populations of lizards, to reach cryptic tones in their environment (see chapter 9). There are slight local biometric and colorimetric variations, which, however, have not been sufficiently significant to justify the separation of some of the populations that make up this taxon. The population of Ibiza is already very variable, according to the zone, in the design, coloration and corporal proportions (see chapter 8) and the island populations converge with the populations of Ibiza that occupy a habitat similar to that offered by each island in question.

Small body length and limbs, smaller than *Podarcis pityusensis affinis*, although similar to *Podarcis pityusensis formenterae*, but with a more robust appearance than most populations of the latter. Number of intermediate dorsal scales between those that present these two taxa. Dorsal reticulation always present, black, although with abundance and variable disposition. Dorsal background color usually not very bright, which varies between different green and brown tones depending on the area. Bellies usually very clear, practically white, with very faint greenish or light blue reflections; although occasionally they may have an orange belly, especially in Cala Salada. They never show a tendency to cynics or melanism.

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 401)***Podarcis pityusensis affinis* MÜLLER, 1927**

*P. pityusensis schreitmülleri* MÜLLER, 1927  
*P. pityusensis tagomagensis* MÜLLER, 1927  
*P. pityusensis redonae* EISENTRAUT, 1928  
*P. pityusensis canensis* EISENTRAUT, 1928  
*P. pityusensis ratae* EISENTRAUT, 1928  
*P. pityusensis grossae* MÜLLER, 1929  
*P. pityusensis hortae* BUCHHOLZ, 1954

**Distribución:** Islas de: Rates, Malví Nord, Malví Sud, Rodona de Santa Eulalia, Grossa de Santa Eulalia, Es Canar, Tagomago y Hort.

**Numeros poblacionales utilizados en este trabajo:**

17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.

**Valores biometricos:**

Tamaño muestral machos = 132  
Tamaño muestral hembras = 135

***Podarcis pityusensis affinis*<sup>(37)</sup> MÜLLER, 1927**

*P. pityusensis schreitmülleri* MÜLLER, 1927  
*P. pityusensis tagomagensis* MÜLLER, 1927  
*P. pityusensis redonae* EISENTRAUT, 1928  
*P. pityusensis canensis* EISENTRAUT, 1928  
*P. pityusensis ratae* EISENTRAUT, 1928  
*P. pityusensis grossae* MÜLLER, 1929  
*P. pityusensis hortae* BUCHHOLZ, 1954

**Distribution:** Islands of: Rates, Malví Nord, Malví Sud, Rodona de Santa Eulalia, Grossa de Santa Eulalia, Es Canar, Tagomago y Hort.

**Population numbers used in this work:**

17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.

**Biometric values:**

Male sample size = 132  
Female sample size = 135

	LC	AC	LP	AP	PA	PP	LG	EC	ESL
$\bar{x}$	77.96	11.47	18.33	8.89	26.13	42.13	27.26	10.87	15.03
ss	5.81	0.91	1.04	0.67	1.40	2.34	1.65	1.05	0.49
$\bar{x}$	67.81	8.87	14.74	7.12	21.95	35.04	22.41	10.51	15.11
ss	6.12	0.74	0.92	0.53	1.50	2.18	1.63	0.96	0.51
	EIL	EV	EDL	EDT	L	PF	EG	P	
$\bar{x}$	13.41	26.59	144.97	62.09	29.97	45.89	31.69	12.17	
ss	0.74	0.99	6.96	3.17	1.53	3.51	2.22	2.88	
$\bar{x}$	13.27	28.37	144.61	60.41	29.69	43.51	30.89	7.12	
ss	0.57	1.25	6.11	3.01	1.64	3.02	2.18	2.05	

(37) Here we have a taxonomical priority issue, and ANTÒNIA M. CIRER was aware of it, but she wasn't sure whether she should call each of the 6 groups a subspecies, or a group of populations (and each population with its trinomial that refers us to its island of origin).

When declaring different subspecies being synonyms, and choosing the new trinomen, it is common practice and principle by the [International Code of Zoological Nomenclature](#) (ICZN) to use the first published taxon as new valid name. In this case that would be *Podarcis pityusensis tagomagensis*.

*Lacerta lilfordi tagomagensis*, *Lacerta lilfordi schreitmülleri* and *Lacerta lilfordi affinis* were first described in the same publication (MÜLLER 1927), but also in this sequence, granting *Podarcis pityusensis tagomagensis* the indisputable priority.

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 402-403)

Los análisis estadísticos han demostrado la sinonimia de estas ocho poblaciones tanto en los análisis discriminantes (apartado 6.5), canónico (apartado 6.6.6), como de taxonomía numérica (apartado 6.7), si bien en este último análisis la población de Hort se relaciona con este grupo en el análisis de las hembras, pero se separa en el de los machos. El análisis visual de sus coloraciones (apartado 9.2.4) también sitúa en un extremo de variación a los individuos de Hort, que si bien no son diferenciables de los de Tagomago, pueden considerarse que configuran una población intermedia en la línea evolutiva seguida por las poblaciones de este grupo; condicionado además, a que el hábitat de Hort también se sitúa en el extremo de variación observado en este grupo de islas (apartado 9.3.2).

La edad de separación de estos islotes oscila entre los 8.000-7.000 años, a excepción de Tagomago que debió aislarse antes (9.000) y de Hort que solo presenta una edad de unos 6.000 años, lo cual también apoya la hipótesis de su estadio intermedio de diferenciación entre este grupo y la población de Eivissa.

**Descripción:**

Marcada tendencia hacia el gigantismo y progresiva robustez corporal, aunque con variación geográfica según se describe en el apartado 9.2.4. Coloración con variaciones locales descritas en el mismo apartado. El dorso es mayoritariamente con fondo verde vegetal, aunque puede variar entre verde cian y verde-ocre; sobre él se implanta un abundante retículo de manchas negras que pueden ser desde alineadas y dispersas en Hort y Tagomago, hasta configurar gruesas líneas en Malví Sud. Vientre variable pero siempre claro y poco cromático, con tonos que pueden ser verdes, celeste o asalmonado, cuando poseen este color frecuentemente los laterales también presentan reflejos asalmonados. En las escamas laterales pueden existir ocelos azul ultramar, turquesa o negros, cuya presencia no es exclusiva de este taxón.

***Podarcis pityusensis formenterae* EISENTRAUT, 1928**

- P. pityusensis espardellensis* EISENTRAUT, 1928
- P. pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1928
- P. pityusensis intermedia* EISENTRAUT, 1928
- P. pityusensis grisea* EISENTRAUT, 1928
- P. pityusensis negrae* EISENTRAUT, 1928 (Nomen novum pro *Lacerta lilfordi intermedia*)
- P. pityusensis grueni* MÜLLER, 1928
- P. pityusensis espalmadoris* MÜLLER, 1928
- P. pityusensis ahorcadosi* EISENTRAUT, 1930

Statistical analysis have shown the synonymy of these eight populations in both the discriminant analysis (section 6.5), canonical analysis (section 6.6.6), and numerical taxonomy (section 6.7), although in this last analysis Hort's population is related with this group in the analysis of the females, but separates in the analysis of the males. The visual analysis of their colorations (section 9.2.4) also places Hort's specimens at one end of the variation, which, although not differentiable from those of Tagomago, can be considered as forming an intermediate population in the evolutionary line followed by the populations of this group; conditioned in addition, that Hort's habitat is also located at the extreme of variation observed in this group of islands (section 9.3.2).

The age of separation of these islets oscillates between 8,000-7,000 years, with the exception of Tagomago, which had to be isolated before (9,000) and Hort which only has an age of about 6,000 years, which also supports the hypothesis of its intermediate stage of differentiation between this group and the population of Ibiza.

**Description:**

Marked tendency towards gigantism and progressive corporal robustness, although with geographical variation as described in section 9.2.4. Coloration with local variations is described in the same section. The back is mostly with vegetal green background, although it can vary between cyan green and ocher-green; on top of this an abundant reticulum of black spots is positioned, that can be from aligned and dispersed in Hort and Tagomago, to form thick lines in Malví Sud. Belly variable but always light and little chromatic, with shades that can be green, light blue or salmon, When they have this color, the sides often also have salmon highlights. In the lateral scales there may exist ultramarine, turquoise or black ocelli, whose presence is not exclusive to this taxon.

***Podarcis pityusensis formenterae* EISENTRAUT, 1928**

- P. pityusensis espardellensis* EISENTRAUT, 1928
- P. pityusensis gastabiensis* EISENTRAUT, 1928
- P. pityusensis intermedia* EISENTRAUT, 1928
- P. pityusensis grisea*<sup>(38)</sup> EISENTRAUT, 1928
- P. pityusensis negrae* EISENTRAUT, 1928 (Nomen novum of *Lacerta lilfordi intermedia*)
- P. pityusensis grueni* MÜLLER, 1928
- P. pityusensis espalmadoris* MÜLLER, 1928
- P. pityusensis ahorcadosi* EISENTRAUT, 1930

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 403-404)

*P. pityusensis algae* WETTSTEIN, 1937  
*P. pityusensis caragolensis* BUCHHOLZ, 1954  
*P. pityusensis puercosensis* BUCHHOLZ, 1954  
*P. pityusensis sabiniae* BUCHHOLZ, 1954  
*P. pityusensis subformenterae* BUCHHOLZ, 1954  
*P. pityusensis torretensis* BUCHHOLZ, 1954

**Distribución:** Isla de Formentera incluida la Punta de Trucadors en su totalidad; Islas Pouet y Rodona de Illetes, Espalmador, Gastabí, Alga, Torretes, Pou, Penjats, Caragoler, Espardell y Negra Nord.

**Numeros poblacionales utilizados en este trabajo:**

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 44, 45

**Valores biometricos:**

Tamaño muestral machos = 241  
 Tamaño muestral hembras = 220

*P. pityusensis algae* WETTSTEIN, 1937  
*P. pityusensis caragolensis* BUCHHOLZ, 1954  
*P. pityusensis puercosensis* BUCHHOLZ, 1954  
*P. pityusensis sabiniae* BUCHHOLZ, 1954  
*P. pityusensis subformenterae* BUCHHOLZ, 1954  
*P. pityusensis torretensis* BUCHHOLZ, 1954

**Distribution:** Formentera Island, including Punta de Trucadors in its entirety; Pouet and Rodona de Illetes, Espalmador, Gastabí, Alga, Torretes, Pou, Penjats, Caragoler, Espardell and Negra Nord.

**Population numbers used in this work:**

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 44, 45

**Biometric values:**

Male sample size = 241  
 Female sample size = 220

	LC	AC	LP	AP	PA	PP	LG	EC	ESL
$\bar{x}$	72.82	10.54	17.09	8.32	23.70	38.48	25.46	10.99	15.19
ss	6.46	1.12	1.32	0.76	1.68	2.86	2.03	1.25	0.62
$\bar{x}$	63.17	8.16	13.62	6.61	19.81	31.90	20.63	10.52	15.14
ss	6.29	0.85	1.24	0.61	1.66	2.91	1.87	0.98	0.48
	EIL	EV	EDL	EDT	L	PF	EG	P	
$\bar{x}$	13.32	26.05	133.02	58.59	28.93	44.58	30.83	9.23	
ss	0.65	0.98	6.98	3.47	1.43	3.07	2.11	2.60	
$\bar{x}$	13.24	27.69	134.44	56.28	28.58	42.58	30.30	5.30	
ss	0.56	1.17	7.51	3.86	1.43	2.97	2.53	1.69	

Los análisis biométricos y colorimétricos aplicados no han podido discriminar entre estas poblaciones. Las diferencias más notables se han hallado entre las subpoblaciones de la isla de Formentera: Cap de Berberia y Punta de Trucadors, tanto biométrica como colorimétricamente, así como con los análisis electroforéticos; pero ambas poblaciones mantienen continuidad reproductora y de acuerdo con RODRIGUEZ RUIZ (1975) y SALVADOR (1984) debe considerarse que

The biometric and colorimetric analysis applied have not been able to discriminate between these populations. The most notable differences have been found among the subpopulations of the island of Formentera: Cap de Berberia and Punta de Trucadors, both biometrically and colorimetrically, as well as with electrophoretic analysis; but both populations maintain reproductive continuity and according to RODRIGUEZ RUIZ (1975) and SALVADOR (1984) they must be considered to belong to the same

- (38) Luckily *Lacerta lilfordi grisea* EISENTRAUT, 1928 is a nomen nudum of *Lacerta lilfordi grueni* MÜLLER, 1928 (EISENTRAUT 1928), otherwise we had a second taxonomical priority issue, analogous to note 38.

The “nomen nudum” note should have been mentioned inside the list.

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 404-405)

pertenecen a una misma subespecie. El resto de poblaciones de este grupo presentan variaciones locales que parecen responder a una adaptación a cada medio concreto (párrafos 9.2.1 al 9.2.3). Dentro de los rangos de variabilidad, algunos individuos llegan a presentar características extremas: vientres naranja en Negra Nord, escasez de reticulación en Torretes y Pou, etc. que al no ser extensivas a la mayoría de individuos de la población, no permiten identificarlas plenamente. En otros casos las características extremas solo se observan en subpoblaciones de una misma isla: dorsos claros en Trucadors, Espardell Punta de Tramuntana, así como en la isla Caragoler; dorsos ciánicos o melánicos en Cap de Berberia; que al ser poblaciones integrandes de una clina, sin separación reproductiva con los individuos que no presentan este aspecto, no es posible conferirles categorías taxonómicas separadas.

**Descripción:**

Taxón muy variable en morfología y coloración, ya que las poblaciones de este grupo conforman clinas, tanto dentro de una misma isla (Formentera, párrafo 9.2.1; Espardell, párrafo, 9.2.2), como entre todas las islas del grupo (párrafo 9.2.3). Las variaciones locales entre distintas islas son poco plausibles, al igual que observara EISENTRAUT (1949) y menos ostensibles que las que pueden observarse dentro de la isla de Formentera, con continuidad reproductora entre los individuos que habitan las distintas zonas. Al presentar grandes variaciones y para no repetir las descripciones ya realizadas, véanse las que se consignan en el capítulo 3 para estas poblaciones, así como los apartados 9.2.1, 9.2.2 y 9.2.3, en los que se describen sus variaciones clinales. Se diferencia perfectamente de *P.p. pityusensis* por su escasa folidosis dorsal, tanto transversalmente como longitudinalmente.

*Podarcis pityusensis kameriana* MERTENS, 1927

*P. pityusensis zenonis* MÜLLER, 1928

**Distribución:** Islas de Espartar y Escull de s'Espartar.

**Numeros poblacionales utilizados en este trabajo:**

37, 38

**Valores biometricos:**

Tamaño muestral machos = 43

Tamaño muestral hembras = 31

subspecies. The rest of the populations in this group present local variations that seem to respond to an adaptation to each specific medium (paragraphs 9.2.1 to 9.2.3). Within the ranges of variability, some specimens come to present extreme characteristics: orange bellies in Negra Nord, scarcity of reticulation in Torretes and Pou, etc. that, since they are not extended to the majority of specimens in the population, they do not allow them to be fully identified. In other cases the extreme characteristics are only observed in subpopulations of the same island: clear dorsos in Trucadors, Espardell Punta de Tramuntana, as well as in Caragoler Island; cyanic or melanic dorsos in Cap de Berberia; that being integral populations of a cline, without reproductive separation with specimens that do not present this aspect, it is not possible to confer them to separate taxonomic categories.

**Description:**

Taxon very variable in morphology and coloration, since the populations of this group conform clinas, both within the same island (Formentera, paragraph 9.2.1, Espardell, paragraph, 9.2.2), and between all the islands of the group (paragraph 9.2.3). The local variations between different islands are implausible, as observed by EISENTRAUT (1949) and less ostensible than those that can be observed within the island of Formentera, with reproductive continuity between the specimens that inhabit the different zones. When presenting large variations and not repeating the descriptions already made, see those that are recorded in chapter 3 for these populations, as well as sections 9.2.1, 9.2.2 and 9.2.3, which describe their clinal variations. It differs perfectly from *Podarcis pityusensis pityusensis* due to its low dorsal pholidosis, both transversely and longitudinally.

*Podarcis pityusensis kameriana* MERTENS, 1927

*P. pityusensis zenonis* MÜLLER, 1928

**Distribution:** Espartar and Escull de s'Espartar.

**Population numbers used in this work:**

37, 38

**Biometric values:**

Male sample size = 43

Female sample size = 31

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 405-406)

	LC	AC	LP	AP	PA	PP	LG	EC	ESL
$\bar{x}$	77.91	10.84	17.66	8.59	24.86	40.60	26.37	10.09	15.16
ss	4.03	0.70	0.67	0.63	1.00	1.60	1.41	0.89	0.53
$\bar{x}$	68.80	8.51	14.42	6.99	20.81	33.58	22.11	9.84	15.29
ss	3.51	0.48	0.71	0.38	0.93	1.72	0.93	1.09	0.64
	EIL	EV	EDL	EDT	L	PF	EG	P	
$\bar{x}$	13.23	26.00	141.00	61.35	28.91	42.39	30.72	10.81	
ss	0.57	0.82	6.14	2.99	1.44	2.67	1.84	2.57	
$\bar{x}$	13.13	27.77	142.90	57.84	28.84	39.93	30.19	6.87	
ss	0.62	1.15	6.86	3.19	1.51	3.24	1.64	1.31	

Estas dos poblaciones se diferencian del resto de la especie por presentar una coloración Inconfundible, a pesar de que las características biométricas no permiten diferenciarlas de otras poblaciones que presentan una edad de separación similar o superior y que configuran los grupos denominados *affinis*, *maluquerorum* o *vedrae* en este capítulo.

LILGE (1975) analizó ambas poblaciones pero sin embargo no consideró a la población de Escull de s'Espartar en su propuesta de sinonimias, al poseer una muestra muy reducida; mientras que SALVADOR (1984) las considera pertenecientes a una misma subespecie al no hallar diferencias entre ellas, al igual que en los análisis aplicados durante el presente trabajo.

Escull de s'Espartar es un islote desprendido de Espartar por la erosión marina y ambas tierras debieron separarse juntas del resto del archipiélago hace unos 9.000 años, separándose entre sí hace unos 6.000 años como máximo.

#### Descripción:

Tendencia al gigantismo con extremidades, cabeza y cola robustas y fuertes, cuerpo ancho y robusto. Coloración única y característica, el color de fondo del dorso y laterales es verde esmeralda poco cromático, con ligera tendencia al cianismo. Sobre él se aprecian anchas bandas reticulares de color pardo purpúreo (color de esparto) que ocupan la casi totalidad de la zona central, con pequeños puntos más oscuros prácticamente negros. El vientre es azul cian o turquesa claro y en ocasiones puede presentar algunos ocelos laterales de color azul más oscuro que el vientre o negros.

These two populations are differentiated from the rest of the species because they present an unmistakable coloration, even though the biometric characteristics do not allow to differentiate them from other populations that have a similar or higher separation age and that make up the groups called *affinis*, *maluquerorum* or *vedrae* in this chapter.

LILGE (1975) analyzed both populations but nevertheless did not consider the population of Escull de s'Espartar in its proposal of synonyms, having a very small sample; whereas SALVADOR (1984) considers them to belong to the same subspecies when not finding differences between them, as in the analysis applied during the present work.

Escull de s'Espartar is an islet detached from Espartar by marine erosion and both islands had to separate together from the rest of the archipelago around 9,000 years ago, separating from each other some 6,000 years ago.

#### Description:

Tendency to gigantism in extremities, robust and strong head and tail, wide and robust body. Unique and characteristic coloration, the background color of the back and sides is slightly chromatic emerald green, with a slight tendency to cyanism. On it we can see wide reticular bands of purplish brown color (esparto color) that occupy almost the totality of the central zone, with small dark spots practically black. The belly is blue cyan or light turquoise and sometimes it can present some lateral ocelli of blue color darker than the belly or blacks.

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 407-408)***Podarcis pityusensis maluquerorum* MERTENS, 1921***P. pityusensis hedwigkamerae* MÜLLER, 1927*P. pityusensis gorrae* EISENTRAUT, 1928*P. pityusensis muradae* EISENTRAUT, 1928*P. pityusensis frailensis* EISENTRAUT, 1928

**Distribución:** Todas las islas Bledes: Na Plana, Na Bosc, Na Gorra y Escull Vermell; Islas Murada, Margarida y Frare.

**Numeros poblacionales utilizados en este trabajo:**

28, 29, 31, 32, 33, 34, 39

**Valores biometricos:**

Tamaño muestral machos = 106

Tamaño muestral hembras = 142

***Podarcis pityusensis maluquerorum* MERTENS, 1921***P. pityusensis hedwigkamerae* MÜLLER, 1927*P. pityusensis gorrae* EISENTRAUT, 1928*P. pityusensis muradae* EISENTRAUT, 1928*P. pityusensis frailensis* EISENTRAUT, 1928

**Distribution:** All the Bledes islands: Na Plana, Na Bosc, Na Gorra and Escull Vermell; Islands Murada, Margarida and Frare.

**Population numbers used in this work:**

28, 29, 31, 32, 33, 34, 39

**Biometric values:**

Male sample size = 106

Female sample size = 142

	LC	AC	LP	AP	PA	PP	LG	EC	ESL
$\bar{x}$	78.80	11.20	18.23	8.53	25.82	41.98	27.56	10.09	15.12
ss	5.95	0.79	1.19	0.62	1.53	2.16	1.97	0.96	0.45
$\bar{x}$	68.14	8.57	14.56	6.84	21.46	34.20	22.32	9.61	15.13
ss	6.91	0.86	1.27	0.62	1.85	3.03	2.26	0.94	0.65
	EIL	EV	EDL	EDT	L	PF	EG	P	
$\bar{x}$	13.28	25.87	144.97	63.70	30.53	44.96	31.28	12.07	
ss	0.66	0.90	6.50	2.84	1.52	5.07	2.14	2.89	
$\bar{x}$	13.15	27.67	146.05	60.94	30.02	42.81	30.78	6.81	
ss	0.54	1.29	7.10	3.13	1.37	4.16	2.11	2.09	

El melanismo parece ser que puede presentarse independientemente en distintas poblaciones si las condiciones ambientales lo permiten, ya que el bagaje génico parece ser similar en todas las poblaciones de *Podarcis pityusensis*, según atestiguan los análisis electroforéticos, manifestando el monofiletismo de todas ellas.

Esta tendencia parece desarrollarse de forma especial en los extremos y cabos, donde el recubrimiento vegetal es escaso y el sustrato muy fisurado y/o ennegrecido. Antes de producirse el desmembramiento del archipiélago Pitiüso en distintos islotes, es probable, al igual que acontece en la actualidad en Cap de Berberia, que las poblaciones que ocupaban los extremos de isla estuvieran adaptados a su entorno (preadaptación); con lo cual al separarse el islote, los genes que determinan el

The melanism seems to be able to occur independently in different populations if the environmental conditions allow it, since the gene baggage seems to be similar in all the populations of *Podarcis pityusensis*, according to the electrophoretic analysis, showing the monophyly in all of them.

This tendency seems to develop in a special way in the extreme ends, where the vegetal cover is scarce and the substrate very fissured and/or blackened. Before the dismemberment of the Pityusan archipelago into different islets, it is likely, as is the case today in Cap de Berberia, that the populations occupying the ends of the island were adapted to their environment (pre-adaptation); with which, when the islet is separated, the genes that determine melanism would be the most likely to be fixed,

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 408-409)

melanismo serían los más probables en quedar fijados, al ser los más convenientes a la población en su ambiente concreto.

Los análisis biométricos aplicados no permiten diferenciar total-mente a ninguna de las poblaciones melánicas. Murada y Margalida presentan una relativa diferenciación biométrica (menor talla y robustez), frente a las poblaciones de Ses Bledes, aunque sin llegar a configurar espacios canónicos de variación propios (apartado 6.6.7). Bleda Na Gorra y Bleda Na Bosc son muy similares entre sí, alcanzan-do tallas mayores que las demás poblaciones melánicas y con tendencia a presentar dorsos menos oscuros (gris plomo) que en Bleda Na Plana; pero estas variaciones locales no son suficientemente relevantes para justificarles un taxón separado, dentro del concepto restrictivo de subespecie y considerando su aspecto de taxón colectivo.

Con lo que atendiendo a los aspectos de identificación inequívoca de las subespecies frente a cualquier otra subespecie de la misma especie, a la operatividad taxonómica de su uso y a los aspectos ecológicos y evolutivos comunes a todas las poblaciones melánicas, se han agrupado todas ellas en un mismo taxón subespecífico.

Las islas que ocupa este taxón figuran entre las más antiguas del archipiélago. Las islas Bledes se separaron conjuntamente del resto de tierras emergidas hace unos 18.000 años, posteriormente debió hacerlo Margalida (hace unos 12.000 años) y hace alrededor de 9.000 años se separó Murada y Frare.

**Descripción:**

Individuos muy grandes y robustos, que llegan a alcanzar las tallas mayores de la especie. Abundante folidosis. Cuerpo siempre melánico en su totalidad, aunque pueden observarse ciertas variaciones locales, desde los reflejos azulados de Murada, hasta dorsos negros con manchas más claras (grises) en Bleda Na Gorra y Na Bosc. Vientre azul ultramar oscuro, que al envejecer la epidermis revierte a azul grisáceo o gris blanquecino; esta característica les diferencia de los individuos con tendencia melánica de otras poblaciones.

*Podarcis pityusensis vedrae* MÜLLER, 1927

*P. pityusensis vedranellensis* MÜLLER, 1928

**Distribución:** Islas de Vedrà y Vedranell.

since they are the most convenient for the population in their specific environment.

The applied biometric analysis do not allow to completely differentiate any of the melanic populations. Murada and Margalida present a relative biometric differentiation (smaller size and robustness), compared to the Ses Bledes populations, although they do not even configure their own canonical variation spaces (section 6.6.7). Bleda Na Gorra and Bleda Na Bosc are very similar to each other, reaching larger sizes than the other melanic populations and with a tendency to present less dark dorsos (lead gray) than in Bleda Na Plana; but these local variations are not relevant enough to justify a separate taxon, within the restrictive subspecies concept and considering its collective taxon aspect.

With what, considering the aspects of unambiguous identification of the subspecies against any other subspecies of the same species, the taxonomic operation of their use and the ecological and evolutionary aspects common to all the melanic populations, they have all been grouped together in a same subspecific taxon.

The islands occupied by this taxon are among the oldest in the archipelago. The Bledes Islands separated together from the rest of the emerged lands some 18,000 years ago, later Margalida had to do it (about 12,000 years ago) and about 9,000 years ago Murada and Frare separated.

**Description:**

Very large and robust specimens, who reach the largest sizes of the species. Abundant pholidosis. Body always melanic in its totality, although certain local variations can be observed, from the bluish reflections of Murada, to black backs with lighter spots (gray) in Bleda Na Gorra and Na Bosc. Dark blue ultramarine belly, which as the epidermis ages, turns blue-gray or whitish-gray; this characteristic differentiates them from specimens with a melanic tendency in other populations.

*Podarcis pityusensis vedrae* MÜLLER, 1927

*P. pityusensis vedranellensis* MÜLLER, 1928

**Distribution:** Vedrà and Vedranell.

Chapter 10. New taxonomic proposition for *Podarcis pityusensis* (page 410-411)**Numeros poblacionales utilizados en este trabajo:**

40, 41

**Valores biometricos:**

Tamaño muestral machos = 44

Tamaño muestral hembras = 39

**Population numbers used in this work:**

40, 41

**Biometric values:**

Male sample size = 44

Female sample size = 39

	LC	AC	LP	AP	PA	PP	LG	EC	ESL
x	77.57	10.85	18.02	8.45	26.19	43.45	26.86	10.64	15.02
ss	5.93	0.94	1.03	0.64	1.67	1.90	1.79	1.08	0.46
x	65.43	8.25	14.15	6.77	21.60	35.32	21.60	10.13	15.20
ss	4.73	0.65	0.73	0.47	1.43	2.34	1.22	0.73	0.52
	EIL	EV	EDL	EDT	L	PF	EG	P	
x	13.34	26.29	140.59	62.16	30.59	45.95	32.41	11.27	
ss	0.74	0.90	6.65	3.76	1.54	2.90	2.16	2.42	
x	13.18	28.18	140.36	58.59	30.20	44.43	31.54	6.24	
ss	0.55	1.12	6.66	3.31	1.05	2.76	1.84	1.26	

Coloración común a ambas poblaciones única y exclusiva dentro de la especie. Debido a ello todos los autores que han estudiado la especie desde 1930, consideran que forman parte de una misma sub-especie, si bien con pequeñas variaciones locales entre ellas. Siguiendo el mismo criterio para todas las poblaciones del presente estudio, se las ha contrastado siempre por separado, pero en todos los análisis han manifestado una alta semejanza, configurando siempre un espacio de variación común en un elevado porcentaje, si bien no totalmente idéntico (apartado 6.6.8), al existir variación local y sumarse a ella el posible error de muestreo. La semejanza demostrada en todos los análisis aplicados en el capítulo 6 es menor que entre algunas otras poblaciones que configuran subespecies distintas, según los distintos autores, y en cierto modo ha servido de punto de referencia para realizar las interpretaciones de los resultados.

Ambas poblaciones son relativamente antiguas ya que parece ser se aislaron juntas de Eivissa hace unos 12.000 años, pero entre ambas el mar es muy profundo y refleja una edad de separación de 8.500 años, que es mucho mayor que la mayoría de poblaciones que configuran otros taxones como por ejemplo el grupo de poblaciones *affinis*, o *formenterae*.

Coloration common to both populations unique and exclusive within the species. Because of this, all authors who have studied the species since 1930, consider that they are part of the same sub-species, although with small local variations between them. Following the same criteria for all the populations of the present study, they have always been checked separately, but in all the analysis they have shown a high similarity, always configuring a space of common variation in a high percentage, although not totally identical (section 6.6.8), since local variation exists and the possible sampling error is added to it. The similarity shown in all the analysis applied in chapter 6 is less than among some other populations that make up different subspecies, according to the different authors, and in a certain way it has served as a point of reference for interpreting the results.

Both populations are relatively old as they seem to have been isolated from Ibiza about 12,000 years ago, but between them the sea is very deep and reflects a separation age of 8,500 years, which is much larger than the population of other taxa. as for example the group of populations *affinis*, or *formenterae*.

**Descripción:**

Individuos grandes y robustos cuyas extremidades y cola presentan una gran fortaleza, gruesas y robustas. Coloración inconfundible y exclusiva dentro de la especie. El centro del dorso presenta el fondo amarillo prácticamente puro, sobre el que se implantan grandes manchas reticulares negras que conforman líneas longitudinales, así como abundantes manchas dispersas. Los laterales son azul ultramar con gran abundancia de manchas reticulares dispersas no alineadas. El vientre siempre es azul con tono semejante al de los laterales, pero más claro y luminoso; frecuentemente existen manchas negras en las escamas ventrales.

No se aprecia ninguna variación clinal, aunque sí ligeras desviaciones individuales del morfo típico.

**Description:**

Large and robust specimens whose limbs and tail have great strength, thick and robust. Unmistakable and exclusive coloration within the species. The center of the back presents the practically pure yellow background, on which large black reticular patches that form longitudinal lines are implanted, as well as abundant scattered spots. The laterals are ultramarine blue with a great abundance of dispersed and not aligned reticular spots. The belly is always blue with a tone similar to that of the sides, but more light and luminous; There are often black spots on the ventral scales.

No clinal variation is appreciated, although there are slight individual deviations from the typical morph.

## 11. CONCLUSIONES

Después de cada análisis se han extraído las conclusiones correspondientes, pero parece más adecuado ofrecer además un resumen conjunto de todas las conclusiones obtenidas, que se ofrece a continuación:

1. Los análisis biométricos han demostrado la existencia de un acusado dimorfismo sexual en las características morfológicas y de folidosis, pero no se ha podido demostrar este dimorfismo con los análisis de color medio corporal.
2. La especie *Podarcis pityusensis* es muy polimórfica, con una alta variabilidad interpoblacional, así como intrapoblacional; variando sus características morfológicas y de coloración de forma gradual constituyendo diversas clinas. Debido a ello, la división actual de la especie en casi tantas subespecies como poblaciones de diferentes islas, no es operativa taxonómicamente, ya que no se han hallado criterios de identificación de las subespecies actuales mediante análisis biométricos, genéticos o de coloración.
3. Los análisis estadísticos aplicados sobre las variables biométricas han deparado la existencia de diversos grupos de poblaciones muy semejantes entre sí, con un amplio espacio de variación común.
4. Por otra parte la isla de Eivissa se sitúa en una posición geográfica central, con el resto de islas a su alrededor, por ello no se ha podido detectar ninguna relación entre la semejanza de las distintas poblaciones y su lejanía geográfica, pero sí respecto a su edad; ya que las poblaciones integrantes de cada uno de los grupos habitan islas que se separan del resto del archipiélago durante un mismo espacio de tiempo.
5. Existen dos grupos claramente distintos biométricamente. Uno de ellos formado por las poblaciones de Eivissa y las que habitan los islotes más jóvenes (6.000 años o menos). El otro constituido por las poblaciones de mayor edad (entre 18.000 y 7.000 años). En un tercer grupo se integran las poblaciones de Formentera e islotes de Es Freus, con una edad de separación respecto de Eivissa de unos 6.500 años y cuyas características biométricas son más semejantes a las del grupo de poblaciones más jóvenes que no al de mayor edad.
6. La variabilidad de la especie no solo es fenotípica, sino que mediante electroforesis se ha detectado una alta diversidad genética, superior a la esperada en reptiles. Todas las poblaciones mantienen una alta

## 11. CONCLUSIONS

After each analysis the corresponding conclusions have been drawn, but it also seems more appropriate to offer a joint summary of all the conclusions obtained, which is offered below:

1. The biometric analysis have shown the existence of a marked sexual dimorphism in the morphological and pholidosis characteristics, but it has not been possible to demonstrate this dimorphism with the mean body color analysis.
2. The species *Podarcis pityusensis* is very polymorphic, with a high inter-population variability, as well as an intra-population; changing its morphological and coloration characteristics in a gradual manner constituting several clines. Due to this, the current division of the species in almost as many subspecies as populations of different islands, it is not operational taxonomically, since no criteria of identification of the current subspecies have been found by means of biometric, genetic or coloration analysis.
3. Statistical analysis applied to biometric variables have shown the existence of diverse groups of populations very similar to each other, with a large common variation space.
4. On the other hand, the island of Ibiza is located in a central geographical position, with the rest of the islands around it, so it has not been possible to detect any relationship between the similarity of the different populations and their geographical remoteness, but with respect to their age; since the populations that belong to each of the groups inhabit islands that are separated from the rest of the archipelago during the same period of time.
5. There are two clear biometrically distinct groups. One of them consists of the populations of Ibiza and those that inhabit the youngest islets (6,000 years or less). The other constituted by the oldest populations (between 18,000 and 7,000 years). In a third group the populations of Formentera and islets of Es Freus are integrated, with an age of separation from Ibiza of about 6,500 years and whose biometric characteristics are more similar to those of the group of younger populations than the older ones.
6. The variability of the species is not only phenotypic, electrophoresis has detected a high genetic diversity, higher than expected in reptiles. All the populations maintain a high heterosis with a high number of alleles and only different gene frequencies are

## Chapter 11. Conclusions (page 413-414)

heterosis con un elevado número de alelos y solo se aprecian distintas frecuencias génicas entre ellas, lo cual atestigua el origen común de todas las poblaciones, así como su gran plasticidad génica y adaptabilidad a diferentes hábitats, pero imposibilita el diagnóstico de las subespecies actuales, o grupos de ellas, mediante este criterio.

7. Esta alta heterosis no parece relacionada con la edad de la isla, su área, su diversidad en biotopos, o bien con la posibilidad de migración de los individuos; sino que parece ser una característica intrínseca de la especie ya que se halla en las primeras fases de colonización y adaptación a cada uno de los hábitats que ofrecen las islas que ocupa.
8. El número de alelos existente o reservorio génico sí que parece relacionado con el área de la isla, ya que se observa una mayor diversidad génica en las poblaciones que ocupan islas mayores. Pero ello no es totalmente extensivo a los caracteres biométricos y de coloración, ya que la mayor diversidad se aprecia, no en función del área de la isla, sino en función de la diversidad de ambientes que puede presentar.
9. El efecto del fundador y la deriva genética han condicionado en gran medida las características genéticas, morfológicas y colorimétricas de las poblaciones, ya que en la actualidad se observan grandes diferencias entre subpoblaciones de una misma isla (Formentera, Espardell), que al separarse constituirían poblaciones marcada-mente distintas en morfología, coloración y frecuencias génicas.
10. Todas las poblaciones presentan dorsos y laterales poco cromáticos y con poca claridad, ya que parece ser son menos conspicuos a los depredadores. Mientras que los tonos varían de forma paralela a los tonos predominantes en el ambiente; así los dorsos esmeralda, verdes o limón son propios de ambientes arbustivos, los pardos de zonas despejadas, los grises y ocre claro de zonas arenosas y los melánicos de ambientes fisurales. Observándose convergencia hacia una misma coloración entre poblaciones que ocupan hábitats semejantes y una misma subespecies (en el sentido clásico) puede presentar varias subpoblaciones con distinta coloración si ocupa diferentes hábitats. En este caso la selección de las coloraciones en cada zona probable-mente se realiza mediante depredación selectiva sobre los individuos más aposemáticos.

appreciated among them, which attests the common origin of all the populations, as well as its great gene plasticity and adaptability to different habitats, but it makes the diagnosis impossible of the current subspecies, or groups of them, by this criterion.

7. This high heterosis does not seem related to the age of the island, its area, its diversity in biotopes, or the possibility of migration of specimens; but it seems to be an intrinsic characteristic of the species since it is in the early stages of colonization and adaptation to each of the habitats offered by the islands it occupies.
8. The number of existing alleles or gene reservoir does seem to be related to the area of the island, since a greater genetic diversity is observed in the populations that occupy larger islands. But this is not totally extensive to the biometric and coloration characters, since the greatest diversity is appreciated, not depending on the area of the island, but in terms of the diversity of environments that may occur.
9. The founder effect and genetic drift have largely conditioned the genetic, morphological and colorimetric characteristics of the populations, since at present large differences are observed between subpopulations of the same island (Formentera, Espardell), which, when separated, would constitute populations markedly different in morphology, coloration and gene frequencies.
10. All the populations have chromatic dorsos and laterals and with little clarity, since it seems to be less conspicuous to predators. While the tones vary in parallel to the predominant tones in the environment; thus the emerald, green or lemon backs are typical of shrubland environments, the brown areas of clear areas, the gray and light ocher of sandy areas and the melanistic of fissural environments. Observing convergence towards the same coloration between populations that occupy similar habitats and the same subspecies (in the classical sense) it can present several subpopulations with different coloration if it occupies different habitats. In this case, the selection of the colorations in each zone is probably done by selective predation on the most aposematic<sup>(39)</sup> specimens.

(39) Aposematism does not apply to this situation. Conspicuous would be more appropriate to use.

## Chapter 11. Conclusions (page 414-415)

11. Otro paralelismo observado es que a mayor tamaño corporal más pigmentación presentan los individuos, debido probablemente a sus necesidades termorreguladoras; mientras que las poblaciones de talla más pequeña siempre presentan coloraciones claras. La tendencia evolutiva parece -ser es hacia el aumento de tamaño, siempre que no exista otra presión selectiva contraria; lo cual requiere aumentar la radiación absorbida, mediante el aumento de pigmentos oscuros. Pero si la pigmentación oscura no resulta críptica en su ambiente, no se desarrolla esta tendencia y los individuos ostentan coloraciones claras, con restricciones en el tamaño corporal permitido, debido al balance térmico.
12. El estado evolutivo actual de la especie es complejo, dado el gran número de poblaciones reproductivamente aisladas existentes. *Podarcis pityusensis* es muy plástica y las distintas poblaciones hoy aisladas parece ser que pudieron alcanzar estadios de preadaptación anteriores a su aislamiento, con grandes diferencias respecto a las demás poblaciones contiguas, debido a la notable adaptación que manifiestan en cada nicho concreto. Fenómeno observable hoy en día en algunos casos como el de Cap de Berberia de Formentera, Puig de Molins de Eivissa o Punta de Tramuntana de Espardell. De tal modo que una subpoblación de una isla es más semejante a otras subpoblaciones de islas distintas, pero que ocupen hábitats semejantes; que a las subpoblaciones vecinas de la misma isla, con indudable flujo génico y posibilidad de intercrucamiento.
13. Con todo lo expuesto y siguiendo el concepto restrictivo actual de subespecie, solo pueden considerarse seis taxones subespecíficos o subespecies:

*Podarcis pityusensis pityusensis* BOSCA, 1883  
*Podarcis pityusensis affinis* MÜLLER, 1927  
*Podarcis pityusensis formenterae* EISENTRAUT, 1928  
*Podarcis pityusensis kameriana* MERTENS, 1927  
*Podarcis pityusensis maluquerorum* MERTENS, 1921  
*Podarcis pityusensis vedrae* MÜLLER, 1927

*Podarcis pityusensis pityusensis* BOSCA, 1883  
*Podarcis pityusensis affinis*<sup>(40)</sup> MÜLLER, 1927  
*Podarcis pityusensis formenterae* EISENTRAUT, 1928  
*Podarcis pityusensis kameriana* MERTENS, 1927  
*Podarcis pityusensis maluquerorum* MERTENS, 1921  
*Podarcis pityusensis vedrae* MÜLLER, 1927

(40) *Podarcis pityusensis tagomagensis* MÜLLER, 1927 according taxonomical priority (see note 37).

## 12. BIBLIOGRAFIA 12. BIBLIOGRAPHY

- ALCOVER, J.A. 1979. Els mamífers de les Balears. Manuals d'introducció a la naturalesa, 3. Ed. Moll. Palma de Mallorca.
- ALCOVER, J.A. 1984a. Subrecent small mammal fauna of Eivissa. In: Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands (Ed. KUHBIER, ALCOVER & GUERAU D'ARELLANO): 441-454. Dr.W.JUNK Publishers. The Hague.
- ALCOVER, J.A. 1984b. Mammals of the Pityusic Islands. In: Biogeography, and Ecology of Pityusic Islands (Ed. KUHBIER, ALCOVER & GUERAU D'ARELLANO): 455-467. Dr. W. JUNK Publishers. The Hague.
- ALLEN, J.A. 1877. The influence of physical conditions in the genesis of species. *Radical Rev.*, 1: 108-140.
- ALLUE, J.L. 1964. Subregiones fitoclimáticas de España. In: *Forest. de Inv. y Exp. Min. Agri. Madrid.*
- ARNOLD, E.N. & BURTON, J.A. 1978. Guía de campo de los reptiles Y anfibios de España y de Europa. Ed. Omega. Barcelona.
- AYALA, F.J. 1975. Genetic differentiation during the speciation process. In: *Evolutionary Biology* (Ed. DOBZHANSKY, HECHT & STEERE), Vol 8: 1-78.
- AYALA, F.J. 1978. Mecanismos de la evolución. *Inv. Sci.*(nov, 1978), 26: 18-33.
- BARCELO, F. 1876. Reptiles de las Baleares. *Museo Balear*, 3: 201-210.
- BARROWCLOUGH, G.F. 1982. Geographic variation, Predictiveness, and subspecies. *The Auk*, 99 (3): 601-603.
- BERGMANN, C. 1847. *Über die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Tiere zu ihrer Grösse.* Göttinger Studien, pt., 1: 595-708.
- BIOCCA, E., NASCETTI, G., IORI, A., COSTANTINI, R. & BULLINI, L. 1978. Descrizione di *Parascaris univalens* (HERTWIG, 1890) parassi-ta degli equini e suo differenziamento da *Parascaris equorum* (GOEZE, 1782). *Acc. Naz. Lincei, Rend. Cl. Sc. Fis., Mat. e Nat., serie VIII*, 65: 133-140.
- BISCHOFF, W. 1973. Lacertenbastarde II. *Zool. Garten N.F.*, Leipzig, 43 (5): 278-291.
- BOCHET, Ch., GENERMONT, J. & LAMOTTE, M. 1976. Les Problèmes de espèce dans le règne animal. T.I & II. *Société Zoologique de France.*
- BÖHME, W. 1978. Das Kühnelt'sche Prinzip der regionalen Stenözie und seine Bedeutung für das Subspezies-Problem: ein theoretischer Ansatz. *Z. Zool. Syst. Evolut.-forsch.*, 16 (4): 256-266.
- BÖHME, W. 1979. Kühnelt's principle and the subspecies problem: a reply to L.BOTOSANEANU. *Z. Zool. Syst. Evolut.-forsch.*, 17 (3): 243-246.
- BÖHME, W. & EISENTRAUT, M. 1981. Vorläufiges Ergebnis eines unter natürlichen Bedingungen angesetzten Kreuzungsversuchs bei Pityusen-Eidechsen, *Podarcis pityusensis* (BOSCA, 1883) (Reptilia: Lacertidae). *Bonn. Zool. Beitr.* 32, Heft 1-2: 145-155.
- BOLOS, O. 1969. La vegetación de las islas Baleares. V *Simp. Fl. Eur. Sevilla.*
- BOLOS, O. 1981. El clima i la vegetació postglacial als Països Catalans. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 9: 83-91.
- BOLOS, O. & MOLINIER, R. 1984. Vegetation of the Pityusic Islands In: *Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands* (Ed. KUHBIER, ALCOVER & GUERAU D'ARELLANO): 185-221.
- BOLUFER, P. 1956. *Historia del clima de la Tierra. Ibérica*, 169: 268-273.
- BONNER, A. 1976. *Plantes de les Balears. Manuals d'introducció a la naturalesa*, 1. Ed. Moll. Palma de Mallorca.
- BOSCA, E. 1877. Catálogo de reptiles y anfibios observados en España Portugal e Islas Baleares. *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 6: 39-70.
- BOSCA, E. 1881. Correcciones y adiciones al catálogo de los reptiles y anfibios de España, Portugal e Islas Baleares. *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 10: 89-112.
- BOSCA, E. 1883. Exploración herpetológica de la isla de Ibiza. *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 12: 241-250.
- BOULENGER, G.A. 1920. *Monograph of the lacertidae. Vol I.* Brit. Mus. (Nat. Hist.). London.
- BUCHHOLZ, K.F. 1954. Zur Kenntnis der Rassen von *Lacerta pityusensis* BOSCA (Reptilia, Lacertidae). *Bonn Zool. Beitr.* 5 (1-2): 69-88.
- BULLINI, L. & SBORDONI, V. 1980. Electrophoretic studies of gene-enzyme systems: microevolutionary processes and phylogenetic inference. *Boll. Zool.*, 47 (suppl.): 95-112.

## Chapter 12. Bibliography (page 418-420)

- BUTZER, W.K. & CUERDA, J. 1962. Nuevos yacimientos marinos cuaternarios de las Baleares. Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Min. de España (I.G.M.E.), 67: 25-72.
- CAIN, A.J. & SHEPPARD, P.M. 1950. Selection in the polymorphic land snail *Cepaea nemoralis*. Heredity, 4: 275-294.
- CANALS, M. 1980. Sedimentos y procesos en el margen continental sur balear: control climático y oceanográfico sobre su distribución y evolución durante el Cuaternario superior. Tesis de Licenciatura Fac. de Geol. Univ. Barcelona.
- CARDONA, M.A. 1980. L'origen de la flora de les Illes Balears. Estudie Baleàrics, 1: 13-21.
- CIRER, A.M. 1980. Descripció de dues subespecies noves de *Podarcis pityusensis*. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 45 (Sec. Zool., 3): 121-126.
- CIRER, A.M. 1981a. Un estudio taxonómico del Círculo de razas de la lagartija ibicenca (*Podarcis pityusensis*). Memoria de Licenciatura, Fac. Cien. Biol., Univ. Barcelona.
- CIRER, A.M. 1981b. La lagartija ibicenca y su círculo de razas. Consell Insular d'Eivissa i Formentera.
- CIRER, A.M. 1982a. Estudio de las poblaciones de lacértidos de los islotes en torno a la isla de Ibiza. P. Cent. pir. Biol. exp., 13: 83-88.
- CIRER, A.M. 1982b. L'herpetofauna de les illes Pitiüses (II). Les sargantanes. Revista Eivissa, 13 (3ª ep.): 7-9.
- CIRER, A.M. & GUILLAUME, Cl.P. 1985. Electrophoretic analysis of the Pityusic Islands Lizard. 3th Ordinary General Meeting of Societas Herpetologica Europaea. Prague. (en prensa).
- CIRER, A.M. & Martínez-Rica, J.P. 1985. Analysis of body coloration in *Podarcis pityusensis*. 3th Ordinary General Meeting of Societas Herpetologica Europaea. Prague. (en prensa).
- CLOVER, R.Ch. 1975. Morphological variations in populations of *Lacerta*. from islands in the Adriatic sea. Thesis. Oregon State University.
- COLECTIVO (Escola Nacional de Sant Jordi de Ses Salines, Eivissa). 1981. Avifauna d'Eivissa. Premi de la Nit de Sant Joan 1976, Cat. B. Inst. d'Est. Eivissencs. Eivissa.
- COLOM, G. 1975. Nuevas nociones generales sobre la evolución paleográfica y poblamiento del Archipiélago Balear desde el Eoceno al Cuaternario. Revista Balear, 38-39: 7-24.
- COLOM, G. 1978. Biogeografía de las Baleares. I y II. (2a Ed. aumentada). Diputación Provincial de Baleares. Palma de Mallorca.
- CRISP, M., COOK, L.M. & HEReward, F.V. 1979. Color and Heat Balance in the Lizard *Lacerta dugesii*. Copeia (2): 250-258.
- CUADRAS, C.M. 1973. Análisis estadístico multivariante y representación canónica de funciones estimables. Tesis doctoral Fac. Mat. Univ. Barcelona.
- CUADRAS, C.M. 1974. Análisis discriminante de funciones paramétricas estimables. Trab. Estad. Inv. Oper., 25(3): 3-31.
- CUADRAS, C.M. 1980a. Altodes de representació de dades i la seva aplicació en Biología. Col. Soc. Catalana de Biología, 13: 95-133.
- CUADRAS, C.M. 1980b. Apuntes de ampliación de bioestadística. Publ. Dpto. Bioestadística Univ. Barcelona.
- CUADRAS, C.M. 1981a. Métodos de análisis multivariante. Ed. Eunibar. Barcelona.
- CUADRAS, C.M. 1981b. Programa CANP. Pub. de Bioestadística Biomatemática. Fac. Biología. Univ. Barcelona.
- CUERDA, J. 1975. Los tiempos Cuaternarios en Baleares. Dip. Prov. Baleares. Palma de Mallorca.
- CUERDA, J. 1984. A contribution to the Knowledge of Pleistocene coastal profiles in the Pityusic Islands. In: Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands (Ed. KUHBIER, ALCOVER & GUERAU D'ARELLANO): 105-118.
- CUERDA, J. & JAUME, G. 1972. Datos para el estudio de la climatología cuaternaria de Baleares. Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, 17: 127-130.
- DELIBRIAS, G. & GUILLER, M.T. 1971. The Sea Level on the Atlantic Coast and the Chanel for the Last 10.000 years by the 14C Method. Quaternaria, XIV: 131-135.
- DEMPSTER, A.P. 1969. Elements of continous multivariate analysis. Addison-Wesley Reading. Massachussetts.
- DICE, R.L. 1947. Effectiveness of selection by owls of deermice (*Peromyscus maniculatus*) which contrast in color with their background. Contrib.Labor.Vert.Biol.Univ. Michigan, 34: 1-20.
- DIXON, W.J. (editor). 1983. B.M.D.P. Statistical software. Univ.of California Press. Berkeley, Los Angeles, London.
- DOBZHANSKY, Th. 1970. Genetics of the evolutionary process. Columbia University Press.

## Chapter 12. Bibliography (page 420-422)

- DOBZHANSKY, Th. 1973. Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution. *Amer. Biology Teacher*, 35: 125-129.
- DOMENECH, J.M. 1977. *Bioestadística. Métodos estadísticos para investigadores*. Ed. Herder. Barcelona.
- DOUTT, J.K. 1955. Terminology of microgeographic races in mammals. *Syst. Zool.*, 4: 179-185.
- DUVIGNEAUD, J. 1979. Catalogue provisoire de la flore des Baléares. *Soc.Ech.Pl. Vase:Eu.Occ. et Bas.Medit.*, 17 (sup.): 1-43.
- EISENTRAUT, M. 1928a. Vorläufige Diagnosen einiger neuen Rassen der balearischen Inseleidechsen *Lacerta lilfordi* Gthr. *Das Aquarium*, 2: 121-124.
- EISENTRAUT, M. 1928b. Weitere neue Rassen der balearischen Inseleidechsen *Lacerta lilfordi* Gthr. *Mitt. Zool. Mus. Berlín*, 14: 463-468.
- EISENTRAUT, M. 1929. Die Variation der balearischen Inseleidechsen *Lacerta lilfordi* Gthr. *Sitzber. Ges. naturf. Fr. Berlín*. (1-3): 24-36.
- EISENTRAUT, M. 1930. Beitrag zur Eidechsenfauna der Pityusen und Columbreten. *Mitt. Zool. Mus. Berlín*, 16(3): 397-410.
- EISENTRAUT, M. 1949. Die Eidechsen der spanischen Mittelmeerinseln und ihre Rassenaufspaltung im Lichte der Evolution. Akademie-verlag Berlin.
- EISENTRAUT, M. 1954. Der inselmelanismus bei Eidechsen und seine Entstehung im Streit der Meinungen. *Zool. Anz.*, 152: 317-321.
- ESPAÑOL, F. 1954. Los tenebriónidos de las Baleares. *Trab. Mus. Cien. Nat. de Barcelona*, 1(5): 3-96.
- ESPAÑOL, F. 1955. Nuevos datos sobre los Tenebriónidos de las Pitiúas (Baleares occidentales) *Bol. Soc. Hist. Nat. de las Bal.*, 1: 25-29.
- ESPAÑOL, F. 1984. Tenebrionidae of the Pityusic Islands (Coleoptera: Heteromera), In: *Biogeography, and Ecology of Pityusic Islands* (Ed. KUHBIER, ALCOVER & GUERAU D'ARELLANO): 265-235.
- ESPER, E.J.C. 1781. *De varietatibus specierum in naturae productis. Sect. 1,2.* (Erlangen). ETCHÉCOPAR, R.D., & F. HÜE.
- FAIRBRIDGE, R.W. 1960. The changing levels of the sea. *Sci. Amer.*, 202(5): 70-79.
- FAIRBRIDGE, R.W. 1963. Mean sea level related to solar radiation during the last 20.000 years. "Changes of climate", *Actes du Coll. de Rome, UNESCO et Météorologique Mondiale*: 229-242.
- FERGUSON, A. 1980. *Biochemical Systematics and Evolution*. BLACKIE ed. Glasgow & London.
- FISHER, R.A. 1936. The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Ann. Eugen.*, 7: 179-188.
- FONT QUER, P. 1926. La flora de las Pitiúas y sus afinidades con la de la Península Ibérica. *Mem.R.Acad. Ciencias Barcelona*. (3m ep.), 20 (4): 109-154.
- GARRICK, L.D. 1979. Lizard thermoregulation: Operant Responses for Heat at Different Thermal Intensities. *Copeia*, 1979 (2): 258-266.
- GASULL, L. 1963. Las *Helicella (Xeroplexa)* de Baleares (Gasterópodos Pulmonados). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, X: 3-67.
- GASULL, L. 1966. La insularidad de las islas Baleares desde el punto de vista de la malacología terrestre. *Bol. Soc. Hist. Nat. Bal.*, 12: 141-148 y 149-156.
- GASULL, L. 1984. Terrestrial and fresh-water gasteropods of the Pityusics (Eivissa and Formentera), excluding *Trochoidea (Xerocrassa)* MONTEROSATO, 1892. In: *Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands* (Ed. KUHBIER, ALCOVER & GUERAU D'ARELLANO): 231-241.
- GAYA, C. 1976. *Climatología de Baleares. Temperaturas*. Servicio meteorológico nacional. Publicación A-71.
- GERHARDT, H. C., 1983. Communication and the environment. In: *Animal behaviour* (Ed. HALLIDAY & SLATER): 82-113.
- GILL, F.B. 1982. Might there be a resurrection of the subspecies? *The Auk*, 99 (3): 598-599.
- GLOGER, C.L. 1833. *Das Abändern der Vogel durch Einfluss des Klimas*. Breslau.
- GOLDSMIDT, R.B. 1948. Ecotype, ecospecies and macroevolution. *Experientia*, 4: 465-472.
- GORMAN, G.C. 1971. Evolutionary genetics of island lizard populations. *Year Book of the American Philosophical Society*, 1971: 318-319.
- GORMAN, G.C. & SCHOCHAT, D. 1972. A taxonomic interpretation of chromosomal and electrophoretic data. on the agamid lizards of Israel with notes on some east African species. *Herpetologica*, 28 (2): 106-112.

## Chapter 12. Bibliography (page 423-425)

- GORMAN, G.C., SOULE, M., YANG, S.Y. & NEVO, E. 1975. Evolutionary genetics of insular adriatic lizards. *Evolution*, 29: 52-71.
- GOWER, J.C., 1967. A comparison of some methods of cluster analysis. *Biometrics*, 23: 623-637.
- GRASSE, P.P. 1980. *Zoología* (4 vols.). Ed. Toray-Masson. Barcelona.
- GRENOT, Cl. 1974. Polymorphisme chromatique du lézard agamide *Uromastix acanthinurus* BELL. dans les populations du Sahara Nord Occidental. *Bull.Soc.Zool.France*, 99 (1): 153-164.
- GRUBER, U.F. 1971. Die Inselpopulationen der Cycladen-Eidechsen (*Lacerta erhardii*) in der Agäis. *Opera botanica*, 30: 71-79.
- GUERAU D'ARELLANO, C. & TORRES, N. 1981. Nova aportació al coneixament de les plantes d'Eivissa i Formentera. Institut d'Estudis Eivissencs. Eivissa.
- GUIJARRO, J.A. 1984. The climate of Eivissa and Formentera. In: *Biogeography, and Ecology of the Pityusic Islands* (Ed. KUHBIER, ALCOVER & GUERAU D'ARELLANO): 119-135.
- GUILLAUME, Cl.P. & CIRER, A.M. 1985. Comparación electroforética de diez poblaciones de *Podarcis pityusensis* BOSCA 1883 (Lacertidae) de Ibiza, Formentera e islotes circunvecinos. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 52 (Sec.Zool.,6): 197-208.
- GUILLAUME, Cl.P. & LANZA, B. 1982. Comparaison électrophorétique de quelques espèces de Lacertidés Méditerranéens, Genera *Podarcis* et "*Archaeolacerta*". *Amphibia-Reptilia*, 4: 361-375.
- GUILLAUME, Cl.P., PASTEUR, N. & BONIS, J. 1976. Distinction par électrophorèse sur gel d'amidon des espèces de Lézards *Lacerta muralis*, LAURENTI, 1768 et *Lacerta hispanica*, STEINDACHNER, 1870 dans des populations sympatriques d'Espagne et du Languedoc-Roussilian. *C.R.Acad.Sc. Paris*, 232 (D): 285-288.
- HALLIDAY, T.R. & SLATER, P.J.B. 1983. *Animal Behaviour*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- HARRIS, H. 1966. Enzyme polymorphism in man. *Proc. Royal Soc. London, Ser.B*, 164: 298-310.
- HARRIS, H. & HOPKINSON, D.A. 1978. *Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics*. North-Holland publishing company. Amsterdam.
- HARTMANN, M. 1953. Die Rassenaufspaltung der Balearischen Inseleidechsen. *Zoolog. jahrbücher*, 64: 86-99.
- HAWKINS, D. 1964. *The Language of Nature*. W. H. Freeman & Co. San Francisco.
- HOOIJER, D.A. 1950. The study of Subspecific advance in the Quaternary. *Evolution*, IV, 4: 360-361.
- HUBBELL, T.H. 1954. The naming of geographically variant populations. *Systematic Zool.*, 3: 113-121.
- HUBBY, J.L. & LEWONTIN, R.C. 1966. A molecular approach to the study of genic heterozygosity in natural populations. I. The number of alleles at different loci in *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics*, 54: 577-594.
- HUEY, R., PIANKA, E.R. & SCHOENER, T. W. 1983. *Lizard Ecology. Studies of a Model Organism*. Harvard University Press. Cambridge.
- HUXLEY, J.S. 1939. Clines: an auxiliary method in taxonomy. *Dierk.*, 27: 491-520.
- HUXLEY, J.S. 1940. *The new systematics*. Clarendon press. Oxford.
- INGER, R.F. 1961. Problems in the application of the subspecies concept in vertebrate taxonomy. In: *Vertebrate speciation* (Ed. Blair). University of Texas Press. Austin: 262-285.
- JALUT, G. 1974. Evolution de la végétation et variations climatiques durant les quinze derniers millénaires dans l'extrémité orientale des Pyrénées. Thesis Univ. Toulouse.
- JANSA, J.M. 1952. Esquema climatológico del archipiélago Balear. *Bol. Men. Climatol. de Bal.*, números: 113, 114, 115, 116, 117, 118 y 119.
- JOHNSON, F.M. 1971. Isozyme polymorphisms in *Drosophila ananassae*. Genetic diversity among island populations of the South Pacific. *Genetics*, 68: 77-95.
- JOHNSON, G.B. 1973. Importance of substrate variability to enzyme polymorphism. *Nature New Biol.*, 243: 151-153. .
- JOHNSON, G.B. 1974. Enzyme polymorphism and metabolism. *Science*, 184: 28-37.
- JOHNSON, N.K. 1982. Retain Subspecies at least for the time being. *The Auk*, 99(3): 605-601
- JOHNSON, S.C. 1967. Hierarchical clustering scheme. *Psychometrika*, 32: 241-254.
- JUDD, D.B. 1933. The 1931 I.C.I. standard observer and coordinate system for colorimetry. *J.Optical Soc. Am.*, 23, 259.
- JUDD, D.B. 1950. El sistema para la especificación del color, *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, A, 46, 123.

## Chapter 12. Bibliography (page 425-427)

- JUDD, D.B. 1954. Problemas Actuales del Color. C.S.I.C. Instituto de Optica "Daza de Valdés". Madrid.
- JUNTA DE CIENCIAS NATURALES DE BARCELONA. 1918. Actas pag. 352.
- KETTLEWELL, H.B.D. 1956. Further selection experiments on industrial melanism in the Lepidoptera. *Heredity*, 10: 287-301.
- KETTLEWELL, H.B.D. 1961. phenomenon of industrial melanism in Lepidoptera. *Ann. Rev. Entomnl.*, 6: 245-262.
- KLEINSCHMIDT, O. 1900. Arten oder Formenkreise? *J. Ornithol.*, 48: 134-139.
- KLEMMER, K. 1959. Systematische Stellung und Rassengliederung der spanischen Mauereidechse *Lacerta hispanica*. *Senck. Biol.*, 40 (5/6): 245-250.
- KOJIMA, K., GILLESPIE, S. & TOBARI, Y.N. 1970. A profile of *Drosophila* species Enzymes Assayed by Electrophoresis. The Number of Alleles, Heterozygosities and Linkage Disequilibrium in Glucose-Metabolizing Systems and some other Enzymes. *Biochem. Genet.*, 4: 627-637.
- KRAMER, G. 1949. Über Inselmelanismus bei Eidechsen. *Z.ind.Abst.- u.Verb.*, 83: 157-164.
- KRAMER, G. 1951. Body proportion of mainland and island lizards. *Evolution*, 5: 193-206.
- KUHBIER, H. 1978a. Beiträge zur Flora der Pityusen. *Verbff. Uebersee-museum Bremen, A*, 5: 1-23.
- KUHBIER, H. 1978b. *Euphorbia marginalidiana* - eine neue Wolfsmilchart der Pityusen. *Verliff. Ueberseemuseum Bremen, A*, 5: 25-37.
- KUHBIER, H. 1982. *Euphorbia marginalidiana*, nova espècie per a les Pitiüses. *Revista Eivissa*, 13 (3<sup>a</sup> ep.): 36-40.
- KUHBIER, H., ALCOVER, J.A. & GUERAU D'ARELLANO, C. 1984. Biogeography and Ecology of the Pitvusic Islands. Dr. W. JUNK Publishers. The Hague.
- LACHENBRUCH, P.A. & MICKEY, M.R. 1968. Estimation of error rates in discriminant analysis. *Technometrics*, 10: 1-11.
- LAMOTTE, M. 1959. Polymorphism of natural populations of *Cepaea nemoralis*. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.*, 24: 65-86.
- LAMOTTE, M. 1961. Les mécanismes génétiques a l'origine de la formation des races insulaires. In: *Le peuplement des îles méditerranéennes et les problèmes de l'insularité (C.N.R.S.)*: 299-312
- LANCE, G.N. & WILLIAMS, W.T. 1967. A General theory of Classificatory sorting strategies. I. Hierarchical systems. *Computer J.*, 9: 373-380.
- LANYON, W.E. 1982. The subspecies concept: then, now and always. *The Auk*, 99 (3): 603-604.
- LEHNIGER, A.L. 1978. *Bioquímica*, 2<sup>a</sup> ed. Ediciones Omega. Barcelona.
- LERNER, J.M. 1954. Genetic homeostasis. OLIVER & BOYD. Edinburg.
- LEWONTIN, R.C. 1978. La adaptación. *Inv. Sci*, 26: 138-149.
- LILGE, D. 1975. Systematisch-biometrische Untersuchungen an *Lacerta pityusensis* (Sauria, Lacertidae). *Salamandra*, 11 (3/4): 145-178.
- LILLIEFORS, H.N. 1977. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *Am. stat. Assoc. Jour.*, June: 399-402.
- LINNÉ, C. 1758. *Systema Natura. Regnum Animale* (10th ed. Tom I; L. Salvii, Holminae).
- LUMLEY, H. 1976. Les ligues de rivage quaternaire. In: *La Préhistoire Française, T 1*: 311-325. C.N.R.S. Paris.
- LLORENS, LL. 1979. Nueva contribución al conocimiento de la flora Balear. *Mediterranea*, 3: 101-122.
- MAERZ, A. & PAUL, R.M. 1950. *Dictionary of Color*. Mc GRAW - HILL. New York.
- MAHALANOBIS, P.C. 1936. On the generalized distance in statistics. *Proc. Nat. Inst. Sci. India*, 2 (1): 49-55.
- MARGALEF, R. 1977. *Ecología*. Ediciones Omega. Barcelona.
- MARTINEZ-RICA, J.P. 1965. Exploración de las islas Pitiüsas. *Gecónidos. Misceláneo. Zoológica*, 2 (1): 133-137.
- MARTINEZ-RICA, J.P. 1967. Las comunidades naturales del Sur de Menorca. *Revista de Menorca*, IV: 233-301.
- MARTINEZ-RICA, J.P. 1974. Contribución al estudio de la Biología de los gecónidos ibéricos (Rept. Sauria). *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 5: 7-291.
- MARTINEZ-RICA, J.P. & CIRER, A.M. Notes on some endangered species of Spanish herpetofauna: I. *Podarcis pityusensis* BOSCA. *Biological Conservation*, 22 (1982): 295-314.
- MAYER, W. & TIEDEMANN, F. 1982. Chemotaxonomical investigation in the collective genus *Lacerta* (Lacertidae: Sauria). *Amphibia-Reptilia*, 2 (4): 349-355.
- MAYOL, J. 1978. Els aucells de les Balears. *Manuals d'introducció a la naturalesa*, 2. Ed. Moll. Palma de Mallorca.
- MAYR, E. 1942. *Systematics and the origin of species*. Columbia University Press. New York.

## Chapter 12. Bibliography (page 427-429)

- MAYR, E. 1947. Ecological factors in speciation. *Evolution*, 1: 263-288.
- MAYR, E. 1949. Speciation and selection. *Proc. Amer. Phil. Soc.*, 93: 514-519.
- MAYR, E. 1954. Notes on nomenclature and classification. *Systematic Zool.*, 3: 86-98.
- MAYR, E. 1963. *Animal Species and Evolution*. Harvard Univ. Press. Cambridge, Massachusetts.
- MAYR, E. 1969. *Principles of Systematic Zoology*. McGRAW-HILL. New York.
- MAYR, E. 1980. The role of Systematics in the Evolutionary Synthesis. In: *Evolutionary Synthesis. Perspectives on the Unification of Biology*. (Ed. MAYR & PROVINE): 123-136.
- MAYR, E. 1982. Of what use are subspecies?. *The Auk*, 99 (3): 593-595.
- MAYR, E., LINSLEY, E.G. & USINGER, R.L. 1953. *Methods and principles of systematic zoology*. McGRAW-HILL. New York.
- MAYR, E. & PROVINE, W. 1980. *The Evolutionary Synthesis*. Harvard University Press. Cambridge, London.
- McARTHUR, R.H. & WILSON, E. O. 1983. *Teoria de la biogeografia insular*. Ed. Moll. Ciutat de Mallorca.
- MERTENS, R. 1921. Eine neue Eidechse von der Pityusen. *Senckenbergiana*, 3: 142-146.
- MERTENS, R. 1924. Ein Beitrag zur Kenntnis der melanotischen Inseleidechsen des Mittelmeeres. *Pallasia*, 2: 40-52.
- MERTENS, R. 1926. Über Färbungsmutationen bei Amphibien und Reptilien. *Zool. Anz. Leipzig*, 68: 333-335.
- MERTENS, R. 1927. Über die Rassen der Pityusen-Eidechsen (*Lacerta pityusensis* BOSCA). *Zool. Anz. Leipzig*, 69: 299-304.
- MERTENS, R. 1957. Mallorca: ein herpetogeographisches problem. *Zool. Beitr. N.F.*, 3: 1-16.
- MERTENS, R. & MÜLLER, L. 1928. Liste der Amphibien und Reptilien Europas. *Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*. Frankfurt a.M.
- MERTENS, R. & MÜLLER, L. 1940. Die Amphibien und Reptilien Europas. *Abh. Senckberg. naturfosch.* 451.
- MERTENS, R. & WERMUTH, H. 1960. Die Amphibien und Reptilien Europas. (Dritte liste). Verlag WALDEMAR KRAMER. Frankfurt a.M.
- MICHENER, Ch.D. 1970. Diverse Approaches to Systematics. In: *Evolutionary Biology*. (Ed. DOBZHANSKY, HECHT & STEERE), Vol 4: 1-38.
- MILSTEAD, W.W. 1965. *Lizard Ecology: A Symposium*. University of Missouri Press. Columbia.
- MONROE, B.L. 1982. A modern concept of the subspecies. *The Auk*, 99 (3): 608-609.
- MORNER, N.A. 1971. Eustatic changes during the last 20.000 years and a method of separating the isostatic and eustatic factors in an uplifted area. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 9: 153-181.
- MÜLLER, L. 1927a. Beitrag zur Kenntnis der Rassen von *Lacerta lilfordi* GTHR. *Zool. Anz.*, 73: 257-269.
- MÜLLER, L. 1927b. Zwei weitere Rassen der *Lacerta lilfordi*, GTHR. *Zool. Anz.*, 74: 185-194.
- MÜLLER, L. 1928a. Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Rassen von *Lacerta lilfordi* (GTHR.). *Zool. Anz.*, 78: 261-273.
- MÜLLER, L. 1928b. Die Inselrassen der *Lacerta lilfordi* GTHR. *Zool. Anz.* 3, Sup. (Verh. Dtsch. Zool. Ges., München 1928): 333-337.
- MÜLLER, L. 1928c. Vorläufige Mitteilung über einige Rassen der *Lacerta lilfordi* (GTHR.) von den Pityusen. *Bl. f. Aquarium u. Terrarium Kde.*, 34: 386-388.
- MÜLLER, L. 1929. Über eine weitere Rasse der *Lacerta lilfordi* (GTHR). *Bl. f. Aquarium u. Terrarium Kde.*, 40: 295-296.
- MUNSELL COLOR COMPANY (1929, 1942). *Munsell Book of Color*, 10 East Franklin St. Baltimore, Md.
- NASCETTI, G., CAPULA, M., CAPANNA, E. & BULLINI, L. 1981. Differenziamento genetico nel genere *Podarcis* (Reptilia, Lacertidae). *Boll. Zool.*, 48 (Suppl.): 80.
- NEI, M. 1972. Genetic distance between populations. *Amer. Natur.*, 106: 283-292.
- NEI, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, 89: 583-590.
- NEVO, E. 1978. Genetic variation in natural populations: patterns and theory. *Theor. Popul. Biol.*, 13: 121-177.
- NORRIS, K.S. 1967. Color adaptation in desert reptiles and its thermal relationships. In: *Lizard Ecology: a Symposium* (Ed. MILSTEAD): 162-229. Univ. of Missouri Press.
- NORRIS, K.S. & LOWE, C.H. 1964. An analysis of background color-matching in amphibians and reptiles. *Ecology*, 45: 565-580.
- NUTALL, G.H.F. 1901. The New Biological Test for Blood in Relation to Zoological Classification. *Proc. Roy. Soc. Lond.*, 69: 150-153.

## Chapter 12. Bibliography (page 429-432)

- O'NEILL, J.P. 1982. The subspecies concept in the 1980's. *The Auk*, 99 (3): 609-612.
- ORTIZ, J.C. & GUILLAUME, C.I.P. 1984. Primer estudio del polimorfismo genético en algunas especies de *Liolaemus* (Squamata, Iguanidae) de Chile. II Reunión Iberoamer. Cons. Zool. Vert. (Actas del Congreso de Cáceres, VI-1980): 47-58.
- PARENTI, U. 1986. El concepte d'Espècie en Zoologia. Sessió Científica de l'I.C.H.N. i la S.C.L. 25 de Set. 1986.
- PARKES, K.C. 1967. A qualified defense of traditional nomenclature. *Syst. Zool.* 16 (3): 268-273.
- PARKES, K.C. 1982. Subspecies Taxonomy: Unfashionable does not mean irrelevant. *The Auk* 99 (3): 596-598.
- PEARSON, O.P. 1977. The effect of substrate and of skin color on thermoregulation of a Lizard. *Comp. Biochem. Physiol.*, 58 A: 353-358.
- PEARSON, O.P. & BRADFORD, D.F. 1976. Thermoregulation of Lizards and Toads at High Altitudes in Peru. *Copela* 1976, (1): 155-170.
- PÉREZ MELLADO, V. & GALINDO VILLARDON, M.P. 1986. Sistemática de *Podarcis* (Sauria Lacertidae) ibéricas y norteafricanas mediante técnicas multidimensionales. Ed.Univ. de Salamanca.
- PETITPIERRE, E. & CUADRAS, C.M. 1977. The canonical analysis applied to the taxonomy and evolution of the genus *Timarcha* LATR. (Coleoptera, Chrysomelidae). *Mediterranea*, 2: 13-28.
- PHILLIPS, A.R. 1982. Subspecies and species: Fundamentals, needs, and obstacles. *The Auk* 99 (3): 612-615.
- PLAZA, L. 1983. La colorimetría y los observadores sicofísicos. Libro-Homenaje al profesor ARMANDO DURAN MIRANDA: 365-373. C.S.I.C. Madrid.
- PLAZA, L. 1984. Curso de Tecnología del color en el ámbito textil. Asociación Española de Químicos y Coloristas Textiles. Madrid.
- PORTER, W.P. 1967. Solar radiation through the living body walls of vertebrates with emphasis on desert reptiles. *Ecol. Monogr.*, 37: 273-296.
- RAMÓN, M.M., TERRASA, B., ARRANZ, M.J. & PETITPIERRE, E. 1983. Diferenciación genética por efecto de la insularidad en la lagartija balear *Podarcis lilfordi* (Reptilia: Lacertidae). IV Sem. de Gen. de Poblaciones y Evolución. Perbra (Asturias) 1983.
- RAMÓN, M.M., TERRASA, B., ARRANZ, M.J. & PETITPIERRE, E. 1985. Genetic variation in insular populations of the Balearic lizard *Podarcis lilfordi* (GUNTHER) (Reptilia: Lacertidae). 3th Ordinary General Meeting of Societas Herpetologica Europaea. Prague 1985.
- RANGHEARD, Y. 1969. Étude géologique des îles d'Ibiza et de Formentera (Baléares). Thèse d'Etat, Paris. Mem. I.G.M.E. 32: 340.
- RANGHEARD, Y. 1984. The geological history of Eivissa and Formentera. In: Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands (Ed. KUHBIER, ALCOVER & GUERAU D'ARELLANO): 25-104.
- RENSCH, B. 1929. Das Prinzip geographischer Rassenkreise und das Problem der Artbildung. Berlin: BORNTAEGER.
- RENSCH, B. 1934. Kurze Anweisung für Zoologisch-systematische Studien. Akademische Verlagsgesellschaft. Leipzig.
- RENSCH, B. 1959. Evolution above the species level. J.WILEY & Sons. New York.
- RENSCH, B. 1980. Historical Development of the Present Synthetic Neo-Darwinism in Germany. In: Evolutionary Synthesis. Perspectives on the Unification of Biology (Ed. MAYR & PROVINE).
- REZNICK, D., SEXTON, O.J. & MANTIS, C. 1981. Initial Prey Preferences in the Lizards. *Copeia* 1981 (3): 681-686.
- RIBA, O. 1981. Canvis de nivell i de salinitat de la Mediterrània occidental durant el Neogen i el Quaternari. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 9: 45-62.
- ROBSON, G.C. & RICHARDS, O.W. 1936. The variations of animals in nature. LONGMANS, GREEN, London.
- RODRIGUEZ RUIZ, F.J. 1975. Datos sobre la sistemática de los lacértidos de la isla de Formentera e islotes adyacentes. Tesina Univ.Complutense Madrid. & Bol. Soc. Hist. Nat Baleares (1976), XXI: 47-75.
- SALVADOR, A. 1974. Guía de los anfibios y reptiles españoles. Publ. Min. Agri. Pesca y Alim. Madrid.
- SALVADOR, A. 1979. Materiales para una "Herpetofauna Baleárica" 2. Taxonomía de las lagartijas baleares del archipiélago de Cabrera. *Bonn. Zool. Beitr.* 30 (1-2): 176-190.
- SALVADOR, A. 1984. A taxonomic study of the Eivissa wall lizard, *Podarcis pityusensis* BOSCA 1883. In: Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands (Ed. KUHBIER, ALCOVER & GUERAU D'ARELLANO): 393-427.
- SALVADOR, A. 1985. Guía de campo de los anfibios y reptiles de la península Ibérica. Islas Baleares y Canarias. Santiago García Editor. León.

## Chapter 12. Bibliography (page 432-434)

- SALVADOR, A. & PÉREZ MELLADO, V. 1984. The amphibians and reptiles of the Pityusic Islands. In: Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands (Ed. KUHBIER, ALCOVER & GUERAU D'ARELLANO): 429-439.
- SCHEFFE, H. 1959. The analysis of Variance. J. WILEY. New York.
- SCHREITMULLER, W. 1936. Pityusen-Echsen und andere. Das Aquarium, Berlin, 10: 146-149.
- SCHRÖDER, F. 1978a. Zur Landschneckenfauna der Insel Formentera / Pityusen. Veröff. Überseemuseum Bremen, A 5: 49-56.
- SCHRÖDER, F. 1978b. *Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana* (HIDALGO, 1869) und ihre Rassen auf den Pityusen / Spanien. Veröff. Überseemuseum Bremen, A 5: 83-120.
- SCHRÖDER, F. 1984. *Trochoidea (Xerocrassa) caroli* (DOHRN & HEYNEMANN 1862) and its races on the Pityusic Islands (Balears) Spain Gasteropoda: Helicidae. In: Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands (Ed. KUHBIER, ALCOVER & GUERAU D'ARELLANO): 243-264.
- SELANDER, R. SMITH, M. YANG, S. JOHNSON, W.E. & GENTRY, I. 1971. Biochemical polymorphism and systematics in the genus *Peromyscus*. Variation in the old-field mouse (*Peromyscus polionotus*). Studies in Genetic VI, Univ. Texas Public, 7103: 49-90.
- SERVICIO CARTOGRAFICO DEL EJECITO. Cartografía General de España. Mapa General, Serie L, 1959. E, 1:50.000.
- SHEPPARD, P.M. 1951. Fluctuations in the selective value of certain phenotypes in the polymorphic land snail *Cepaea nemoralis* (L.). Heredity, 5: 125-134.
- SIMPSON, G.G. 1961. Principles of Animal Taxonomy. Columbia University Press. New York.
- SITES, J.W. & DIXON, J.R. 1981. A new Subspecies of the Iguanid Lizard, *Sceloporus grammicus*, from Northeastern Mexico, with Comments on its Evolutionary Implications and the Status of *S. g. disparilis*. Jour. of Herpetology, 15 (1): 59-69.
- SNEATH, P.H.A. 1957. The application of computers to taxonomy. J. Gen. Microbiol, 17: 201-226.
- SNEATH, P.H.A. & SOKAL, R.R. 1973. Numerical Taxonomy. The principles and Practice of Numerical Classification. W.H. FREEMAN & Co. San Francisco.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. 1980. Métodos estadísticos (74. impr.) C.E.C.S.A. México.
- SOKAL, R.R. 1965. Statistical Methods in Systematics. Biol. Rev., 40: 337-391.
- SOKAL, R.R. 1968. Numerical taxonomy. In: Mathematical Thinking in Behavioral Sciences. Scientific American. W.H. FREEMAN & Co. San Francisco.
- SOKAL, R.R. & MICHENER, C.D. 1958. A statistical method for evaluating systematic relationships. Univ. Kansas Sci. Bull., 38: 1409-1438.
- SOKAL, R.R. & SNEATH, P.H.A. 1963. Principles of Numerical Taxonomy. W.H. FREEMAN & Co. San Francisco.
- SOKAL, R.R. ROHLF, F.J. 1962. The comparison of dendrograms by objective methods. Taxon, 11: 33-40.
- SOKAL, R.R. ROHLF, F.J. 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Ed. BLUME. Madrid.
- SOLE SABARIS, L. 1961. Algunes precisions sobre les oscil.lacions climàtiques quaternàries a les costes catalanes i balears. Miscel.lània Fontserè: 399-427.
- SOULE, M. 1966. Trends in the insular radiation of a lizard. Amer. Natur., 100: 47-63.
- SOULE, M. 1967. Phenetics of natural populations I. Phenetic relationships of insular populations of the side-blotched lizard. Evolution, 21: 584-591.
- SOULE, M. 1972. Phenetics of natural populations III. The sources of morphological variation in insular populations of a lizard. Amer. Natur., 106: 429-446.
- STONE, W.S., WHEELER, M.R., JOHNSON, F.M. & KOJIMA, K. 1968. Genetic Variation in natural island populations of members of the *Drosophila natusa* and *Drosophila ananassae* subgroups. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 59: 102-109.
- STORER, R.W. 1982. Subspecies and the study of geographic variation. The Auk, 99 (3): 599-601.
- THODAY, J.M. 1953. Components of fitness. Symp. Soc. Exptl. Biol., 7 96-113.
- THURSTONE, L.L. 1947. Multiple factor Analysis. The University of Chicago Press.
- TRIVERS, R.L. 1976. Sexual selection and resource-acruing abilities in *Anolis garmani*. Evolution, 30: 253-269.
- TURESSON, G. 1922. The genotypic response of the plant species to the habitat. Hereditas, 3: 211-350.

## Chapter 12. Bibliography (page 434-435)

- VALLES, R. 1984. The Pityusic Islands: a geographical approach. In: Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands (Ed. KUHBIER, ALCOVER & GUERAU D'ARELLANO): 7-24.
- VALLES, R., PRATS, E. & RAMÓN, F. 1979. Geografía de les Illes Pitiüses. Institut d'Estudis Eivissencs. Eivissa.
- VIDA SILVESTRE (Colectivo). 1984. Cuantificación de algunas poblaciones insulares de lacértidos. Bol. de la Est. Central de Ecol., 26: 73-79.
- VILLALOBOS DOMINGUEZ, C. 1947. Atlas de los colores. El Ateneo. Buenos Aires.
- VIVES BALMAÑA, M.V. 1982, a. El género *Podarcis* WAGLER 1830 en el NE Ibérico: Diferenciación específica y distribución geográfica. P. Cent. pir. Biol. exp., 13: 77-82.
- VIVES BALMAÑA, M.V. 1982, b. Contribución al conocimiento de la herpetofauna del N.E. de la península Ibérica. Tesis Universitat Central de Barcelona.
- WATSON, J.D. & CRICK, F.H.C. 1953. The structure of DNA. Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol., 18: 123-131.
- WEBSTER, T.P., SELANDER, R.K. & YANG, S.Y. 1973. Genetic variability and similarity in the *Anolis* lizards of Bimini. Evolution, 26: 523-535.
- WETTSTEIN, O. 1937. Über Balearen-Eidechsen. Zool. Anz., 117: 293-297.
- WILLIAMS, E.E. 1983. Ecomorphs, Faunas, Island Size and Diverse End Points in Islands Radiations of *Anolis*. In: Lizard Ecology. Studies of a Model Organism. (Ed. HUEY, PIANKA & SCHOENER). Harvard Univ. Press. Cambridge.
- WILSON, E.O. & BROWN, W.L. 1953. The subspecies concept and its taxonomic application. Systematic Zool., 2: 97-111.
- WISHART, D. 1982. Clustan (3<sup>a</sup> ed.). Program Library Unit Edinburg University.
- YOUNG, J.Z. 1977. La vida de los Vertebrados. Ed. Omega. Barcelona.
- ZUSI, R.L. 1982. Intraspecific geographic variation and the subspecies concept. The Auk, 99 (3): 606-608.

## ADDENDA ADDENDUM

- ALCOVER, J.A., MARTÍNEZ-RICA, J.P. & MAYOL, J. 1976. Réptils i anfibis. In: Natura ús o abús?. Llibre blanc de la gestió de la natura als Països Catalans: 222-227 (Ed. R.FOLCH). Barcino. Barcelona.
- FOX, S.F. 1983. Fitness, Home-Range Quality, and Aggression in *Uta stansburiana*. In: Lizard Ecology: 149-168 (Ed. HUEY-PIANKA-SCHOENER). Harvard University Pres. Cambridge, London.
- HENNIG, W. 1968. Elementos de una sistemática filogenética. E.U.D.E.B.A. Buenos Aires.
- MARX, H. & RABB, G.B. 1970. Character analysis: an empirical approach applied to advanced snakes. J.Zool., 161: 525-548.
- SALVADOR, A. 1986. *Podarcis pityusensis* (BOSCA, 1883)-Pityusen-Eidechsen In: Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Band 2/II Echsen (Sauria) III. Lacertidae III: *Podarcis*: 232-253 Aula-Verlag Wiesbaden.

## APENDICE

En las páginas siguientes se ofrecen los gráficos de representación de las medias, con sus límites de confianza al 95%, de las seis subespecies de *Podarcis pityusensis* para las 17 variables biométricas consideradas. Las subespecies se simbolizan:

1. *Podarcis pityusensis pityusensis*
2. *Podarcis pityusensis affinis*
3. *Podarcis pityusensis formenterae*
4. *Podarcis pityusensis kameriana*
5. *Podarcis pityusensis maluquerorum*
6. *Podarcis pityusensis vedrae*

Se adjuntan los valores de machos y hembras en un mismo gráfico a fin de facilitar la comparación entre sexos:



En todos los gráficos se aprecia la semejanza entre las subespecies *Podarcis pityusensis pityusensis* y *Podarcis pityusensis formenterae*, con valores bajos en las variables de morfología corporal; y que se diferencian entre sí perfectamente en la folidosis dorsal, tanto por el número de escamas transversales, como longitudinales.

Por otra parte se constata la semejanza de las otras cuatro subespecies *Podarcis pityusensis affinis*, *Podarcis pityusensis kameriana*, *Podarcis pityusensis maluquerorum* and *Podarcis pityusensis vedrae*, que se diferencian perfectamente entre ellas por su coloración y cuyos rangos de variabilidad biométrica son marcadamente distintos a *Podarcis pityusensis pityusensis* y *Podarcis pityusensis formenterae* en todas las variables de morfología corporal utilizadas.

## APPENDIX

In the following pages we present the representation graphs of the means, with their 95% confidence limits, of the six subspecies of *Podarcis pityusensis* for the 17 biometric variables considered. The subspecies are symbolized:

1. *Podarcis pityusensis pityusensis*
2. *Podarcis pityusensis affinis*
3. *Podarcis pityusensis formenterae*
4. *Podarcis pityusensis kameriana*
5. *Podarcis pityusensis maluquerorum*
6. *Podarcis pityusensis vedrae*

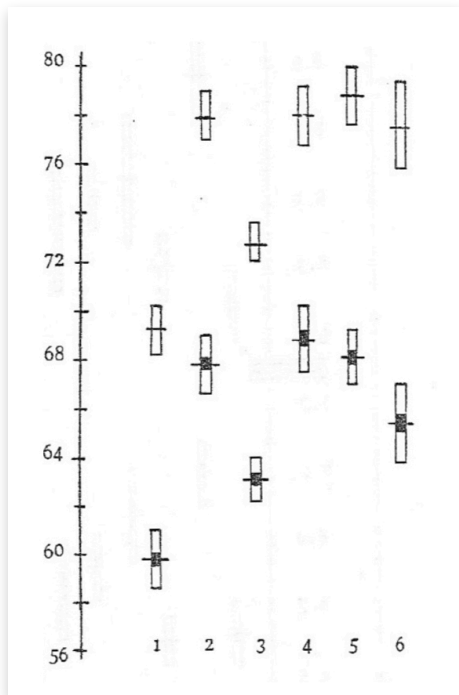
The values of males and females are included in the same graph in order to facilitate the comparison between sexes:

In all graphs it is appreciated the resemblance between the subspecies *Podarcis pityusensis pityusensis* and *Podarcis pityusensis formenterae*, with low values in variables concerning body morphology; and that they are perfectly different from each other in dorsal pholidosis, both by the number of transverse scales and longitudinal scales.

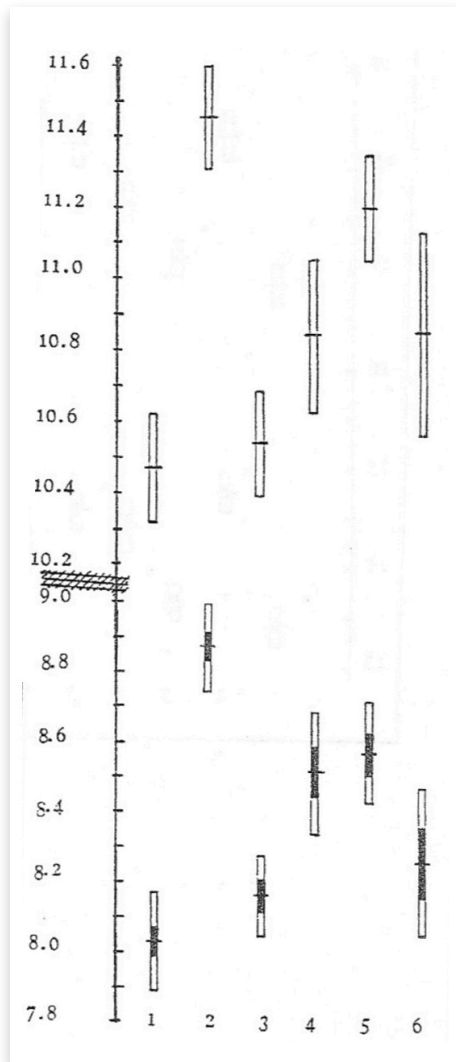
On the other hand, the similarity of the other four subspecies *Podarcis pityusensis affinis*, *Podarcis pityusensis kameriana*, *Podarcis pityusensis maluquerorum* and *Podarcis pityusensis vedrae*, which are perfectly differentiated by their coloration and whose ranges of biometric variability are markedly different from *Podarcis pityusensis pityusensis* and *Podarcis pityusensis formenterae* in all the corporal morphology variables used.

Appendix (page 437-438)

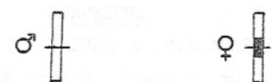
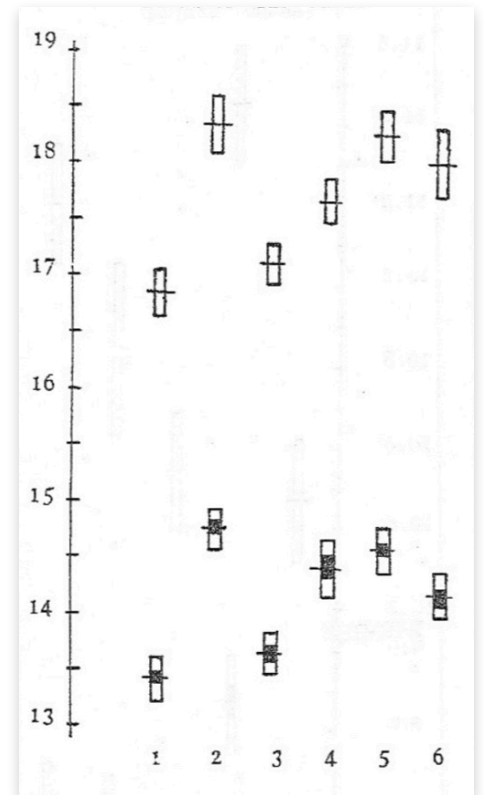
Longitud Corporal  
Body length (SVL)



Ancho Cabeza  
Width of the head

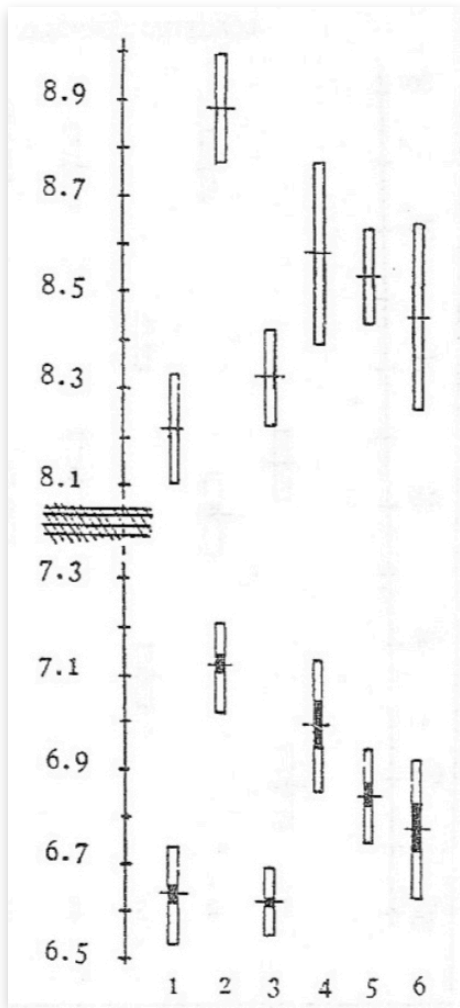


Longitud del Pileo  
Length of the head

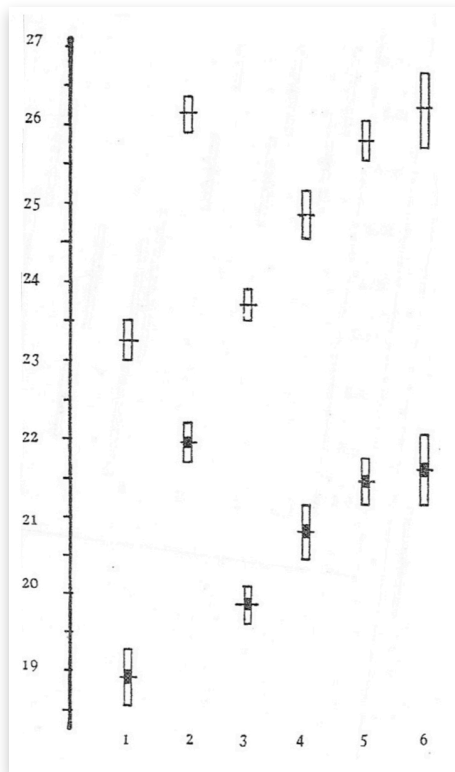


Appendix (page 438-439)

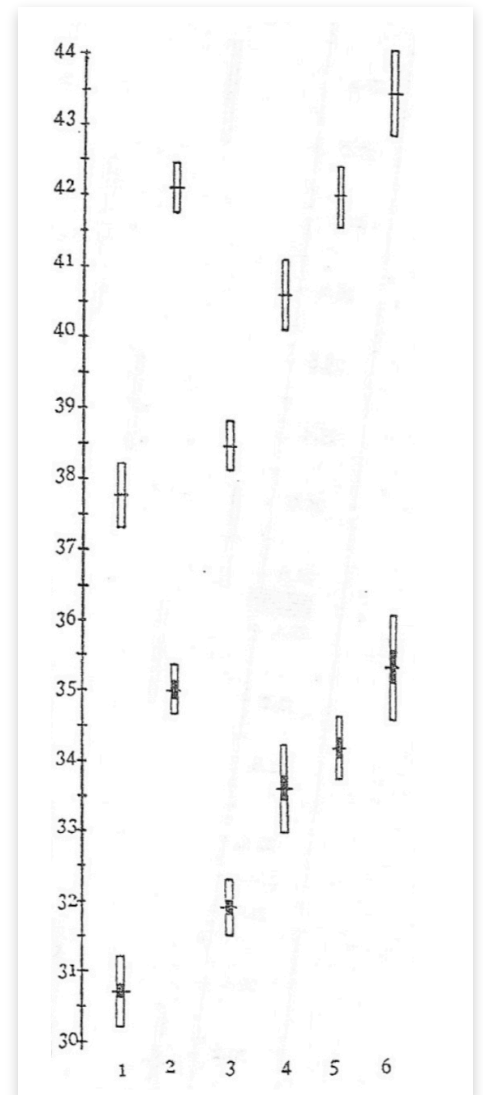
Anchura del Pileo  
(posterior head width)



longitud PataAnterior  
Length of the anterior leg

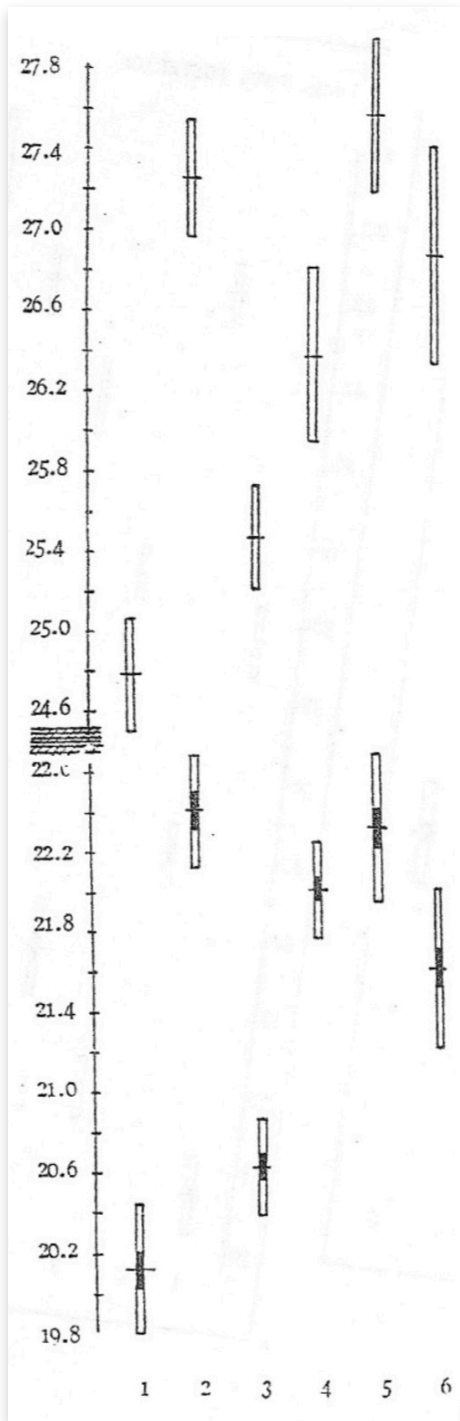


longitud PataPosterior  
Length of the hind leg

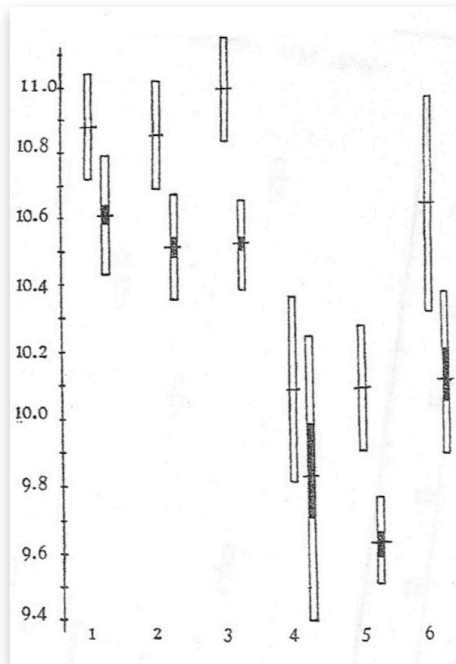


Appendix (page 440-441)

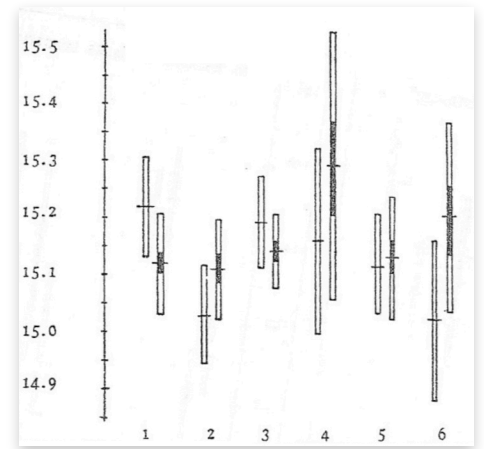
Longitud Gular  
Gular length



Escamas del Collar  
Number of scales of the collar

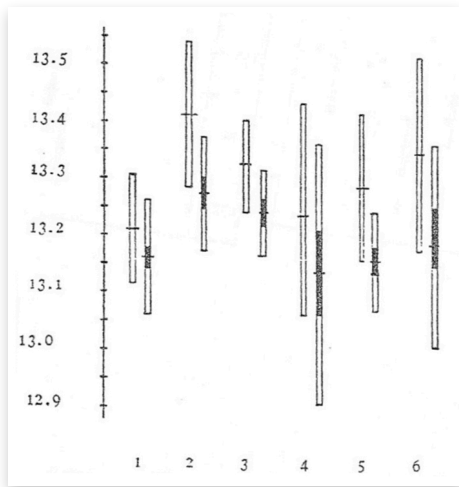


Escamas Supralabiales  
Number of supra-labial scales

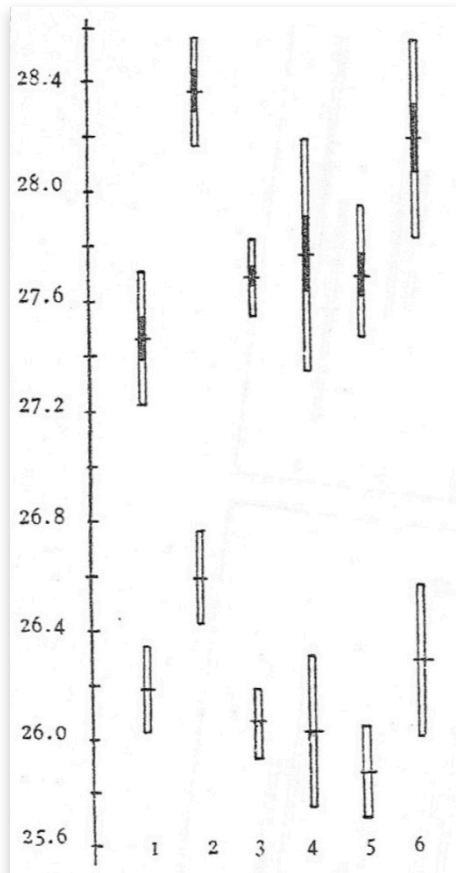


Appendix (page 441-442)

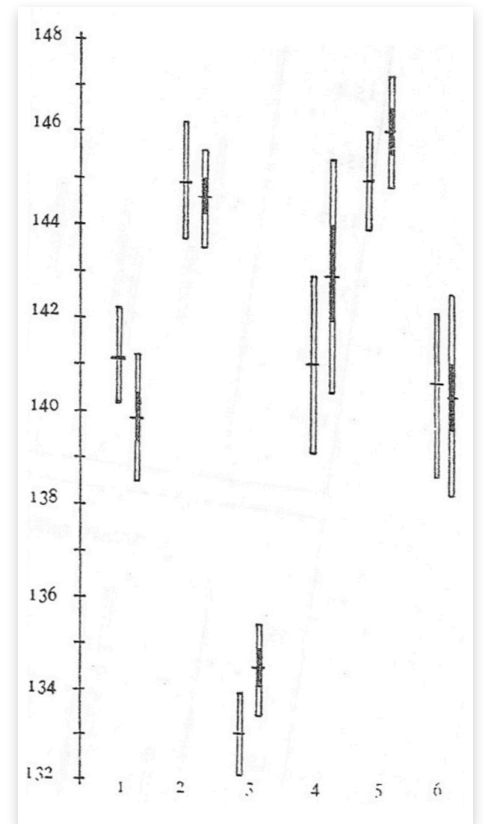
Escamas Supralabiales  
Number of infra-labial scales



Escamas Ventrales  
Number of longitudinal ventral scales

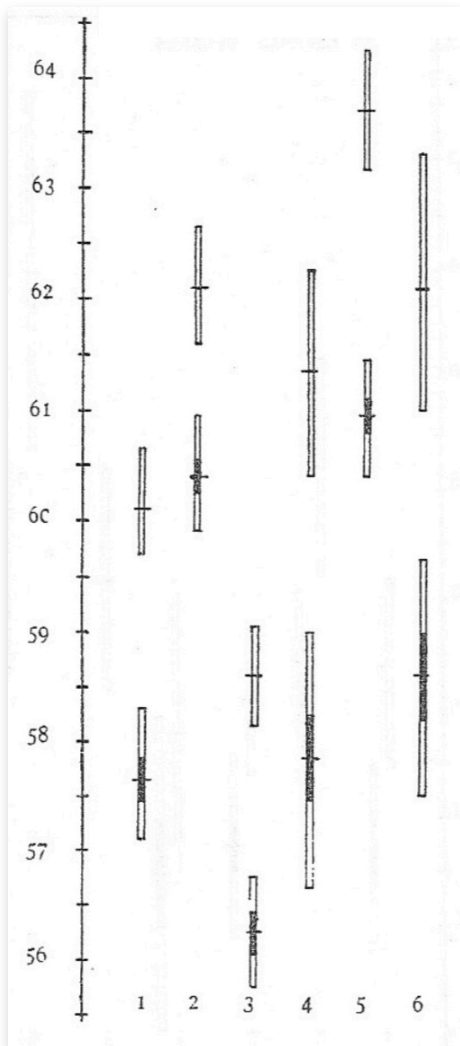


Escamas Dorsales  
Number of longitudinal dorsal scales

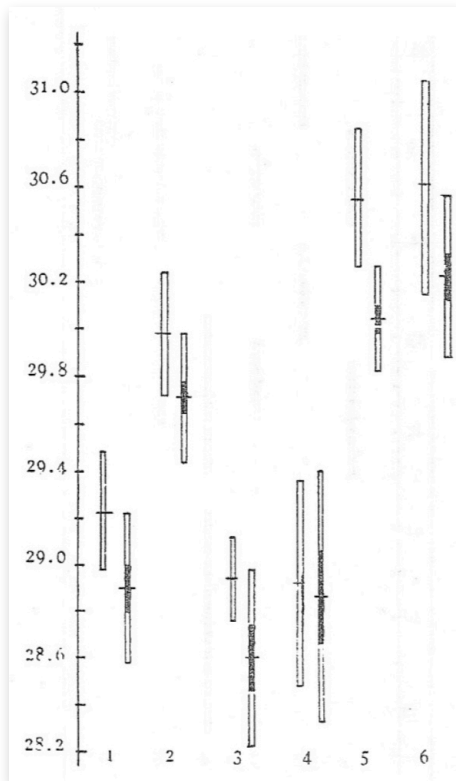


Appendix (page 444-444)

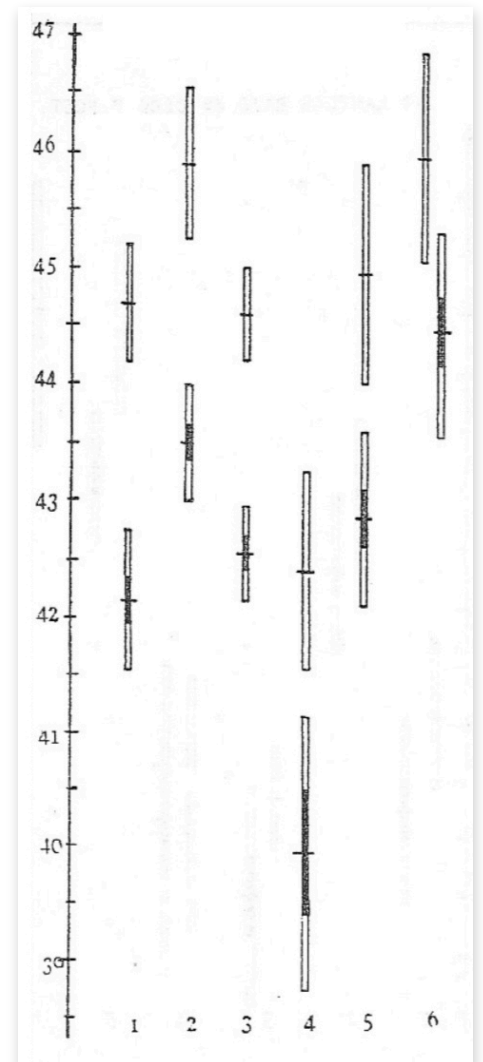
Escamas Dorsales Transversales  
Number of transverse dorsal scales



Lamelas bajo 4o dedo posterior  
Number of lamellae under the fourth finger

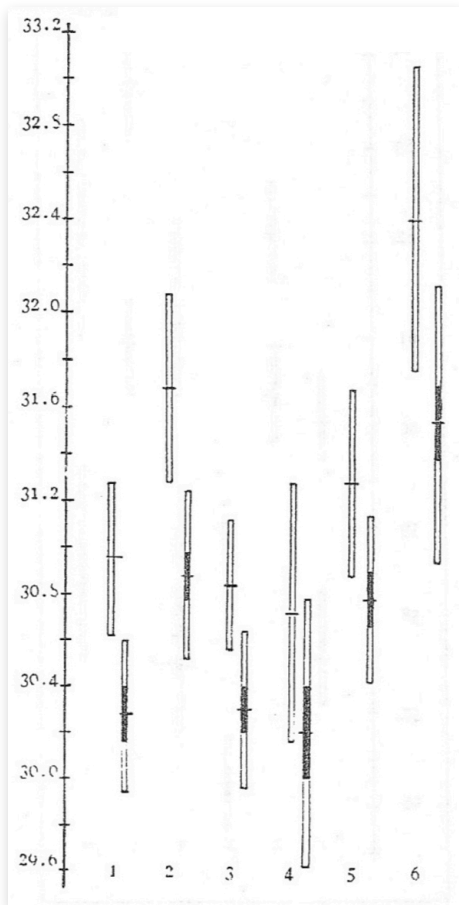


Poros Femorales  
Number of femoral pores



Appendix (page 444-445)

Escamas Gulares  
Number of gular scales



Peso  
Weight

