

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 Pitiúsas 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; RODRIGUEZ 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 solucionarlas.

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.

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 (diagnos ineqúívoca 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 esta 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 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.

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

El sistema utilizado para la captura fue el de trapeo, por considerarlo más 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 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 BIOMÉTRICAS 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".

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.
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. LG. 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.

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 ELECTROFORÉTICOS.

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.

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.

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.

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.

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 perfecta-

mente 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.

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 muchos efectivos y que habitan islas ecológicamente diversas.

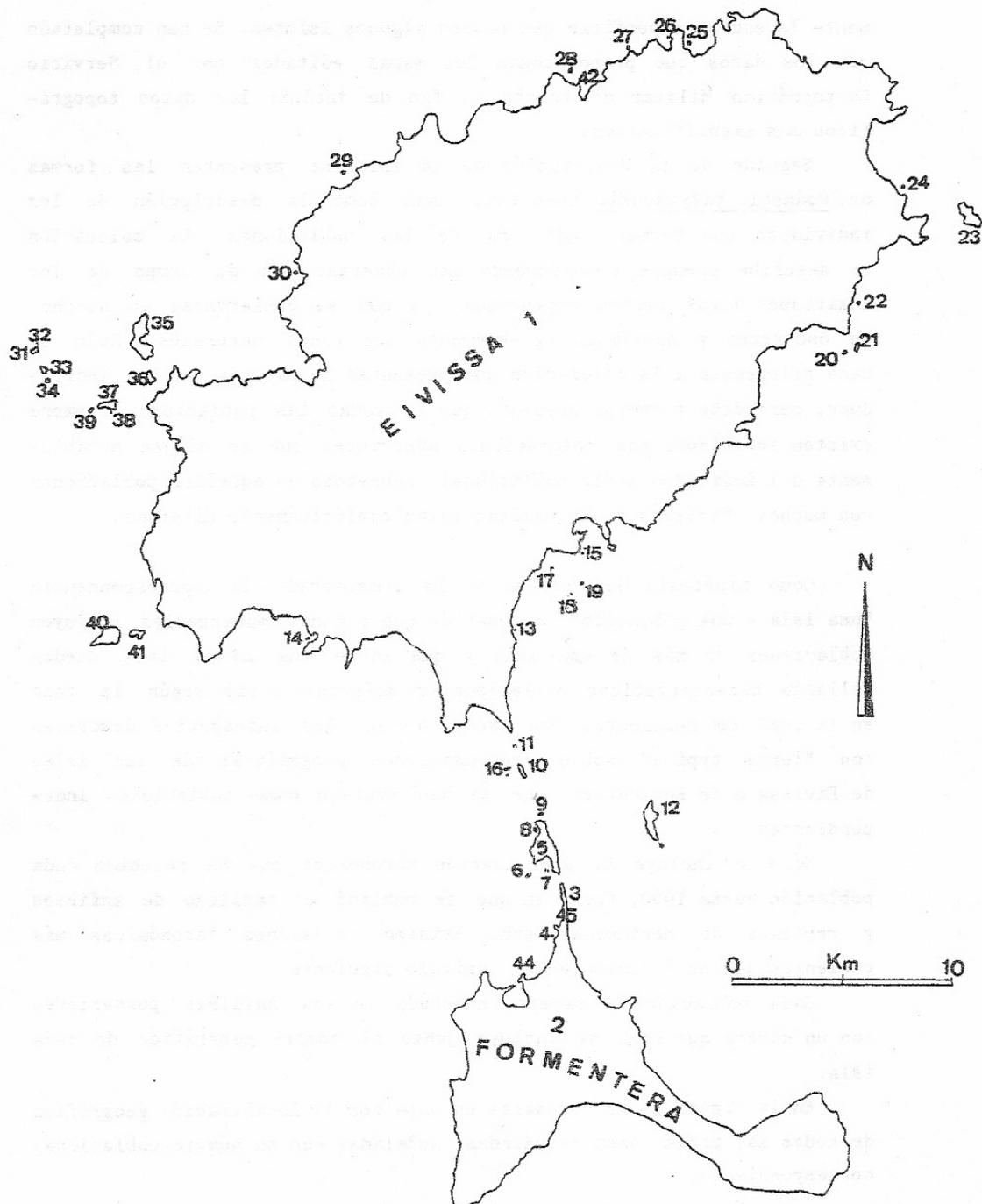
Como hipótesis de trabajo se ha considerado la correspondencia "una isla - una población", a pesar de que algunas subespecies incluyen poblaciones de más de una isla y que sobre una misma isla pueden hallarse características poblacionales diferenciadoras según la zona en la cual se recolecte. Una excepción 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.

Cada población va siempre 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 mapa con la localización geográfica de todas las poblaciones estudiadas, señaladas con su número poblacional correspondiente.

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



3.2 EIVISSA O IBIZA (1)

3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

Es la mayor de las islas, con 572 Km². 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, 1984 b), entre las presas de origen animal podemos contar:

Insectos	83
<u>Apodemus sylvaticus</u>	83
<u>Podarcis pityusensis</u>	79
<u>Rattus sp.</u>	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 (RAMON et Al., 1985).

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 o 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 gingidium, Asparagus stipularis, etc. Más próximo al mar y en los salobres (sobretudo de Ses Salines) se hallan las especies Suaeda fruticosa, Arthrocnemum fruticosum, A. glaucum, Salsola sp. etc.

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-MULLER, 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, 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 CIUTAT 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 verde, 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. FORMAS DESCRITAS

Lacerta pityusensis isletasi HARTMANN, 1953

Lacerta pityusensis pityusensis EISENTRAUT, 1954

Lacerta pityusensis pityusensis MERTENS-WERMUTH, 1960

3.4 "ISLA DEL BOSQUE DE SAN MIQUEL" (42)

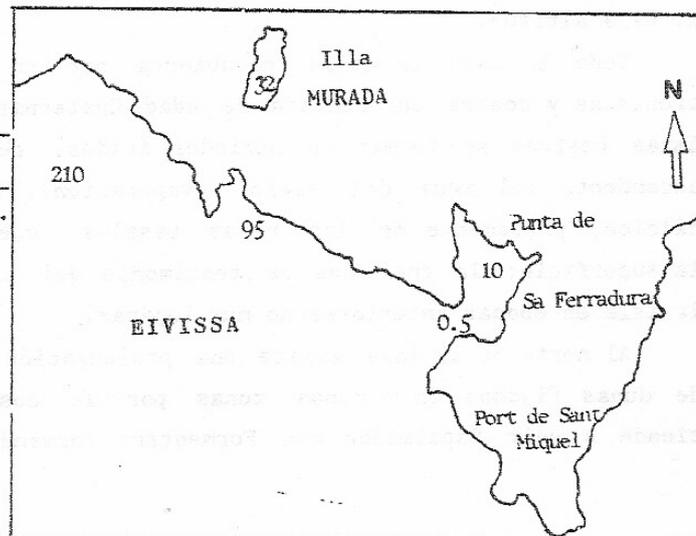
3.4.1 DESCRIPCION DEL HÁBITAT

Cerrando la ensenada del port de Sant Miquel, existe la Punta de Sa ferradura, a la cual parece referirse Eisentraut (1928,b), 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, intercruzándose 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.

Figura 3-2.

Mapa levantado a partir de las fotografías aéreas, las cifras indican las alturas topográficas.



3.4.2 FORMAS DESCRITAS

Lacerta lilfordi miguelensis EISENTRAUT, 1928

Lacerta pityusensis miguelensis EISENTRAUT, 1930

Lacerta pityusensis miguelensis MERTENS-MULLER, 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^2 , 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 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 Arctostaphylos 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.

- 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 máquia es muy pobre, pasando de forma gradual e insensiblemente a las condiciones de hábitat propias de la Punta de Trucadors, que se describirán posteriormente.

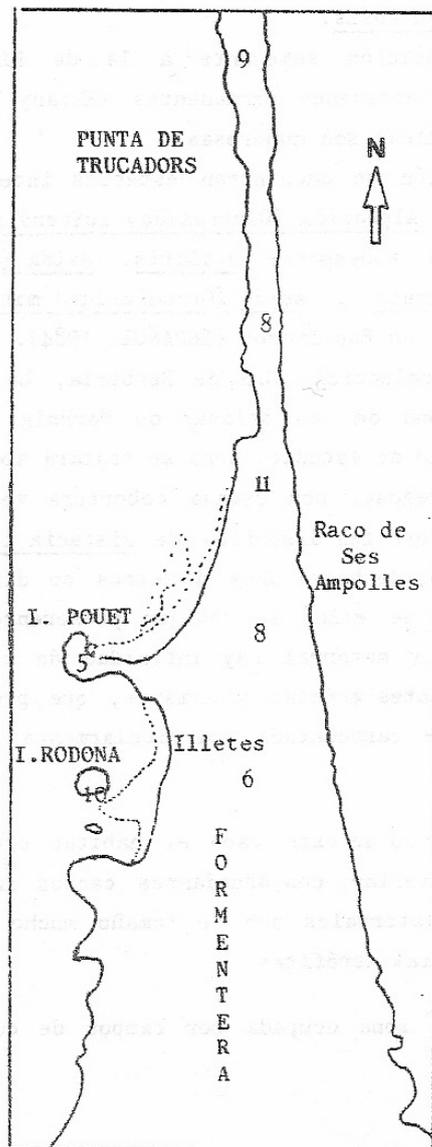


Figura 3-3. Extremo norte de la isla de Formentera. Las cifras indican las elevaciones topográficas según los mapas del servicio cartográfico militar.

3.5.2 FORMAS DESCRITAS

- Lacerta lilfordi formenterae EISENTRAUT, 1928
- Lacerta lilfordi formenterae MULLER, 1928
- Lacerta pityusensis formenterae EISENTRAUT, 1930
- Lacerta pityusensis formenterae MERTENS-MULLER, 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 Formentera) 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 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 bosquecillos 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 acúmulos 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

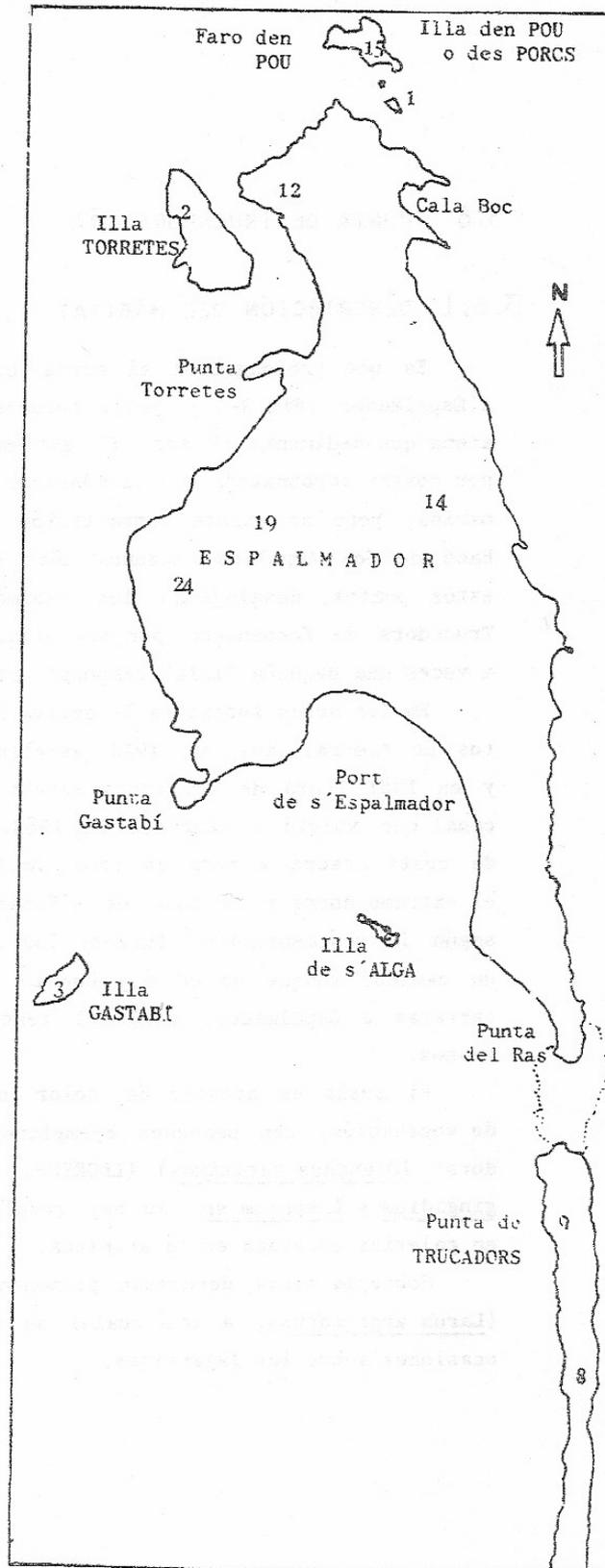
Es una prolongación al norte de Formentera hacia la isla de s'Espalmador (Fig.3-3 y 3-4), formada por areniscas y acúmulos de arena que sedimenta el mar. El extremo norte está cubierto en parte, por costra carbonatada que le confiere cierta resistencia a la erosión marina, pero no existe compactación 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 (RODRIGUEZ-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 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.

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.



3.6.2 FORMAS DESCRITAS

- Lacerta lilfordi grueni MULLER, 1928
- Lacerta lilfordi grisea EISENTRAUT, 1928
- Lacerta pityusensis grueni EISENTRAUT, 1930
- Lacerta pityusensis grueni MERTENS-MULLER, 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.

Eisenraut 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

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

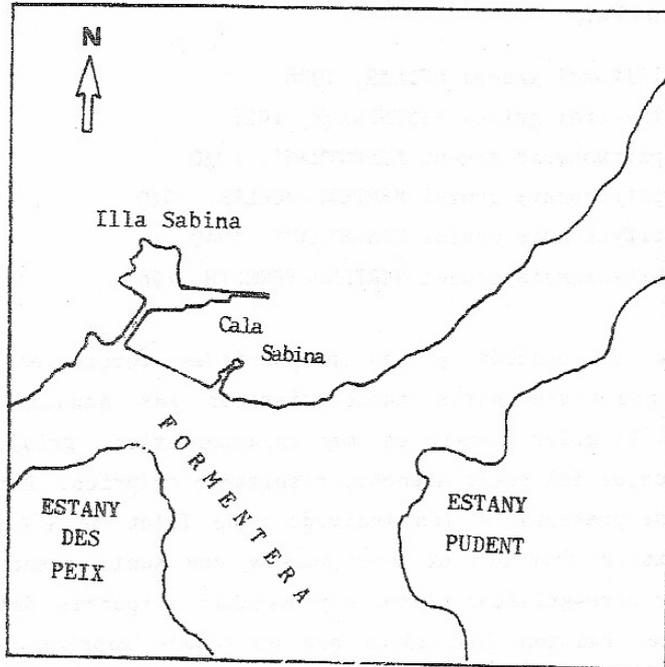
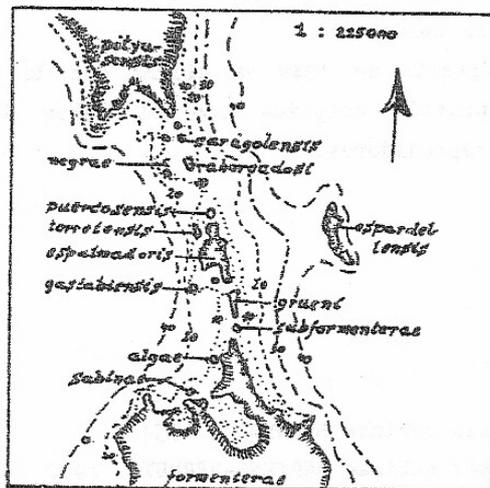


Figura 3-6. Mapa del norte de Formentera publicado en Buchholz 1954.



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 RODRIGUEZ -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.

3.8 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 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 lo 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 al 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).

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-MULLER, 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 tómbolo unido-separado 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.

3.9.3 POBLACION 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 pardo-verdoso 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. pityu-sensis 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 Pitiüsas, 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 ruderal en los campos agrícolas abandonados. Cerca del mar se instala la alianza Crithmo-limonion, 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.

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, (SCHRODER, 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 Pitiusas), 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 MULLER, 1928
- Lacerta pityusensis espalmadoris EISENTRAUT, 1930
- Lacerta pityusensis espalmadoris MERTENS-MULLER, 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 ocres y el vientre muy claro, con tonalidades salmón, celeste o verde.

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 Grithmo-limonion que se halla muy empobrecida.

3.11.1 FORMAS DESCRITAS

Lacerta lilfordi gastabiensis EISENTRAUT, 1928

Lacerta pityusensis gastabiensis EISENTRAUT, 1930

Lacerta pityusensis gastabiensis MERTENS-MULLER, 1940

Lacerta pityusensis gastabiensis EISENTRAUT, 1949

Lacerta pityusensis gastabiensis BUCHHOLZ, 1954

Lacerta pityusensis gastabiensis MERTENS-WERMUTH, 1960

Eisenraut (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.

3.12 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 está claro el nombre subespecífico 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).

La población está muy reducida en efectivos, ya que el islote es sumamente pequeño; las lagartijas presentan talla corporal pequeña y grácil con coloraciones muy claras. El dorso es gris-ocre claro, sin apenas manchas reticulares, las cuales son color pardo. El vientre es casi blanco, con reflejos semejantes al nacar. En general son más semejantes en coloración a los individuos de Punta de Trucadors y Caragoler que al individuo medio de Espalmador, si bien en esta isla también se hallan algunos individuos con coloraciones claras semejantes a la que presentan los individuos de Illot de s'Alga.

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

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 ocres 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 DESCRIPCION 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 inarimense ebusitana, Daucus gingidium y 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.

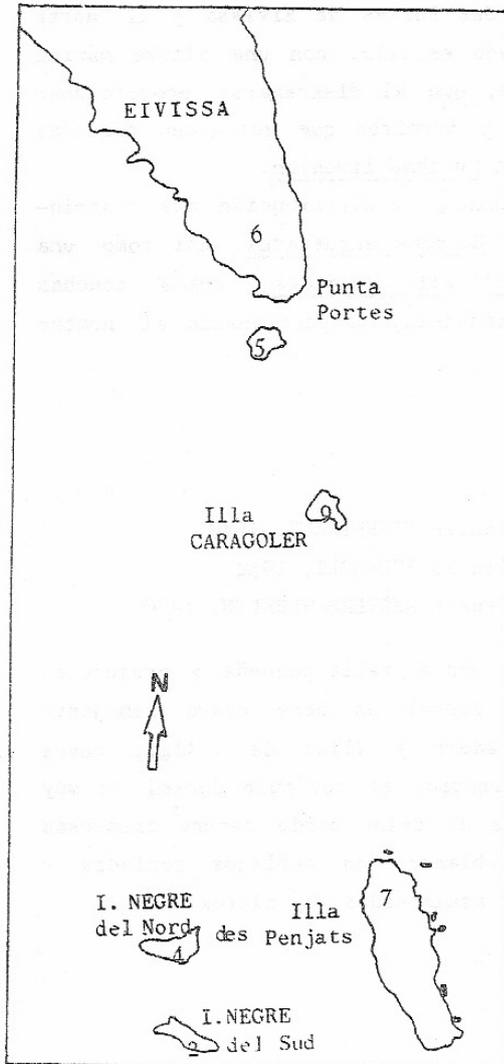
Esta isla es el único hábitat de la subespecie balearicus del tenebriónido Crypticus pubens (ESPAÑOL, 1984), además de esta especie, existen otros tenebriónidos como Asida ludovici y Tenthyria ophiusae.

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

Figura 3-7



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 se diferencian perfectamente de la población de Es Penjats, pero no ocurre así con los que presentan coloraciones pardas.

3.16 CARAGOLER O "NEGRETA" (11)

Se situa 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 enraicen 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 pityusensis gastabiensis EISENTRAUT, 1949

Lacerta pityusensis caragolensis BUCHHOLZ, 1954

Lacerta pityusensis caragolensis MERTENS-WERMUTH, 1960

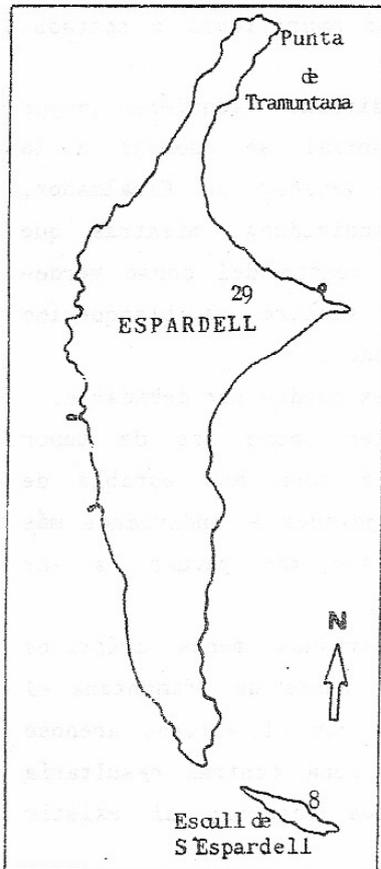
Los individuos de esta población son de talla pequeña y proporciones corporales gráciles. El color dorsal es ocre claro semejante a las poblaciones de Punta de Trucadors y Illot de s'Alga, cuyos hábitats también poseen un suelo arenoso; el retículo dorsal es muy escaso, formado por pequeñas manchas de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

3.17 ESPARDELL (12)

3.17.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

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

Figura 3-8



de cantos o rocas; la vegetación es muy baja, formada principalmente por Limonium inarimense ebusitana, Asphodelus fistulosus, Daucus gingidium, 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.

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.

3.17.2 FORMAS DESCRITAS

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

En Punta de Tramuntana las lagartijas poseen el dorso con tonos pardos muy claros, con pocas machas reticulares y nunca poseen 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, Pgu 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 ocres. 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 jóvenes 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 Tramuntana 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 actua de igual modo que sobre la isla de Formentera.

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 Alium 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 pityusensis negrae EISENTRAUT, 1930

Lacerta pityusensis gastabiensis EISENTRAUT, 1949

Lacerta pityusensis negrae BUCHHOLZ, 1954

Lacerta pityusensis 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 parduzcas 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.

3.19 ILLOT DE SA SAL ROSA (13)

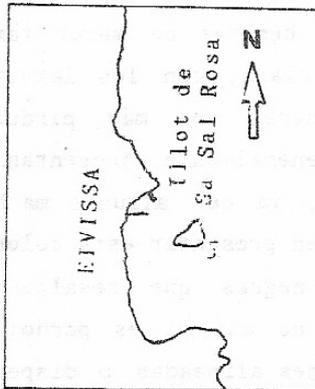
Islote situado en una pequeña ensenada frente al antiguo cargador de sal (sa Sal Rosa) de la industria salinera de Eivissa. Está separado por un canal de 2 metros de profundidad como máximo. Es un islote calizo con una vegetación no muy abundante, con pequeños matorrales achaparrados de Pistacia lentiscus,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

Figura 3-9



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.

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 margarcillosas, 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 (SCHRODER, 1984).

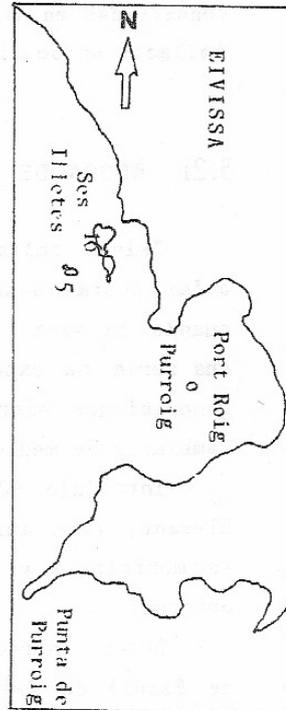
3.20.1 FORMAS DESCRITAS

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

Figura 3-10



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.

3.21 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.

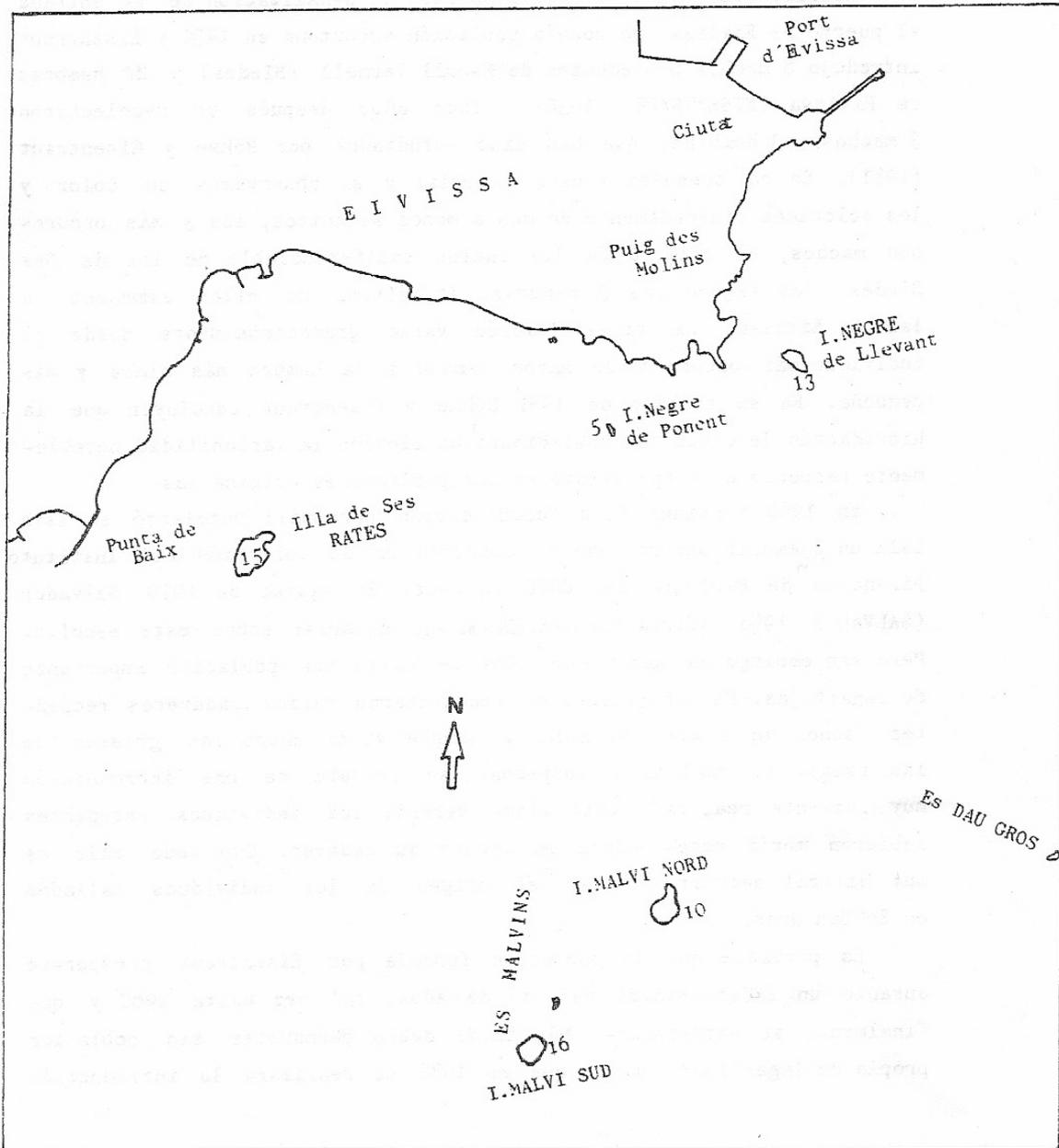
Otras introducciones semejantes se realizaron en los islotes de Escull de Tramuntana (Bledes), Es Vaixell (Bledes) y Sa Galera (norte de Es Vedrà); en los cuales no se han hallado lagartijas en las prospecciones realizadas durante los veranos de 1979 y 1980. Martínez Rica (comunicación personal) tampoco 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.

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



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 indiferenciable 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.

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 hizo sospechar se trataba de una introducción muy reciente realizada este mismo verano; los individuos excedentes debieron morir recendiéndose 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 cadaver 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 fiancos presentan tonos azul ultramar muy oscuros con grandes manchas negras. El vientre es azul ultramar distinguible al ojo humano con iluminación corriente.

3.23 ILLA DE SES RATES (17)

Se halla frente a la Punta de Baix (Fig. 3-11), en una ensenada poco profunda rellanada 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 Martínez Rica (comunicación personal) constata que la asociación vegetal ha sufrido una gran ruderalización 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-MULLER, 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.

3.24 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 gingiðium, 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 MULLER, 1927
- Lacerta lilfordi affinis MULLER, 1928
- Lacerta pityusensis affinis EISENTRAUT, 1930
- Lacerta pityusensis affinis MERTENS-MULLER, 1940
- Lacerta pityusensis affinis EISENTRAUT, 1949
- Lacerta pityusensis affinis MERTENS-WERMUTH, 1960

Müller describe una subespecie con este nombre en 1927 y situa 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.

3.25 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 MULLER, 1927

Lacerta lilfordi schreitmülleri MULLER, 1928

Lacerta pityusensis schreitmülleri EISENTRAUT, 1930

Lacerta pityusensis schreitmülleri MERTENS-MULLER, 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, Phillyrea 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 (SCHRODER, 1978 b), así

como de insectos transportados por el viento desde Eivissa, en una de las visitas se llegó a recolectar noctuidos.

3.26.1 FORMAS DESCRITA

- Lacerta lilfordi redonae EISENTRAUT, 1928
- Lacerta pityusensis redonae EISENTRAUT, 1930
- Lacerta pityusensis redonae MERTENS-MULLER, 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 DE STA. EULALIA 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 Prillyrea 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 MULLER, 1929

Lacerta pityusensis grossae EISENTRAUT, 1930

Lacerta pityusensis grossae MERTENS-MÜLLER, 1940

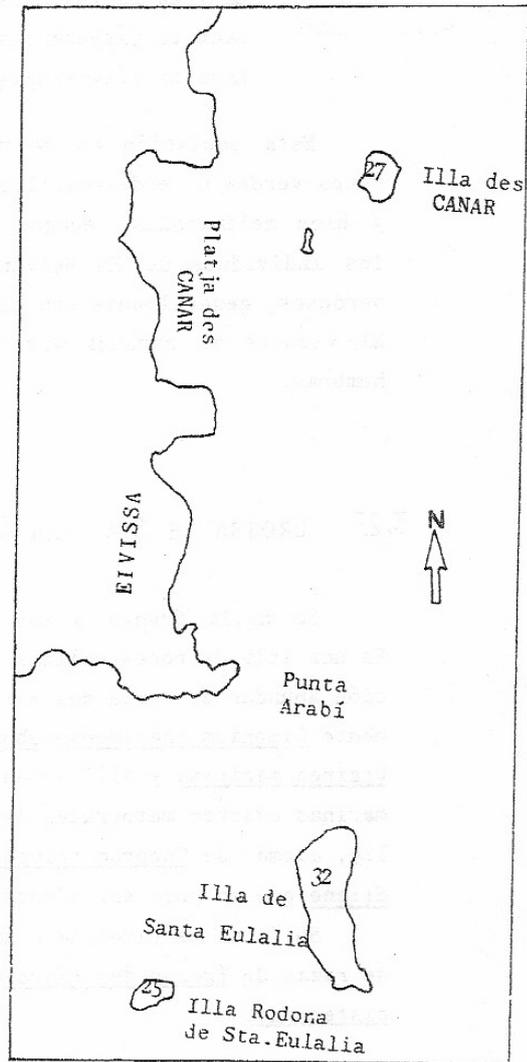
Lacerta pityusensis grossae EISENTRAUT, 1949

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 por el 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 o pardos, en ocasiones anaranjados y los vientres con tonos naranja.

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.

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



3.28 Es CANAR (22)

Islote situado entre las playas de Es Canar 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.

Su fauna es semejante a la de las islas vecinas de Sta. Eulalia, si bien es la "Terra typica" de Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana canae (SCHRODER, 1978 b). 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-MULLER, 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 manchas reticulares negras que forman rayas longitudinales muy conspicuas. Los laterales son ocres anaranjados y el vientre generalmente anaranjado más o menos intenso.

3.29 TAGOMAGO (23)

3.29.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

Es uno de los islotes mayores y con mayor altura topográfica de las Pitiüsas. 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.

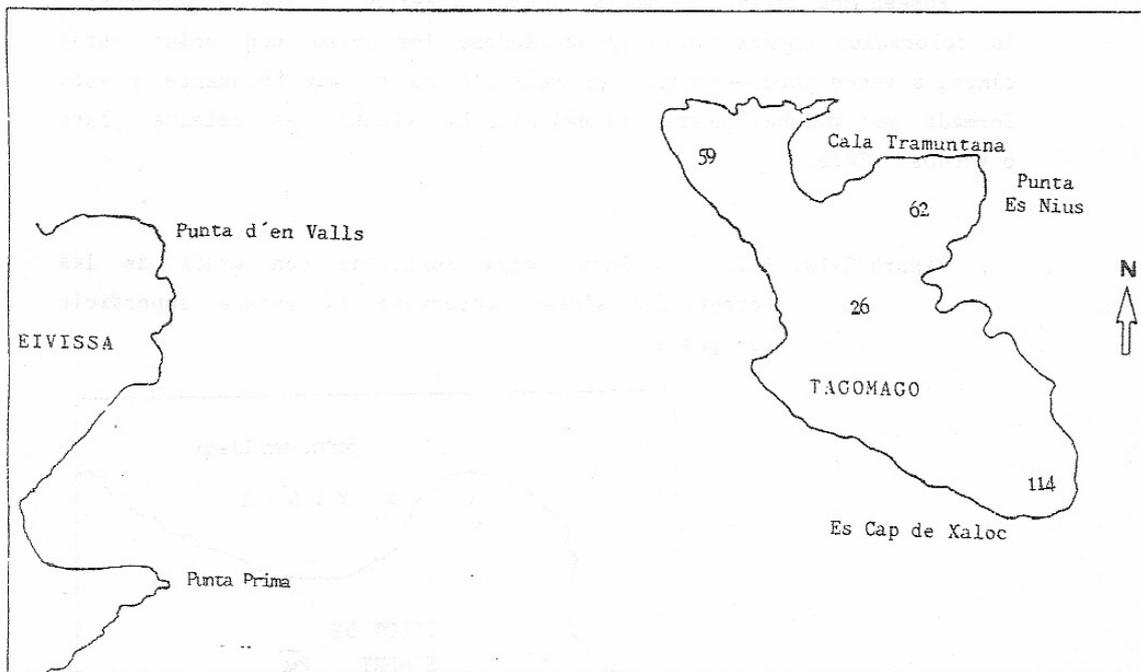
Entre su fauna vertebrada, además de lagartijas, se cuenta con Oryctolagus cuniculus, Falco peregrinus y Larus argentatus, estas dos aves nidifican en la isla. Entre los invertebrados hay interesantes subespecies como Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana ortizi (SCHRODER, 1978b) y los tenebriónidos Asida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

3.29.2 FORMAS DESCRITAS

- Lacerta lilfordi tagomagensis MULLER, 1927
- Lacerta lilfordi tagomagensis MULLER, 1928
- Lacerta pityusensis tagomagensis EISENTRAUT, 1930
- Lacerta pityusensis tagomagensis MERTENS-MULLER, 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-parduzco, 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 longitudinales más o menos definidas. El vientre siempre adquiere coloraciones muy claras, con tonos celestes o verde esmeralda y en ocasiones asalmonado.

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.



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.

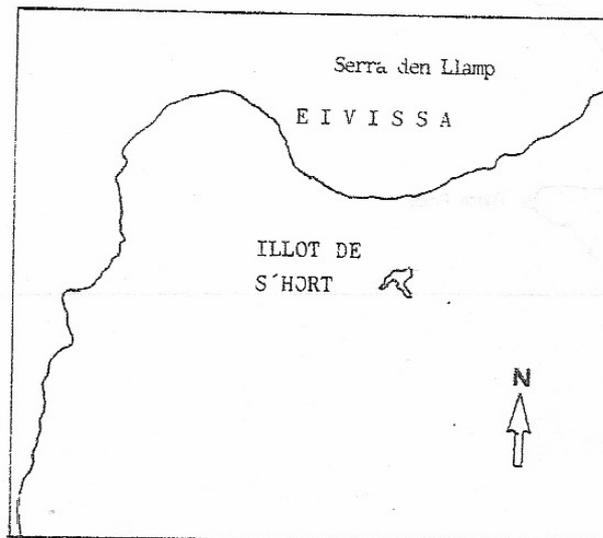
3.30. FORMAS DESCRITAS

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.

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



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 mesquidae del gasterópodo Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana (SCHRODER, 1978).

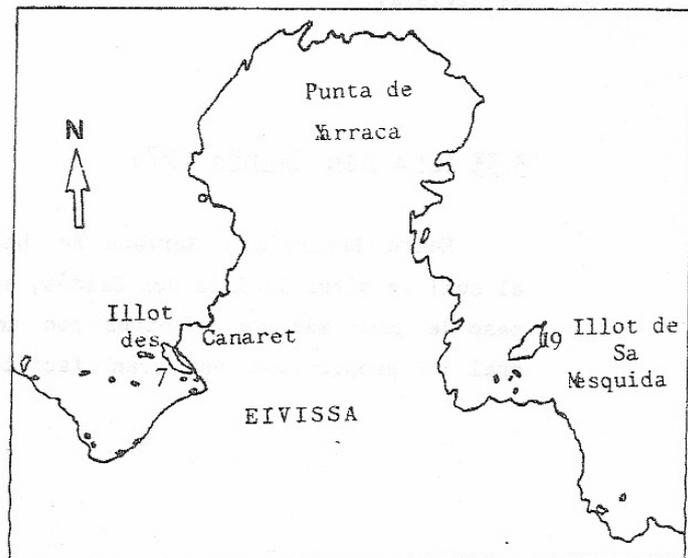
3.31.1 FORMAS DESCRITAS

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.



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 maritima, 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.

3,32.1 FORMAS DESCRITAS

Podarcis pityusensis canaretensis CIRER, 1980

Poseen una coloración semejante a la que ostentan las poblaciones vecinas, con dorso verdoso en los machos y más parduzco 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.

3,33 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 caldesiana (SCHRODER, 1978).

3.33.1 FORMAS DESCRITAS

Lacerta lilfordi caldesiana MULLER, 1928

Lacerta pityusensis caldesiana EISENTRAUT, 1930

Lacerta pityusensis caldesiana MERTENS-MULLER, 1940

Lacerta pityusensis caldesiana EISENTRAUT, 1949

Lacerta pityusensis 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.

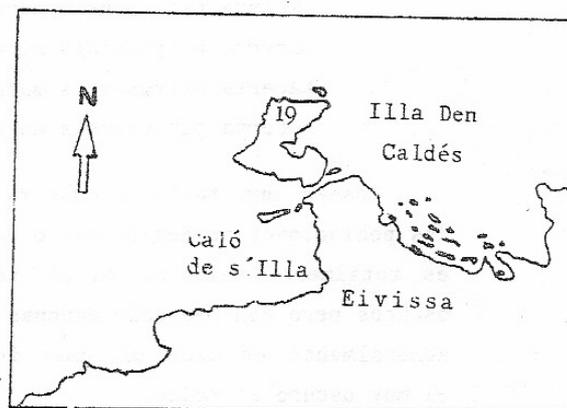


Figura 3-16.

3.34 ILLA MURADA (28)

3.34.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

Se halla muy cerca del Port de Sant Miquel, 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, Helic' ysum 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 (SCHRODER, 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).

3.34.2 FORMAS DESCRITAS

Lacerta lilfordi muradae EISENTRAUT, 1928

Lacerta pityusensis muradae EISENTRAUT, 1930

Lacerta pityusensis muradae MERTENS-MULLER, 1940

Lacerta pityusensis muradae EISENTRAUT, 1949

Lacerta pityusensis muradae MERTENS-WERMUTH, 1960

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.

3.35 ILLA MARGALIDA (29)

3.35.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

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 Kuhnier (1978) que es un endemismo que habita solo en este islote. Además viven en ella Limonium inarimense ebusitana, Lavatera arborea, Asparagus stipularis, Allium ampelloprasmum y Crithmum maritimum (KUHBIER, 1978).

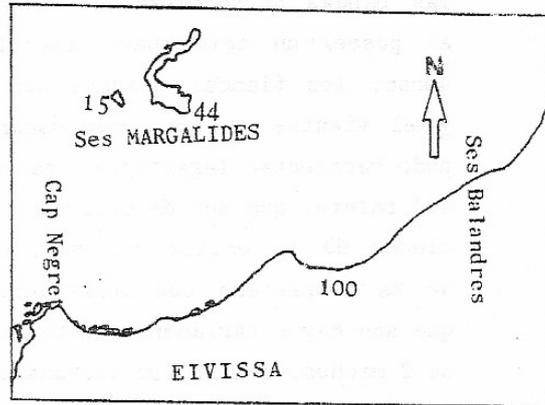


Figura 3-18. Mapa levantado a partir de las fotografías aéreas, se indican con cifras las alturas topográficas más relevantes.

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

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 MULLER, 1927
Lacerta lilfordi hedwig-kamerae MULLER, 1928
Lacerta pityusensis hedwig-kamerae EISENTRAUT, 1930
Lacerta pityusensis hedwig-kamerae MERTENS-MULLER, 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 podran 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.

3.36.1 FORMAS DESCRITAS

Lacerta lilfordi calae saladae MULLER, 1928

Lacerta pityusensis calae saladae EISENTRAUT, 1930

Lacerta pityusensis calae-saladae MERTENS-MULLER, 1940

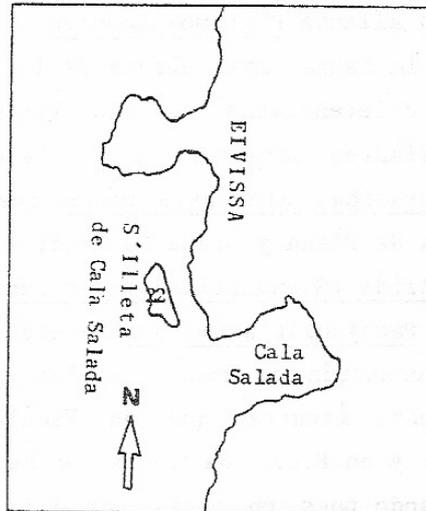
Lacerta pityusensis calae-saladae EISENTRAUT, 1949

Lacerta pityusensis calaesaladae 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.

Figura 3-18.

Mapa de las costas de
Cala Salada.



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 Pitiüsas por un mar profundo que alcanza los 70 metros, lo cual les confiere un aislamiento relativamente elevado.

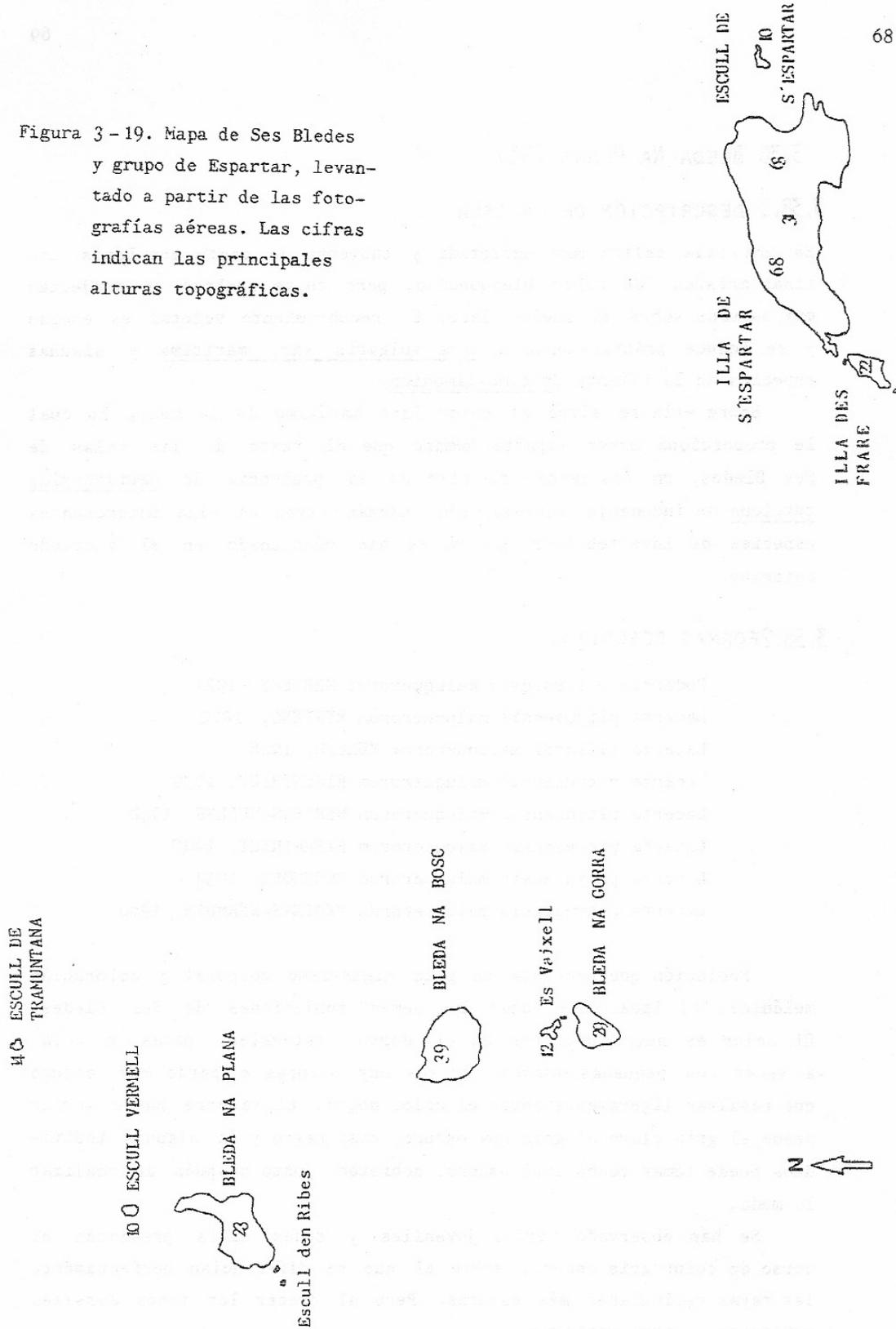
Todas ellas están formadas por dolomías y calizas (RANGHEARD; 1969); y su nombre alude a que sobre ellas abunda la acelga marina (Beta vulgaris var. maritima), junto a las especies características de la alianza Crithmo-limonion.

La fauna invertebrada de las Bledas 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 Bledas 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 Bledas.

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.

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.



3.38 BLEDA NA PLANA (31)

3.38.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

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.

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.

3.38.2 FORMAS DESCRITAS

- Podarcis pityusensis maluquerorum MERTENS, 1921
- Lacerta pityusensis maluquerorum MERTENS, 1922
- Lacerta lilfordi maluquerorum MULLER, 1928
- Lacerta pityusensis maluquerorum EISENTRAUT, 1930
- Lacerta pityusensis maluquerorum MERTENS-MULLER, 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.

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.

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-MULLER, 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 3-19). 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 MULLER, 1928

Lacerta pityusensis maluquerorum EISENTRAUT, 1930

Lacerta pityusensis gorrae EISENTRAUT, 1949

Lacerta pityusensis maluquerorum BUCHHOLZ, 1954

Lacerta pityusensis maluquerorum MERTENS-WERMUTH, 1960

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 pityusensis gorrae EISENTRAUT, 1930

Lacerta pityusensis maluquerorum MERTENS-WERMUTH, 1940

Lacerta pityusensis gorrae EISENTRAUT, 1949

Lacerta pityusensis maluquerorum BUCHHOLZ, 1954

Lacerta pityusensis 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 sitúa 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.

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 MULLER, 1927

Lacerta lilfordi kochi MULLER, 1928

Lacerta pityusensis kochi EISENTRAUT, 1930

Lacerta pityusensis carl-kochi MERTENS-MULLER, 1940

Lacerta pityusensis carl-kochi EISENTRAUT, 1949

Lacerta pityusensis carlkochi MERTENS-WERMUTH, 1960

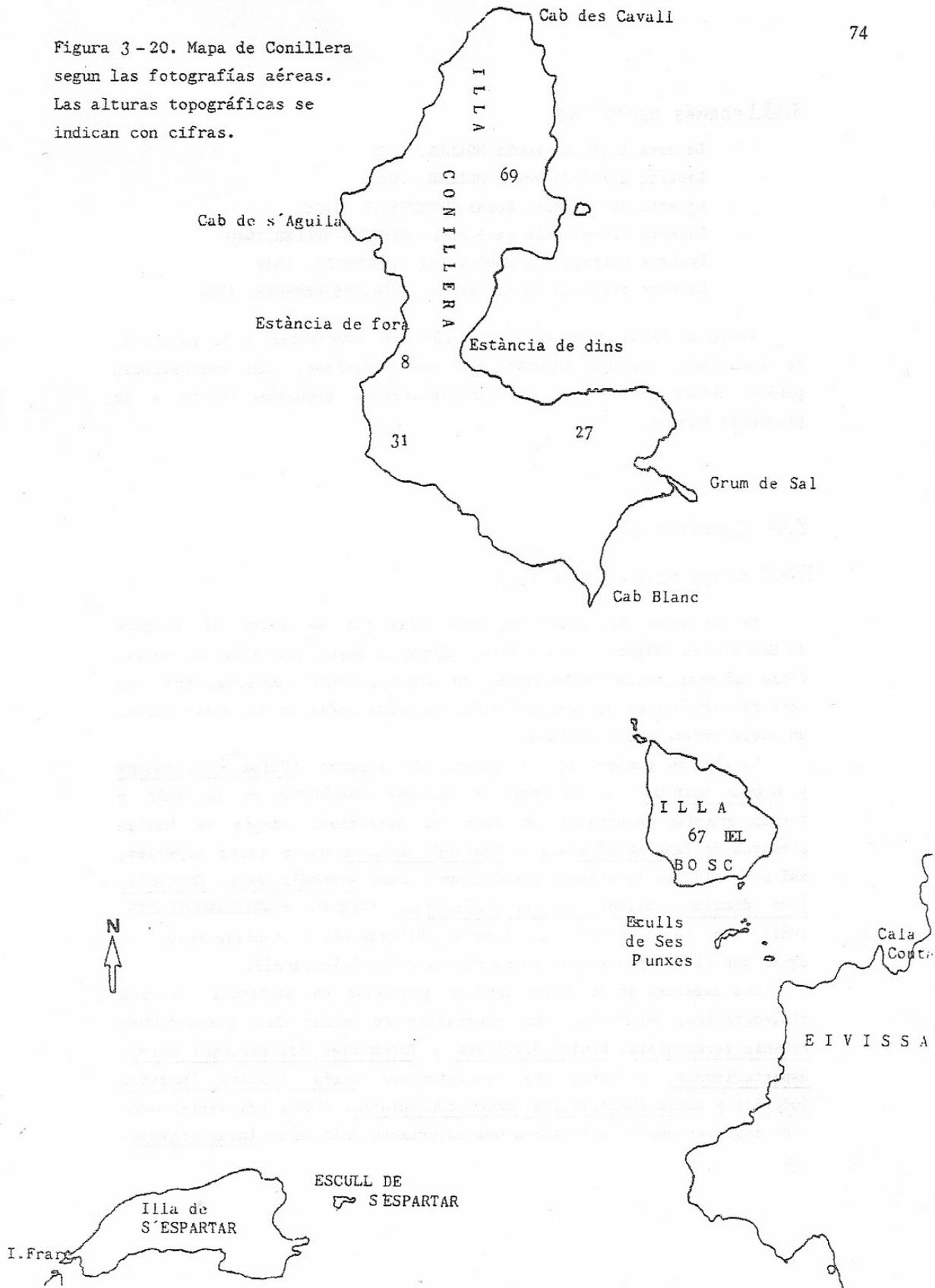
Su talla corporal es intermedia-grande. La coloración del dorso en la mayoría de individuos es verde oscuro, en algunos se presenta el color pardo o verde-parduzco; el retículo dorsal es de color pardo muy oscuro o negro y se dispone en rayas más o menos gruesas, a veces interrumpidas adquiriendo un tono más claro en las zonas de interrupción. Los flancos son beig 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. 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.

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



3.43.1 FORMAS DESCRITAS

- Lacerta lilfordi kochi MULLER, 1927
- Lacerta lilfordi kochi MULLER, 1927
- Lacerta pityusensis kochi EISENTRAUT, 1930
- Lacerta pityusensis carl-kochi MERTENS-MULLER, 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 paui, 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 (Granulasida) mater cunicularia. Entre los vertebrados cabe destacar que en ella anida una importante colonia de Larus argentatus.

3.44.2 FORMAS DESCRITAS

- Lacerta pityusensis kameriana MERTENS, 1927
- Lacerta lilfordi kameriana MULLER, 1928
- Lacerta pityusensis kameriana EISENTRAUT, 1930
- Lacerta pityusensis kameriana MERTENS-MULLER, 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 MULLER, 1928
- Lacerta pityusensis zenonis EISENTRAUT, 1930
- Lacerta pityusensis zenonis MERTENS-MULLER, 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 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 asparto 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-MULLER, 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 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).

3.47 ES VEDRÀ (40)

3.47.1 DESCRIPCIÓN DE LA ISLA

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).

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 liquen Xantoria sp.

Posee un gran interés botánico y biogeográfico en general ya que en ella viven notables endemismos de distribución restringida como Saxifraga cossoniana, Scabiosa cretica (FONT I QUER, 1926), Santolina chamaecypa-

rissus (CARDONA, 1980), junto a otras especies como Withania frutescens, Euphorbia dendroides, Silene italica hifacensis, Centaurea intybacea, Elaeoselinum asclepium, Asperula paui, 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.

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 MULLER, 1927

Lacerta lilfordi vedrae MULLER, 1928

Lacerta pityusensis vedrae EISENTRAUT, 1930

Lacerta pityusensis vedrae MERTENS-MULLER, 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.

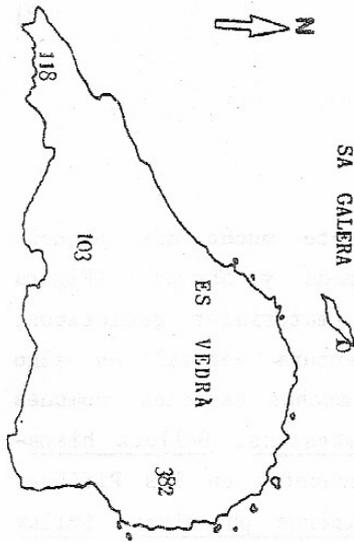
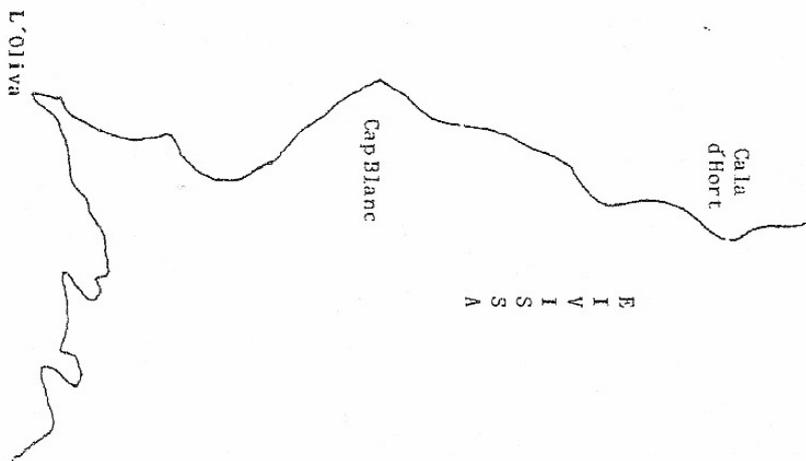


Figura 3-21. Mapa de Vedrà y Vedranell según las fotografías aéreas, completado con los datos del servicio cartográfico militar. Las principales alturas topográficas se indican con cifras.



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 MULLER, 1928

Lacerta pityusensis vedrae EISENTRAUT, 1930

Lacerta pityusensis vedrae MERTENS MULLER, 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.

4 REVISIONES TAXONOMICAS RECIENTES

4.1 INTRODUCCION

Desde la publicación del catálogo de Mertens-Wermuth (1960), Podarcis pityusensis 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.

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 incluídas 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, confundándose 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.

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

taxnómica 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

Lacera 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 kameriana

Lacerta pityusensis frailensis

Lacerta pityusensis maluquerorum
Lacerta pityusensis gorrae

Lacerta pityusensis vedrae
Lacerta pityusensis vedranellensis

En su conjunto es un trabajo meticulado, 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.

4.3 MONOGRAFÍA 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 foliosis, 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.

4.3 MONOGRAFÍA 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 foliosis, 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.

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.

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.

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 foliosis, el número de poros femorales, el número de lamelas bajo el 4º 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.

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.

Podarcis pityusensis maluquerorum 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 Rodona

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)

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 hedwigkerae

Distribución: Ses Margalides

Raza grande y melánica entre negro grafito y verde oscuro, melanismo más acusado que la población de Illa Murada.

Podarcis pityusensis calaesaladae

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 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 con manchas negras. Los vientres amarillentos. Las hembras poseen dorso pardo o rojizo y rayas negras, con líneas supraciliares ocre 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 Rodríguez Ruiz es cercana a Espalmador.

También incluye la población de illa des Porcs ya que no difiere en proporciones ni en coloración de la población de Espalmador.

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.

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.

5. HISTORIA GEOLOGICA Y CLIMA ACTUAL DE LAS PITIÜSAS

5.1. BREVE INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA DE LAS PITIÜSAS

Los materiales que forman las Pitiüsas 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 Citrabético que hoy en día forman las Cordilleras Litorales Catalanas y la Meseta Ibérica respectivamente. Aunque las Pitiüsas 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 Pitiüsas 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 interglaciar, 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 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 Pitiúsas 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 reunificarse las poblaciones, junto a las logradas más recientemente durante el Holoceno (MARTINEZ 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.

5.2.1 VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR ANTERIORES AL WÜRM

No se posee información directa sobre la línea de costa en las Pitiüsas 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 interglaciar Riss-Würm (hace unos 300.000 - 200.000 años) el nivel del mar se sitúa entre los 25 y los 30 metros por encima del nivel actual (CUERDA, 1984), volviéndose a inundar las zonas bajas de las Pitiüsas 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:

TABLA 5 - I

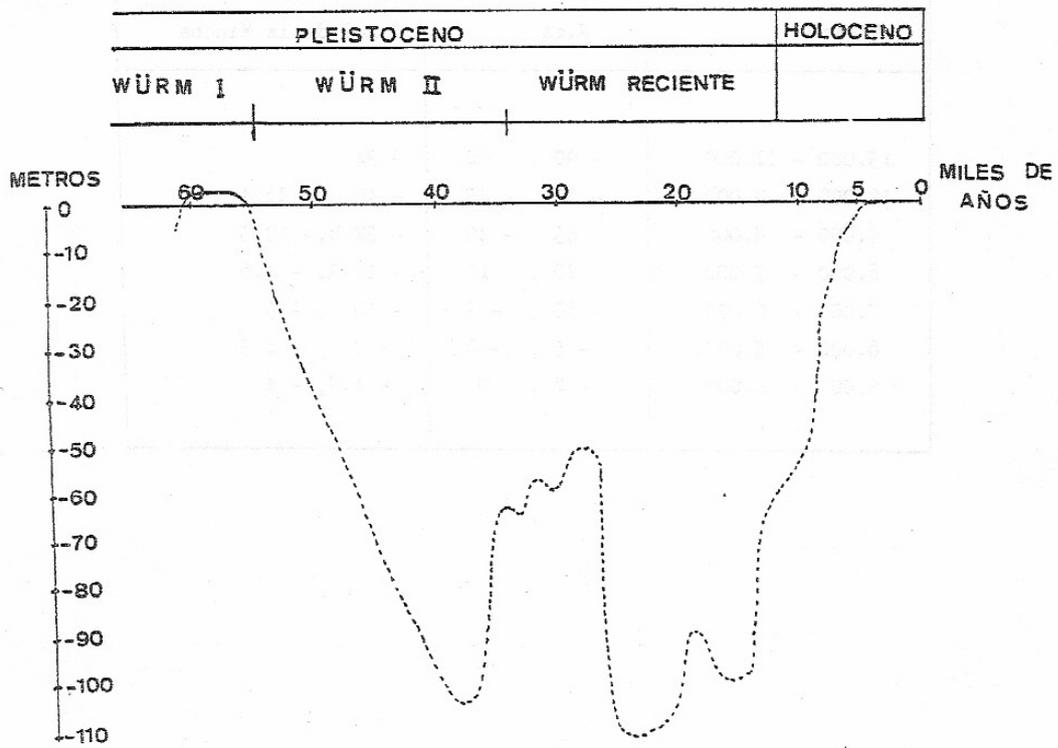
ISLA	ALTURA MÁXIMA	Profundidad Máxima respec- to a Eivissa	Profundidad Máxima a la Isla más Próxima
Eivissa	475	-	-
Formentera	202	9.5	-
Punta Trucadors	9	9.5	0 Formentera
Rodona Illetes	10	9.5	1 Formentera
Espalmador	24	9.5	1 Formentera
Gastabí	3	9.5	9 Espalmador
Alga	2	9.5	2 Espalmador
Torretes	2	9.5	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

- = La isla más cercana es Eivissa. Los datos batimétricos inferiores a 3 metros frecuentemente varían debido a fenómenos de deriva litoral.

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.

Tiempo	Niza	Canal de la Mancha
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

Figura 5 - 1. Variaciones del nivel del Mediterráneo en las costas de Niza, según LUMLEY (1976), durante la última glaciación cuaternaria y el Holoceno.



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 Pitiüsas forman una única isla emergida.

Al final del interglaciar: 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

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 Ferràn (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.

Si no ha variado el fondo de la cuenca marina desde esta última transgresión, todos los islotes de las Pitiüsas 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).

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.

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.

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/Frare	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
Gastabí	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	-	-

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 Tago-mago, 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 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.

Solo se poseen datos de radiación media de dos estaciones meteorológicas: Eivissa-Aeropuerto y La Savina, situada al norte de Formentera, apreciándose que ésta última recibe más horas de sol durante todo el año (Tabla 5-IV), alcanzando una media máxima durante el mes de julio con un 80 % de las horas diurnas, frente al 77 % que alcanza la estación de Eivissa-Aeropuerto durante este mismo mes.

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 es excesivamente pequeña, pero que sin embargo podría estar relacionado con causas microclimáticas debidas al enclave de cada estación meteorológica (GUIJARRO, 1984).

	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Annual
Eivissa-Aeropuerto (1961 - 1979)													
Media diaria horas de Insolación	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 (%)	54	58	54	61	67	70	77	73	64	59	57	51	64
La Savina (1940-1951)													
Media diaria horas de Insolación	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 (%)	56	63	58	60	66	75	80	76	61	59	60	51	66

Tabla 5 - IV. Datos de Insolación de las Pitiusas presentados por Guijarro (1984).

En la estación de La Savina se aprecia una mayor insolación media anual respecto a la estación de Eivissa-Aeropuerto.

Así por ejemplo las temperaturas registradas durante un mismo periodo en las estaciones de Sant Miquel, Santa Eulalia y Coves Blancs 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 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.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Eivissa Central Térmica													
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
Eivissa Aeropuerto													
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
La Savina													
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 (1976).

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.

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.

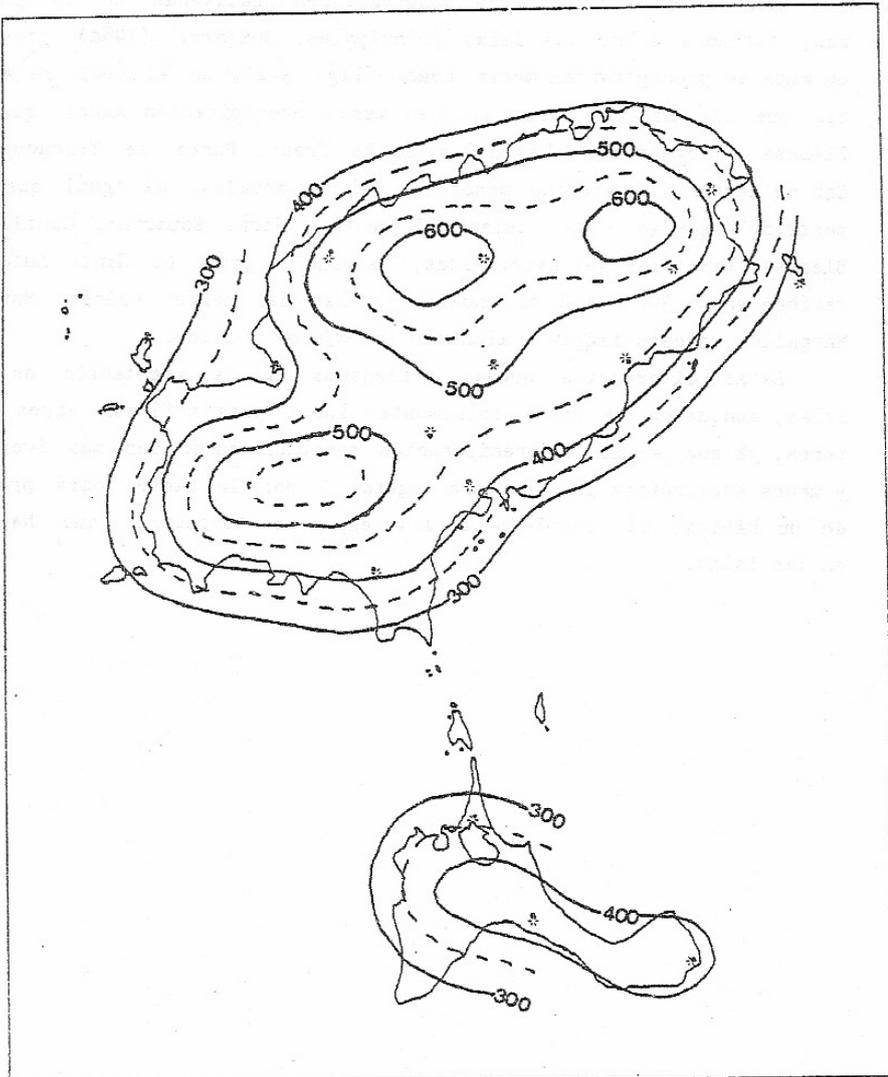
Por lo tanto los animales sin una clara homeotermia pueden permanecer activos durante cualquier mes del año, aunque los días con temperaturas más bajas entren en letargo. Todos los años durante los meses de invierno, aunque en distintas fechas según el año, se goza de unos días de relativo bienestar 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:

Figura 5 - 2. Mapa pluviométrico de las Pitiüsas 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.



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 Eivissa y Formentera. Las islas de Es Freus, Punta de Trucadors y Cab 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 habiten en las islas.

6 ANALISIS ESTADISTICOS

6.1 INTRODUCCION

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 contrartarlos 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, foliosis). 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.

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.

Recientemente se ha aplicado el método de análisis biplot a la sistemática de Podarcis ibéricas (PEREZ 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.

TABLA 6-I

Efectivos utilizados en los análisis estadísticos, procedentes de distintas colecciones.

Nº	Población	O					+O					TOTALES		
		Col. Propia	Ins. Pir. Eco. Jaca	Senckenberg	A. Koenig	Zool. Staat. Munich	Total Machos	Col. Propia	Ins. Pir. Eco. Jaca	Senckenberg	A. Koenig		Zool. Staat. Munich	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	Espardell	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

6.2 ANALISIS 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 muestral y la desviación típica:

$$L = \bar{x} \pm t_{.05(n-1)} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Siendo:

s = desviación típica

n = tamaño muestral

t = valor de t-student para n individuos a un nivel de confianza del 0.95.

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.

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.

Figura 6-1

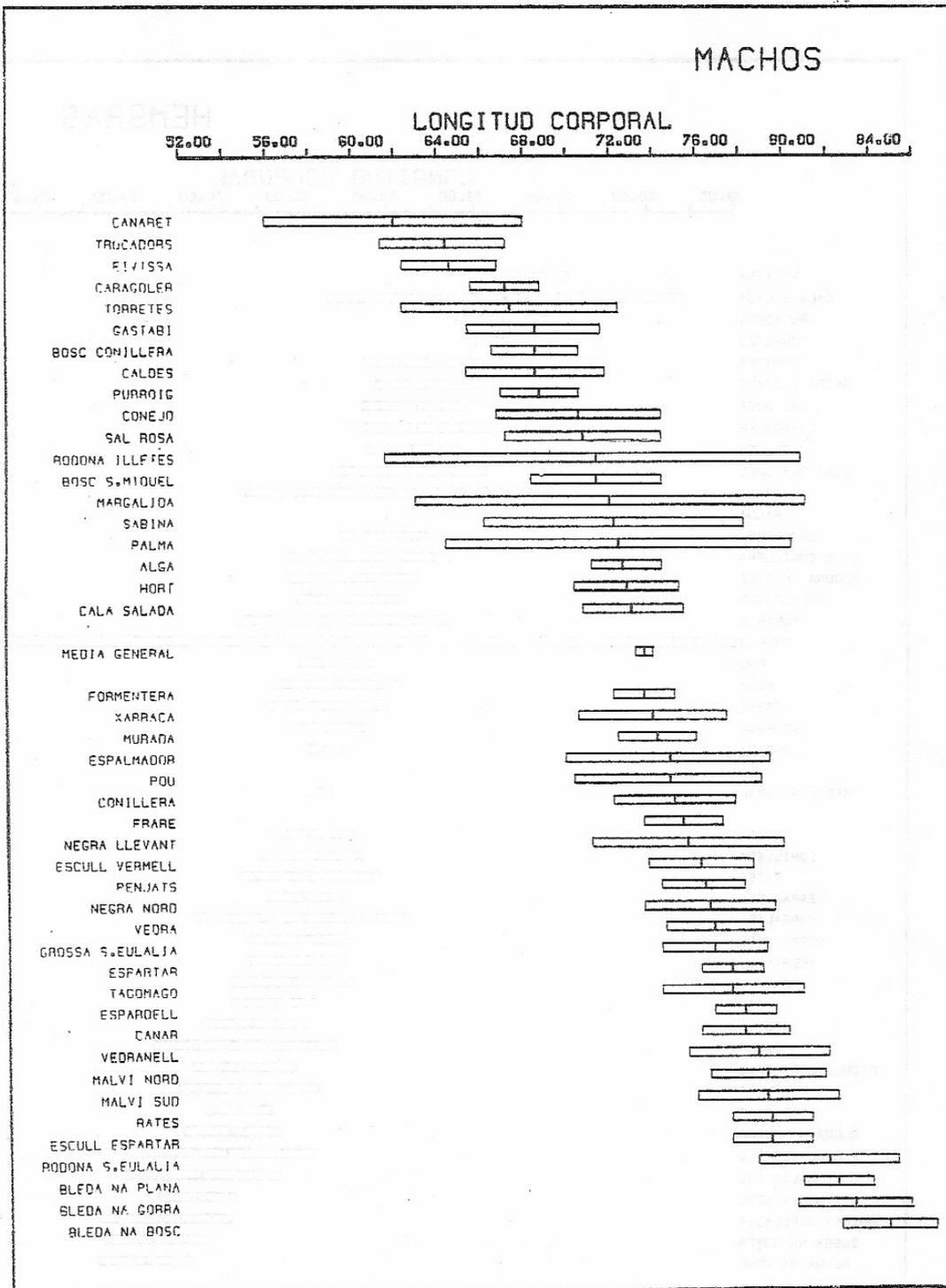


Figura 6-2

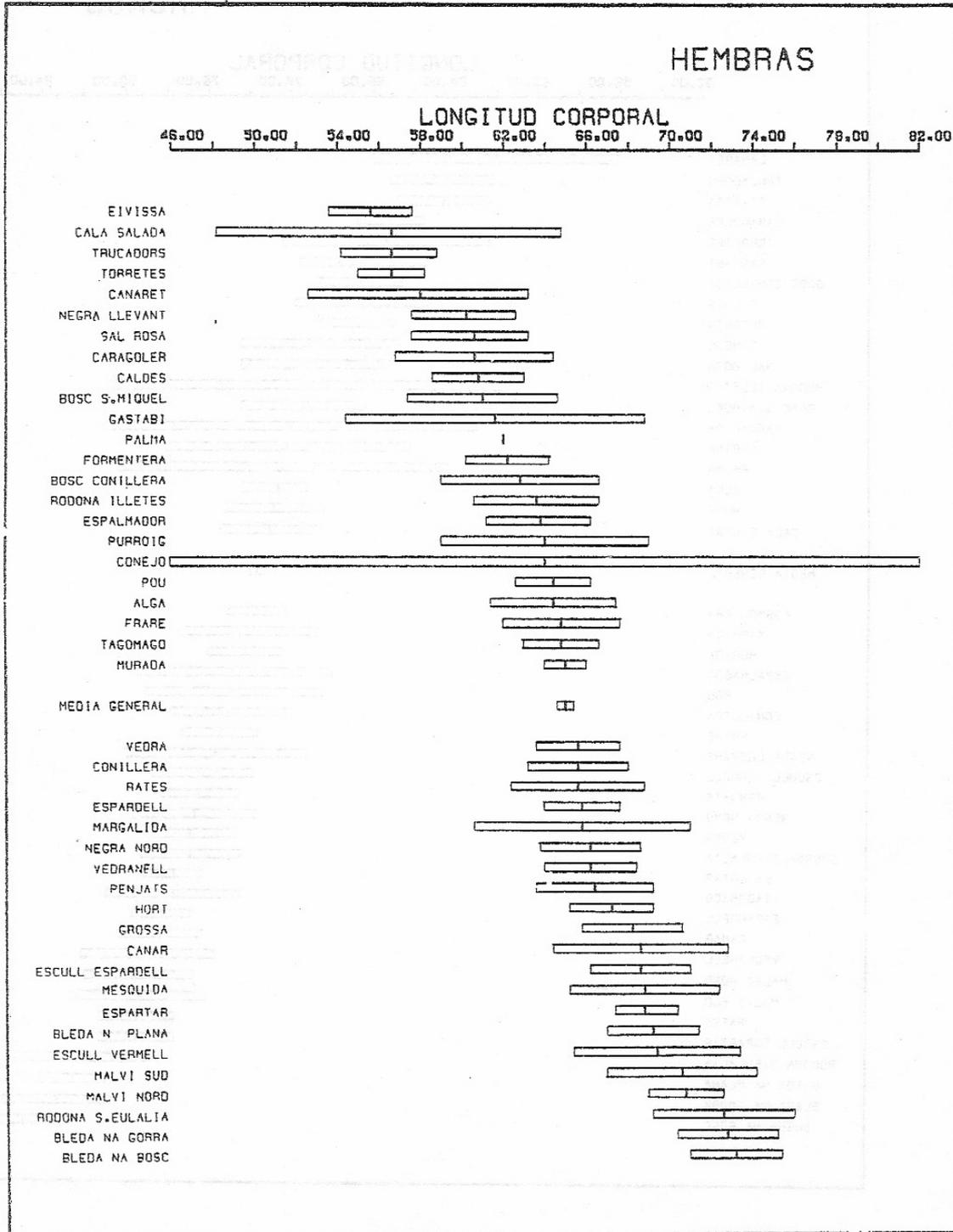


Figura 6-3

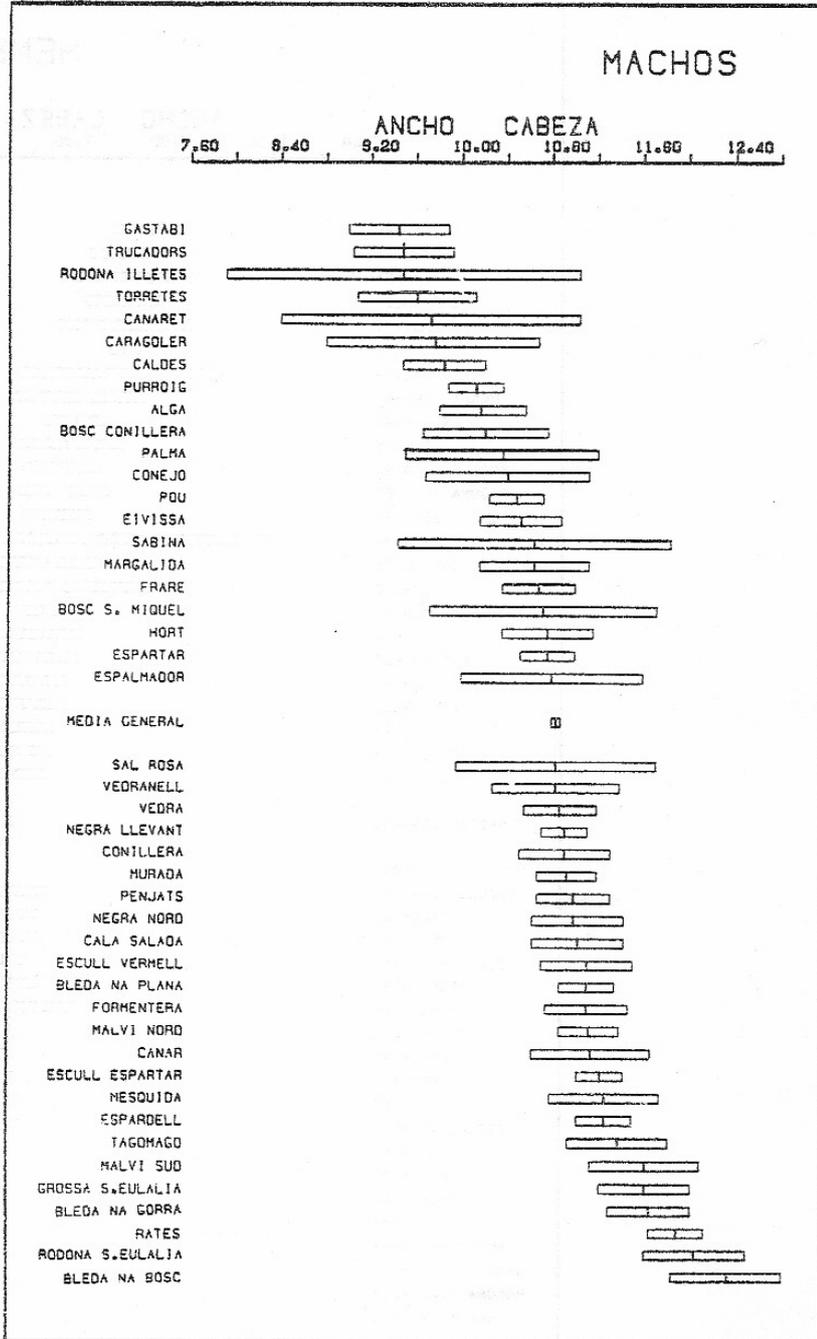


Figura 6-4

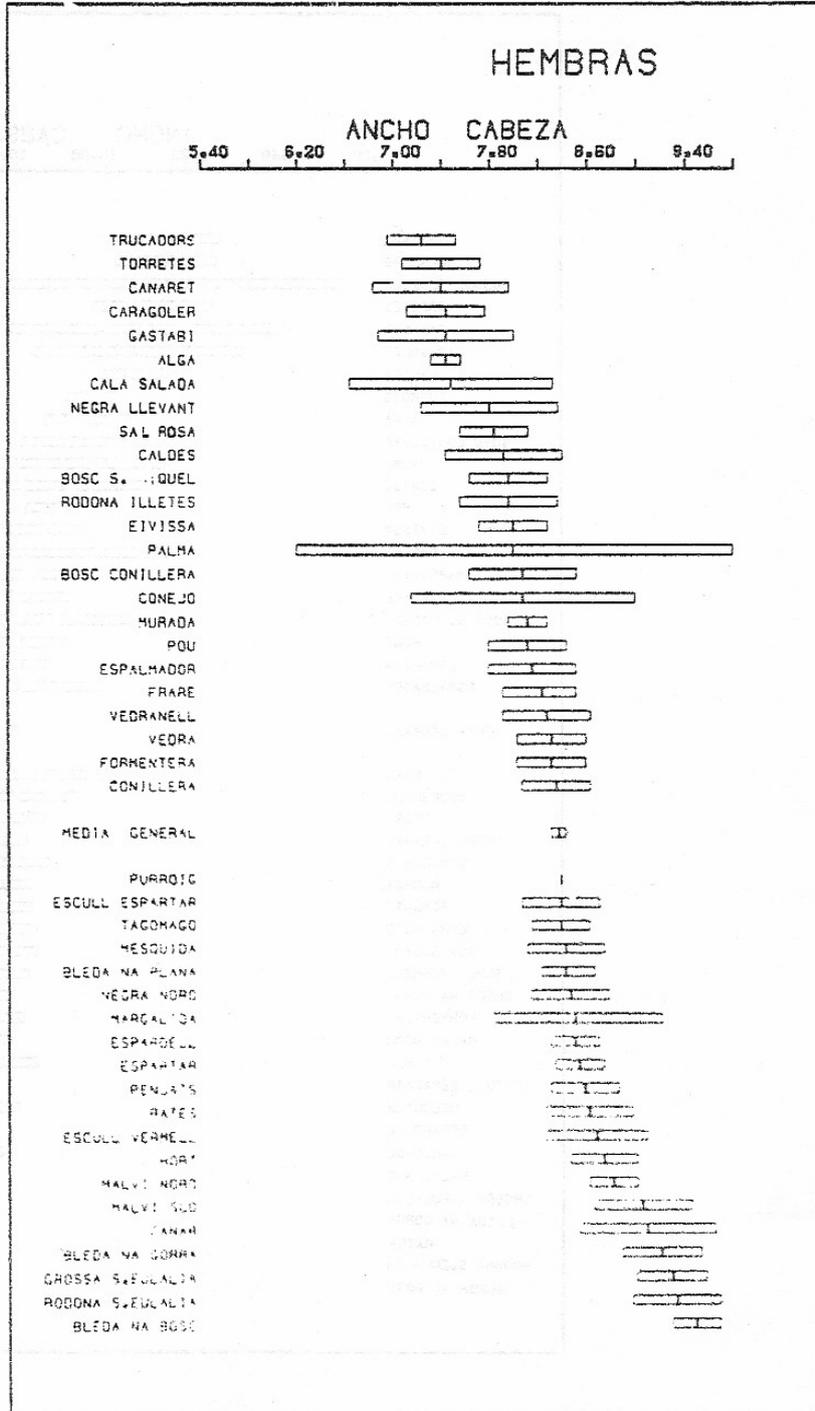


Figura 6-5

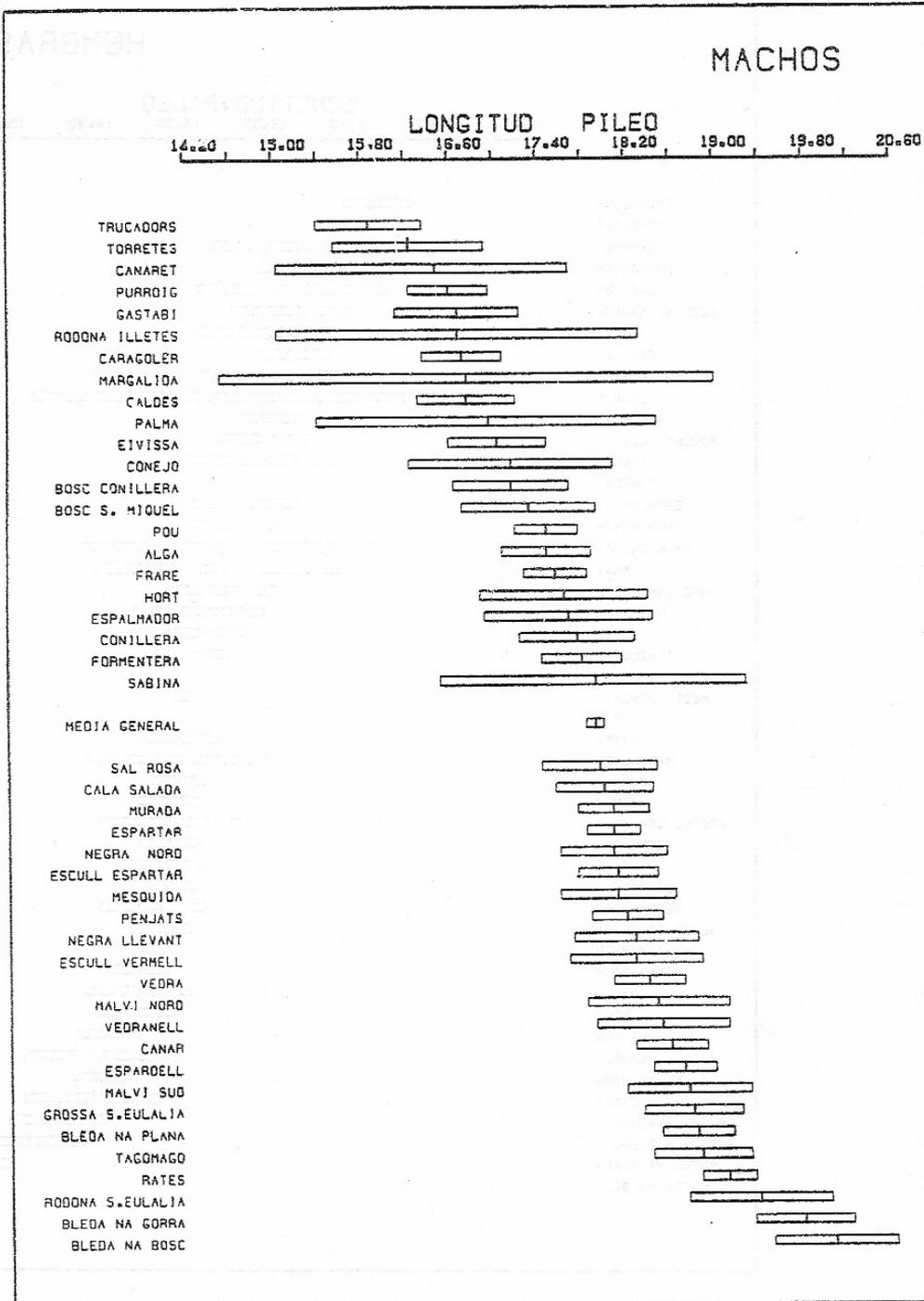


Figura 6-6

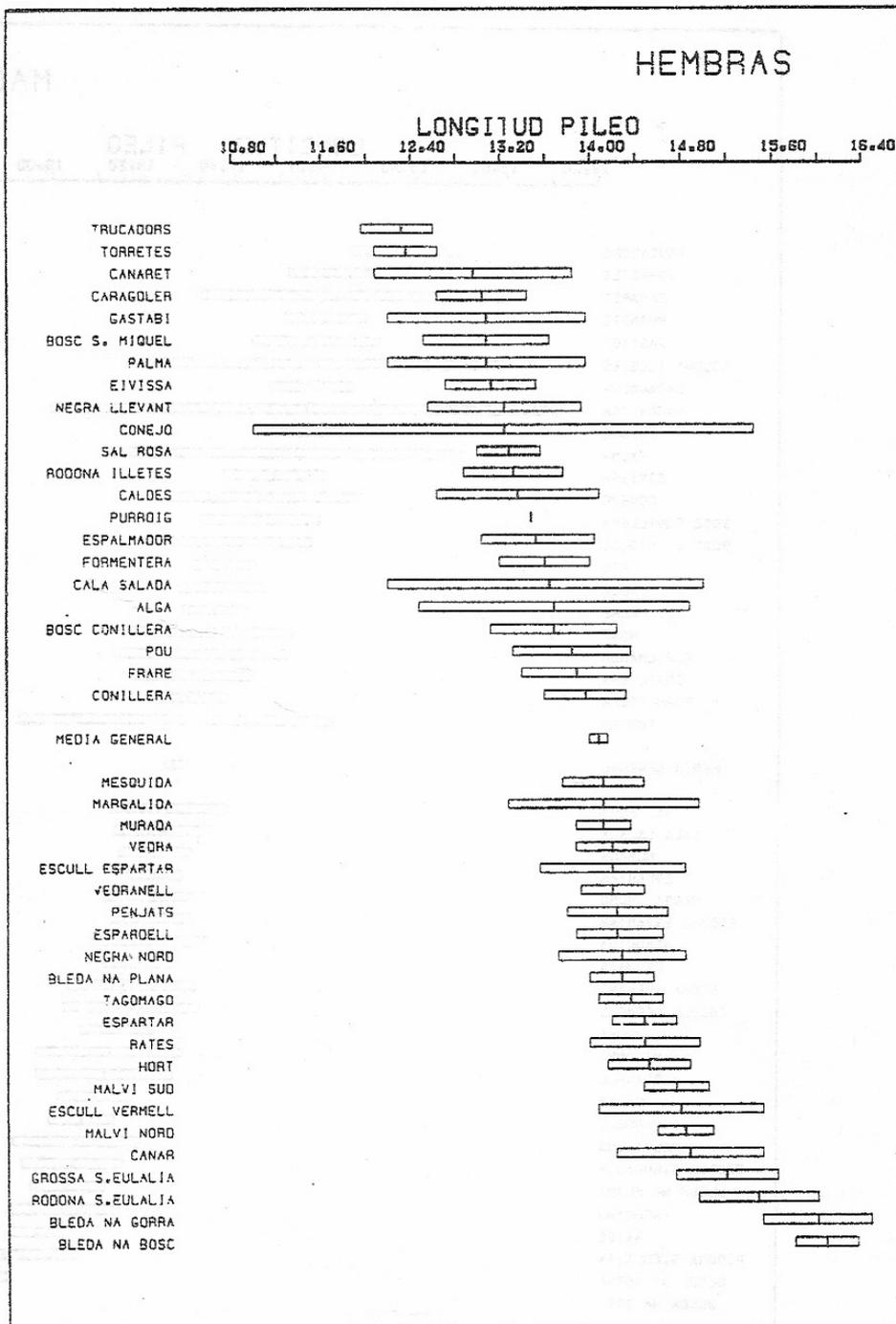


Figura 6-7

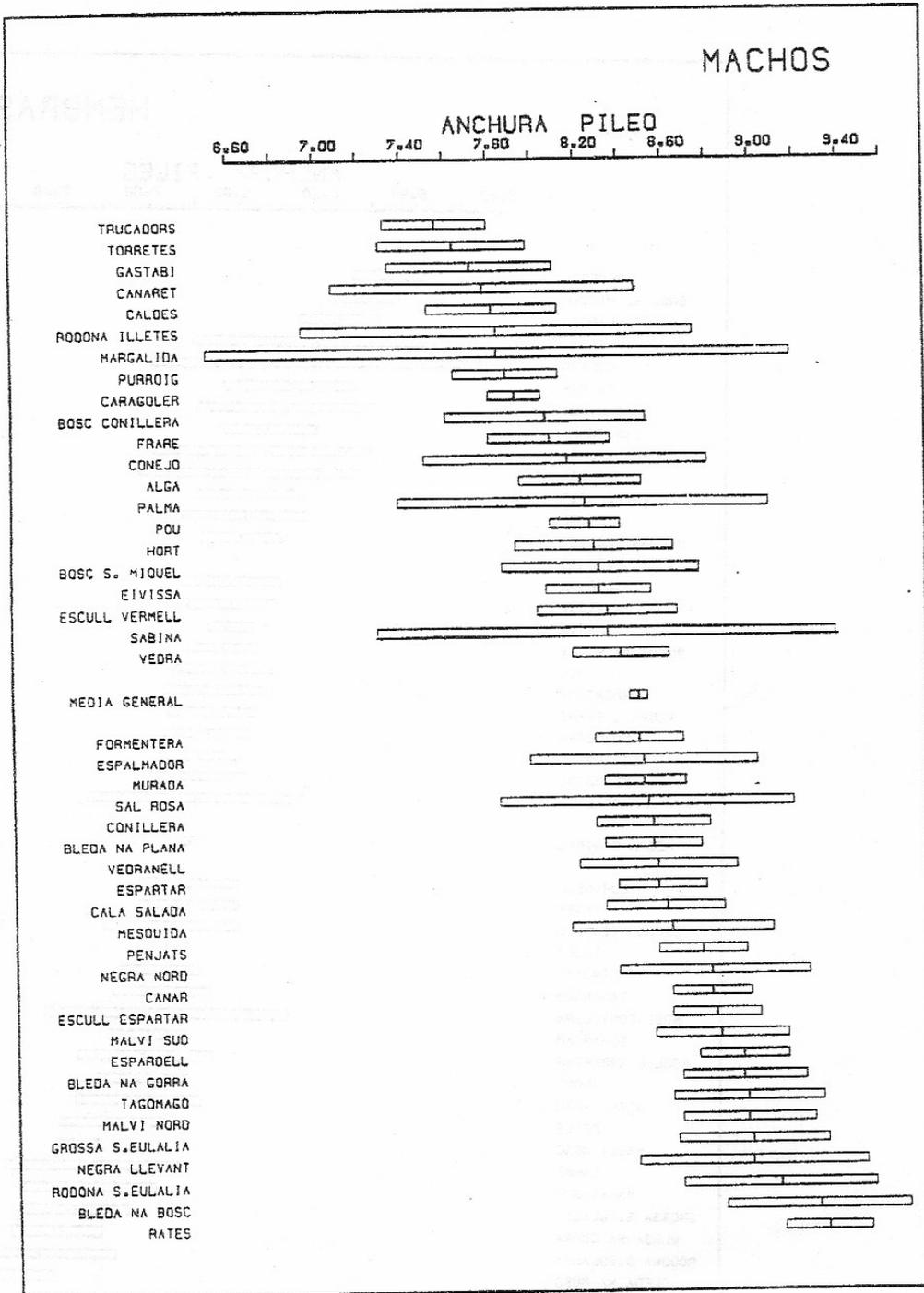


Figura 6-8

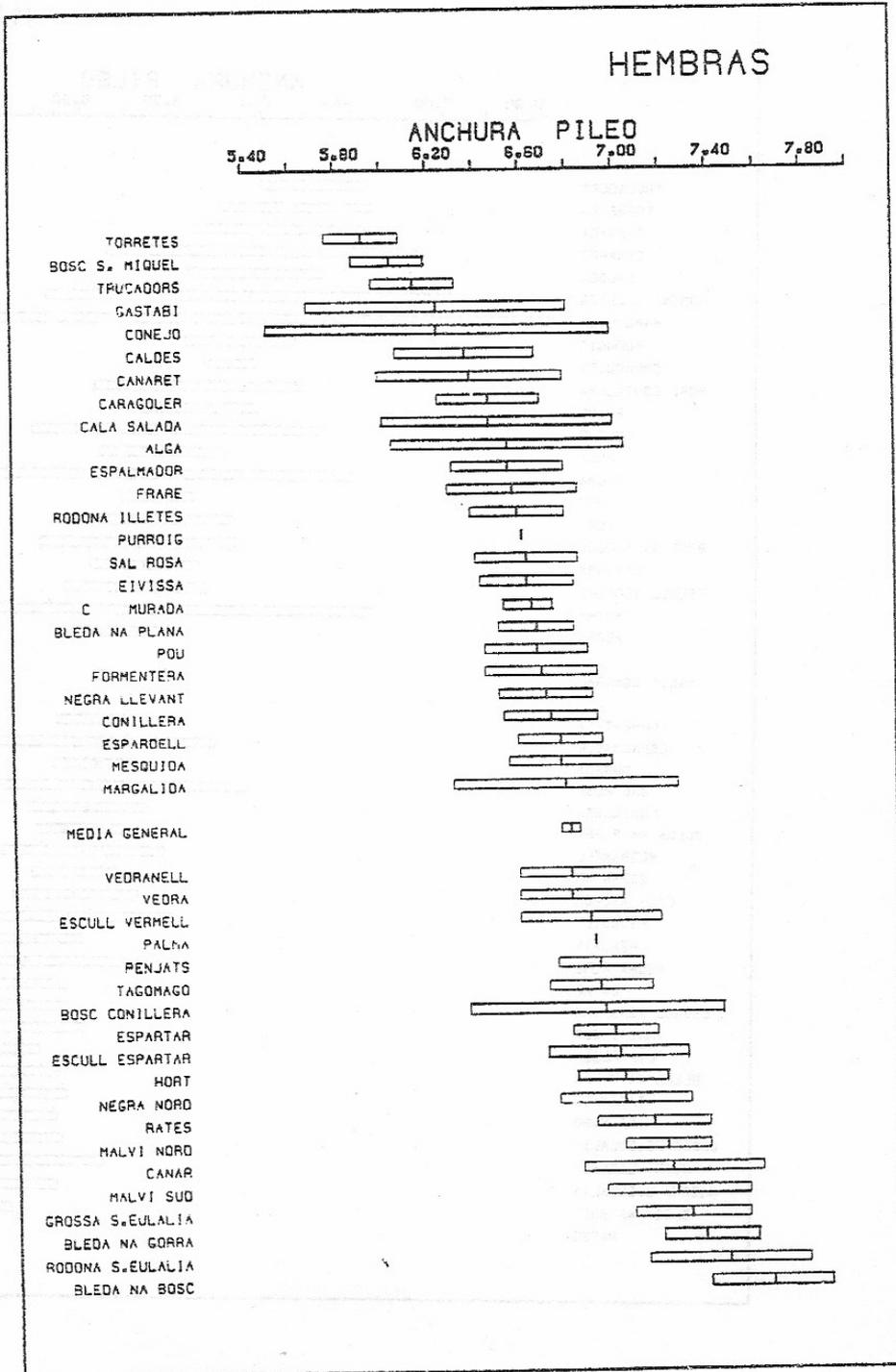


Figura 6-9

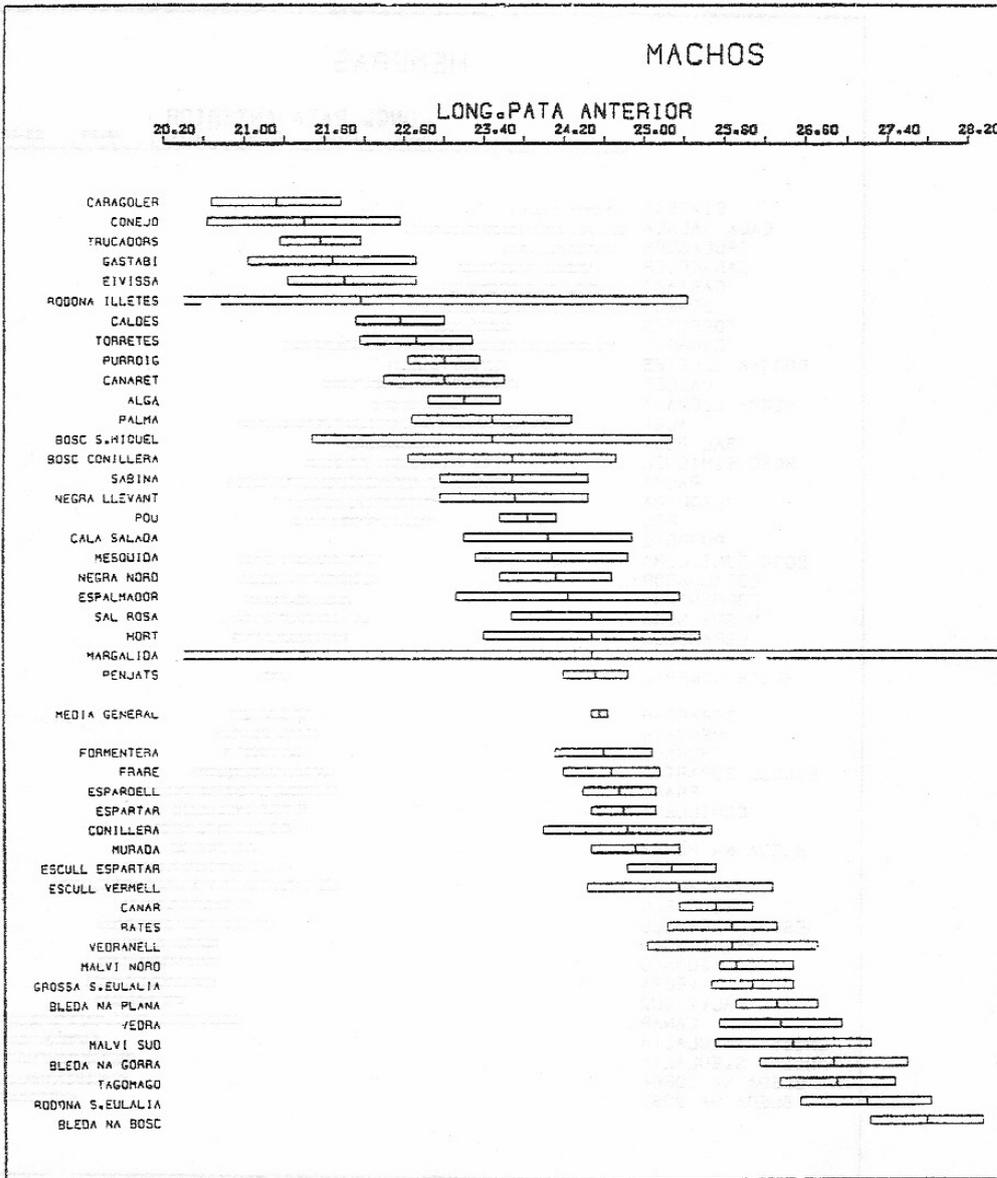


Figura 6-10

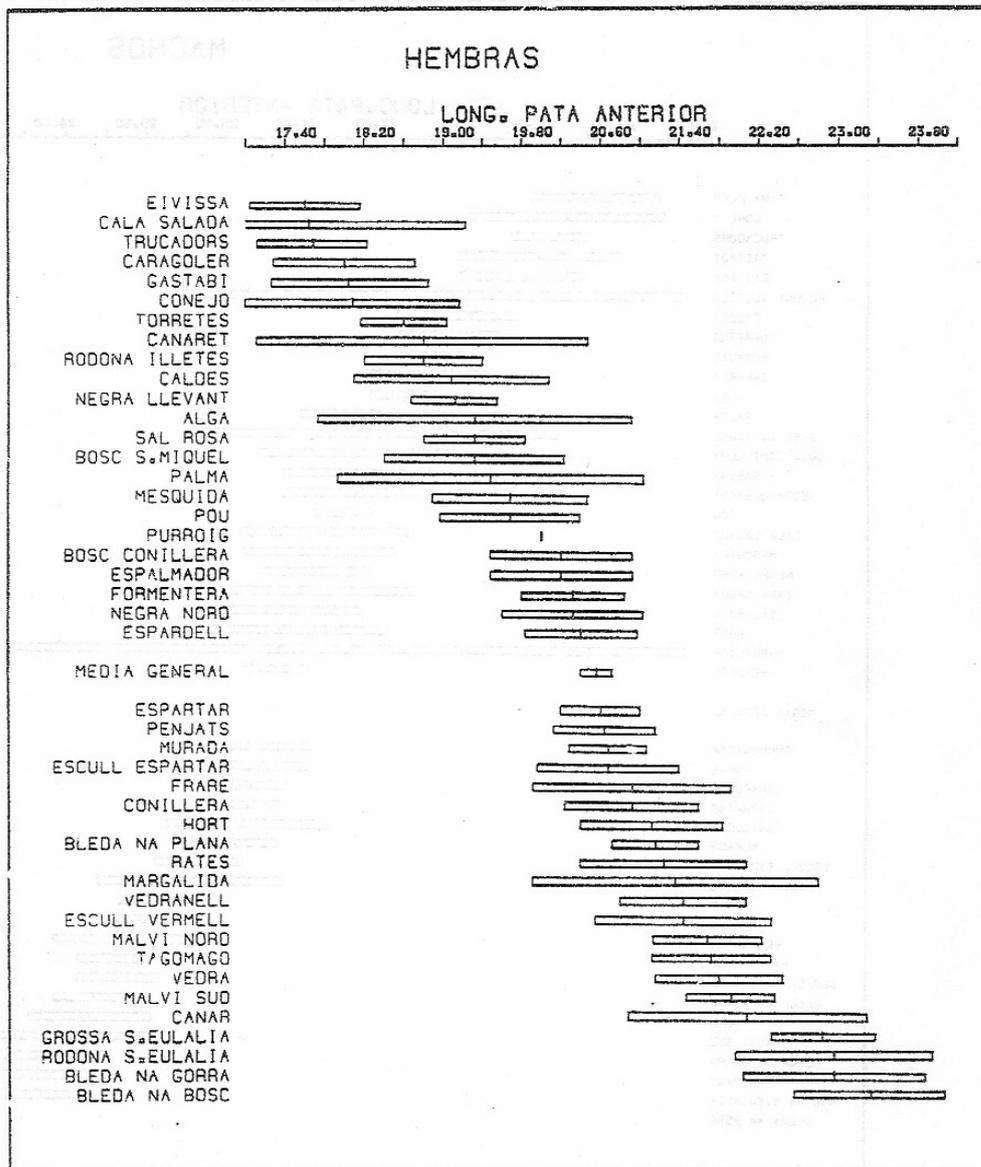


Figura 6-11

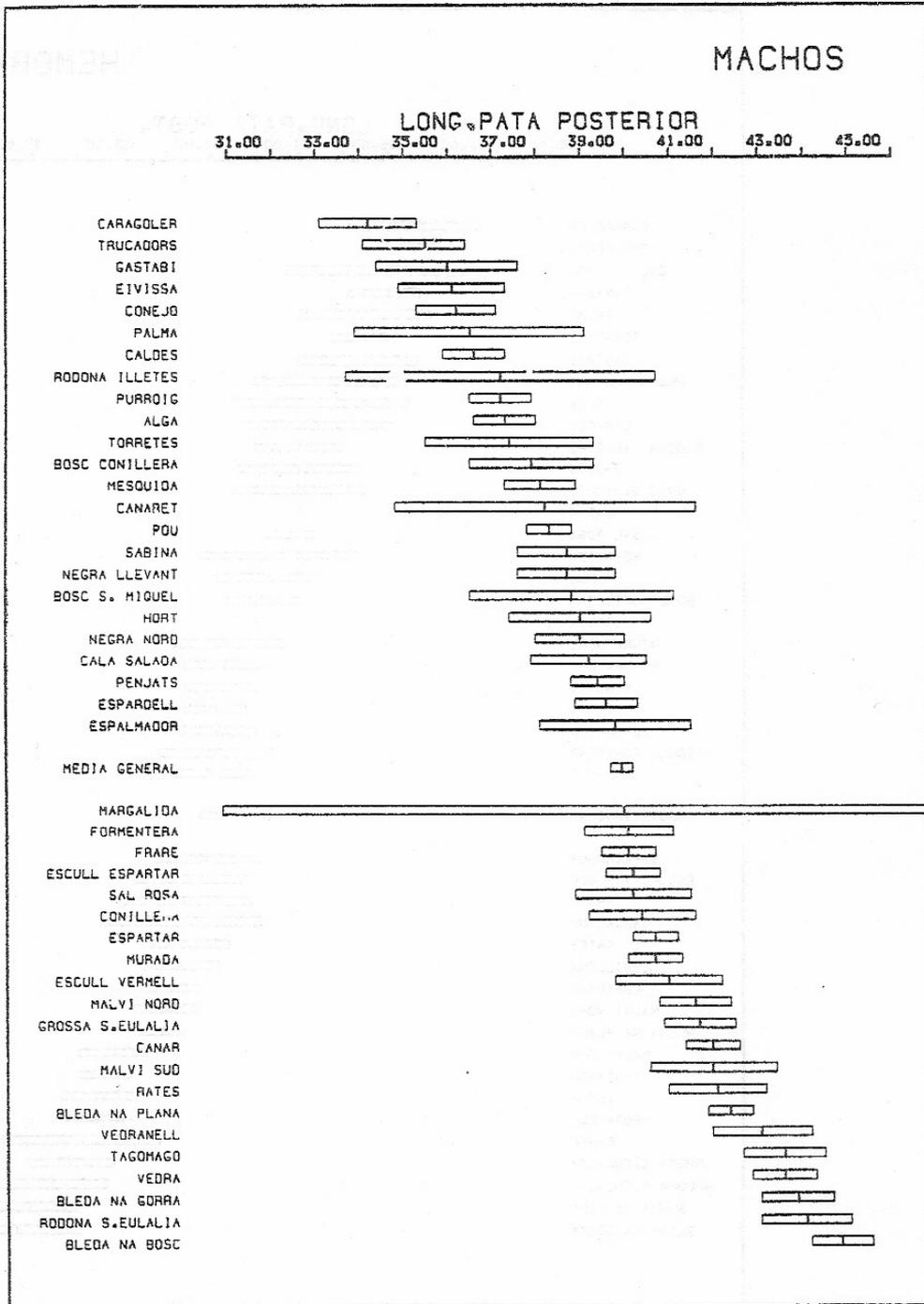
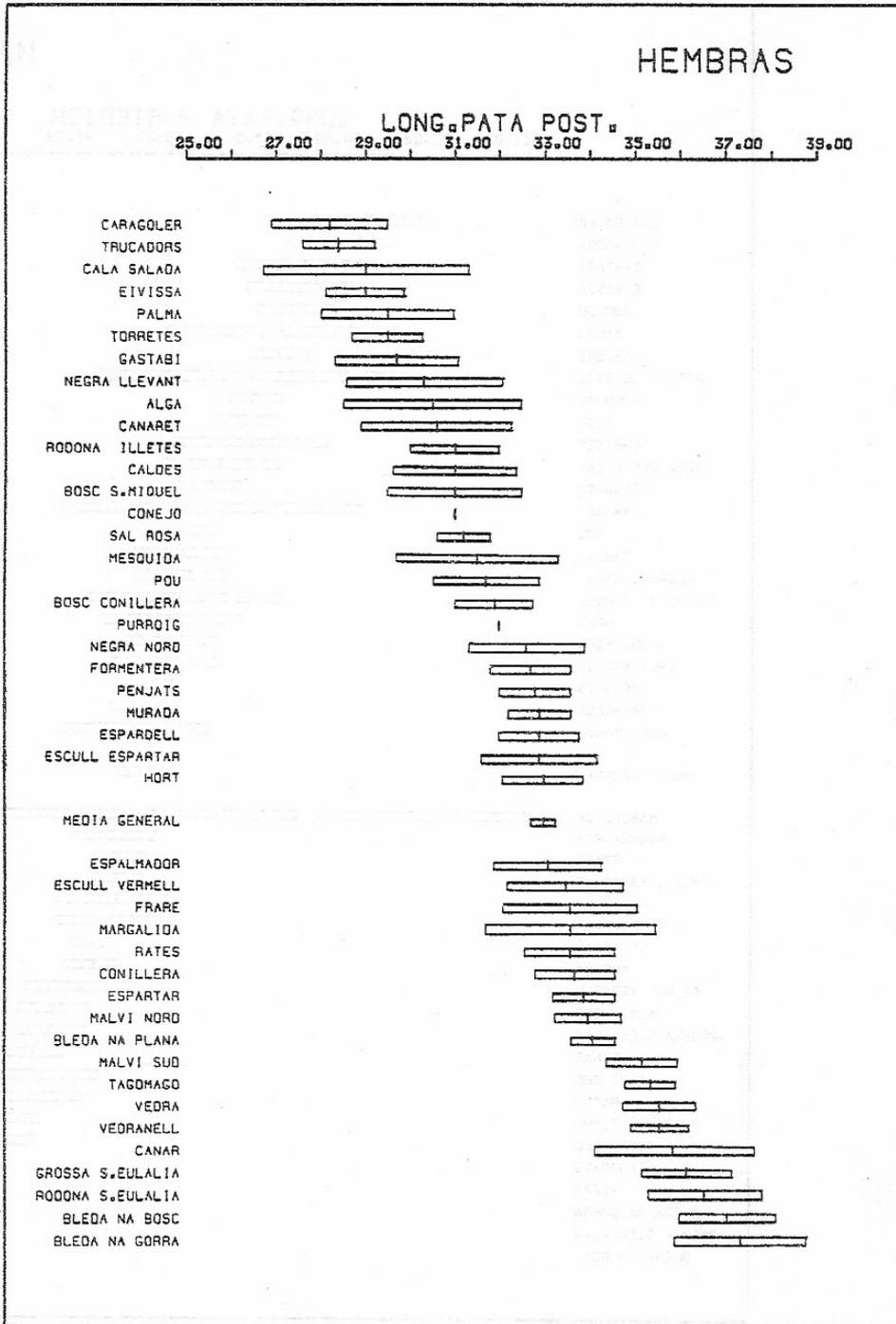


Figura 6-12



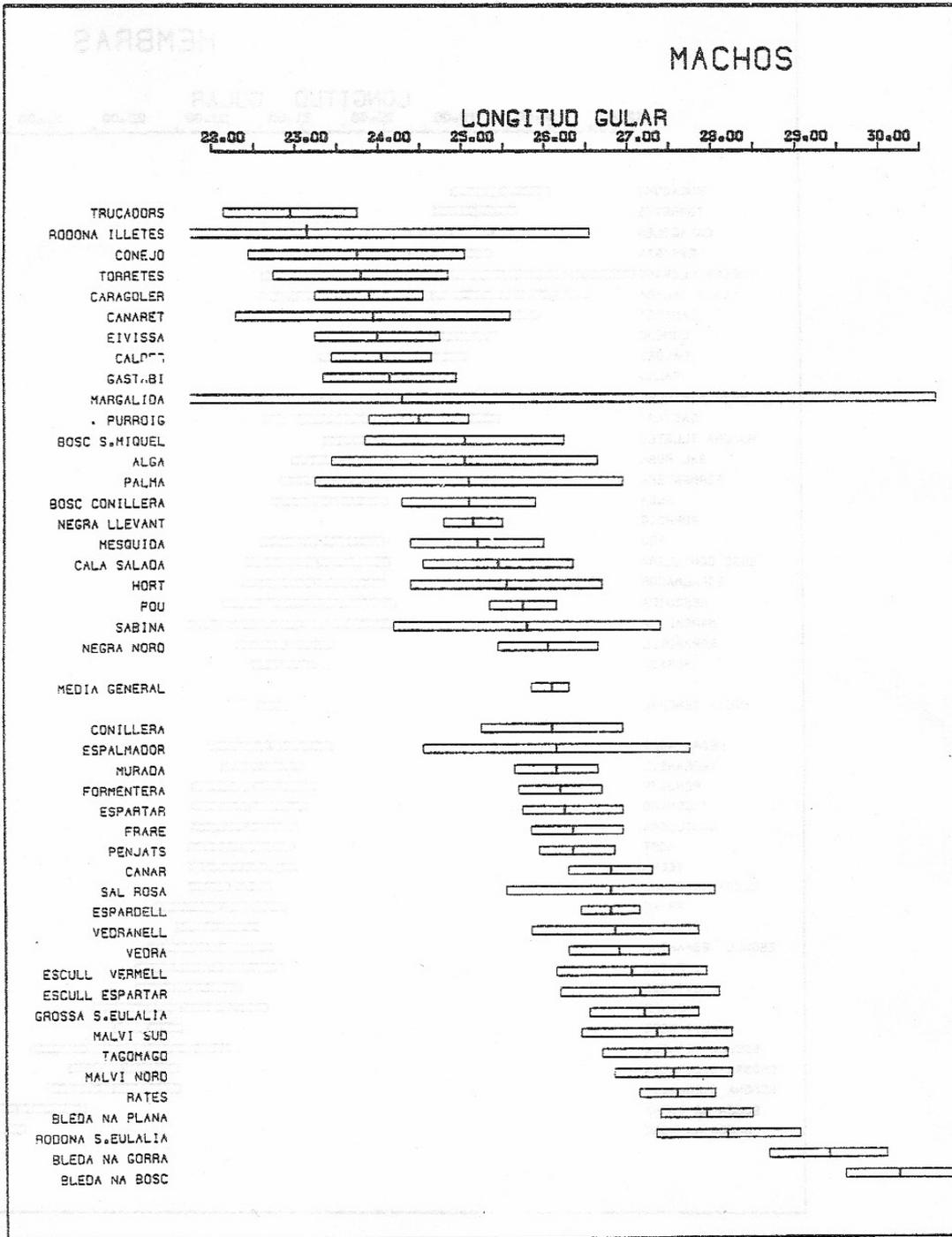


Figura 6-14

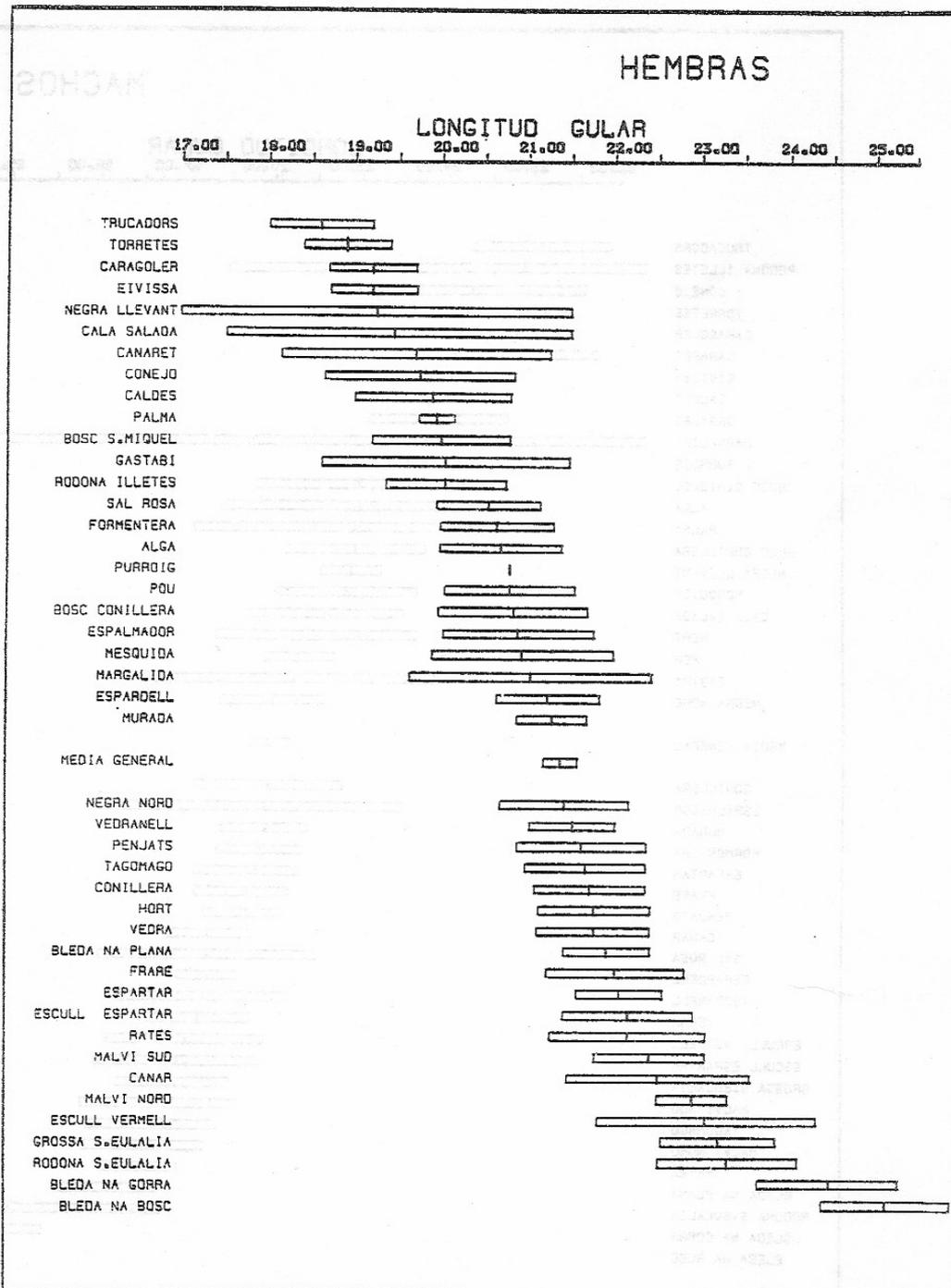


Figura 6-15

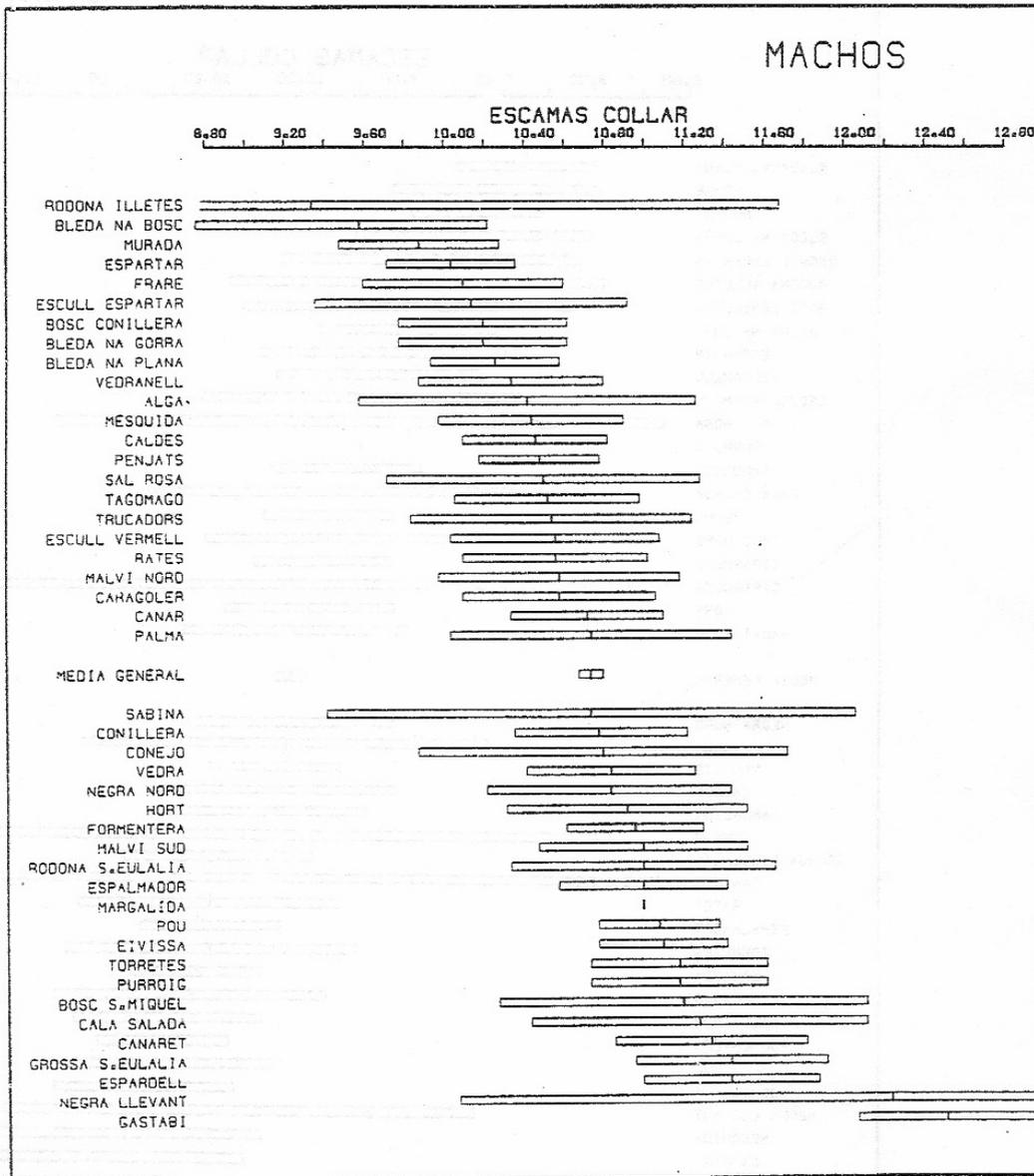


Figura 6-16

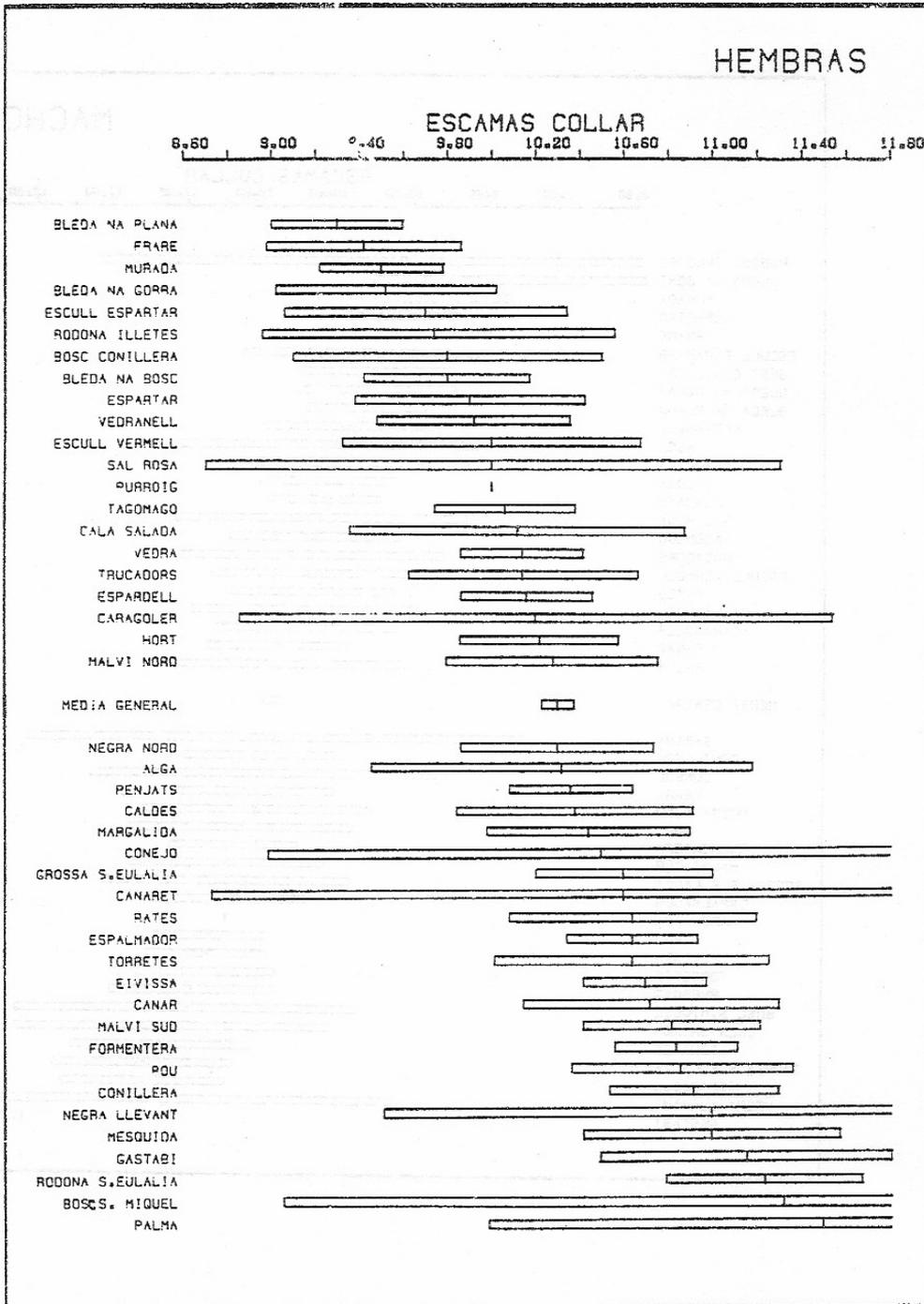


Figura 6-17

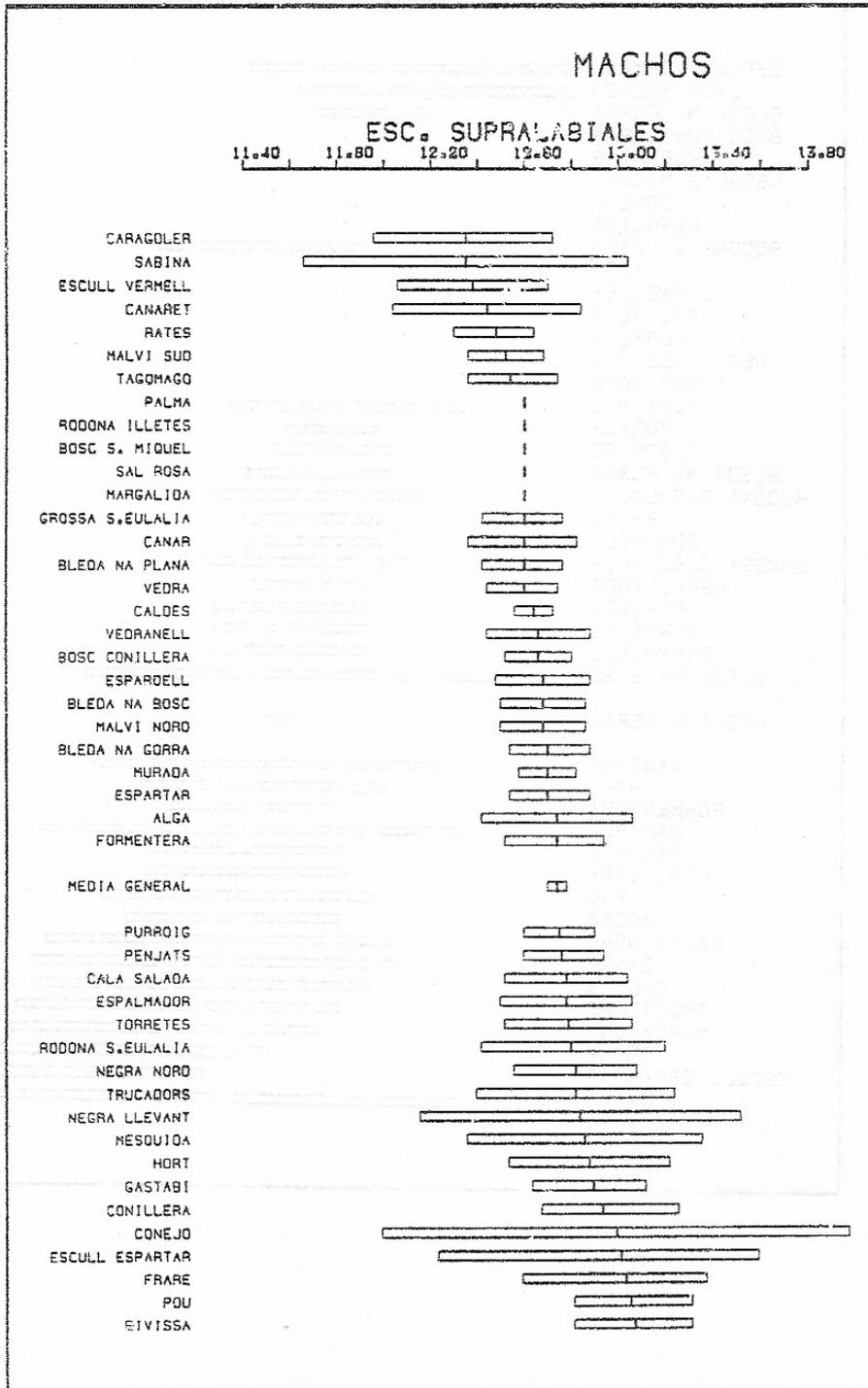


Figura 6-18

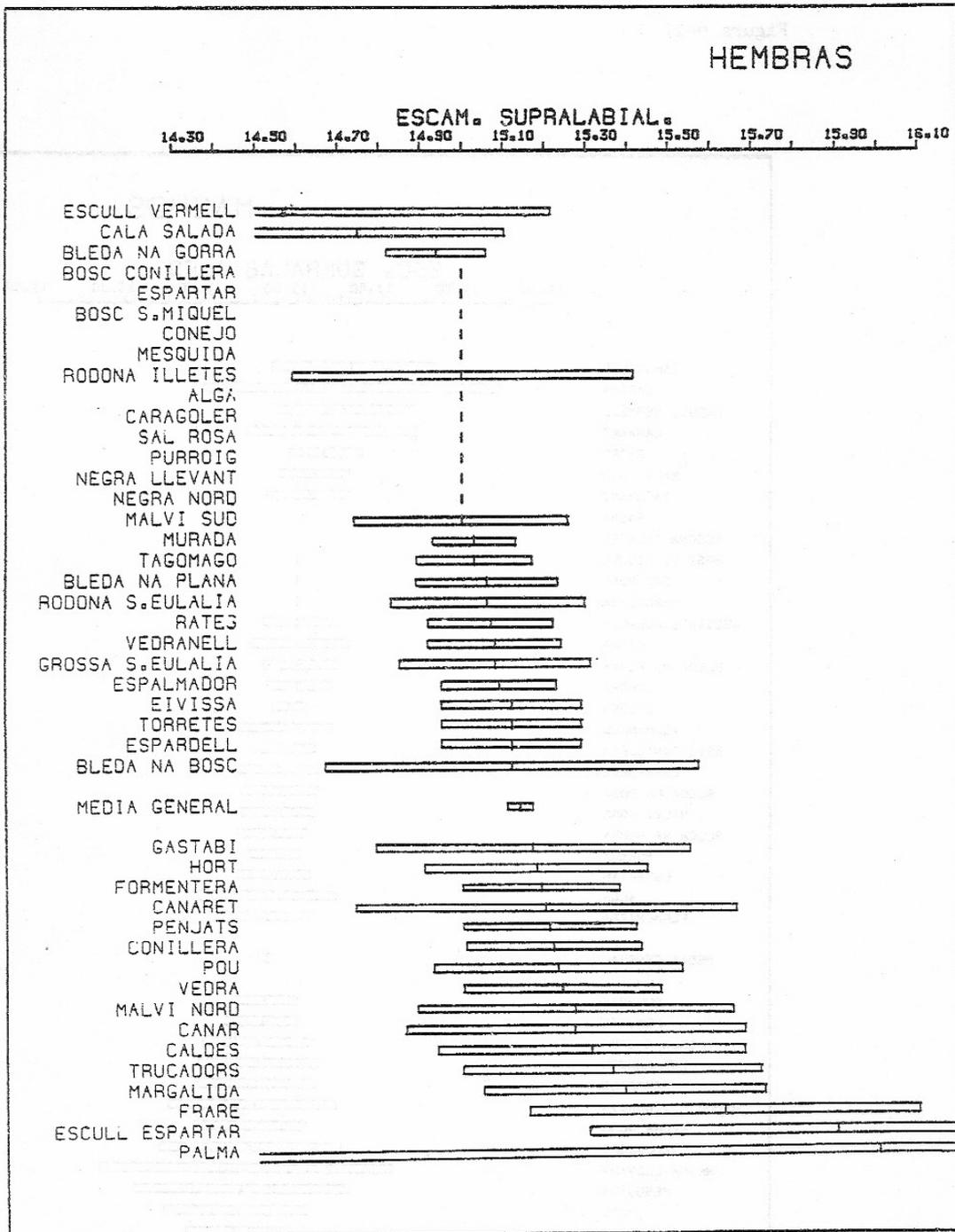


Figura 6-19

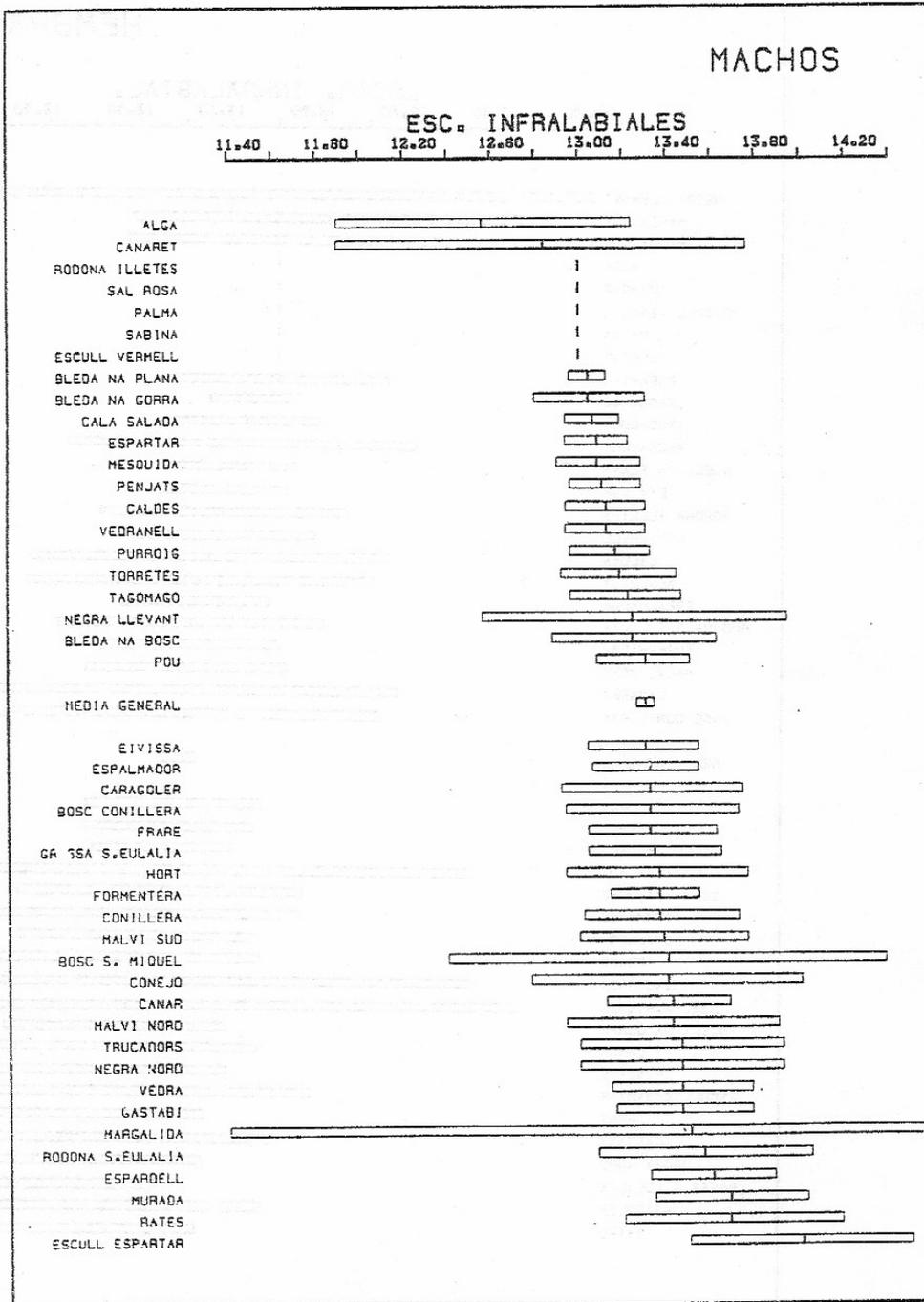


Figura 6- 20

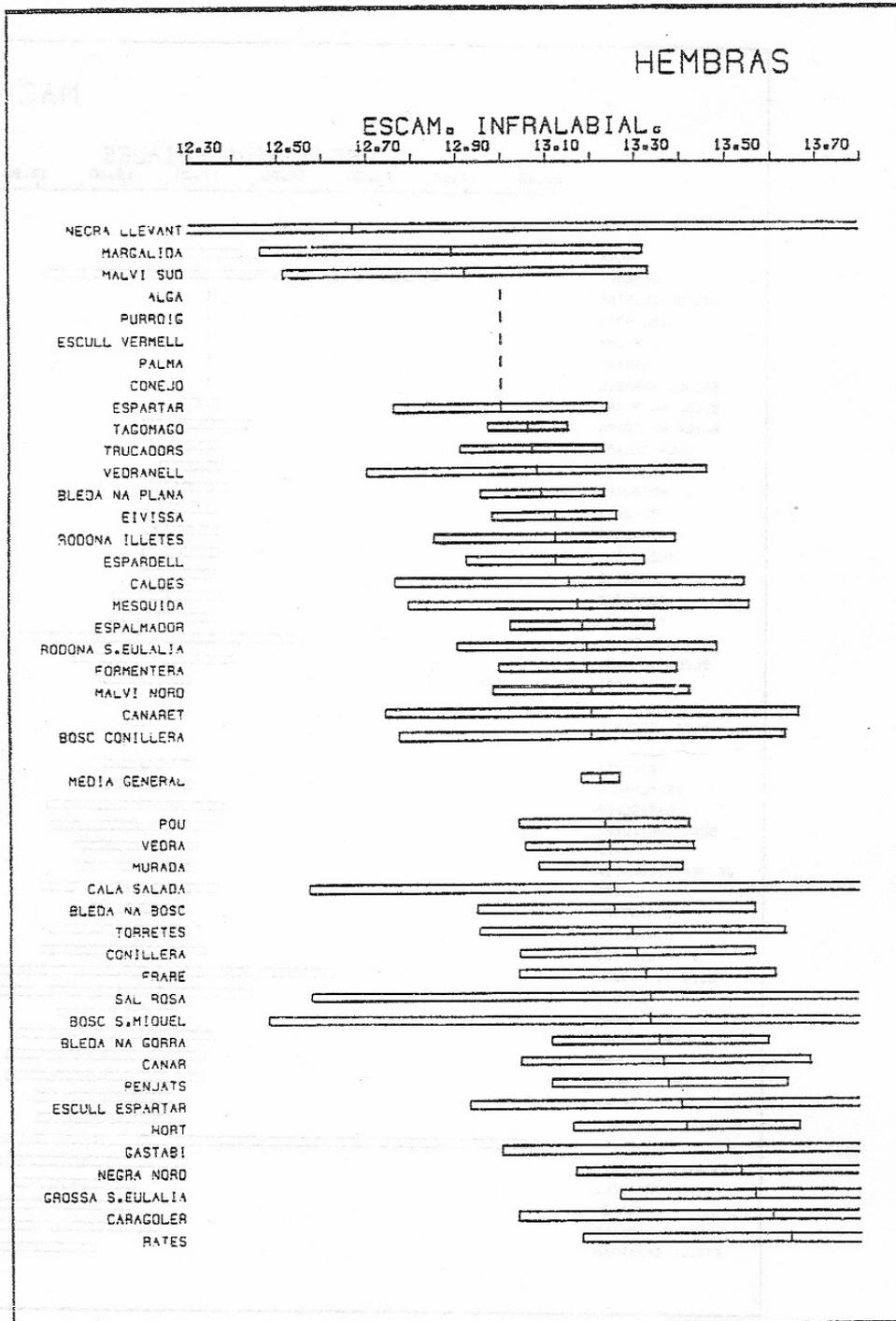


Figura 6-21

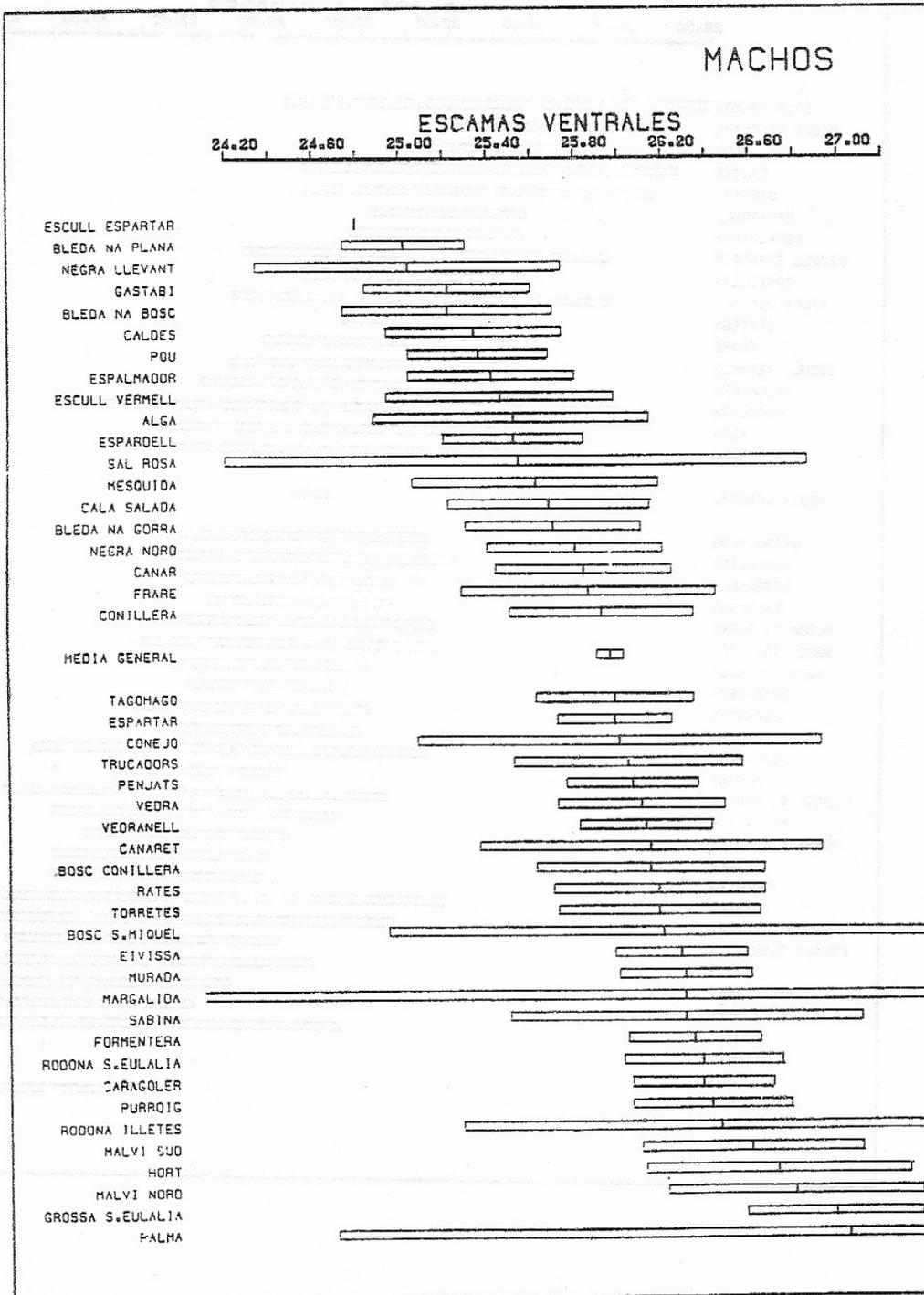
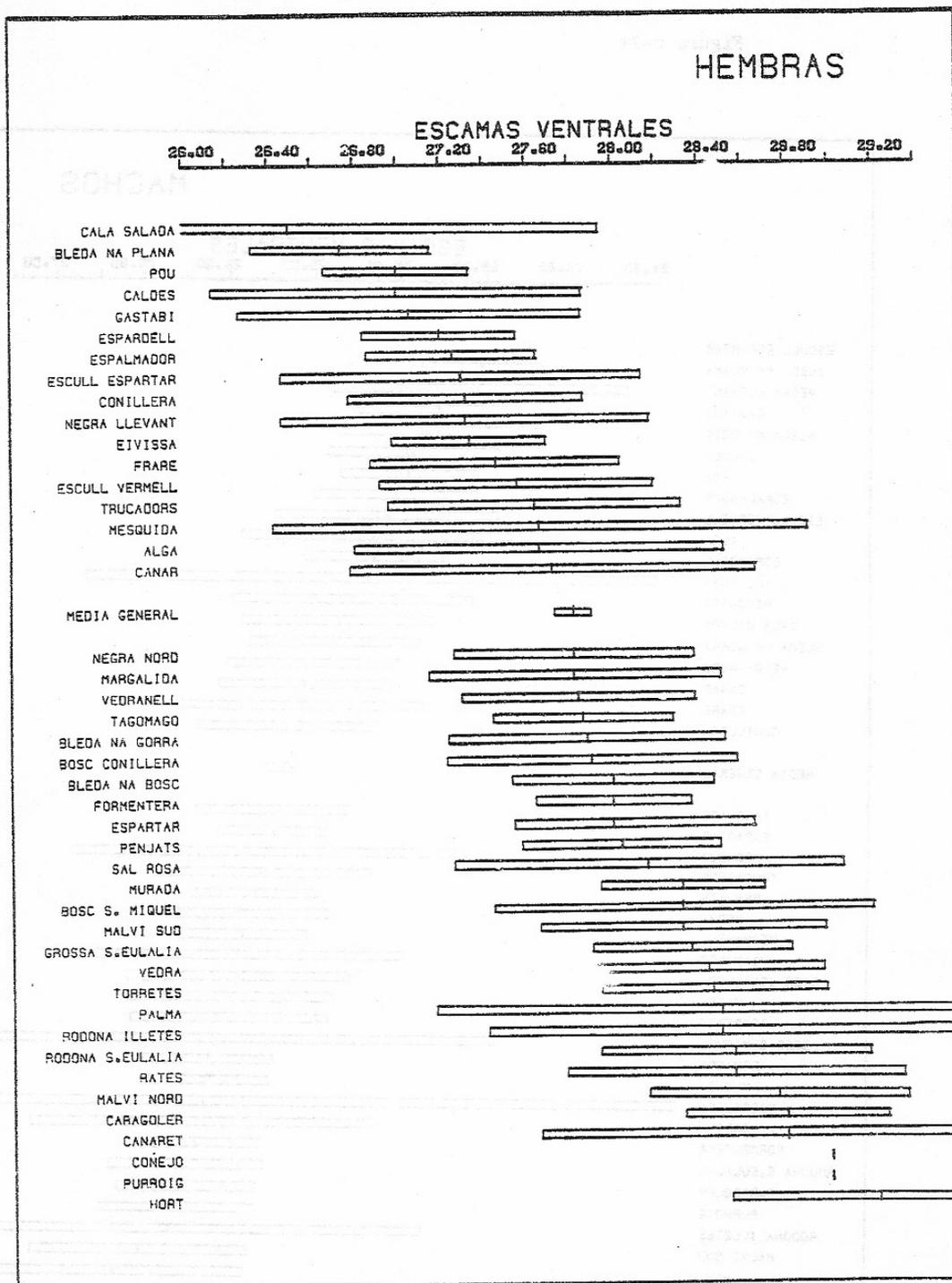


Figura 6-22



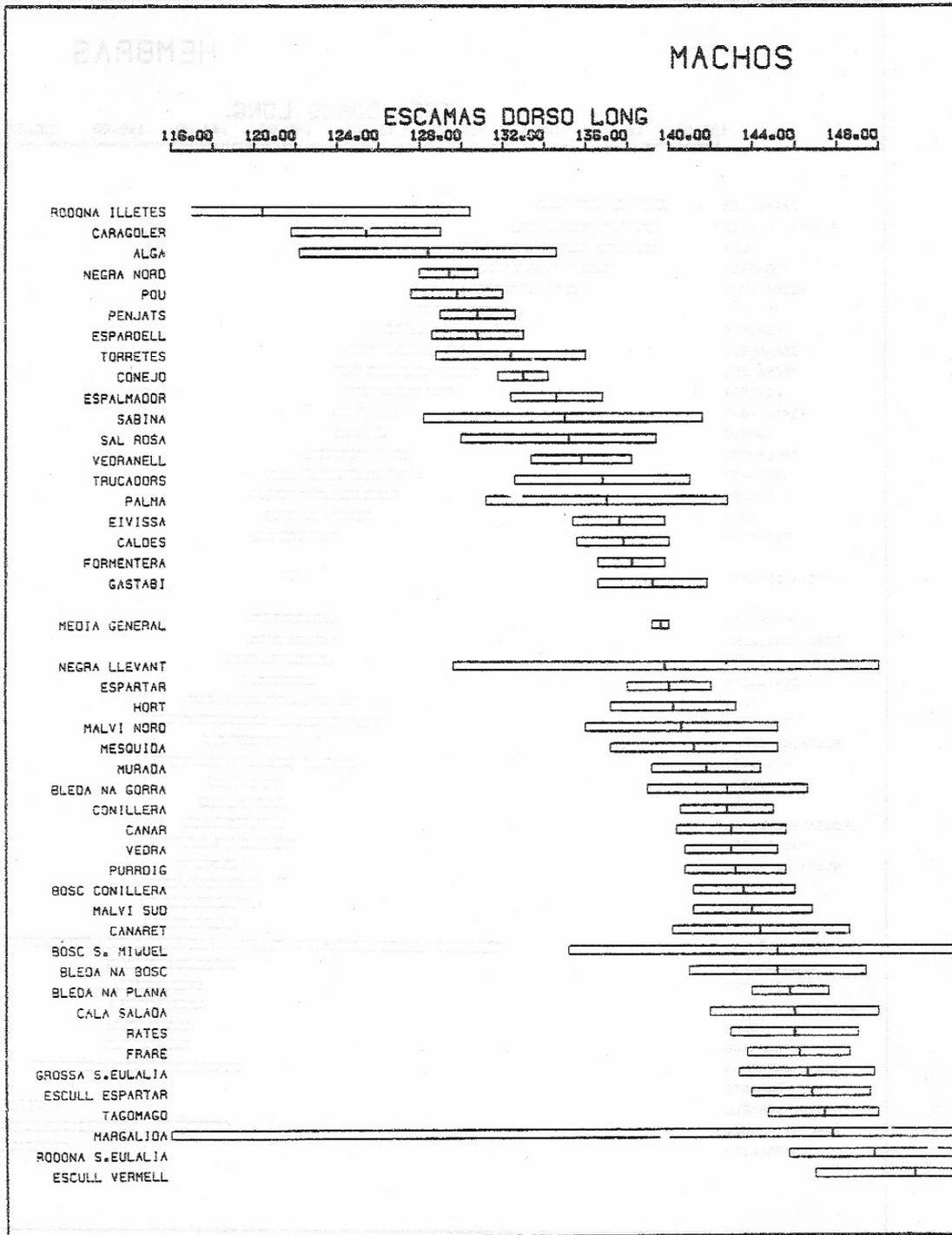


Figura 6-24

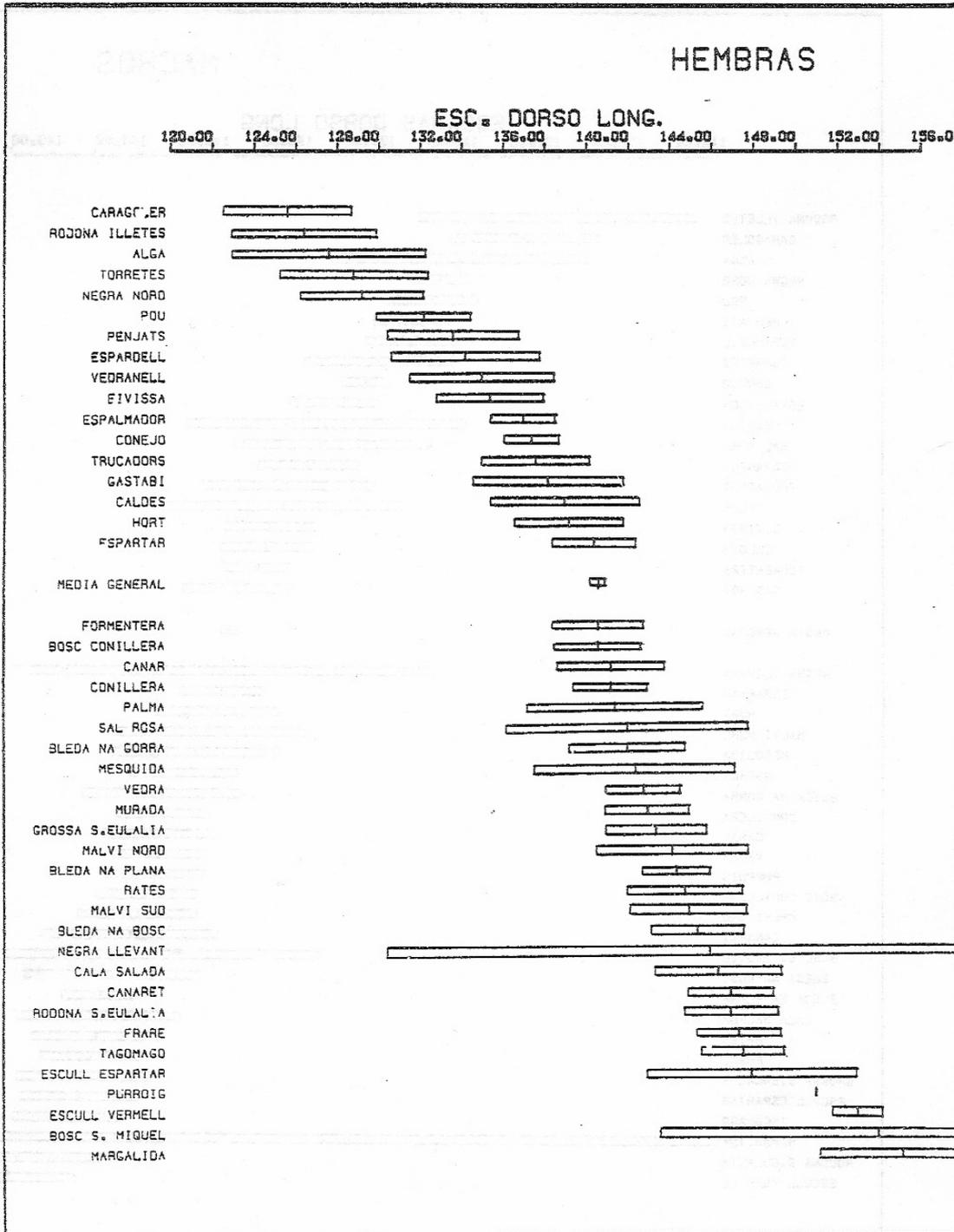


Figura 6-25

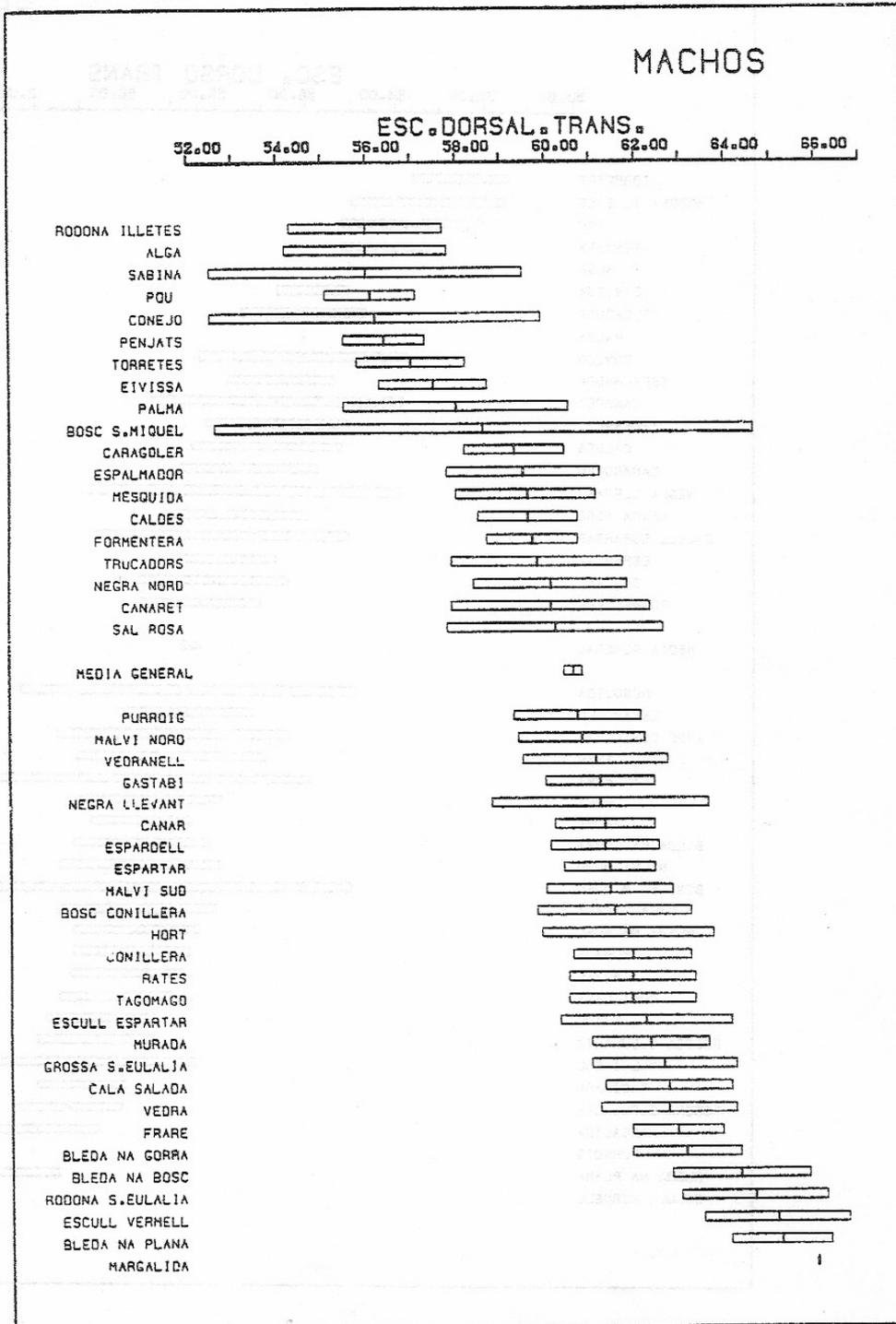


Figura 6-26

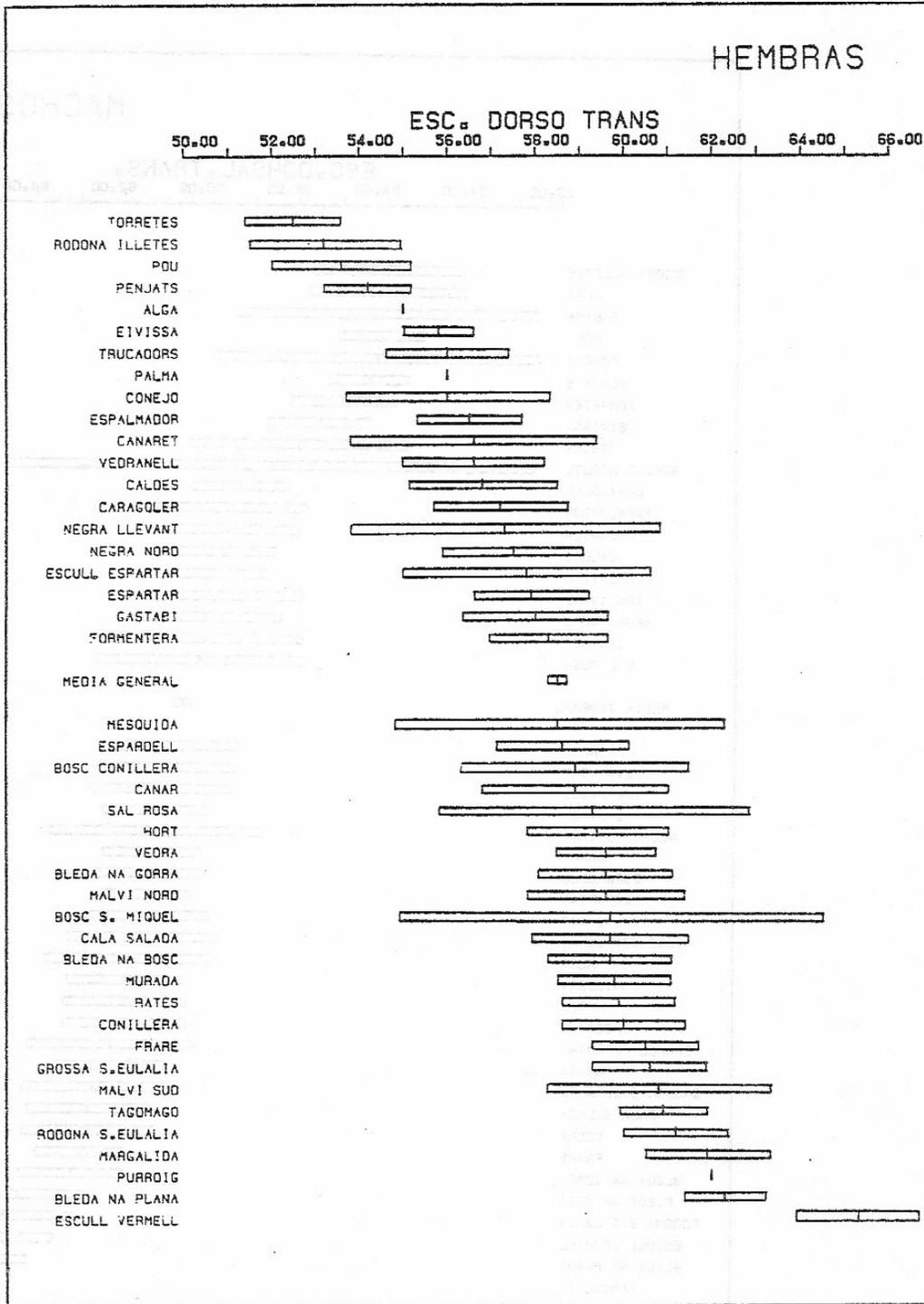


Figura 6-27

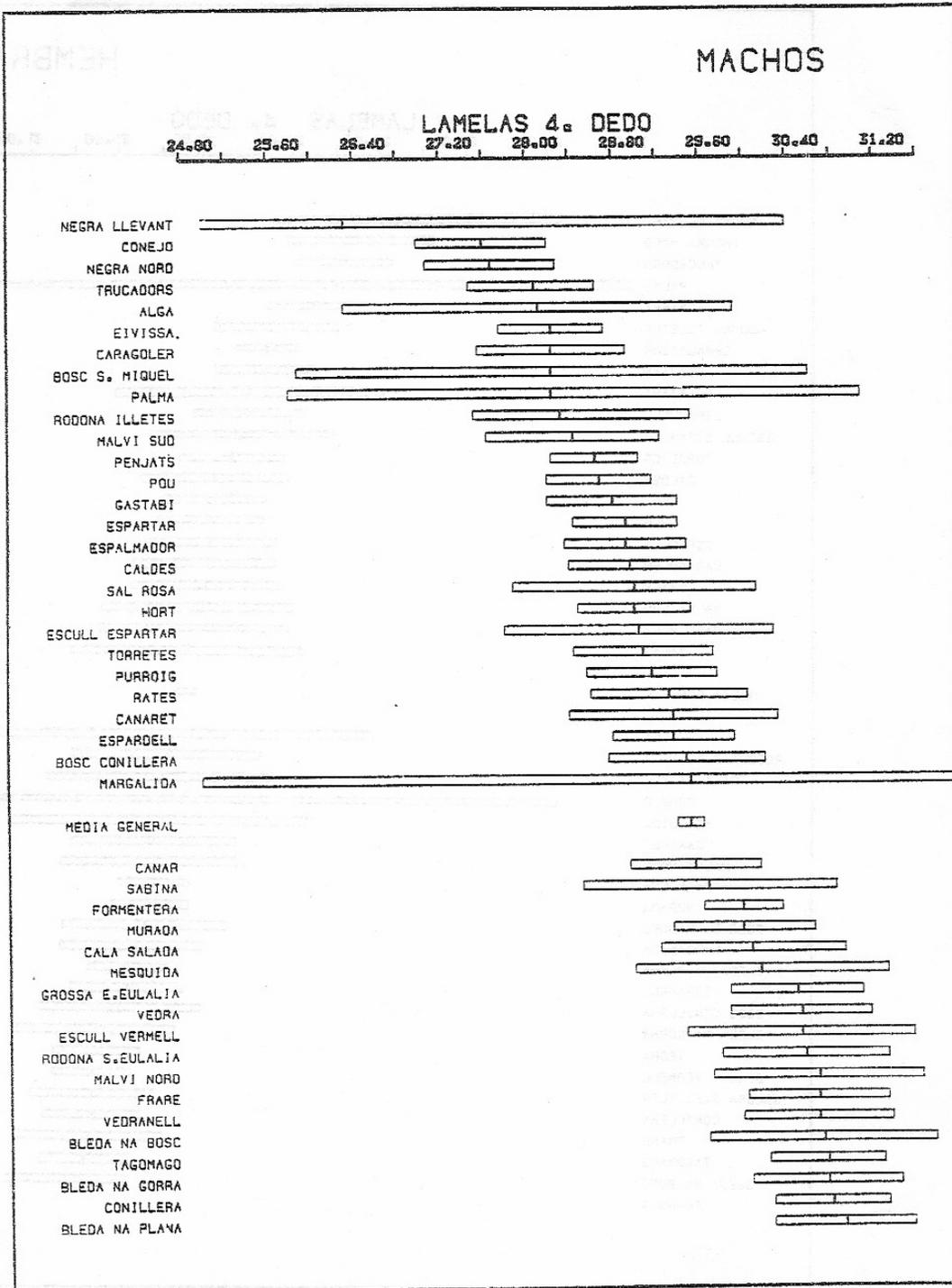


Figura 6-28

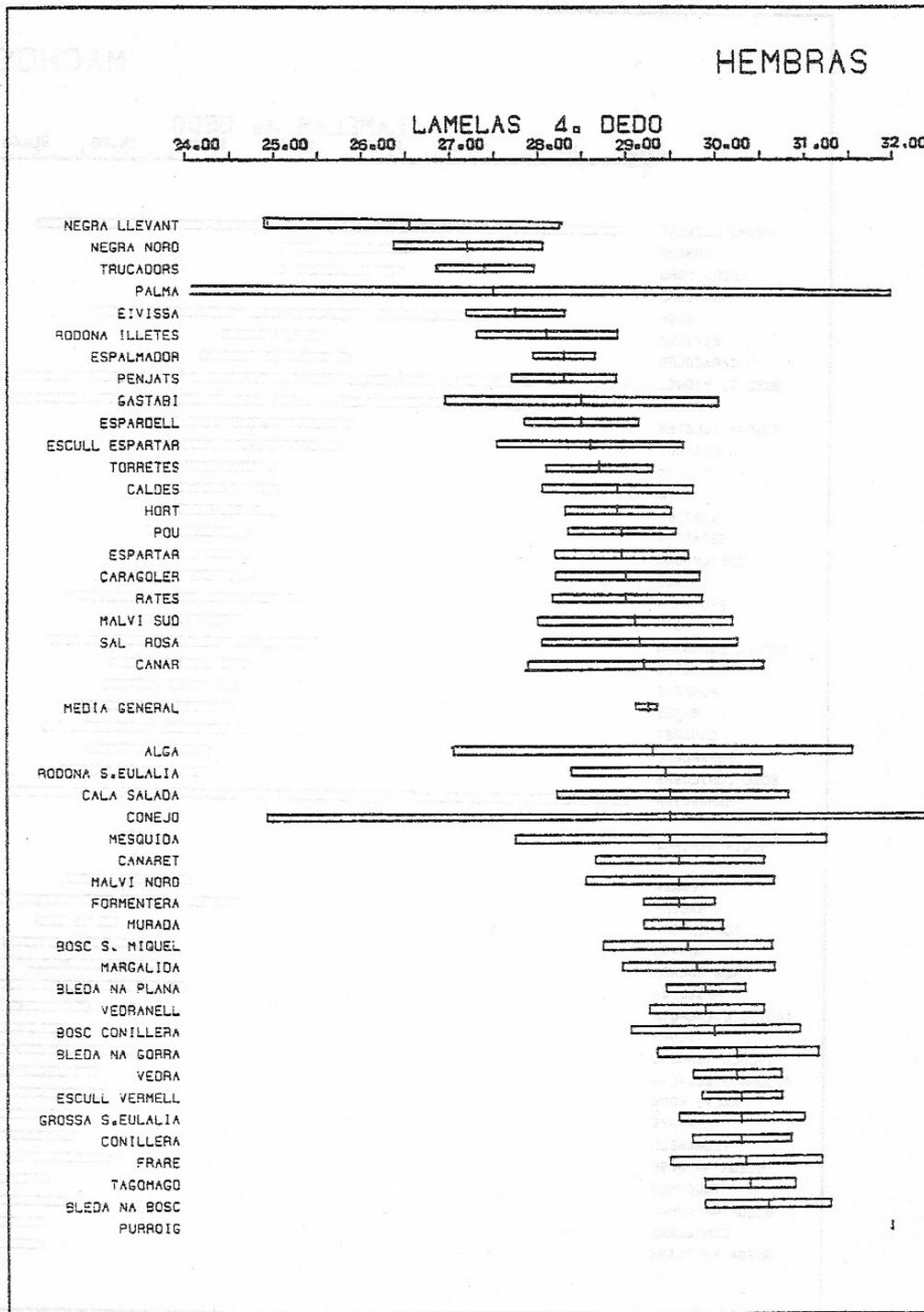


Figura 6-29

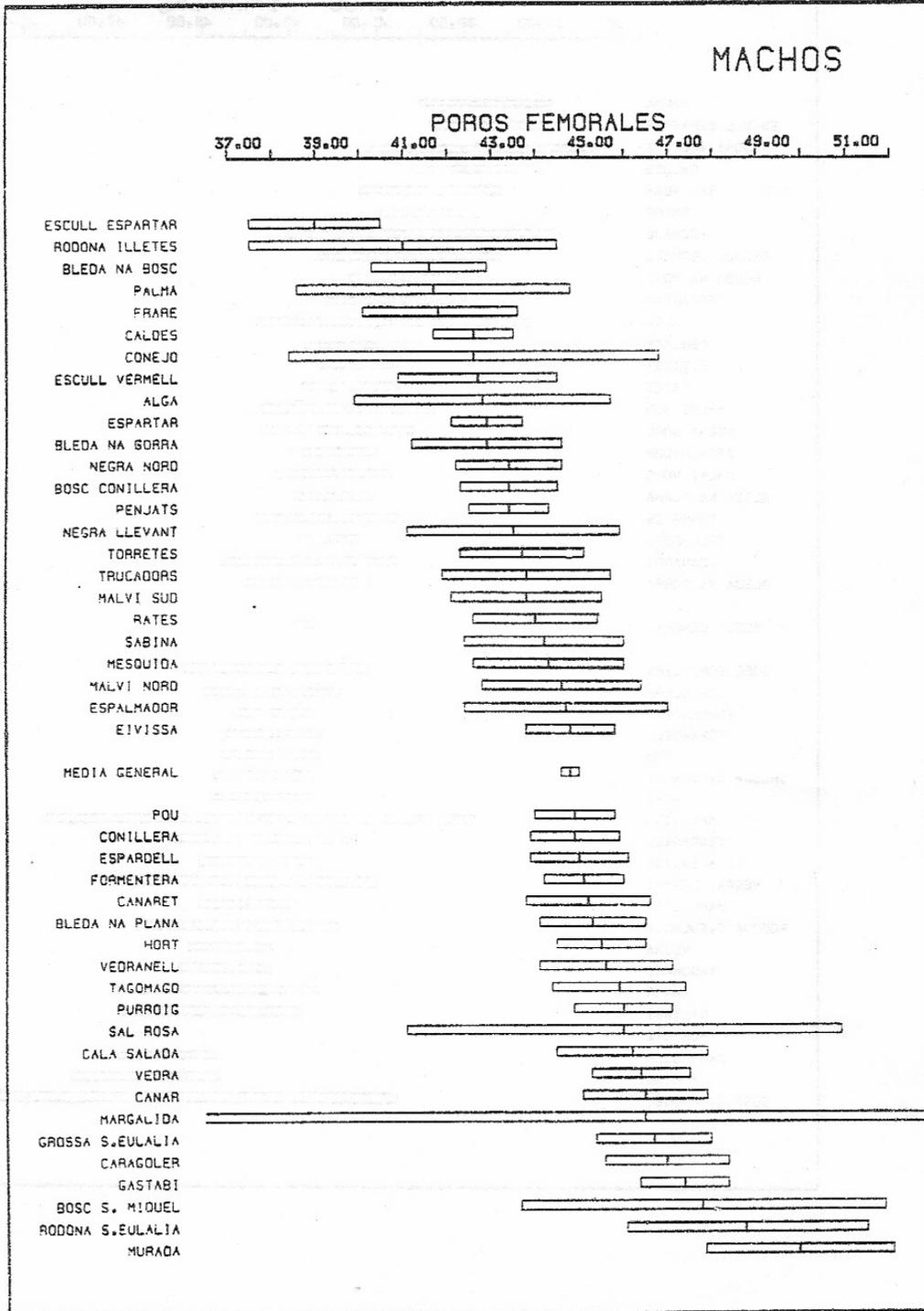
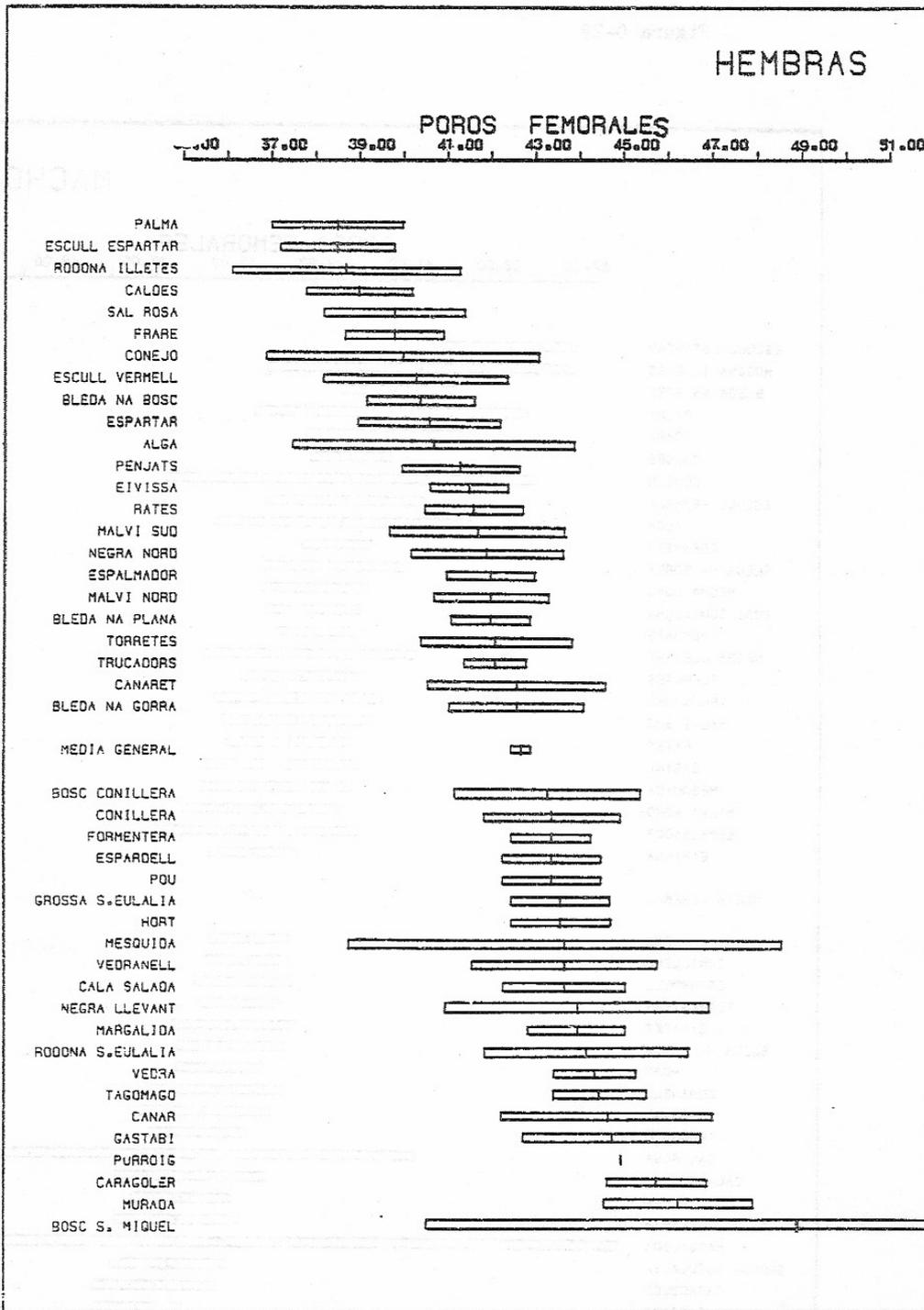


Figura 6-30



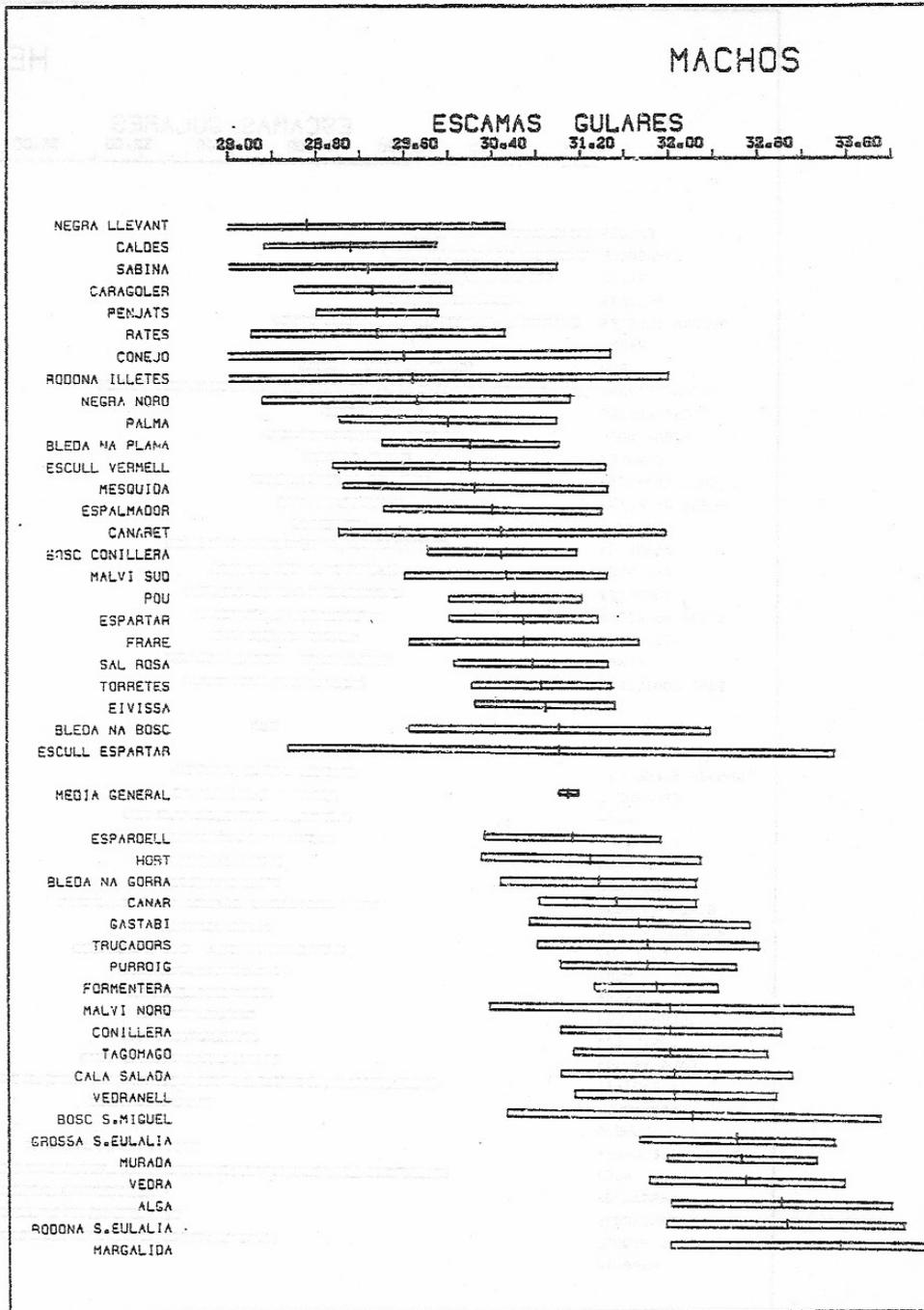


Figura 6-32

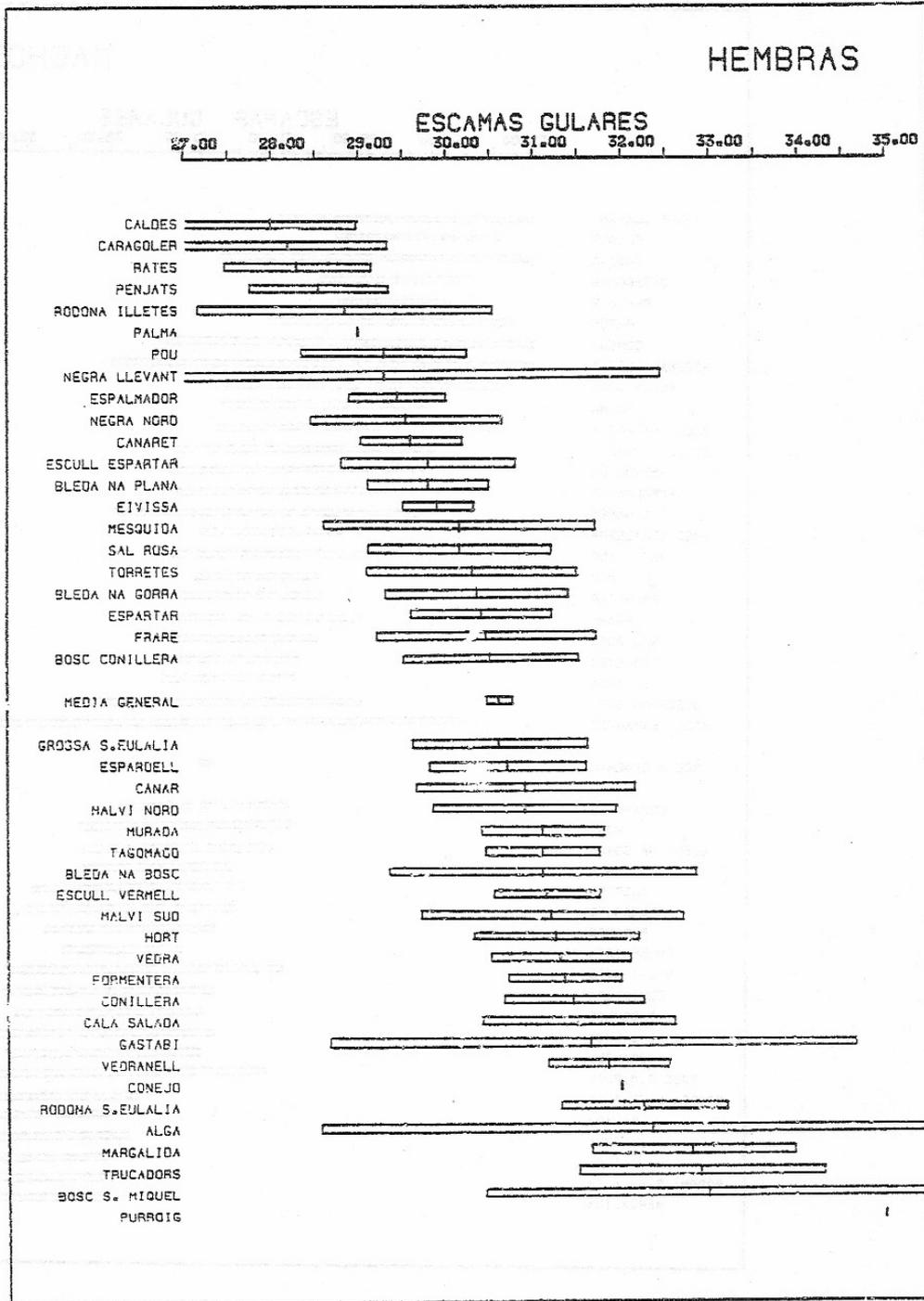


Figura 6-33

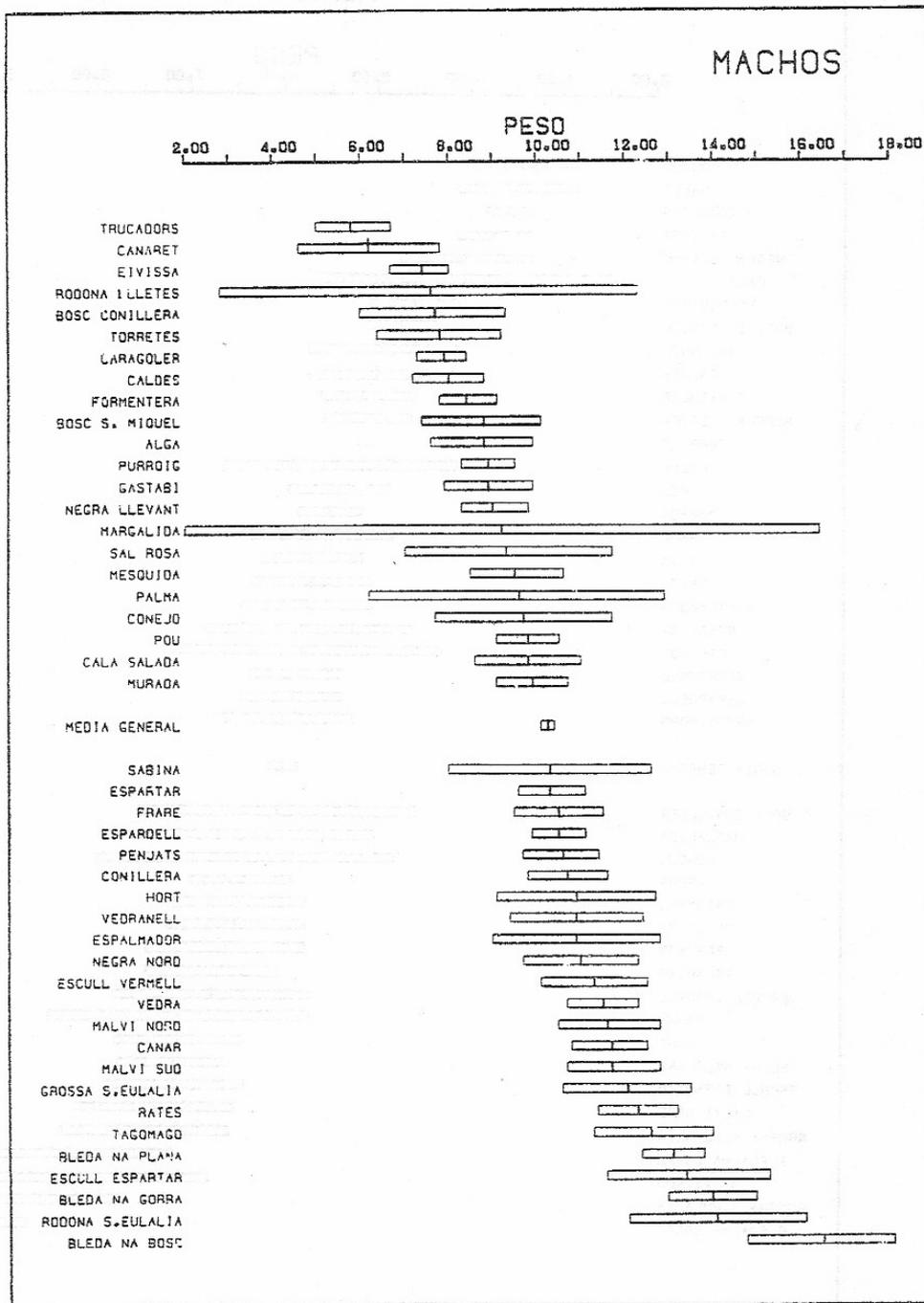
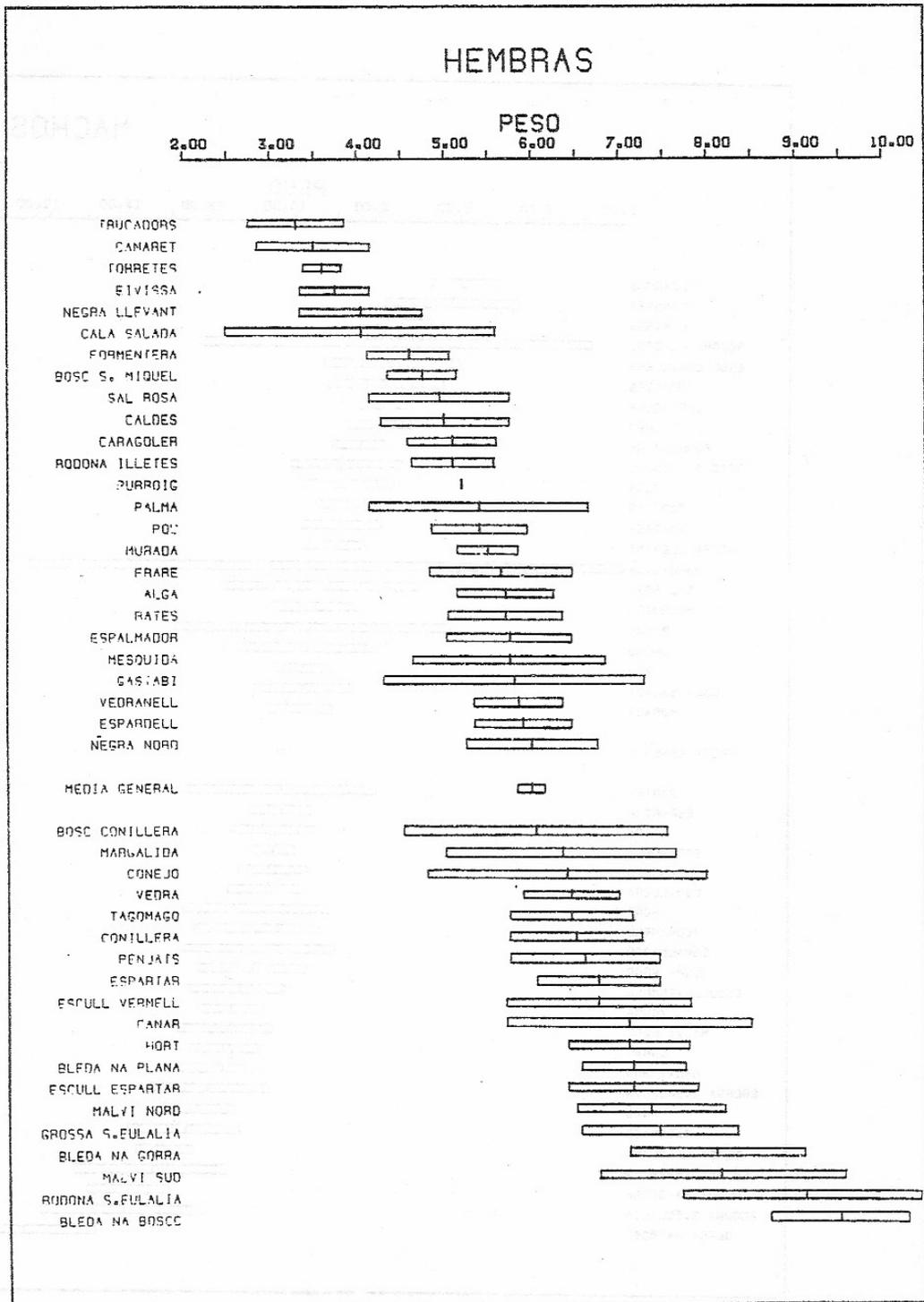


Figura 6-34



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 * en 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 foliodosis no siempre son significativas. Así el número de escamas supralabiales (ESL) 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

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

TABLA 6-11

	Población	muestra	Q	IC	AC	IP	AP	PA	PF	FO	EC	ESL	EIL	EM	EHL	EDT	L	PF	ES	P	IC/DEL	IC/EM
1	Elvissa	40	5	*	*	*	*	*	*	*	*	.015	—	.001	—	.019	—	*	.008	*	*	*
2	Formentera	19	41	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.069	.068	—	.007	—	*	*	*	*
3	Trancadars	13	14	*	*	*	*	*	*	*	*	—	.088	.020	.083	.078	—	—	—	.001	.001	.002
4	Redona	3	8	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.063	.091	—	.042	.008	.085	*	.016	.001
5	Espartero	16	32	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	.099	.004	—	—	—	*	*	*
6	Gastaldí	17	6	*	*	*	*	*	*	*	*	.003	—	*	—	.007	—	.018	—	*	.002	.075
7	Alga	7	3	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.004	—	—	—	—	—	*	.005	.017
8	Torretes	21	17	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	*	—	—	—	*	*	*
9	Poi	34	22	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	.008	—	.037	.027	*	*	*
10	Penjats	35	24	*	*	*	*	*	*	*	*	—	.078	*	—	.002	—	.004	—	*	*	*
11	Caragoler	12	5	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	.053	—	—	.095	*	*	*
12	Esparadó	25	32	*	*	*	*	*	*	*	*	—	.006	*	.060	.006	.043	.044	—	*	*	*
13	Sal Rossa	4	6	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.005	.092	—	.006	—	—	*	.001	.002
14	Puroig	26	1	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	*	*	*
15	Negra de Llevant	4	3	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.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	*	*	*	*	*	*	*	*	—	.089	.001	—	—	—	.095	—	*	.001	*
20	Rodera Sta. Eulalia	14	16	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	.001	.094	.003	—	*	.004	*
21	Grossa Sta. Eulalia	23	25	*	*	*	*	*	*	*	*	.010	—	*	—	.051	—	—	.004	*	*	*
22	Es Canar	22	11	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	.033	—	—	—	*	*	*
23	Tegenugo	23	35	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	—	—	—	.088	*	*	*
24	Hort	14	17	*	*	*	*	*	*	*	*	.043	—	*	—	—	—	—	—	*	.001	*
25	Sa Mesquida	11	6	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.004	—	.041	—	—	—	*	.036	.003
26	Canaret	24	13	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.002	—	.039	—	.034	—	*	.009	.030
27	Marada	28	38	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.001	—	.004	—	—	—	*	*	*
28	Margalida	2	18	*	*	*	*	*	*	*	*	.091	—	.013	—	.003	—	.009	.002	*	*	*
29	Es. Còlia Salada	17	8	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	.019	—	.080	—	*	*	*
30	Bleda Na. Plana	23	35	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	*	.009	*	—	*	.022	*
31	Escull Vermell	9	7	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	*	—	.079	—	*	*	*
32	Bleda Na. Bosc	12	16	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	*	—	—	—	*	*	*
33	Bleda Na. Corra	19	17	*	*	*	*	*	*	*	*	.035	.091	.001	—	.048	—	.073	—	*	*	*
34	Conillera	24	27	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.001	—	.084	—	—	—	*	*	*
35	Bosc de Conillera	15	10	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.001	.092	.084	—	—	—	*	*	.001
36	Esparter	37	21	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	*	—	.004	—	*	*	*
37	Es. Esparter	7	7	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	.019	—	—	—	*	*	*
38	Frare	18	19	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	.019	—	—	—	*	*	*
39	Vedrà	30	29	*	*	*	*	*	*	*	*	.041	—	*	—	.005	—	.061	—	*	*	*
40	Vadranell	16	13	*	*	*	*	*	*	*	*	.008	.079	*	—	.001	—	.006	.020	*	*	*
41	Sant Miquel	5	3	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	—	*	—	—	—	*	*	*
42	Palma	4	2	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.037	—	—	—	—	—	*	.005	.017
43	Subina	4	4	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	*	.085	.017
44	Cosujó	4	0	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	*	.062	.012
45	Cosujó	5	2	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	*	.062	.012
	TOTAL'S	772	727	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	.012	*	.026	*	.002	*	*	*	*

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. 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.

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 separar 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 ha creído conveniente añadir análisis conjuntos sin diferenciación de sexos.

6.4 ANALISIS FACTORIAL

6.4.1 FUNDAMENTO DEL ANÁLISIS

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.

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:

Variables	Factores	F_1 ,	F_2 ,	\dots	F_m
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:

$$\text{Comunalidad Variable } X_i = (a_{i1})^2 + (a_{i2})^2 + \dots + (a_{im})^2$$

que representa la contribución a todos los factores de la variable X_i .

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.

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.

Los resultados del programa aplicado proveen de una matriz de correlación entre las 17 variables y las comunalidades de cada variable. A partir de estos valores se obtiene una matriz factorial no rotada, por componentes principales y posteriormente una matriz factorial de los factores rotados ortogonalmente.

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 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 comunalidades 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.

TABLA 6 - III

MATRIZ DE CORRELACION (σ)

	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	I	PF	EG	PESO
1	1.000																
2	0.781	1.000															
3	0.864	0.865	1.000														
4	0.769	0.874	0.856	1.000													
5	0.773	0.725	0.803	0.651	1.000												
6	0.761	0.700	0.795	0.642	0.896	1.000											
7	0.860	0.825	0.906	0.794	0.815	0.804	1.000										
8	-0.064	0.024	-0.030	0.017	-0.096	-0.100	-0.054	1.000									
9	-0.064	-0.053	-0.084	-0.066	-0.100	-0.100	-0.082	0.047	1.000								
10	0.033	0.056	0.049	0.057	0.021	0.048	0.046	-0.036	0.092	1.000							
11	-0.045	0.013	-0.031	0.005	-0.016	-0.013	-0.049	0.028	0.042	0.047	1.000						
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					
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				
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			
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		
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	
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

TABLA 6 - IV

MATRIZ DE CORRELACION (♀)

	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
1	1.000																
2	0.781	1.000															
3	0.801	0.863	1.000														
4	0.731	0.817	0.820	1.000													
5	0.758	0.782	0.837	0.682	1.000												
6	0.684	0.738	0.810	0.630	0.898	1.000											
7	0.837	0.832	0.876	0.761	0.829	0.787	1.000										
8	-0.102	-0.001	-0.026	-0.022	-0.050	-0.062	-0.088	1.000									
9	-0.015	-0.001	-0.033	-0.012	-0.002	-0.017	-0.013	0.099	1.000								
10	0.053	0.089	0.059	0.081	0.064	0.025	0.075	0.038	0.157	1.000							
11	0.163	0.004	-0.048	0.054	0.035	-0.058	0.014	-0.007	0.032	0.109	1.000						
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					
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				
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			
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		
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	
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 CORRELACION ($C^2 \Omega$)

	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

TABLA 6 - VI

Comunalidades de las variables en los tres análisis factoriales

VARIABLES		muestra	♂ 740	♀ 701	♂y♀ 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

TABLA 6 - VII

MATRIZ FACTORIAL (Factores Rotados) del análisis de los Machos
 Saturación de las variables sobre los factores rotados, solo se
 indican los valores superiores a 0.3 para facilitar su lectura.

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	--	--
FDT	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		6.459	2.432	1.324	1.118
PORCENTAJE ACUMILADO		60.41	80.04	90.55	100.00

TABLA 6 - VIII

MATRIZ FACTORIAL (Factores Rotados) del análisis correspondientes a las Hembras. Saturación de las variables sobre los factores rotados. Solo se especifican las saturaciones superiores a 0.3

<u>VARIABLES</u>		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.

Saturación de los factores sobre los factores rotados, solo se indican los valores superiores a 0.3 para facilitar su lectura.

<u>VARIABLES</u>		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

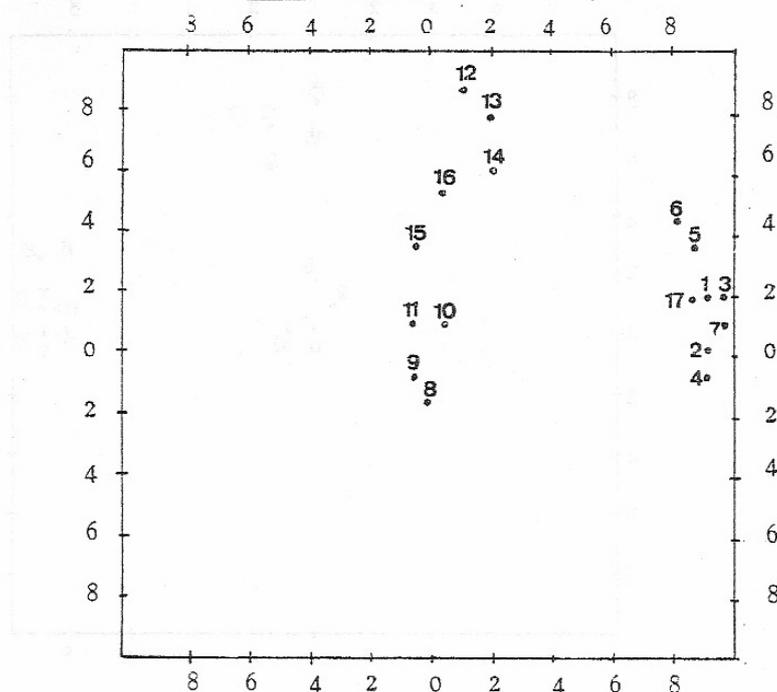


FIGURA 6-35. Representación factorial de las variables sobre el primer y segundo factor del análisis de los machos.

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.

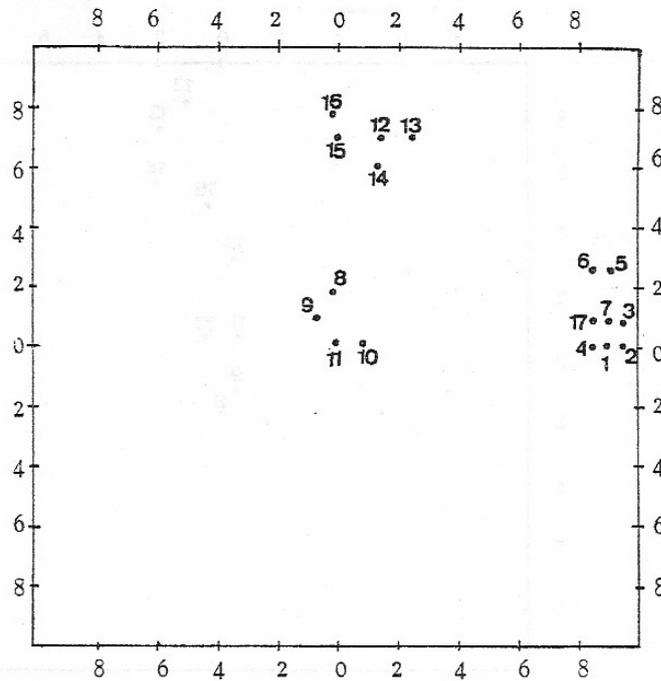


FIGURA 6-36. Representación factorial de las variables sobre el primer y segundo factor del análisis de las hembras.

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.

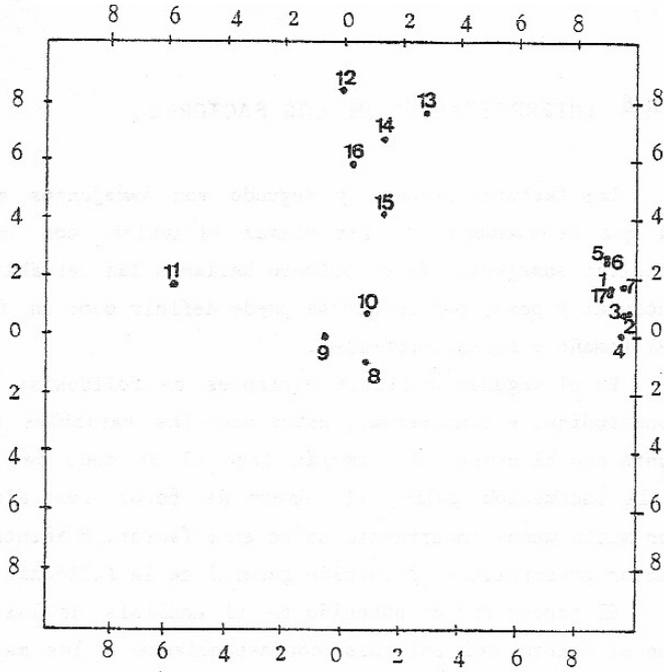


FIGURA 6-37. Representación factorial de las variables sobre el primer y segundo factor del análisis conjunto.

En el centro de la representación (no influyen en ninguno de los dos primeros factores) se sitúan las variables escamas del collar (8), 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.

6.4.4 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 foliodosis: 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 foliodosis 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.

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 foliodosis 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
- folidosis de las regiones con significado sexual
- folidosis labial

Y para las hembras además la folidosis ventral.

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: Foliosis 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.

6.5 ANALISIS DISCRIMINANTE

6.5.1 FUNDAMENTO DEL ANALISIS

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 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.

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:

LC	1	Longitud Corporal
AC	2	Anchura de la Cabeza
LP	3	Longitud del Píleo
EV	11	Escamas Ventrales longitudinales
EDL	12	Escamas Dorsales Longitudinales
PF	15	Poros Femorales
P	17	Peso

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.

MACHOS		HEMBRAS		MACHOS Y HEMBRAS	
Fase. nº	Variables Entrada Removida	Fase	Variables Entrada	Fase	Variables 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

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:

- EC 8 Número de Escamas del Collar
- EDT 13 Número de Escamas Dorsales Transversales
- EG 16 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.

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 RECLASIFICACION

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).

Provincia Cantón	Bolívia	Buenos Aires	Córdoba	El Valle	Esmeraldas	Galapagos	Imbabura	Manabí	Morona Santiago	Nariño	Orellana	Pastaza	Quito	Sucumbi	Tungurahua	Zamora Chinchipe
El Valle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esmeraldas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galapagos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Imbabura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manabí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Morona Santiago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nariño	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orellana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pastaza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sucumbi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tungurahua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zamora Chinchipe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	22	20	21	9	21	15	17	21	15	12	14	22	19	19	21	12

TABLA 6-XI. Matriz de reclasificación del análisis discriminante de los machos

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 ariado 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 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 recaen 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.

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).

	100 %	99.9/75.0 %	75.9/50.0 %	45.9/25.0 %	24.9/25.0 %	0.0 %
MACHOS	3	5	11	15	11	0
—	0	2	6	13	17	7
—	—	—	—	—	—	—
HEMBRAS	7	3	16	12	6	0
—	1	0	10	14	19	6
—	—	—	—	—	—	—
MACHOS Y HEMBRAS	2	11	14	15	3	0
—	0	2	14	17	10	2

Con una clasificación relativamente aceptable en ambos sexos, se presentan Gastabí, 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 acogen entre sí a la mayor parte de sus individuos mal clasificados. Los individuos de Escull de s'Espartar (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 Miquel.

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 reunicaciones 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.

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 foliosis 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.

6.6 ANALISIS CANONICO 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:

$$D_{(i,j)}^2 = (M_i - M_j)' C^{-1} (M_i - M_j) \quad \text{Siendo } M_i \text{ y } M_j \text{ los vectores de medias para las poblaciones } i \text{ y } j.$$

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 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 % de 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 α , 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.

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 coordenadas canónicas en los análisis muy generalizados y por tanto la variabilidad explicada solo con los dos primeros ejes resulta ser muy baja.

Este método de 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 $\alpha = 0.05 \%$.

6.6.3 RESULTADOS

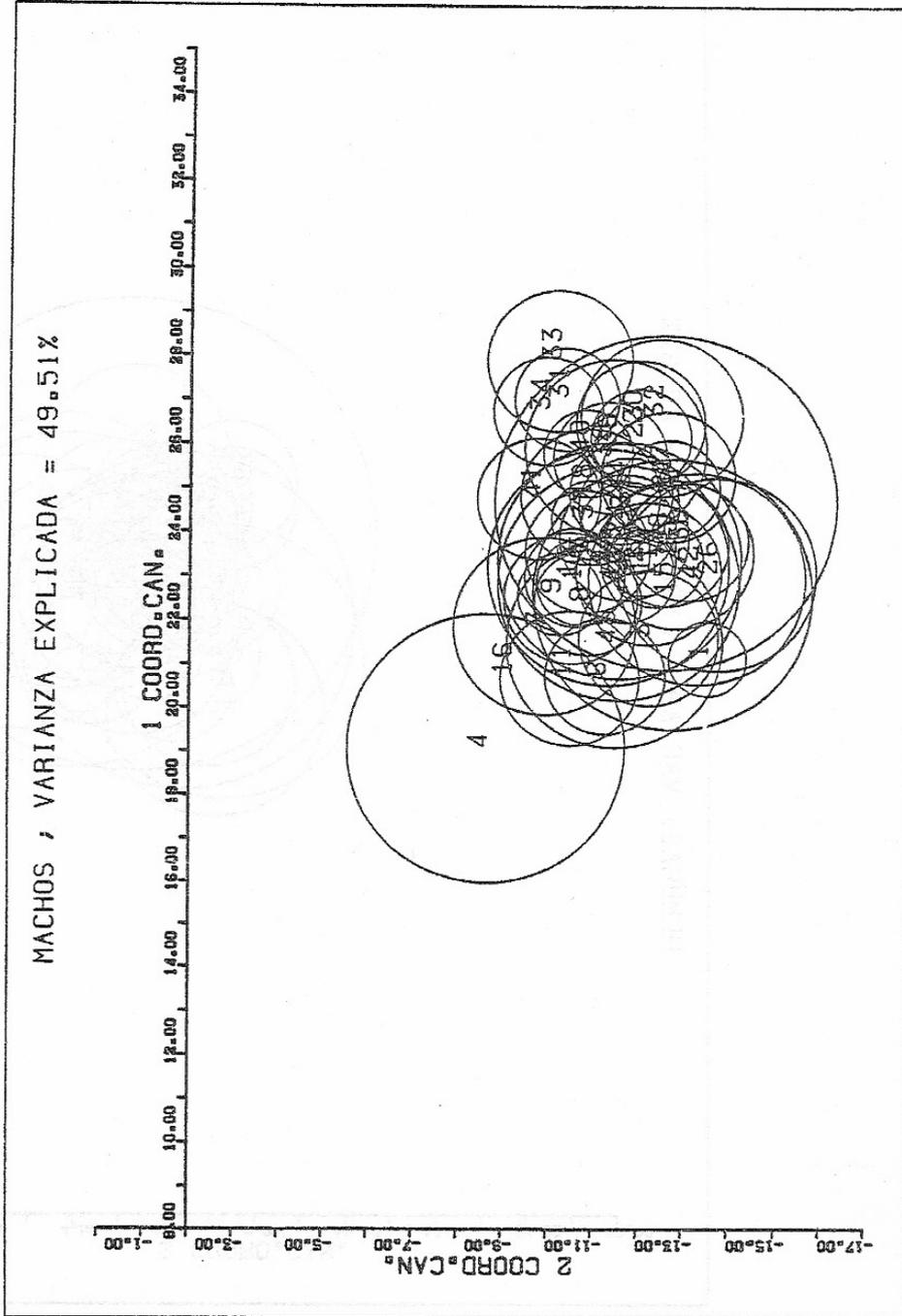
En el análisis de todas las poblaciones conjuntamente (figuras 6-38 y 6-39), se ha obtenido una proyección canónica semejante a la obtenida en el estudio previo realizado con esta especie (CIRER, 1981). Ninguna población adquiere una región confidencial propia, separada de las demás, tanto en machos 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.

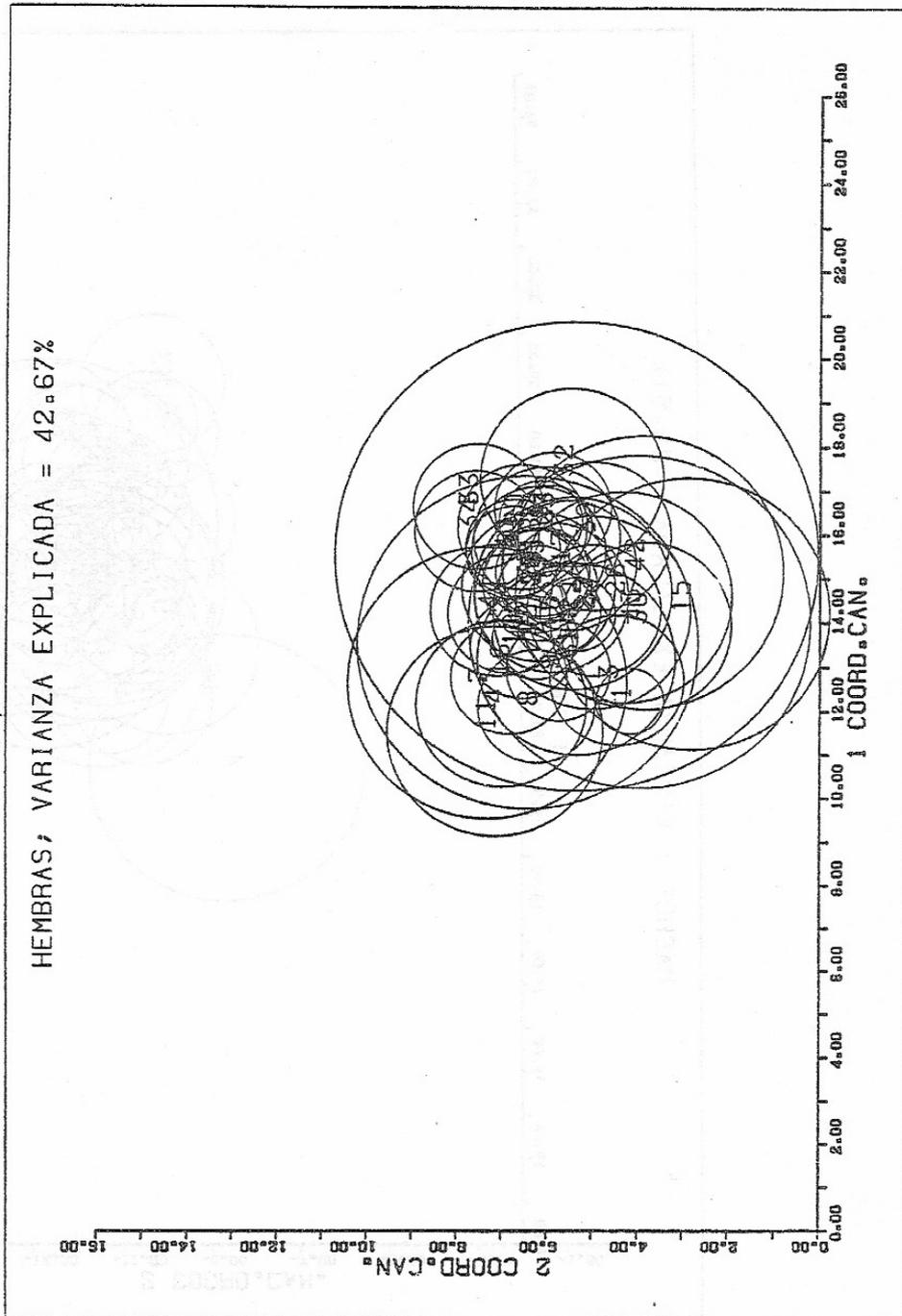
El porcentaje de varianza explicada en ambos casos es excesivamente bajo, menor del 50 %, en vista de lo cual se han realizado varios análisis parciales. Aquellos en las que se incluían 10 ó más poblaciones se han tenido que desechar ya que los resultados gráficos son confusos, semejantes al análisis 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.





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

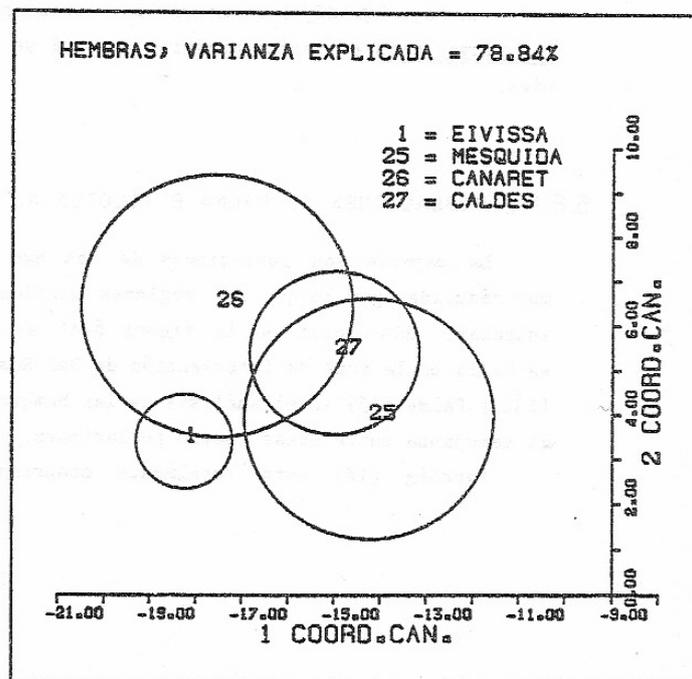
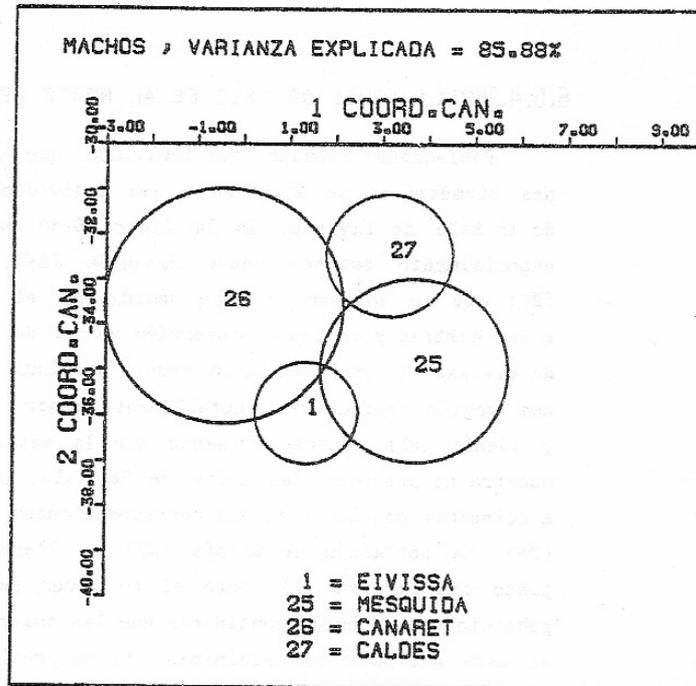
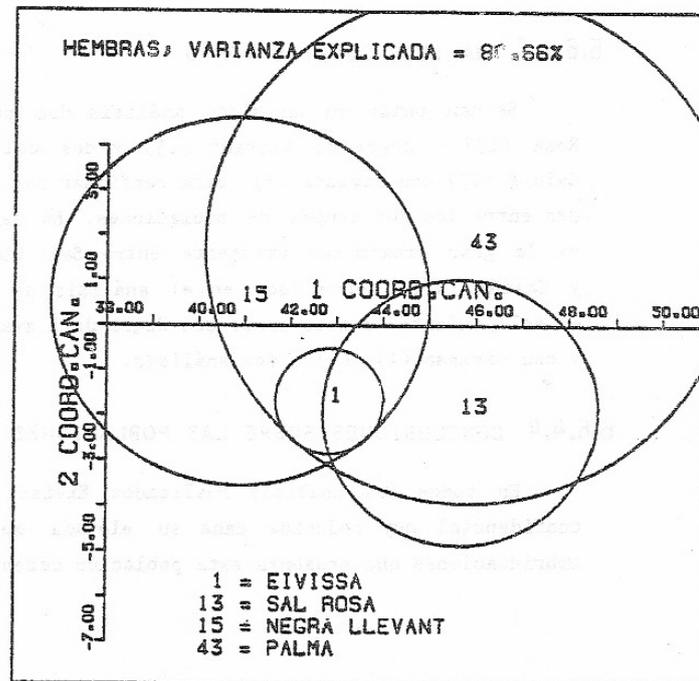
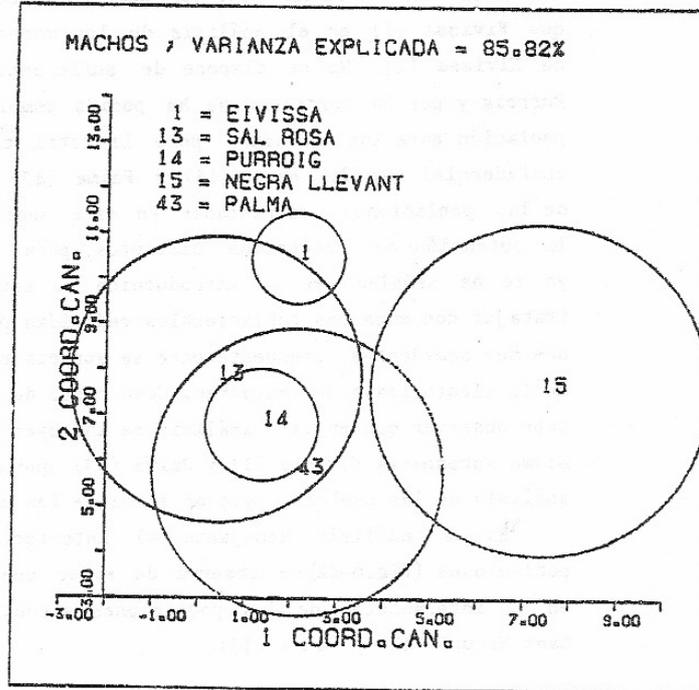


Figura 6-41



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, 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.

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 Miquel (42) y Palma (43).

6.6.4.3 ANALISIS 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

Figura 6-42

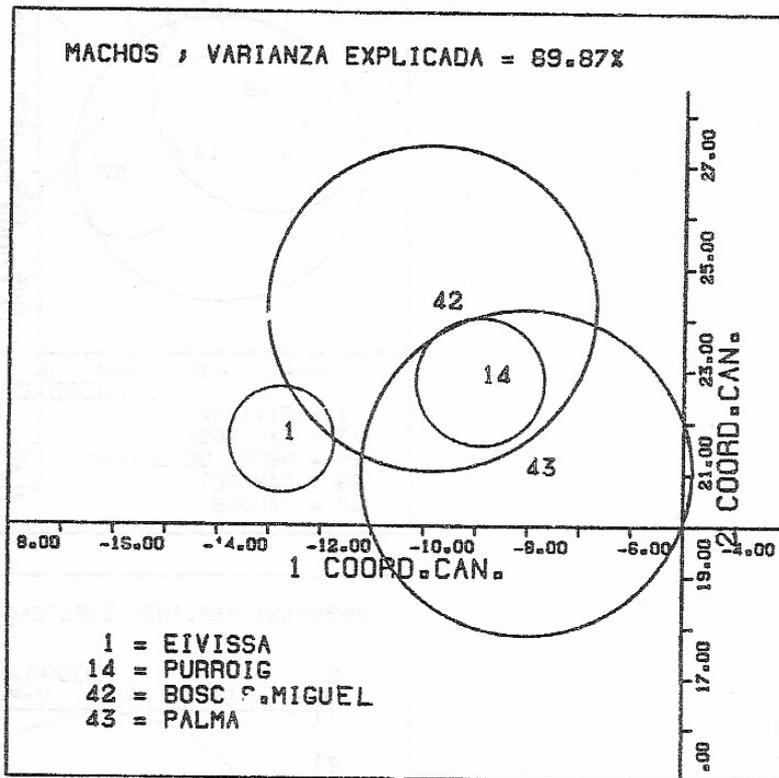
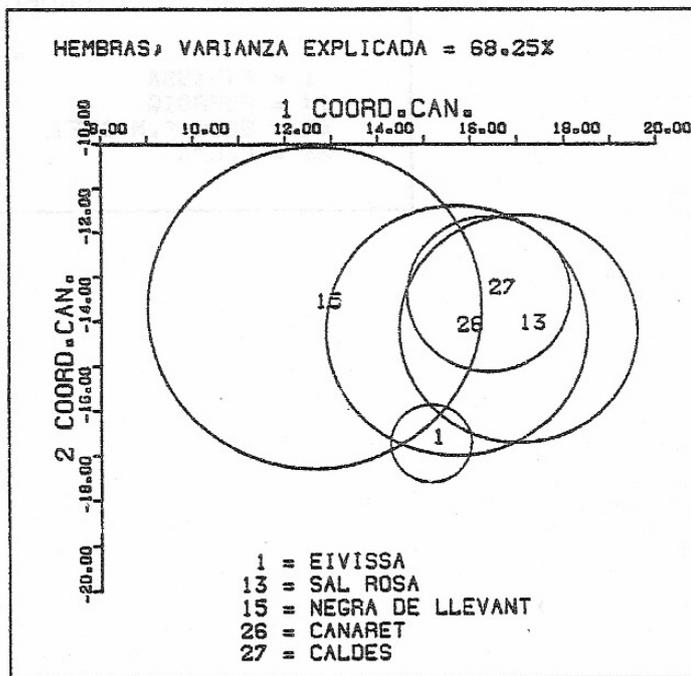
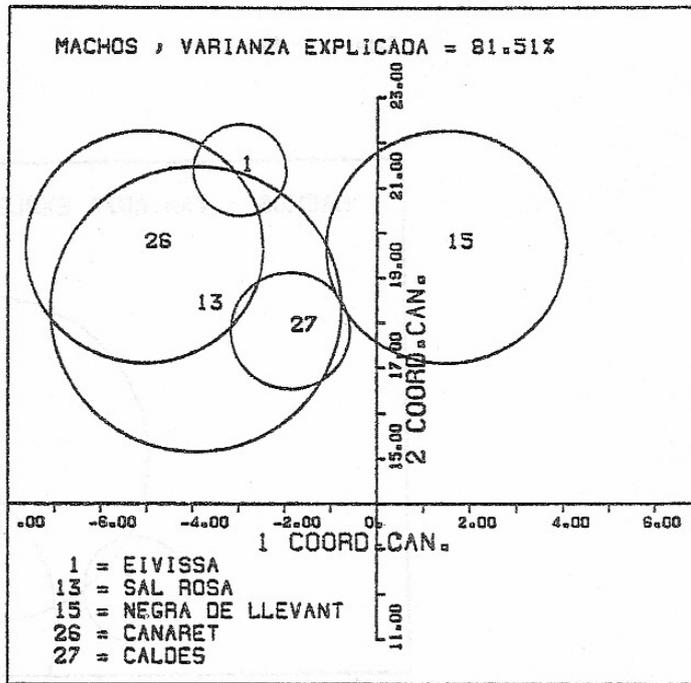


Figura 6 - 43



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.

6.6.5 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.

Figura 6-44

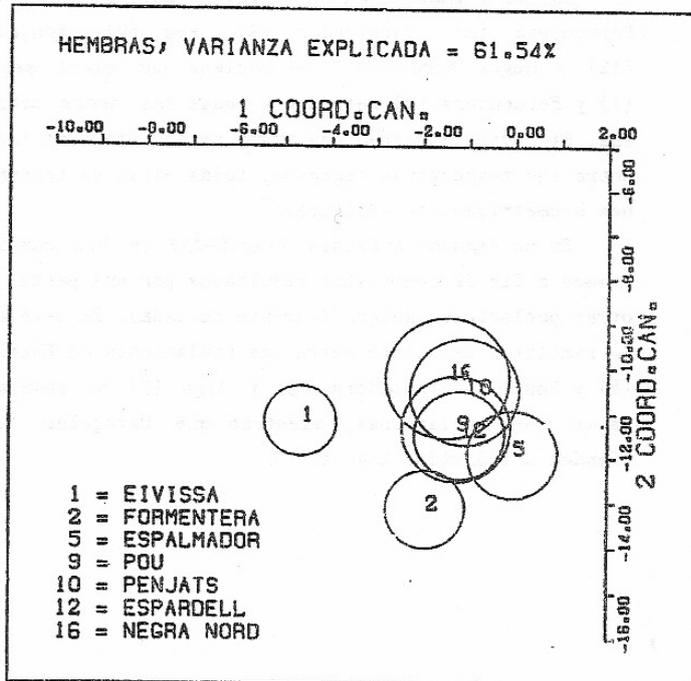
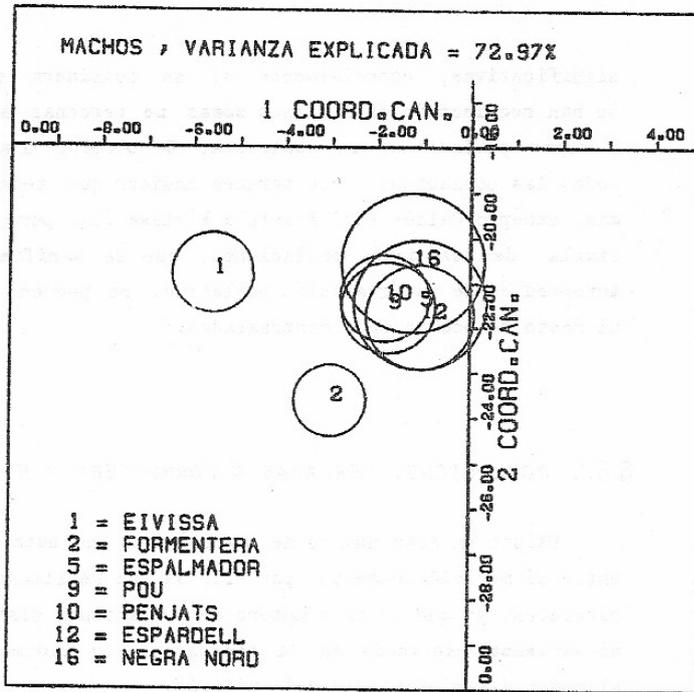
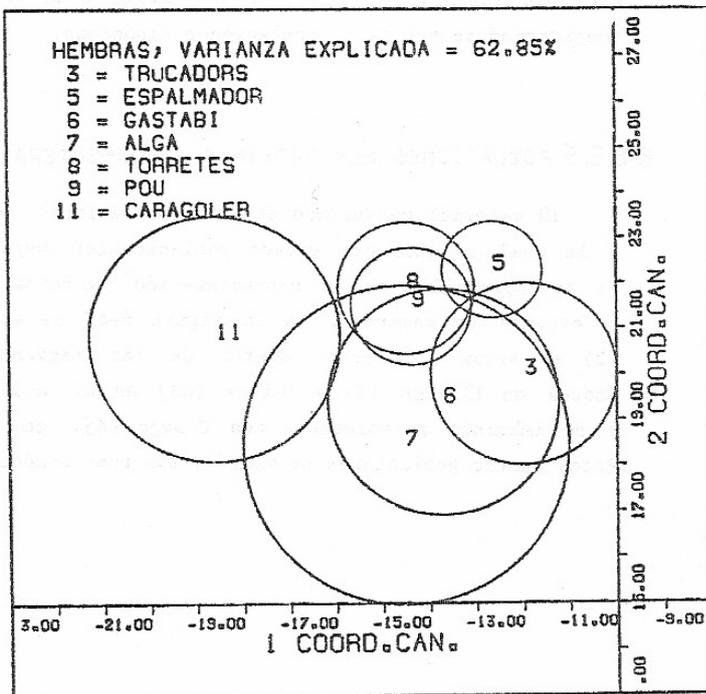
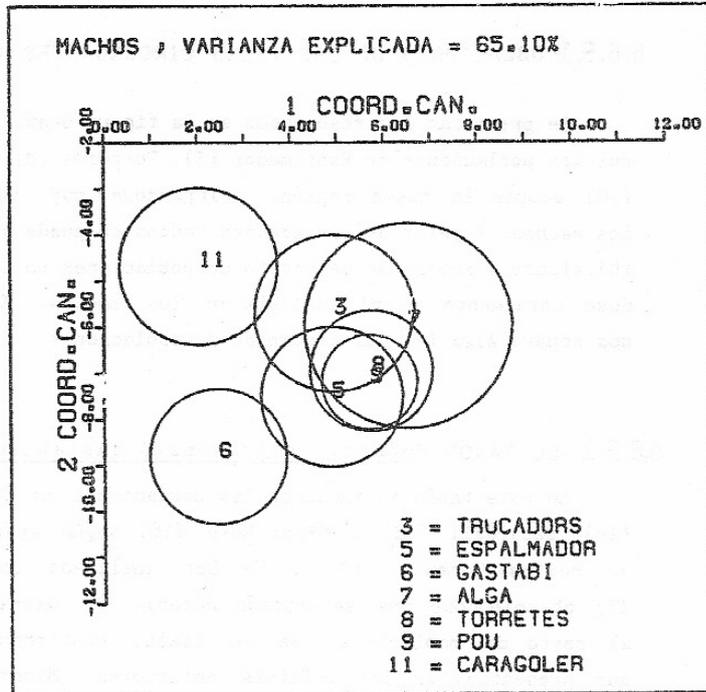


Figura 6-45



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 TAXÓN 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 PROXIMAS 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 exenta 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.

Figura 6-46

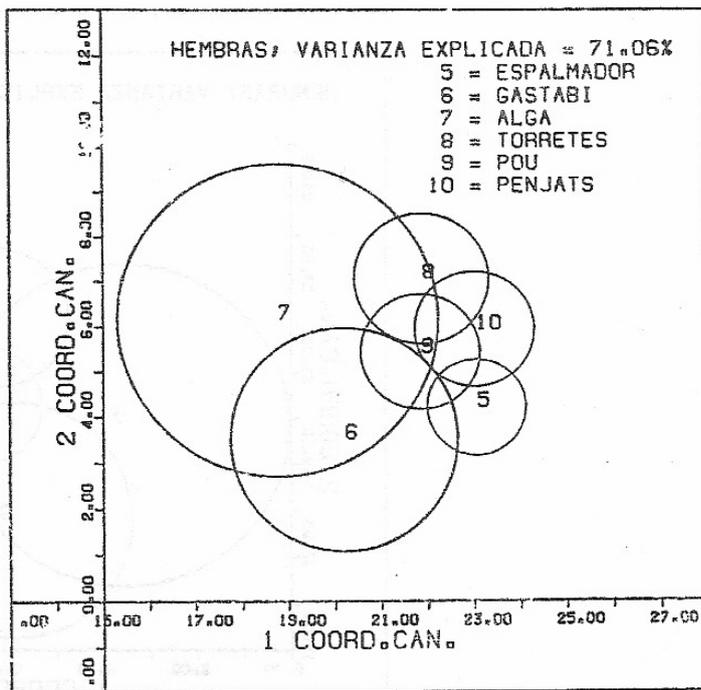
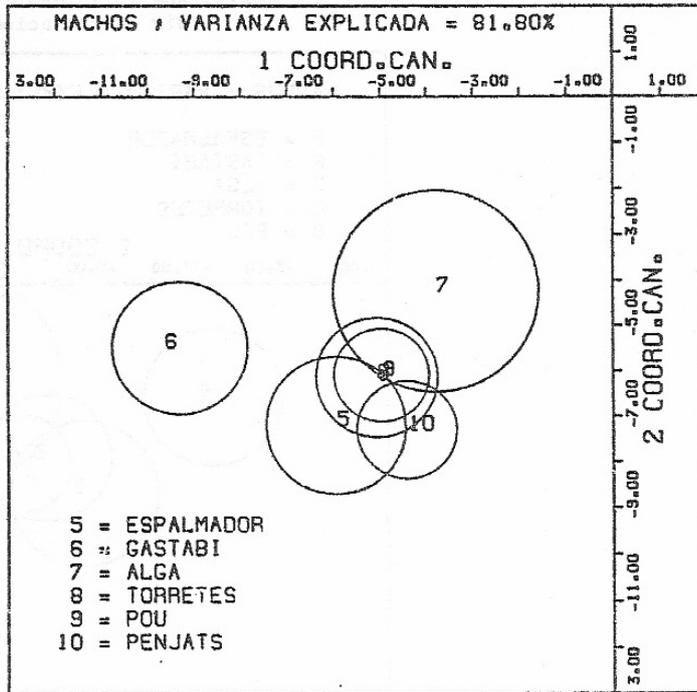
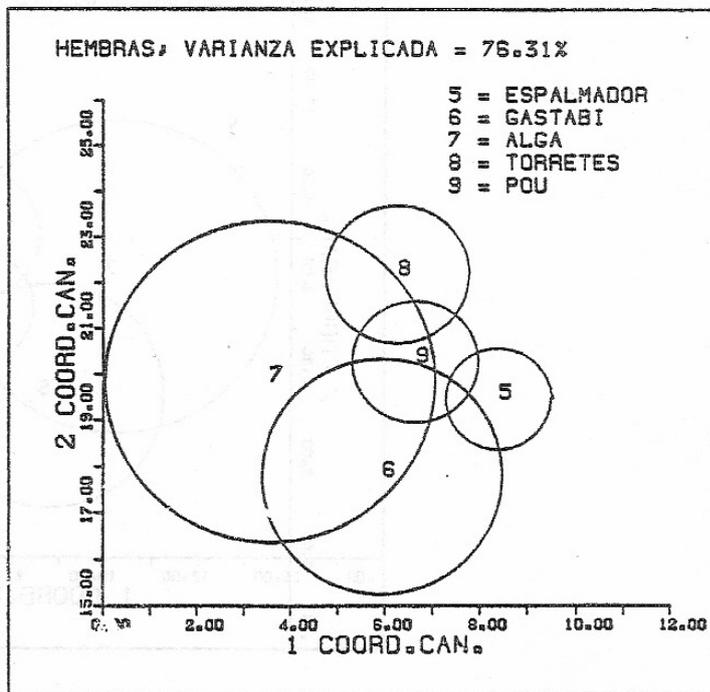
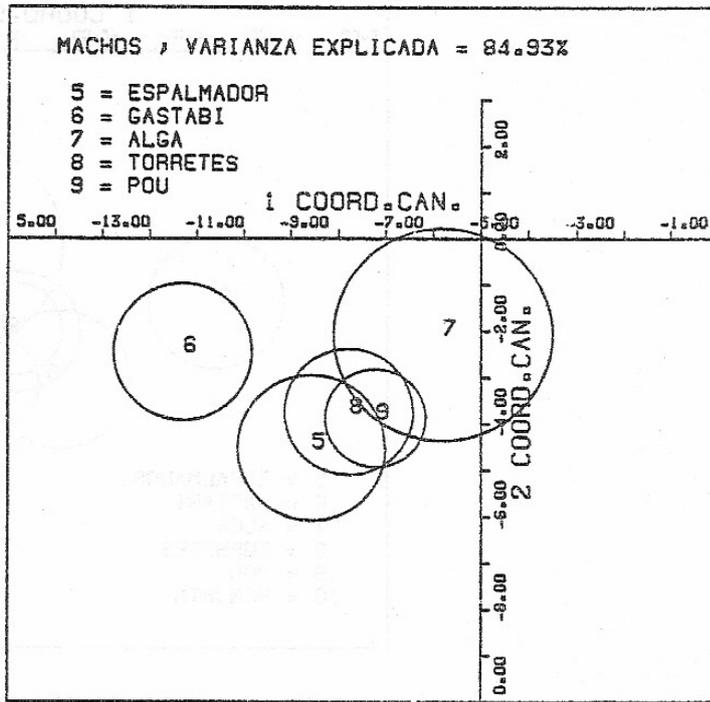
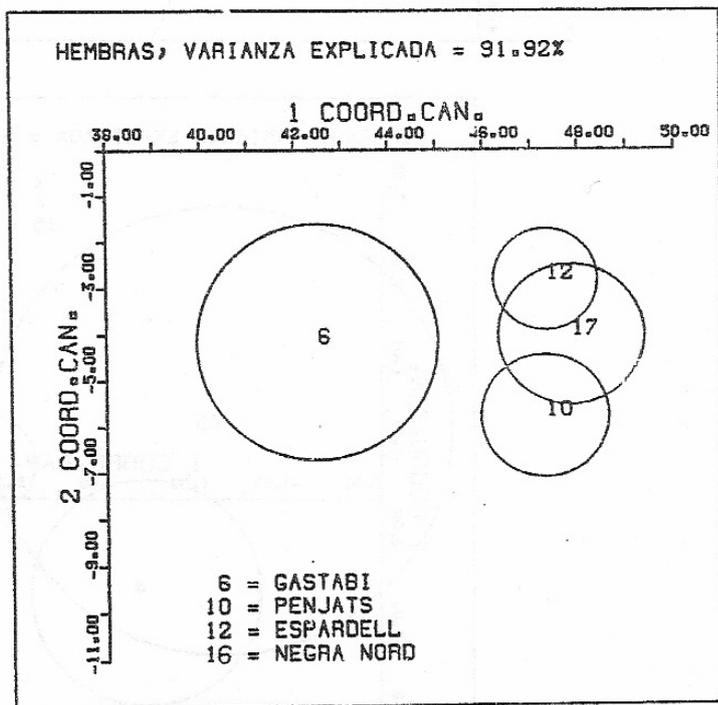
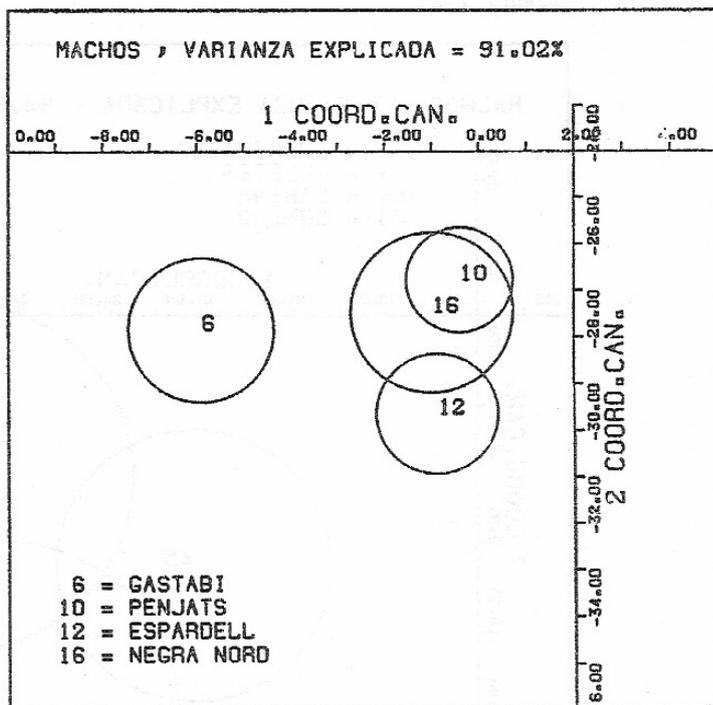
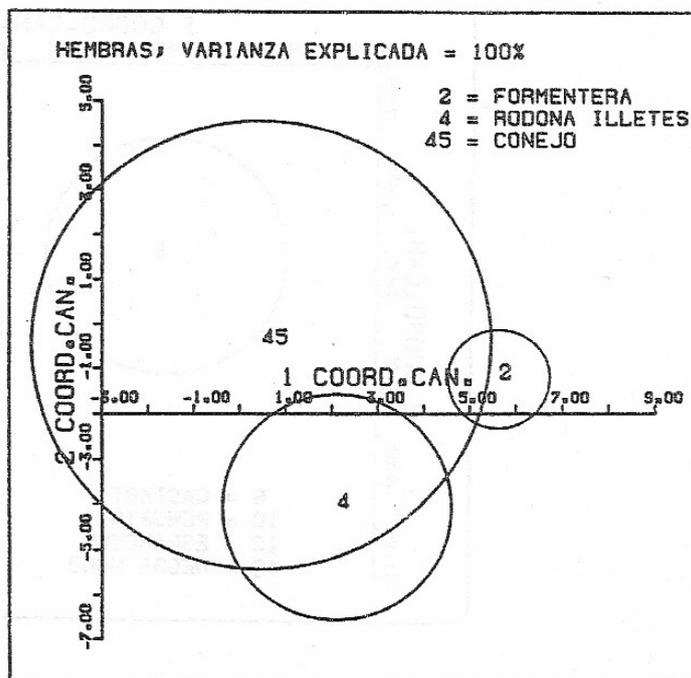
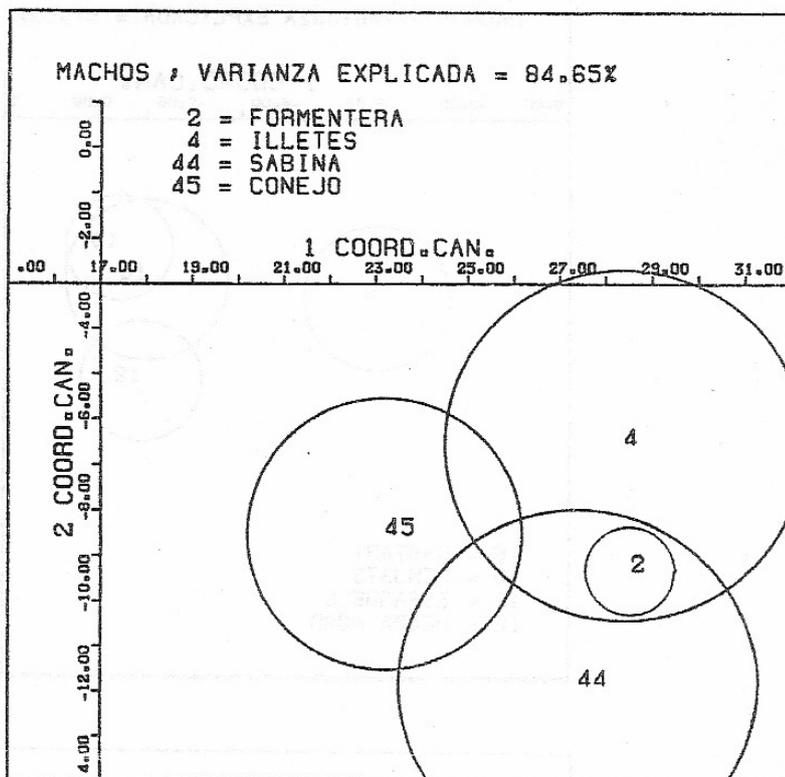


Figura 6-46 bis. Análisis idéntico al anterior, pero sin la población de Penjats.







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.

6.6.6 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 ISLAS MALVINS 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 los islotes 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.

Figura 6-49

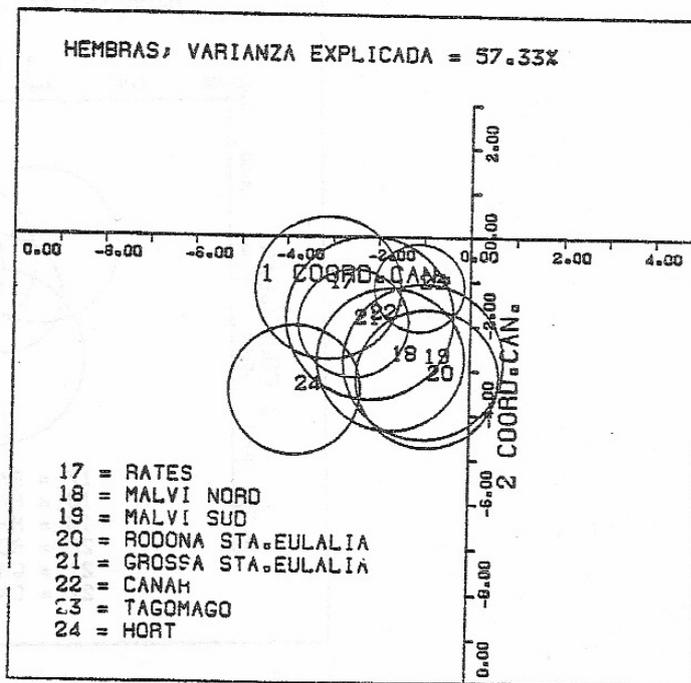
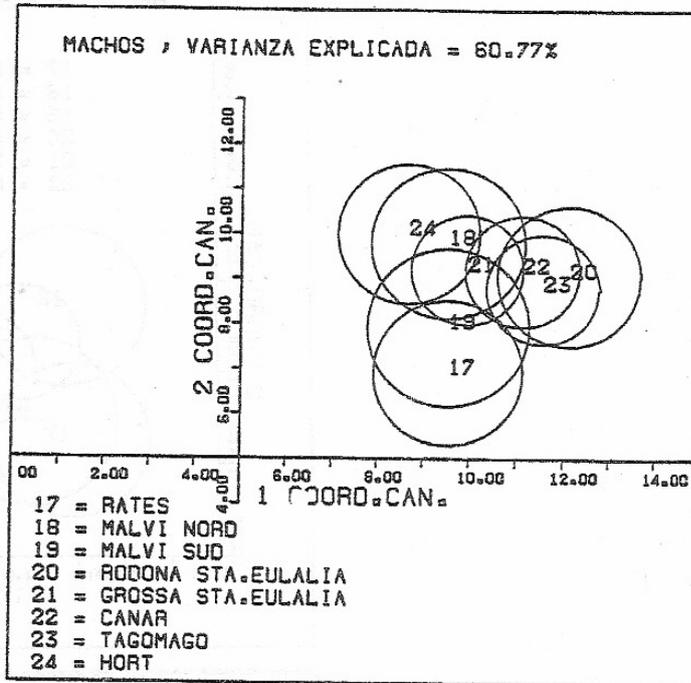
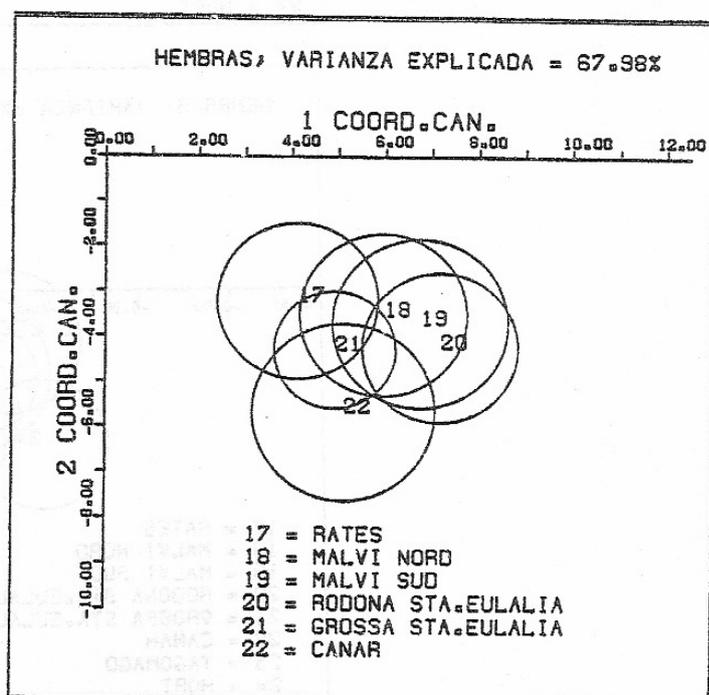
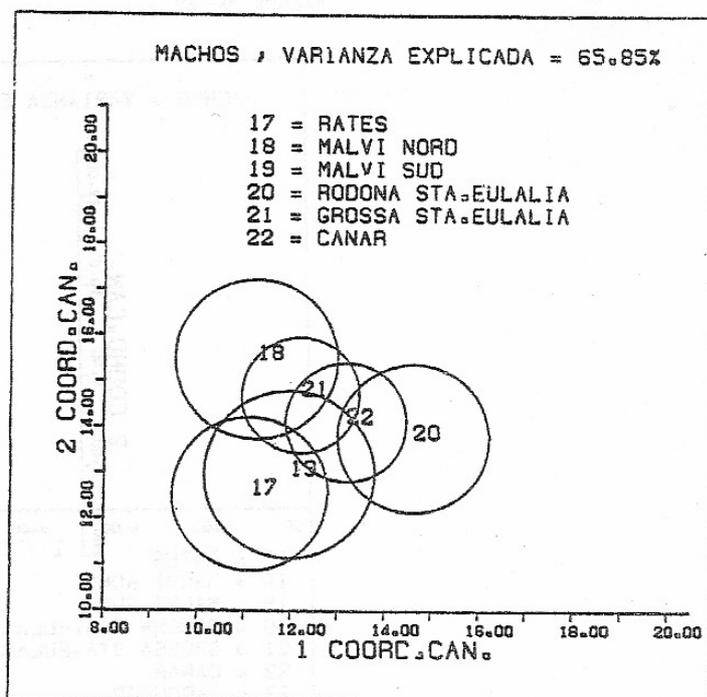
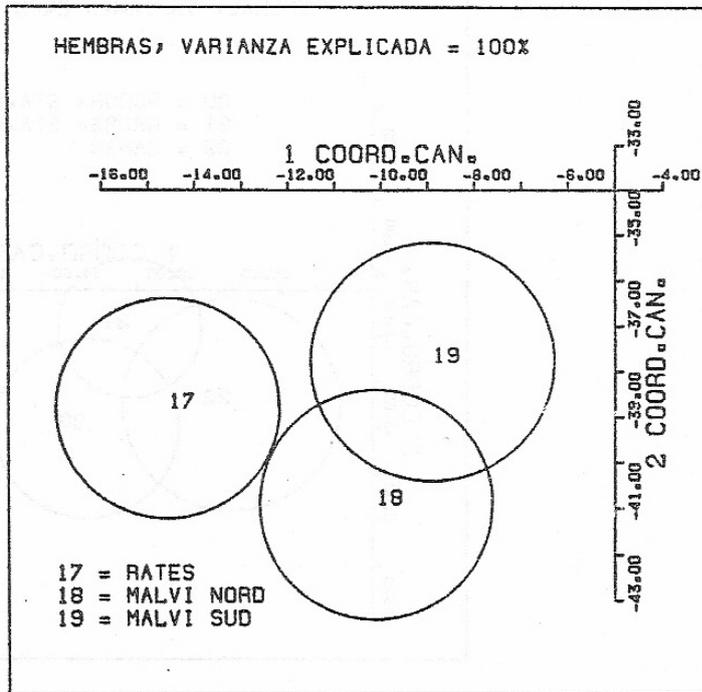
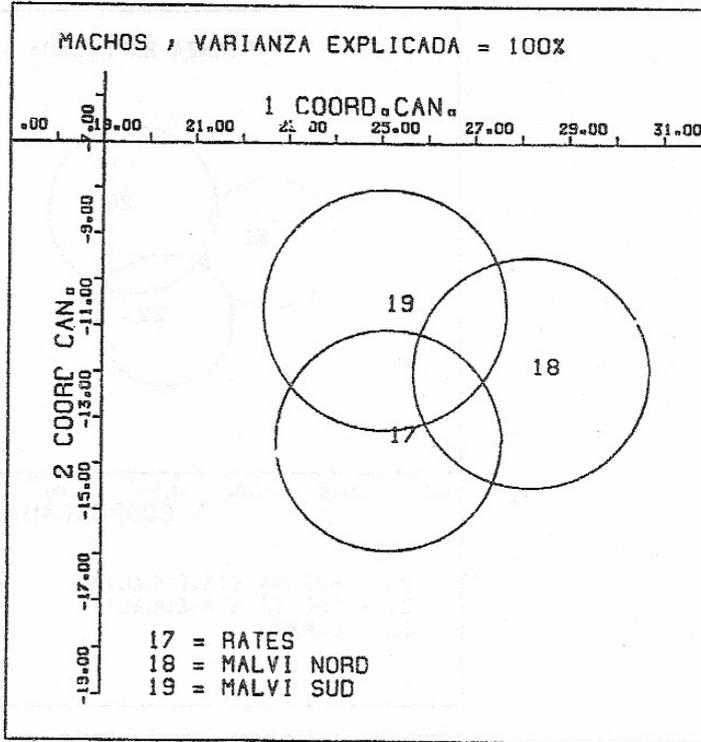


Figura 6 - 50





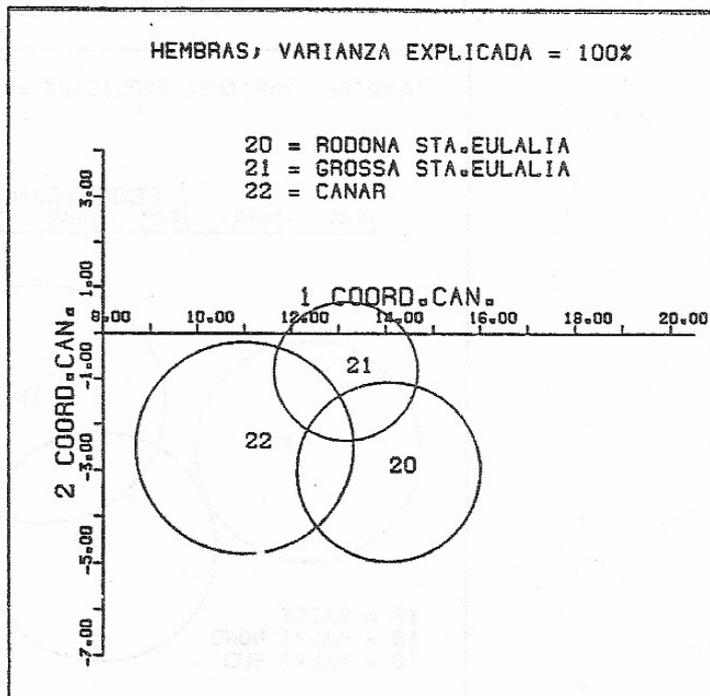
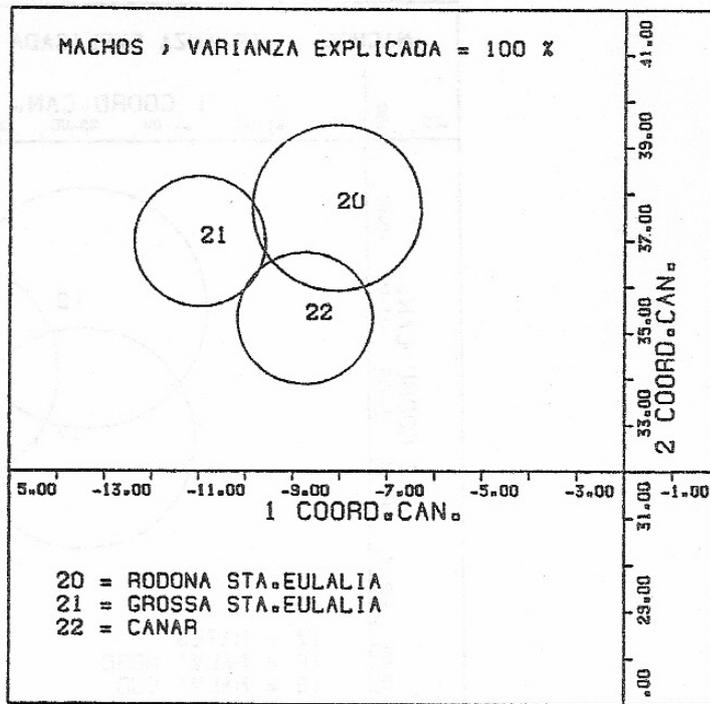
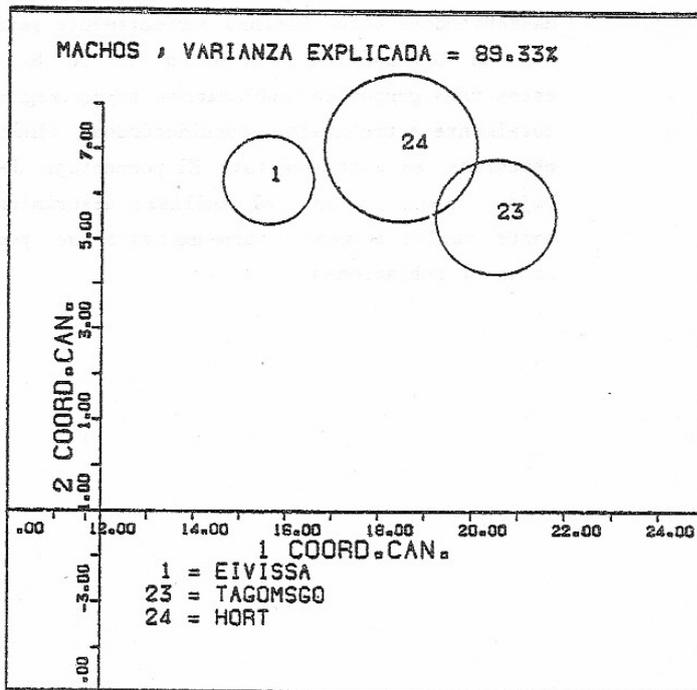
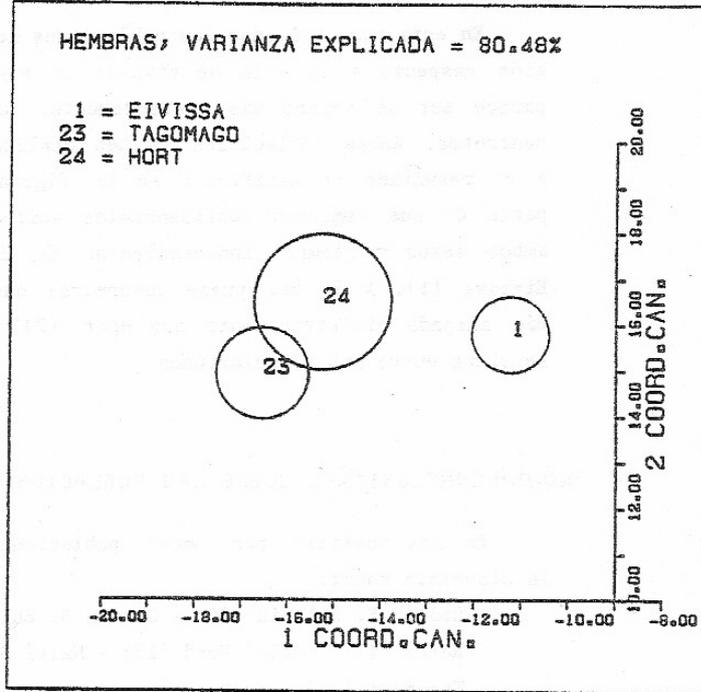


Figura 6-53



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:

Rodoña 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 MELÁNICAS

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.

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 P.p.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 Bledas (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 Bledas (Na Plana y Escull Vermell), que imposibilita su diferenciación biométrica; a la vez que no es posible discernir

Figura 654

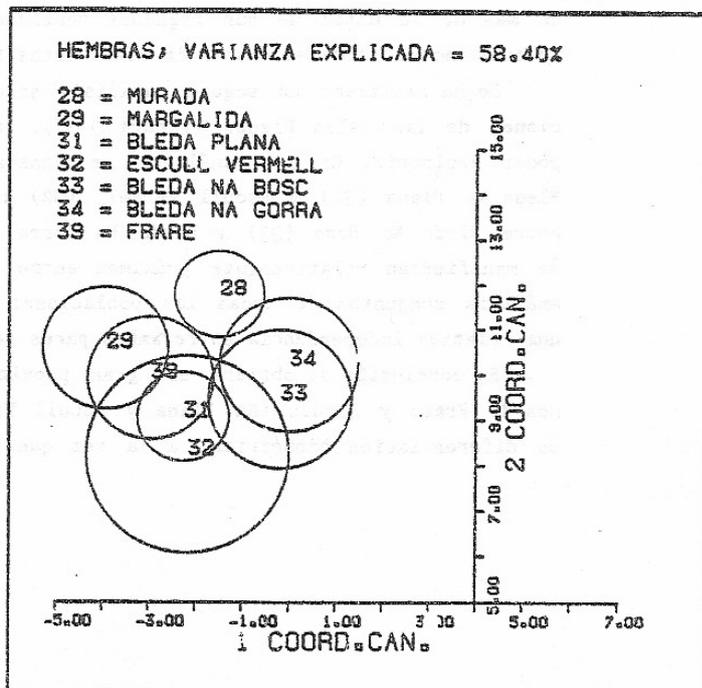
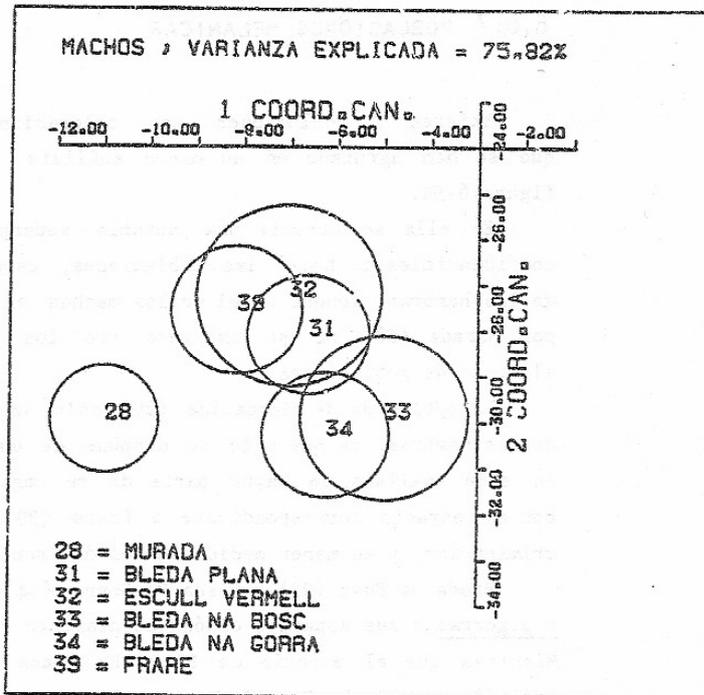
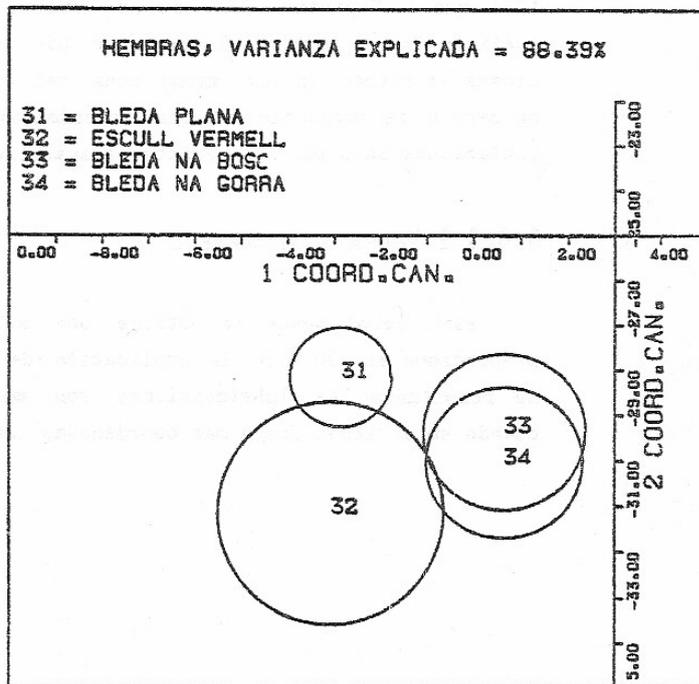
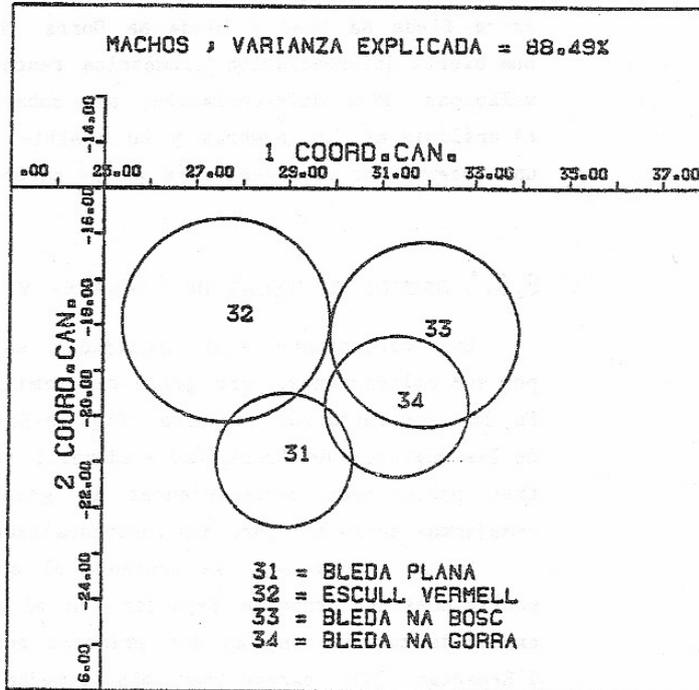


Figura 6-55



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.

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 sitúan 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

Figura 6 -56

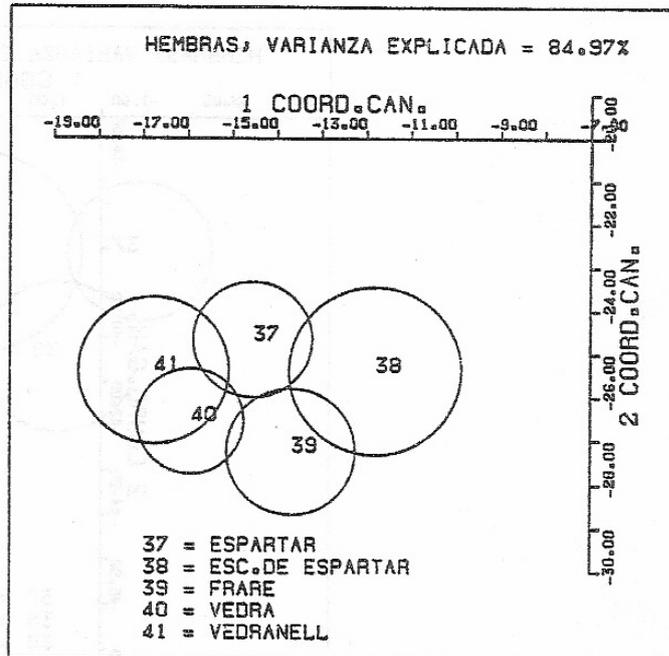
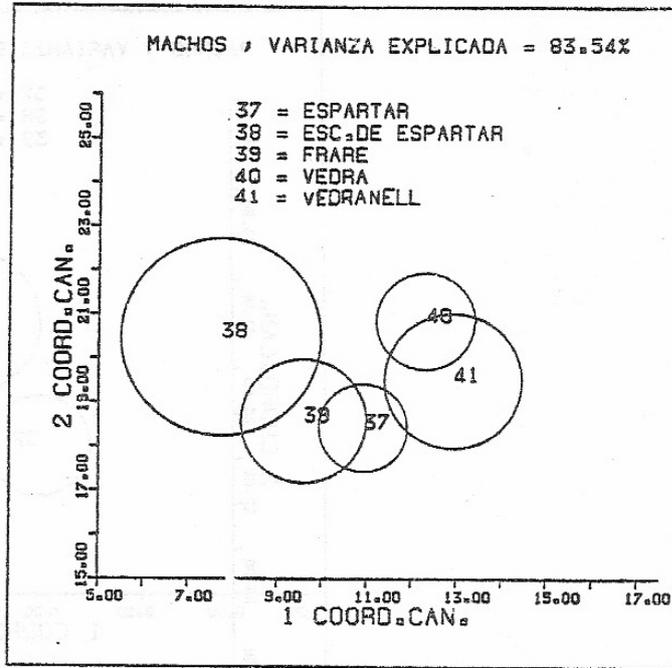


Figura 6-57

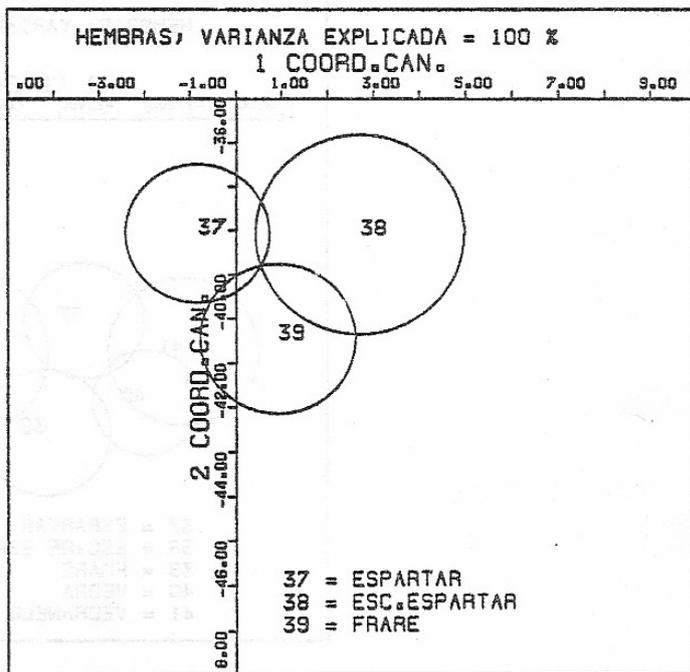
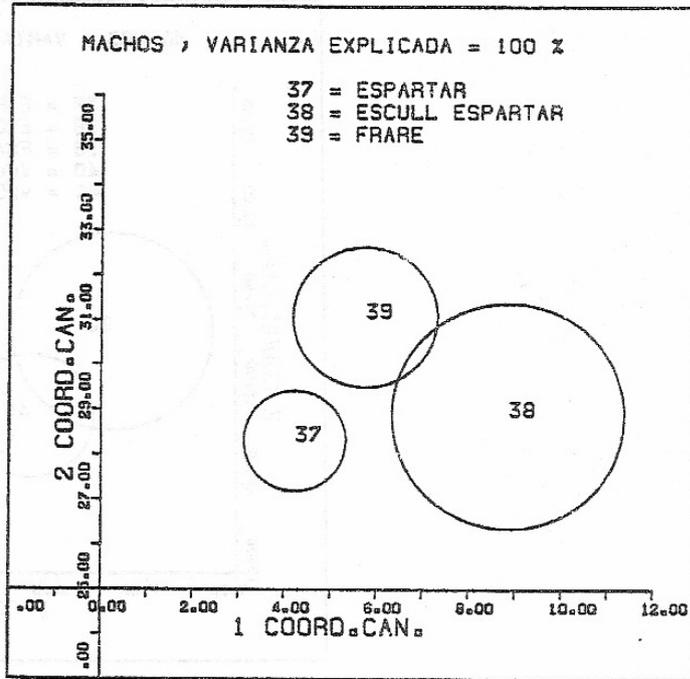
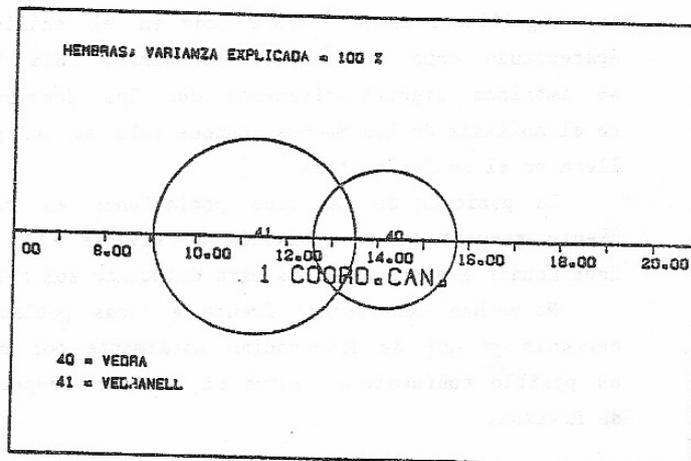
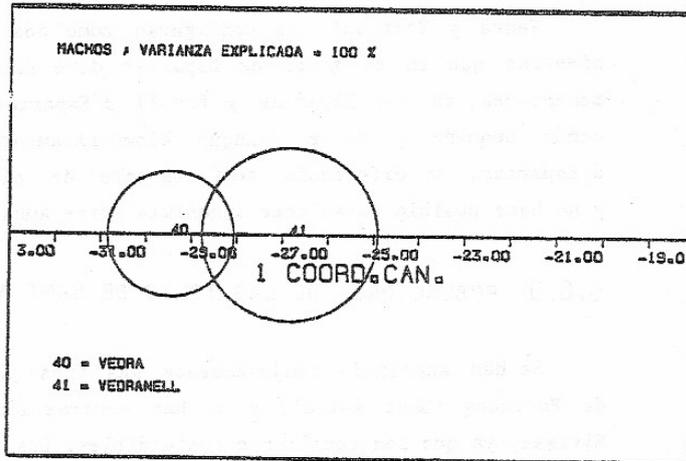


Figura 6-58



(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.

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.

Figura - 6 - 59

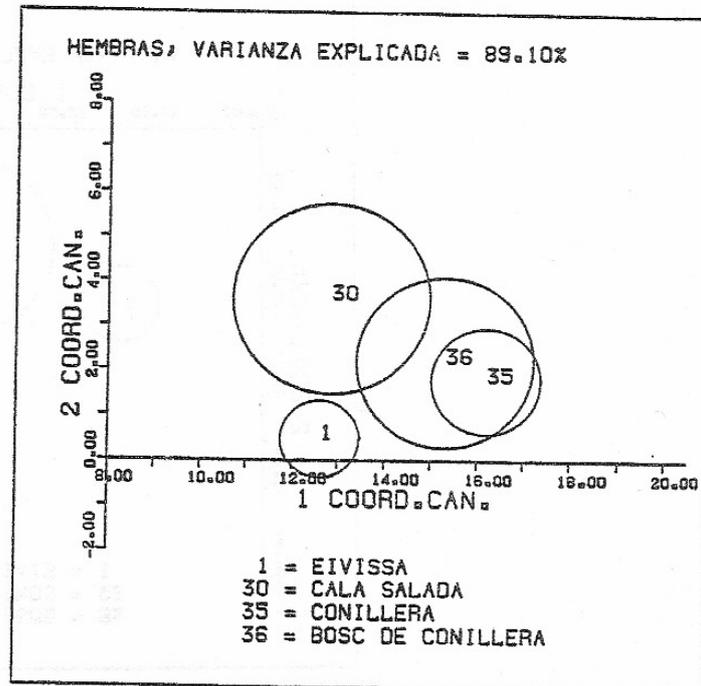
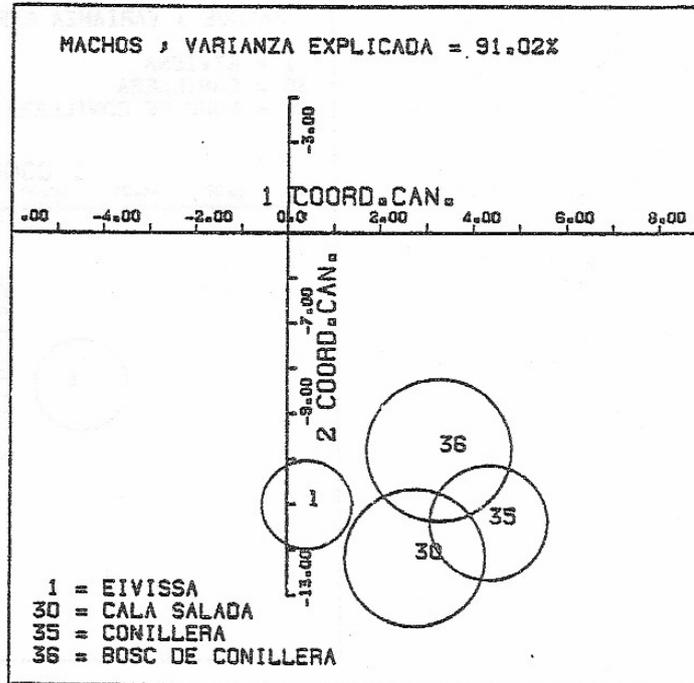
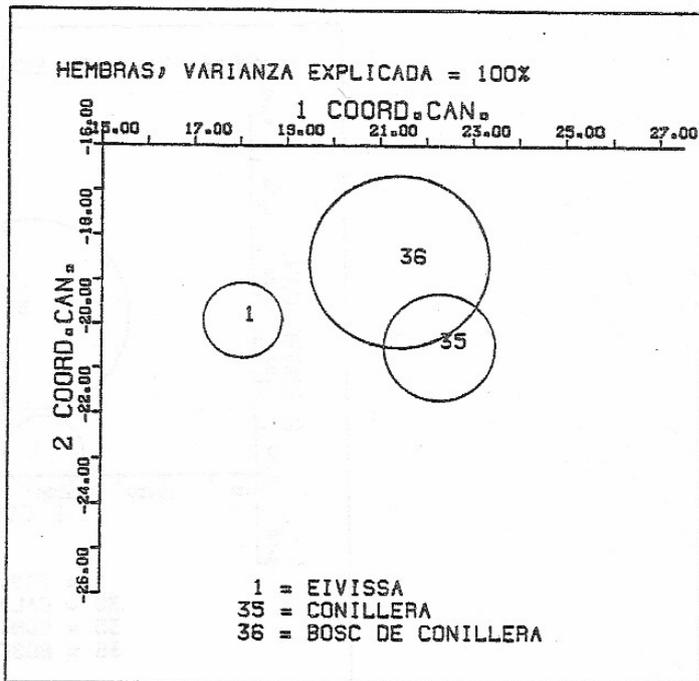
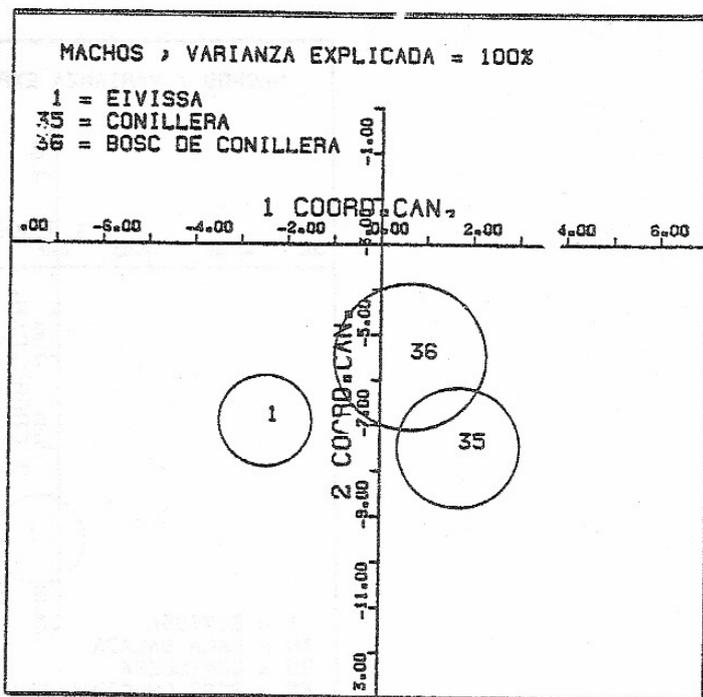


Figura 6 - 60



6.7 TAXONOMIA NUMERICA

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-SNEATH, 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 $k \times k$ de distancias, semejanzas o disimilitudes 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 anali-

zan posteriormente. Se calculan estas nuevas distancias y posteriormente se realiza la siguiente fusión de 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 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 $d_{i,j}$ (SNEATH-SOKAL, 1973) y no la distancia ultramétrica $u_{i,j}$ que puede resultar sensiblemente distorsionada.

El grado de distorsión entre las dos matrices de distancias ($d_{i,j}$, $u_{i,j}$) 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 $d_{i,j}$ y $u_{i,j}$, denominándolo coeficiente de correlación cogenética 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 cogenética. 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:

$$u (H_h, H_i \cup H_j) = \min | d(h_i, h_h), d(h_j, h_h) |$$

- 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 todos 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).

-e-. Método del Centroide o UPGMC (Unweighted 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:

$$u(H, H \cup H) = \frac{n_i}{n_i + n_j} d(h_i, h_h) + \frac{n_j}{n_i + n_j} d(h_j, h_h) - \frac{n_i n_j}{(n_i + n_j)^2} d(h_i, h_j)$$

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.

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).

6.7.4 RESULTADOS

El coeficiente de correlación cogenética 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).

TABLA 6-XVII. Valores del coeficiente de correlación cofenética obtenidos con los distintos algoritmos de clasificación aplicados.

	MACHOS	HEMBRAS
MINIMO	0.382	0.431
MAXIMO	0.489	0.533
UPGMA	0.536	0.538
MEDIANA	0.487	0.499
CENTROIDE	0.531	0.570

FIGURA 6-61

UPGMA

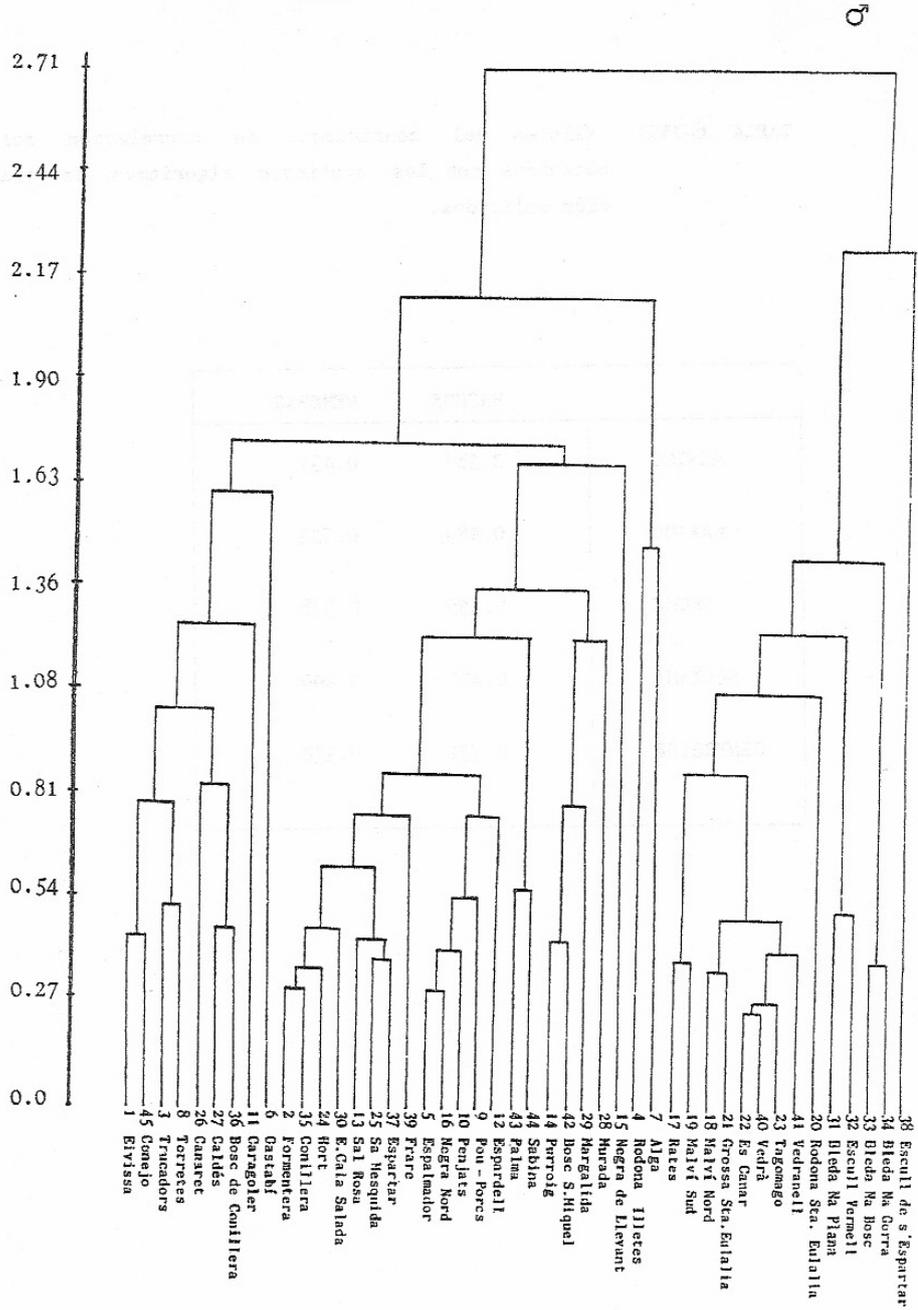
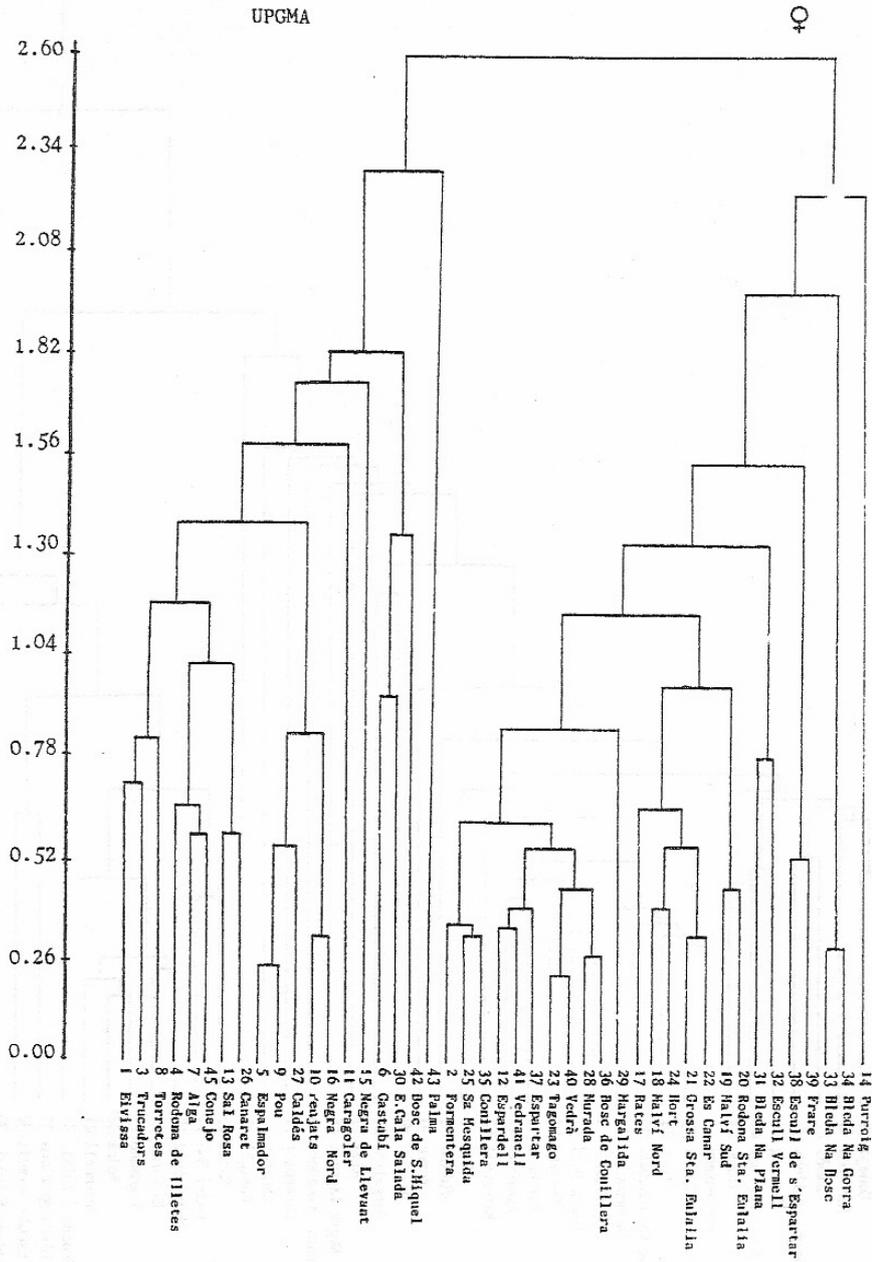
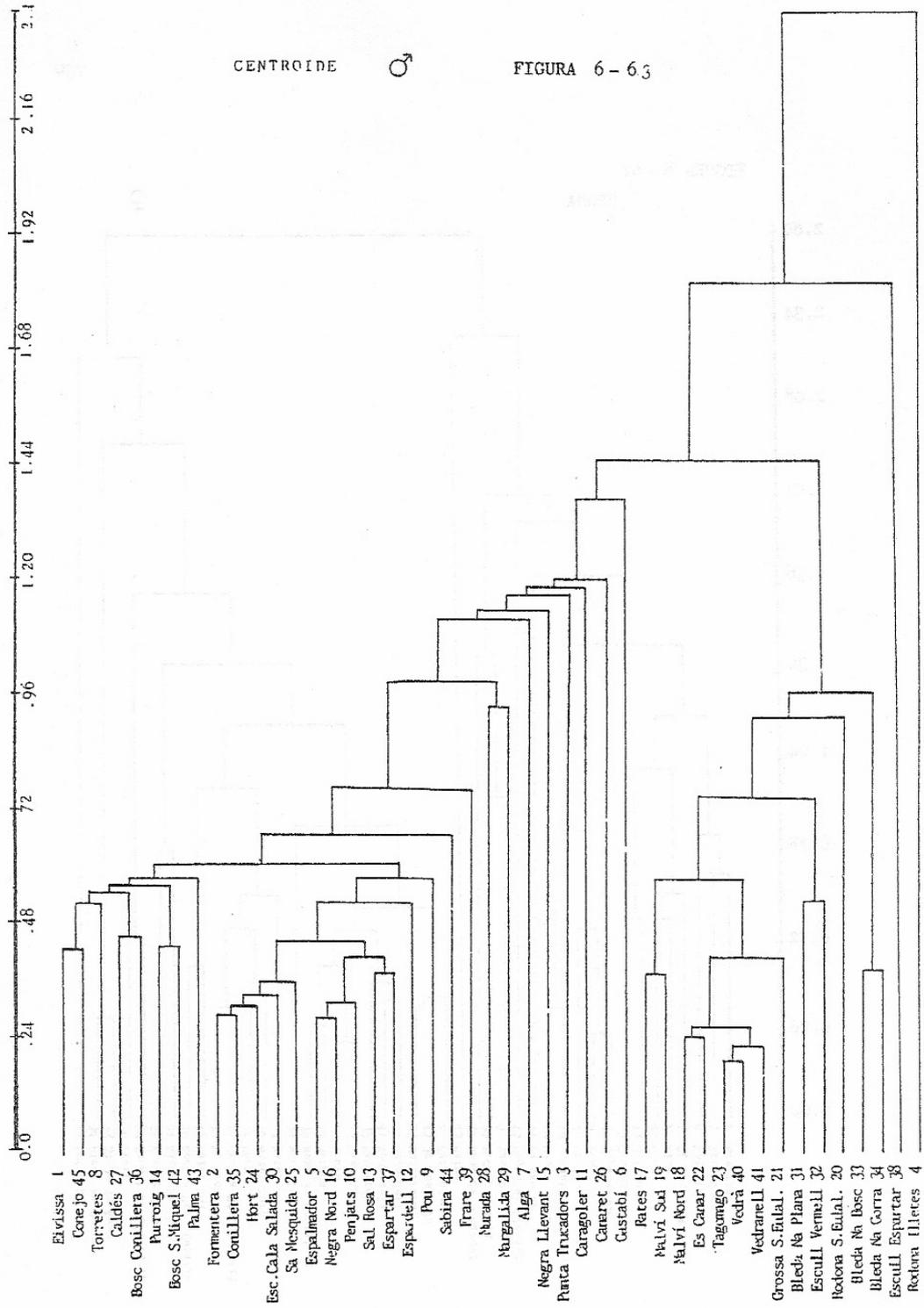


FIGURA 6 - 62



CENTROIDE ♂

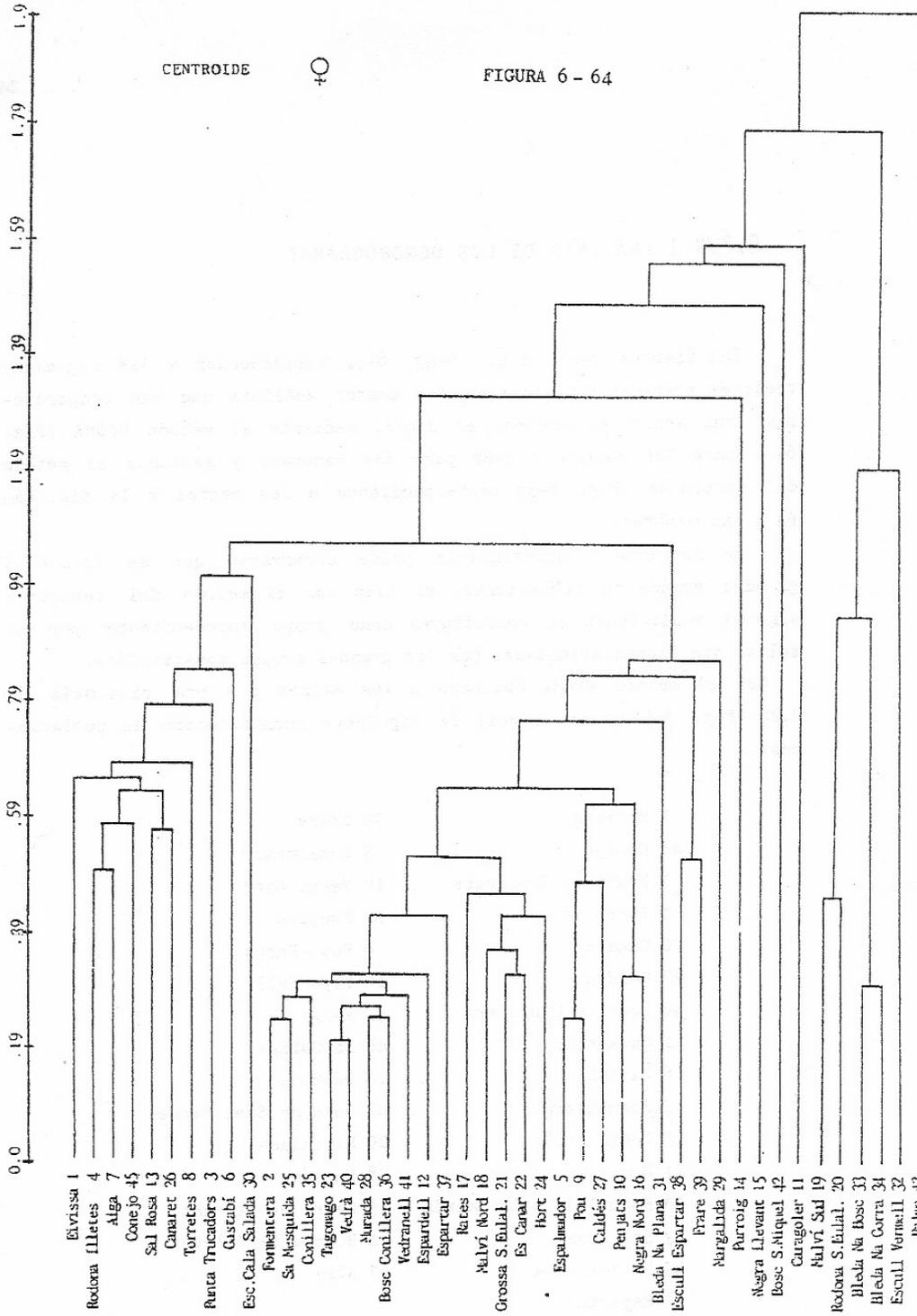
FIGURA 6-63



CENTROIDE

+O

FIGURA 6 - 64



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.

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 Miquel
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 Mesquida	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 Vedrà
- 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
- 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 Miquel
- 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 Vedrà
- 28 Murada
- 36 Bosc de Conillera
- 29 Margalida
- 17 Rates
- 18 Malví Nord
- 24 Hort
- 21 Crossa 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.

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 Miquel
- 43 Palma
- 2 Formentera
- 35 Conillera
- 24 Hort
- 30 Escull de Cala Salada
- 25 Sa Mesquida
- 5 Espalmador
- 16 Negra Nord
- 10 Penjats
- 13 Sa 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 Vedrà
- 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

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 Gastabí
- 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 Vedrà
- 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

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 Corra
- 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 Miquel
- 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.

TABLA 6 - XVIII.

POBLACIONES QUE SE REUNEN EN EL PRIMER GRUPO

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.

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 folidosis 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 folidosis, 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 folidosis, 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.

TABLA 6 - XIX

POBLACIONES QUE FORMAN EL SEGUNDO GRUPO

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

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 discriminadora 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 desdesharse 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 DISCUSION CONJUNTA DE TODAS LAS TECNICAS ESTADISTICAS

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 P.sicula y P.melisellensis (CLOVER, 1975), P.hispanica (PEREZ 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 P.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; Perez Mellado y Galindo Villardon (1986) han llegado a unos resultados parecidos al aplicar técnicas estadísticas multivariantes a P. hispanica.

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 correcto, porcentaje mínimo recomendable para aceptar el rango subespecífico (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 discriminante, 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 sinónimas, las cuales no harían aumentar la variabilidad intrasubspecífica observada, puesto que la que existe dentro de cada población insular ya es muy elevada, y tal 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-XY. 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 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.

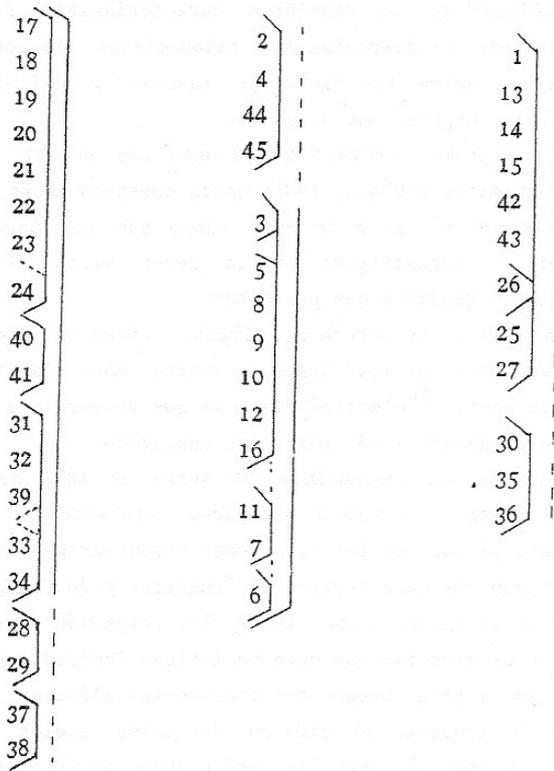
También muy relacionadas con este grupo, aunque no tan íntimamente, según se desprende de los análisis canónico y discriminante, se hallan las poblaciones 3, 7 y 11; y algo más separada de todas ellas la población 6.

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 las 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.

Las poblaciones 30, 35 y 36 se relacionan entre ellas, pero no parece que posean características biométricas que las individualice claramente y presentan similitudes con un gran número de poblaciones de todos los grupos considerados; si bien la población de Cala Salada (30) presenta las distancias euclídeas menores, respecto a las poblaciones nombradas en el párrafo anterior.

TABLA 6-XX. Esquema de las afinidades biométricas entre las poblaciones detectadas con las distintas técnicas estadísticas aplicadas. Véase el texto.



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 pityuensis 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 (1971), Gorman et Al. (1975) con las lagartijas del Adriático que presentan una problemática semejante a la de las lagartijas de las Baleares; y los de Guillaume et Al. (1976) que nos permite diferen-

ciar a Podarcis muralis de P. hispanica, especies con morfología convergente en el noreste español.

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 realizarán 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.

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 detectables 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.

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, se 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 interpoblacionales dentro de una misma subespecie.

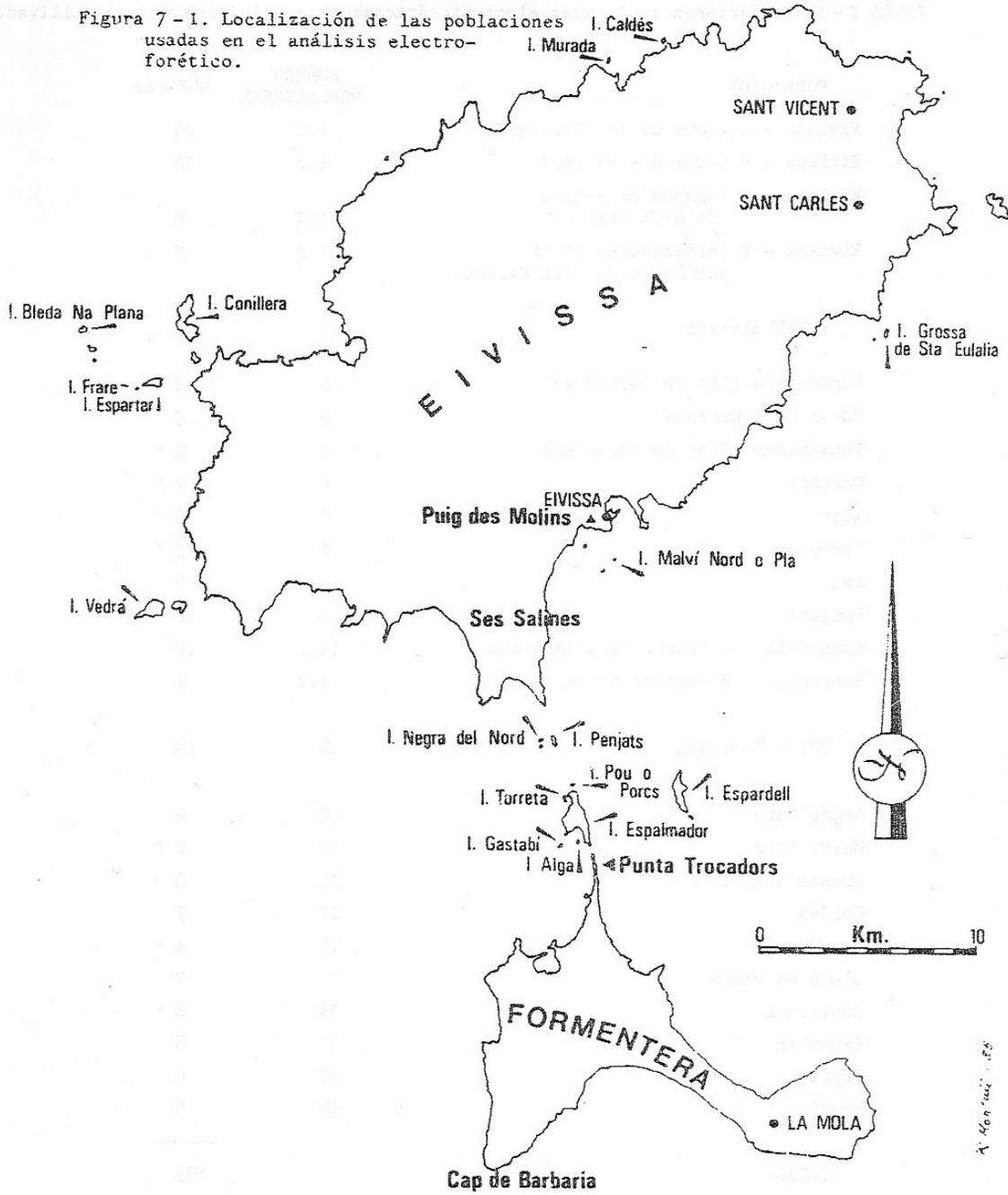
El número de individuos analizados de las poblaciones marcadas con * en la tabla 7-I es muy reducido y probablemente los resultados obtenidos no se corresponden totalmente con la realidad, pero no ha sido posible aumentar su muestra ya que algunas poblaciones habitan áreas muy pequeñas y una captura excesiva podría poner en peligro a toda la población (MARTINEZ RICA & CIRER, 1982; COLECTIVO VIDA SILVESTRE, 1984).

La localización geográfica de cada población puede apreciarse en el mapa de la figura 7-1.

TABLA 7-1. Poblaciones analizadas electroforéticamente con los individuos utilizados

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

Figura 7-1. Localización de las poblaciones usadas en el análisis electroforético.



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°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°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.

7.4.1 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), α -Glicerofosfato Deshidrogenasa (α -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 todos a la vez en un mismo análisis a fin de compensar sus efectos (BULLINI & SBORDONI, 1980).

TABLA 7 - II. Enzimas analizados

PLASMA	Tampón Tris-HCl pH 8.5 Carbamil Anhidrasa	CAR
	Tampón "Poulik": Tris-Citrato-Borato pH 8.2 Esterasa - (uno)	EST - 1
HIGADO	Tampón Tris-Citrato pH 6.7 Láctico Deshidrogenasa (A & B)	LDH - A LDH - B
	Fosfoglucoisomerasa	PGI
	Fosfoglucomutasa (1 & 2)	PGM - 1 PGM - 2
	Isocitrato Deshidrogenasa	IDH
	Malato Deshidrogenasa	MDH
	Tampón Tris-Citrato pH 8.1 Glutamato Oxalo Transaminasas (1 & 2)	GOT - 1 GOT - 2
	a Glicerofostato Deshidrogenasa	a - CPD
	6 Fosfoglucofosfo Deshidrogenasa	6 - PGD
	Glucosa-6-P Deshidrogenasas (1 & 2)	G-6-PD-1 G-6-PD-2
	Tampón LiOH pH 8.1 Esterasas X	EST - X
	Tampón "Poulik": Tris-Citrato-Borato pH 8.2 Manosa Fosfato Isomerasa	MPI
	Sorbitol Deshidrogenasa (1 & 2)	SOD - 1 SOD - 2
RIÑÓN	Tampón Tris-Citrato pH 8.1 Glutamato Oxalo Transaminasas (1 & 2)	GOT - 1 GOT - 2
	a Glicerofosfato Deshidrogenasa	a - CPD
	6 Fosfoglucofosfo Deshidrogenasa	6 - PGD
	Glucosa-6-P Deshidrogenasas (1 & 2)	G-6-PD-1 G-6-PD-2
	Tampón LiOH pH 8.1 Esterasas X	EST - X

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 \bar{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):

$$\bar{H} = \frac{\sum_{k=1}^r H_k}{r}$$

donde r es el número de loci y H_k la heterocigosis manifestada en el locus k , que se calcula:

$$H_k = 1 - (\sum x_i^2)$$

siendo x_i las frecuencias alélicas halladas en el locus k .

Con las frecuencias génicas de la tabla 7-III, se ha calculado el coeficiente de Identidad Genética Media (\bar{I}) y la Distancia Genética Media (D), para cada par de poblaciones, según el método propuesto por NEI (1972):

$$\bar{I} = \frac{I_{xy}}{\sqrt{I_x \cdot I_y}}$$

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 \bar{I} se calcula D mediante la expresión:

$$D = -\ln \bar{I}$$

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)

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 (RAMON 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 Uromastix 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.

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 (RAMON 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) solo 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).

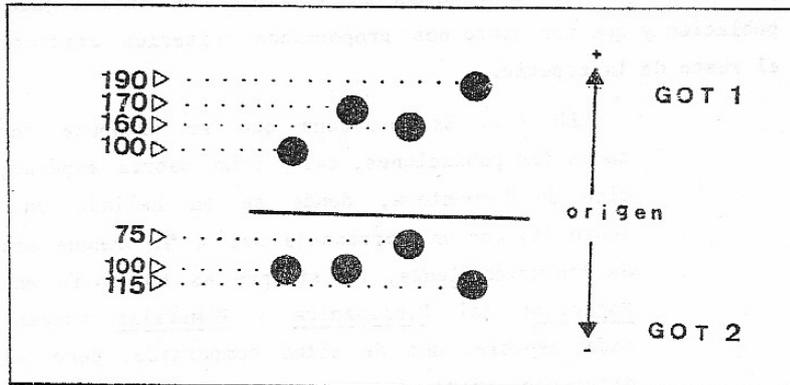


Figura 7-2. El Glutamato Oxalo Transaminasa es un enzima dímero que posee dos cadenas polipeptídicas codificadas por dos loci distintos, la GOT-1 migra hacia el polo positivo del campo eléctrico y la GOT-2 hacia el negativo.

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.

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 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).

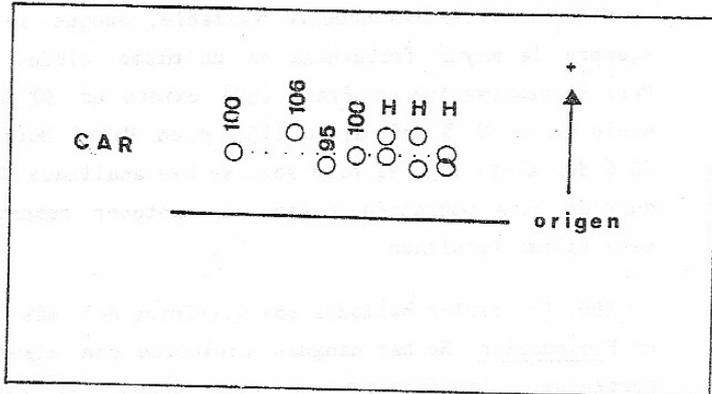


Figura 7- 3. Posición de las cadenas proteínicas de Carbamil anhidrasa después de la migración. Las cuatro primeras posiciones corresponden a individuos homocigotos y las siguientes a todos los heterocigotos posibles: 100/106, 106/95, 100/95 en este orden.

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 Torretes (8) y 43 % en Bleda Na Plana (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).

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 %.

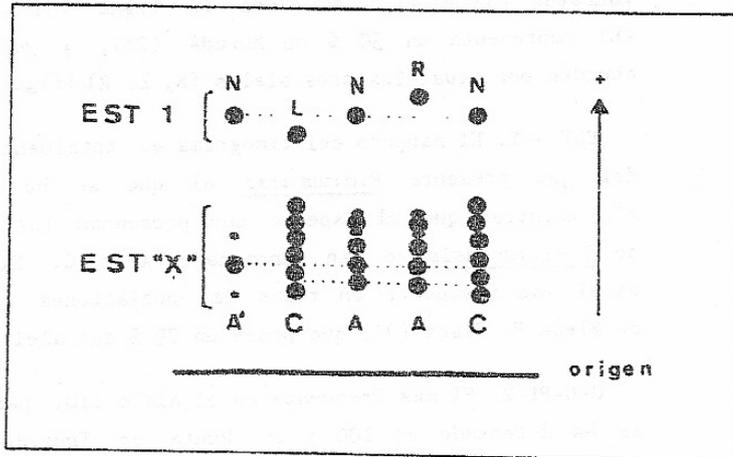


Figura 7-4. Aspecto del zimograma de las esterasas. En primera posición una muestra de P.muralis que siempre es distinto de las siguientes, que corresponden a P.pityusensis. La existencia de algún alelo determinado en EST-1 no condiciona la existencia de uno u otro alelo en EST-X, ya que están codificados por loci distintos.

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.

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).

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 H 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. 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 heterocigosis 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 (RAMON 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).

TABLA 7 - III. Frecuencias génicas halladas en las distintas poblaciones

POBLACION	Número poblacional Indiv. analizados	P. muralis muralis																											
		0	1 ₁	1 ₂	1 ₃	1 ₄	1	2	3	5	6	7	8	9	10	12 ₁	12 ₂	12	16	18	21	27	28	31	35	37	39	40	
Locus		Alcilo																											
LDH-A	L	-	-	-	-	-	-	.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	100	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	.96	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
LDH-B	100	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
GPI	R	-	-	-	-	-	.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	100	1.0	.99	1.0	1.0	1.0	.97	.90	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	.95	1.0	.89	.95	.78	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	.76	1.0	.88	
PCM-1	100	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
PCM-2	L	.16	-	-	x	x	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	x	x	-	x	-		
	N	.67	-	-	x	x	-	-	-	x	x	x	x	x	.27	.90	x	.90	x	1.0	-	1.0	x	x	-	x	-		
	R	.17	1.0	.78	x	x	.93	1.0	1.0	x	x	x	x	x	.64	.90	x	.90	x	-	1.0	-	x	x	1.0	x	1.0		
	HR	-	-	.22	x	x	.07	-	-	x	x	x	x	x	.09	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-		
GOT-1	100	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	160	-	-	.05	.17	-	.07	.89	-	-	-	-	-	-	.91	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	.33	.25	
	170	-	1.0	.95	.83	1.0	.93	.11	.80	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.90	.75	
	190	-	-	-	-	-	-	.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.17	-	
GOT-2	75	-	.16	.14	-	-	.13	-	.20	-	-	-	-	.11	-	.11	-	.05	-	.90	-	.28	-	.14	-	.12	-	.12	
	100	1.0	.84	.86	1.0	1.0	.87	.61	.80	1.0	1.0	1.0	1.0	.89	1.0	.89	1.0	.95	1.0	.90	1.0	.72	1.0	.86	1.0	.88	1.0	.88	
	115	-	-	-	-	-	.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NDH	45	-	.14	.03	-	.10	.07	-	-	-	-	-	.25	.06	.16	-	-	.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	85	-	-	.05	-	.30	.02	.08	-	-	-	-	-	.16	-	-	.12	.07	.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	100	1.0	.81	.82	1.0	.60	.85	.61	1.0	1.0	.75	1.0	.75	.94	.65	.86	.76	.80	.38	.90	1.0	1.0	1.0	.83	1.0	.72	.90	.67	
	115	-	.05	.05	-	-	.04	.31	-	-	-	.25	-	-	-	-	.14	.12	.13	.25	-	-	-	.17	-	.28	.90	.33	
	145	-	-	.05	-	-	.02	-	-	-	-	-	-	.03	-	-	-	-	.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IDH	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.06	-	.10	-	.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	97	-	.98	.95	1.0	1.0	.97	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	.94	1.0	.90	1.0	.95	.83	1.0	1.0	1.0	1.0	.86	1.0	1.0	1.0	1.0	
	100	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	130	-	.02	.05	-	-	.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.17	-	-	-	.14	-	-	-	-	
a-GPD	100	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	x	x	1.0	x	1.0	.81	1.0	1.0	1.0	.83	1.0	1.0	1.0	1.0	x	1.0	x	.75	.88	
	105	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	x	-	.19	-	-	-	.17	-	-	-	-	x	-	x	.25	.12	
6-PGD	100	1.0	-	.07	-	-	.03	.12	-	-	-	-	-	.11	.05	-	-	-	-	-	-	.14	-	-	-	-	.12	.08	.14
	120	-	.95	.73	.80	.67	.81	.71	1.0	1.0	1.0	1.0	.89	.95	1.0	.89	.95	1.0	1.0	1.0	1.0	.72	.75	.71	-	.75	.92	.58	
	135	-	.05	.20	.20	.33	.16	.17	-	-	-	-	-	.11	.05	-	-	-	-	.14	.25	.29	1.0	.12	-	.12	.08	.14	
CAR	95	-	.09	.10	.08	-	.08	.07	.90	-	-	-	.33	-	.14	.10	-	.05	-	-	.33	.33	-	.57	.75	.19	-	.12	
	100	1.0	.99	.90	.84	1.0	.75	.86	.40	1.0	1.0	1.0	.67	.78	.81	.80	.89	.85	1.0	1.0	.67	.34	1.0	.43	.25	.75	1.0	.88	
	106	-	.32	-	.08	-	.17	.07	.10	-	-	-	.22	.05	.10	.11	.12	.11	.12	-	.33	-	-	.06	-	.06	-	-	
EST-1	L	.50	.18	.07	.33	.07	.14	.32	-	-	1.0	.33	-	.05	-	.30	.11	.21	.22	-	-	.14	.90	-	-	.06	-	.13	
	N	.90	.77	.86	.67	.93	.81	.61	1.0	1.0	-	.34	.33	.72	.83	.70	.78	.74	.67	1.0	1.0	.72	.25	.57	1.0	.94	1.0	.87	
	R	-	.05	.07	-	-	.05	.07	-	-	-	.33	.67	.23	.17	-	.11	.05	.11	-	-	.14	.25	.43	-	-	-	-	
EST-X	A	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.89	.93	1.0	.89	.95	.95	.75	.90	1.0	1.0	.21	.88	.89	.75	.82	
	A	-	.80	.80	.92	.93	.84	1.0	.70	1.0	1.0	1.0	1.0	.11	.07	-	.11	.05	.05	.25	.90	-	-	.79	.12	.11	.25	.16	
	C	-	.20	.20	.08	.07	.16	-	.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
G-6-PD-1	100	1.0	1.0	1.0	x	x	1.0	1.0	1.0	x	x	x	x	1.0	1.0	1.0	x	1.0	x	1.0	1.0	1.0	x	x	1.0	x	x	1.0	
G-6-PD-2	100	1.0	-	.07	-	-	.03	-	1.0	1.0	x	x	x	1.0	1.0	.07	-	.90	.24	-	-	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	.78	
	110	-	1.0	.93	1.0	1.0	.97	.91	-	-	x	x	-	-	-	.93	1.0	.90	.76	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	.22	
	120	-	-	-	-	-	.09	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MPI	L	-	.91	1.0	1.0	1.0	.96	.87	1.0	1.0	x	1.0	1.0	1.0	1.0	.85	.83	.84	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	.67	1.0	1.0	.60	.67	.79
	N	1.0	.09	-	-	-	.04	-	-	-	x	-	-	-	-	-	.15	.17	.16	-	-	-	-	.33	-	-	.20	.33	.21
	R	-	-	-	-	-	-	.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SOD-1	L	-	.02	.14	.03	-	.08	.07	.12	-	-	-	-	.07	-	.22	.10	.11	-	.11	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	.37	-	.05
	N	1.0	.96	.73	.89	1.0	.89	.93	.88	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	.91	1.0	.67	.85	.89	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	.63	1.0	1.0	.95
	R	-	.02	.03	.08	-	.03	-	-	-	-	-	-	.02	-	.11	.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SOD-2	L	x	-	.02	.17	-	.03	-	.20	.25	-	-	-	-	.94	.96	.90	1.0	.95	.89	1.0	1.0	.80	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	N	x	1.0	.91	.66	1.0	.93	1.0	.80	.75	1.0	1.0	1.0	.06	.04	.10	-	-	.05	-	-	-	.20	-	-	-	-	-	-
	R	x	-	.07	.17	-	.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Media de heterocisigotia \bar{h} .055 .124 .158 .128 .073 .139 .168 .114 .023 .027 .042 .079 .099 .147 .122 .176 .146 .153 .072 .049 .141 .107 .171 .055 .152 .144 .185
 Nº loci heterocisigotos 2 10 12 7 4 14 11 6 1 1 1 3 8 12 8 9 13 8 3 2 6 4 8 3 8 6 12
 % loci heterocisigotos 11.8 52.6 63.1 41.2 23.5 73.7 57.9 31.6 6.25 7.14 6.25 18.7 47.1 63.2 42.1 52.9 68.4 47.1 15.8 20.5 31.6 23.5 59.0 15.8 50.0 35.3 63.1

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; JONHSON, 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 taxón (por ejemplo Eivissa-Espartar, Eivissa-Vedrà).

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.

	0	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12 ₁	12 ₂	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	.504	.984	.979	.976	.976	.921	.909	.933	.974	.967	.993	.983	.975	.965	.970	.912	.984	.923	.957	.943	.916	.985	.950	.973
Eivissa - B	2	.468	.016	.986	.989	.974	.921	.925	.922	.974	.959	.989	.985	.974	.976	.972	.926	.980	.919	.959	.942	.933	.984	.957	.980
Eivissa - C	3	.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	4	.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	.968	.877	.942	.875	.889	.920	.928	.918	.965	.902	.893	.907	.889	.885	.839	.819	.910	.887	.910
Espalmador	5	.440	.095	.078	.086	.090	.107	.033	.917	.973	.889	.920	.928	.918	.965	.926	.944	.886	.894	.901	.972	.855	.701	.920	.899
Gastabí	6	.420	.069	.081	.054	.084	.052	.131	.087	.970	.928	.933	.926	.958	.935	.944	.886	.894	.901	.972	.855	.701	.920	.899	.920
Alga	7	.435	.026	.026	.019	.034	.030	.060	.027	.030	.980	.986	.976	.966	.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 ₁	.451	.025	.026	.013	.022	.034	.110	.086	.043	.014	.033	.009	.017	.968	.976	.952	.960	.960	.960	.974	.920	.889	.986	.957
Espardell - B	12 ₂	.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	.068	.031	.042	.029	.015	.024	.038	.954	.950	.942	.949	.904	.863	.973	.957	.962
Malví Nord	18	.503	.092	.077	.056	.038	.106	.173	.113	.121	.061	.075	.035	.082	.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	.058	.118	.104	.047	.046	.022	.064	.041	.064	.060	.056	.101	.940	.925	.673	.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	.088	.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	.978
Vedrà	40	.456	.027	.020	.000	.021	.021	.095	.094	.083	.044	.063	.030	.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

	0	1	2	3	5	6	7	8	9	10	12	16	18	21	27	28	31	35	37	39	40
<u>P. muralis muralis</u>	0	.620	.607	.649	.644	.656	.647	.557	.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	.978	.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	.874	.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	.885	.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	.928	.899	.982	.950	.970
Penjats	10	.481	.014*	.034	.090	.075	.077	.024	.023	.012*	.988	.985	.940	.972	.938	.936	.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*	.954	.950	.942	.948	.904	.863	.973	.957	.962	.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
Caidés	27	.488	.079	.104	.158	.118	.104	.047	.046	.022	.064	.045	.060	.101	.940	.925	.873	.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*	.027	.038	.026	.029	.048	.070	.093	.970	.987	.978
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

ya que presentan notables diferencias fenéticas. 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.

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.

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.

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).

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).

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

Figura 7-5

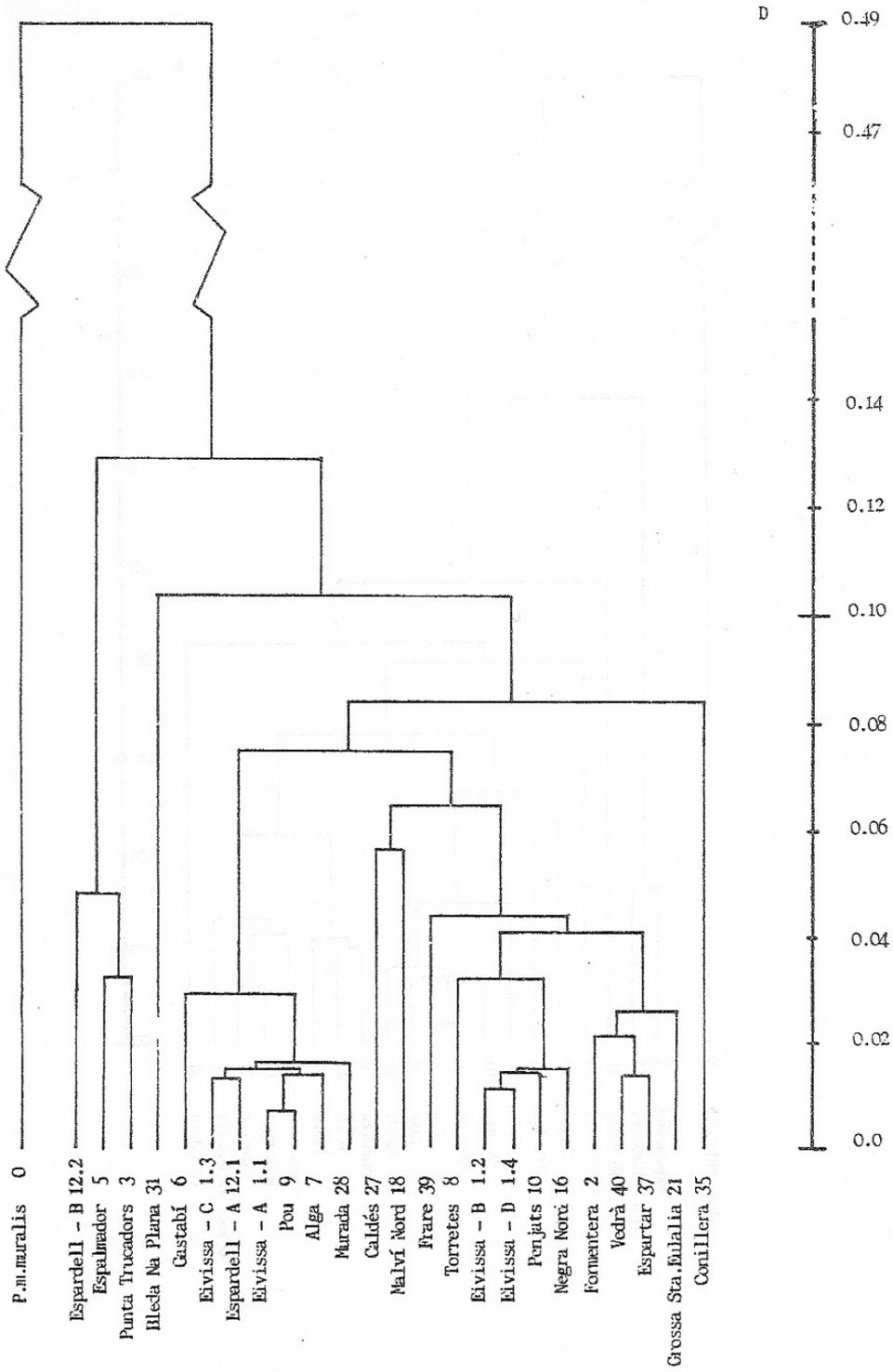


Figura 7-6

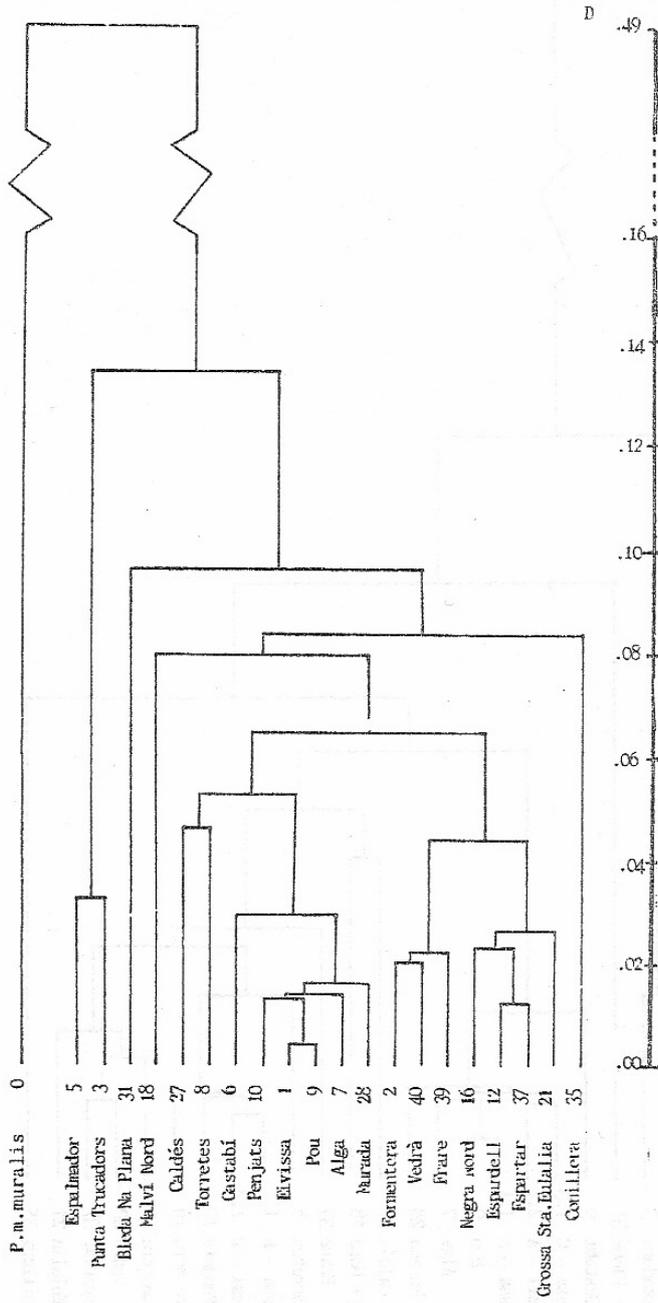
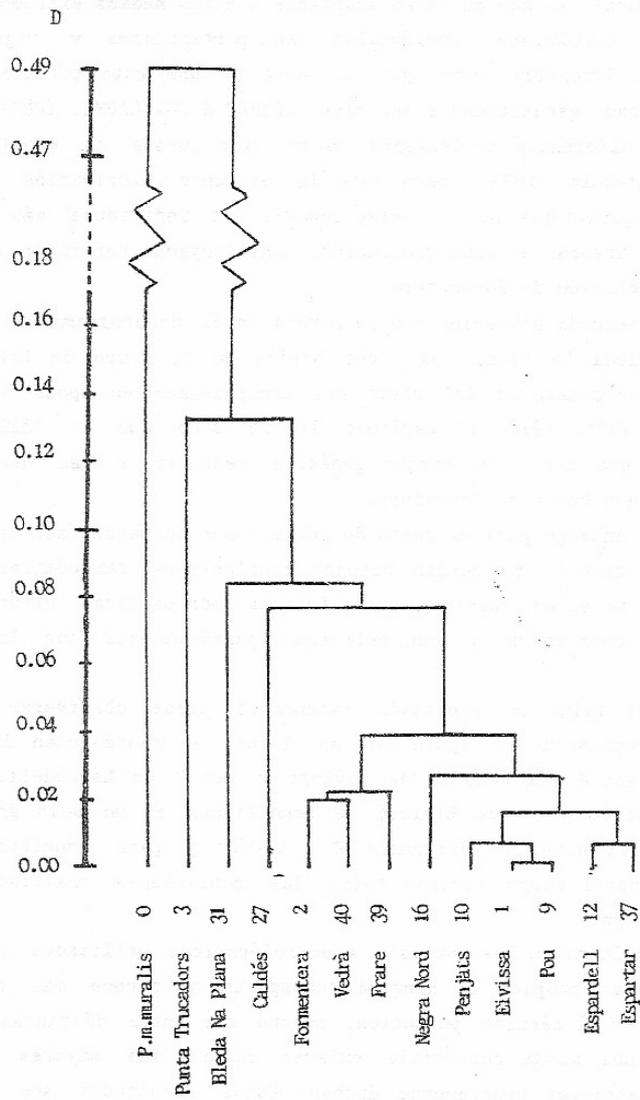


Figura 7-7



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 Rodríguez-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 diferenciables, 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 reunifiquen 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.

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 (RAMON 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 simultáneamente, 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 (RAMON 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 & WILSON, 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.

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 (RAMON et Al. 1985), P. sicula y P. melisellensis (GORMAN et Al. 1975). En esta última especie las poblaciones de las islas Biševo 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 (RAMON 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 altamente diferenciado y que como ya 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.

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 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, 1980). 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 peque-

ñas 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 de observación etc. Y así se pueden comparar posteriormente las distintas observaciones realizadas.

A pesar de todo este observador también es sesgado, ya que proporciona colores medios y un mismo resultado puede provenir de combinaciones distintas de pequeñas manchas de color (CIRER & MARTINEZ RICA, 1985).

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.

TABLA 8 - I. Adjetivos de CLARIDAD L, según Plaza (1983,1984).

Adjetivo de CLARIDAD	Símbolo	Límites L
negro	n	0 - 14.3
muy oscuro	mo	14.3 - 28.6
oscuro	o	28.6 - 42.9
medio	m	42.9 - 57.1
claro	c	57.1 - 71.4
muy claro	mc	71.4 - 87.5
blanco	b	87.5 - 100

TABLA 8 - II. Adjetivos de CROMA C, según Plaza (1983, 1984).

Adjetivo de CROMA	Símbolo	Límites C
gris	g	0 - 7.1
grisáceo	go	7.1 - 21.4
muy débil	md	21.4 - 35.7
débil	d	35.7 - 50.0
moderado	mo	50.0 - 64.3
fuerte	f	64.3 - 78.6
muy fuerte	mf	78.6 - 92.9
vivo	v	92.9 - 107.1
muy vivo	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).

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 sitúa en el hemisferio inferior y si es mayor de 50 en el superior.

Las variables de Croma 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 Croma y el Tono en valores de A y B, coordenadas más fáciles de usar en los análisis estadísticos multivariantes.

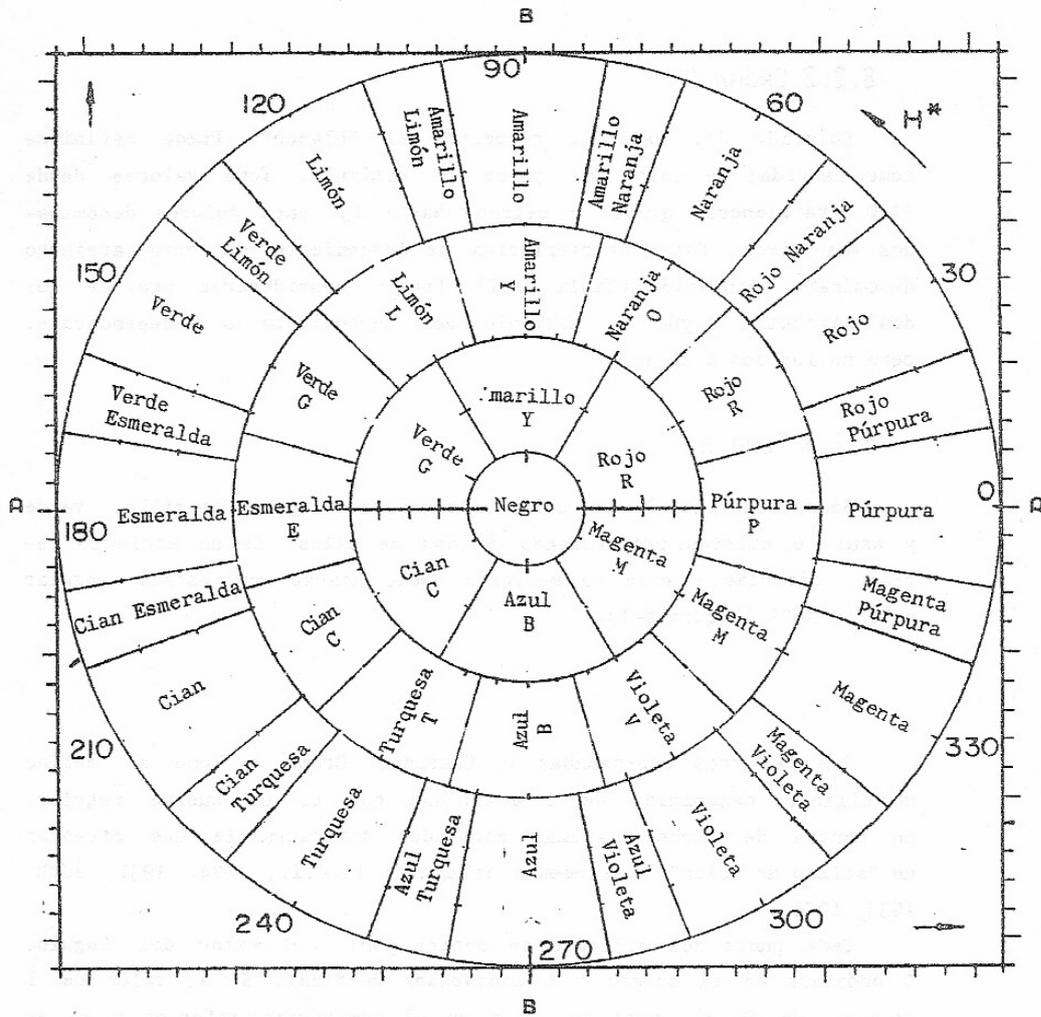


Figura 8 - 1. Zonas de TONO H en el cilindro de cromaticidad. Obsérvese que a mayor ordenada en el origen (mayor C) aumenta el número de tonos distinguibles por el ojo humano. Solo se han representado los tonos apreciables con croma gris, grisáceo, muy débil y débil, que son los hallados en este análisis.

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 diferenciables y un conjunto de poblaciones que la presentan prácticamente 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.

TABLA 8 - III. Muestra analizada de cada una de las poblaciones

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
TOTALES	54	66	9	129

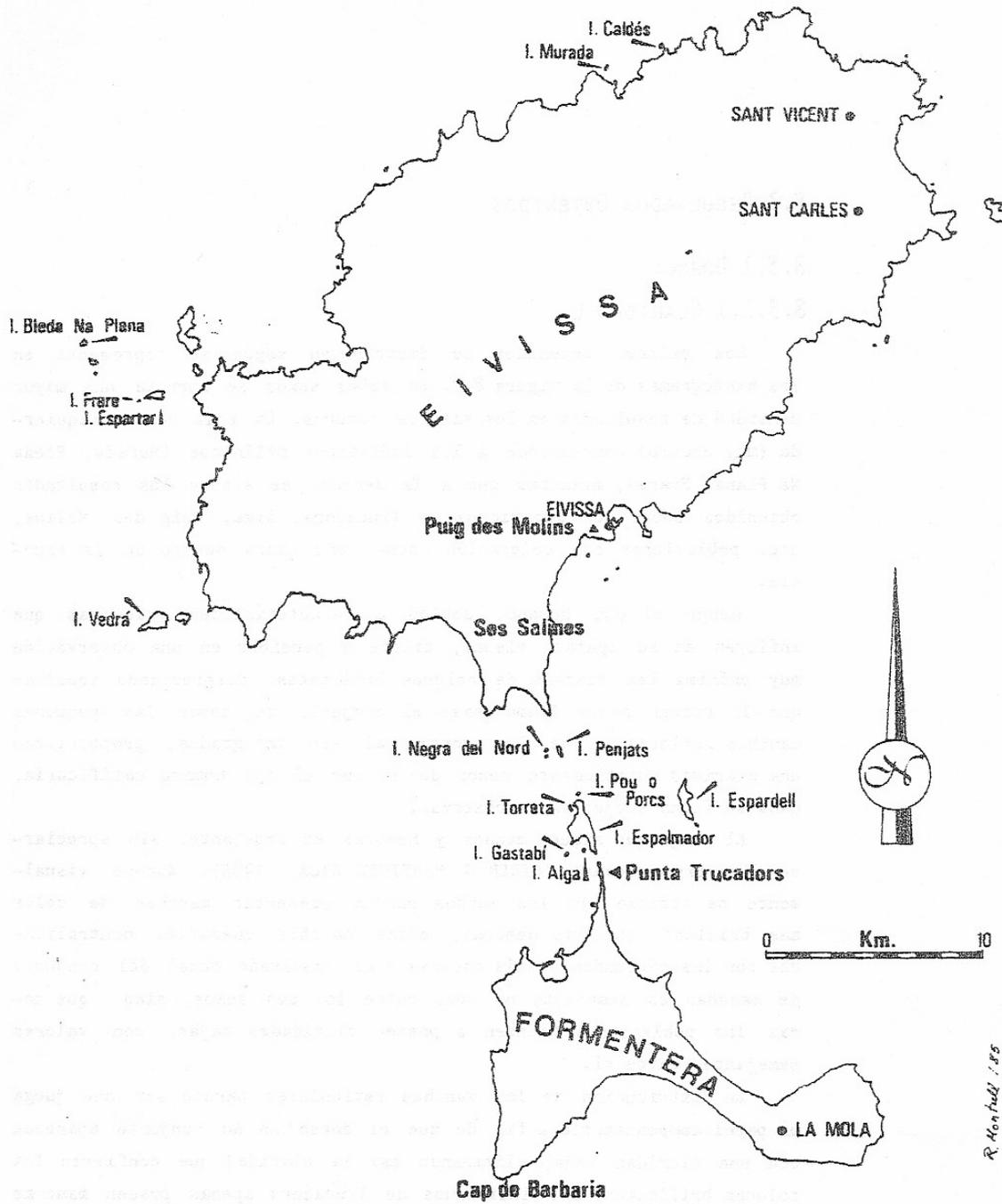


FIGURA 8-2. Situación geográfica de las poblaciones analizadas.

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.

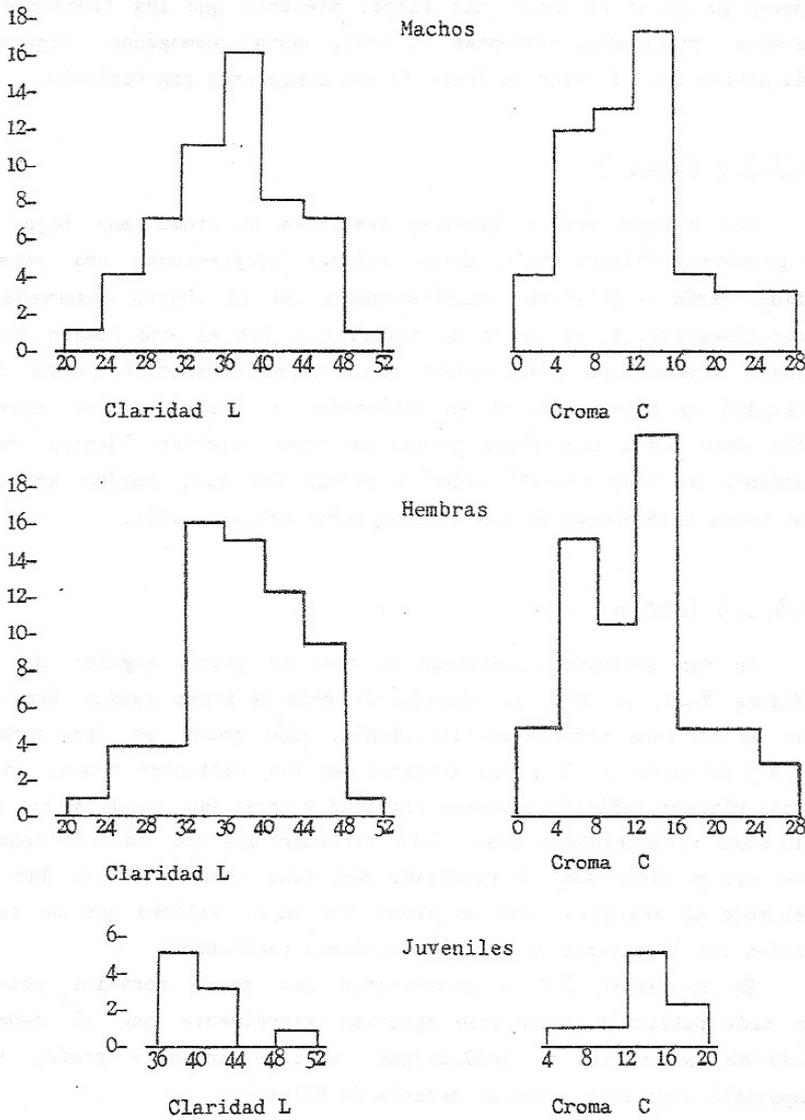
Aunque el ojo humano, debido a características psíquicas que influyen en su aparato visual, tiende a percibir en una observación muy próxima las manchas de colores brillantes, despreciando aquellas que la rodean menos llamativas; el conjunto de todas las pequeñas manchas coloreadas de los dorsos al ser 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

Figura 8-3. Histogramas de los valores de CLARIDAD y CROMA obtenidos en los dorsos.

DORSOS



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 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 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 croma 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,

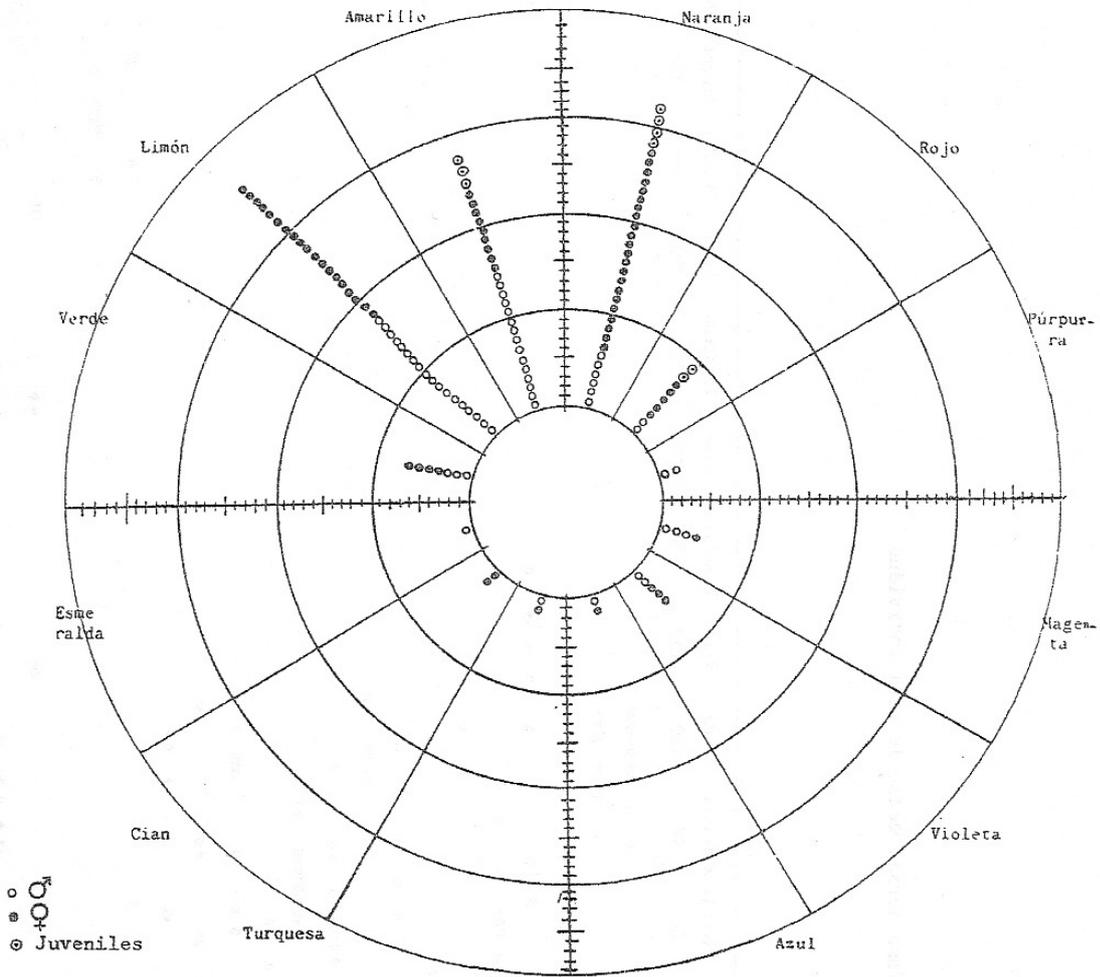
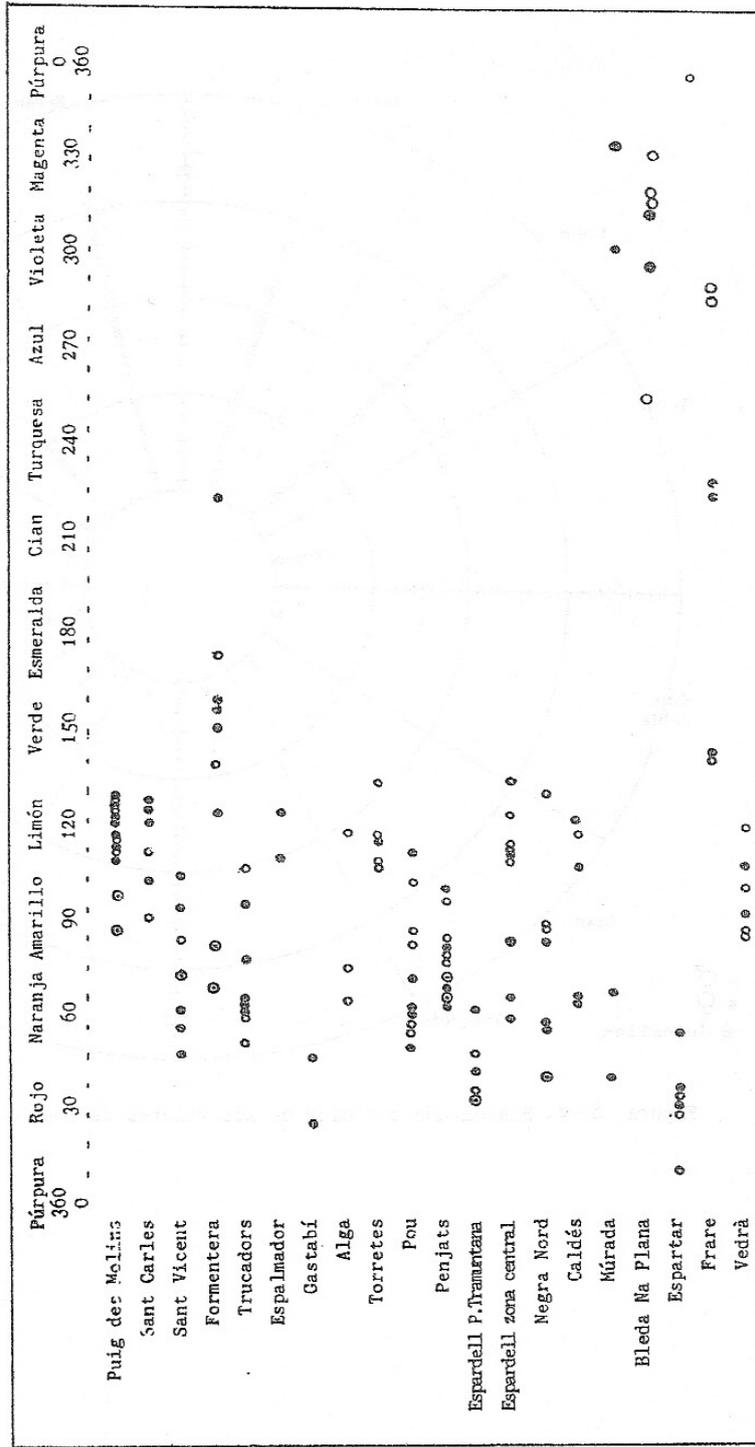


Figura 8-4. Histograma circular de los valores de Tono dorsal

Figura 8 - 5 . Valores de Tono dorsal medio de cada individuo

♂
♀
⊙ Juveniles



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.

8.3.2 VIENTRES

8.3.2.1 CLARIDAD 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.

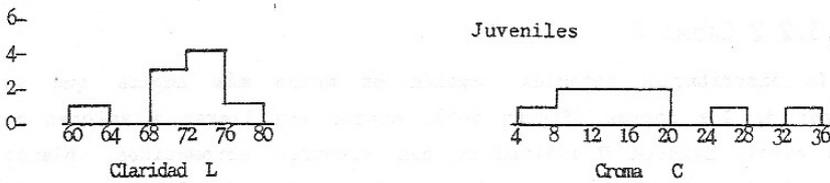
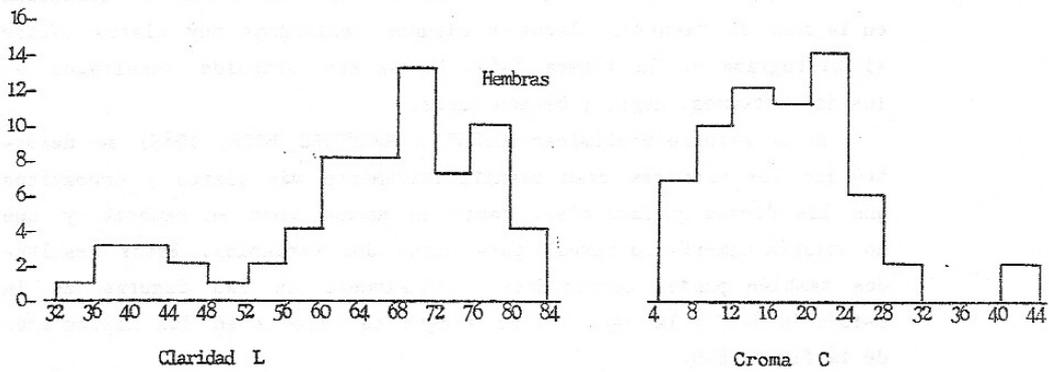
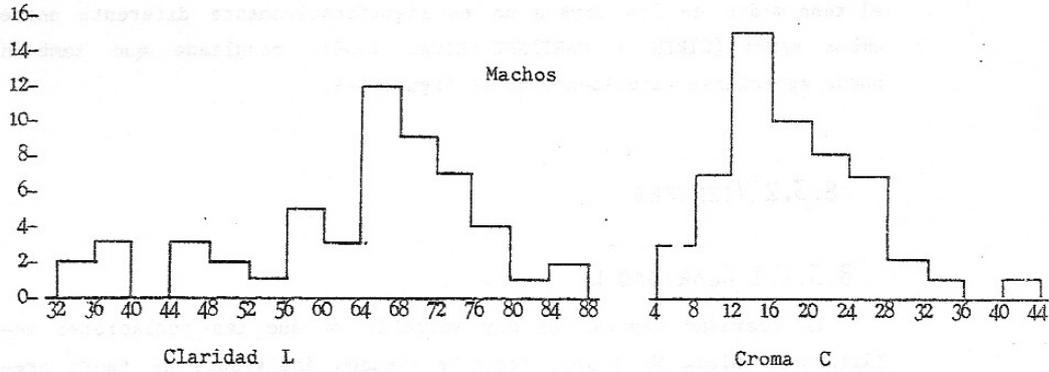
En un estudio preliminar (CIRER & MARTINEZ RICA, 1985) se demostró que los vientres eran significativamente más claros y cromáticos que los dorsos y laterales, tanto en machos como en hembras y que no existía dimorfismo sexual para estas dos variables. Estos resultados también pueden comprobarse visualmente 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.

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 Cab 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.

Figura 8-6. Histogramas de los valores de CLARIDAD y CROMA obtenidos en los vientres. 310

VIENTRES



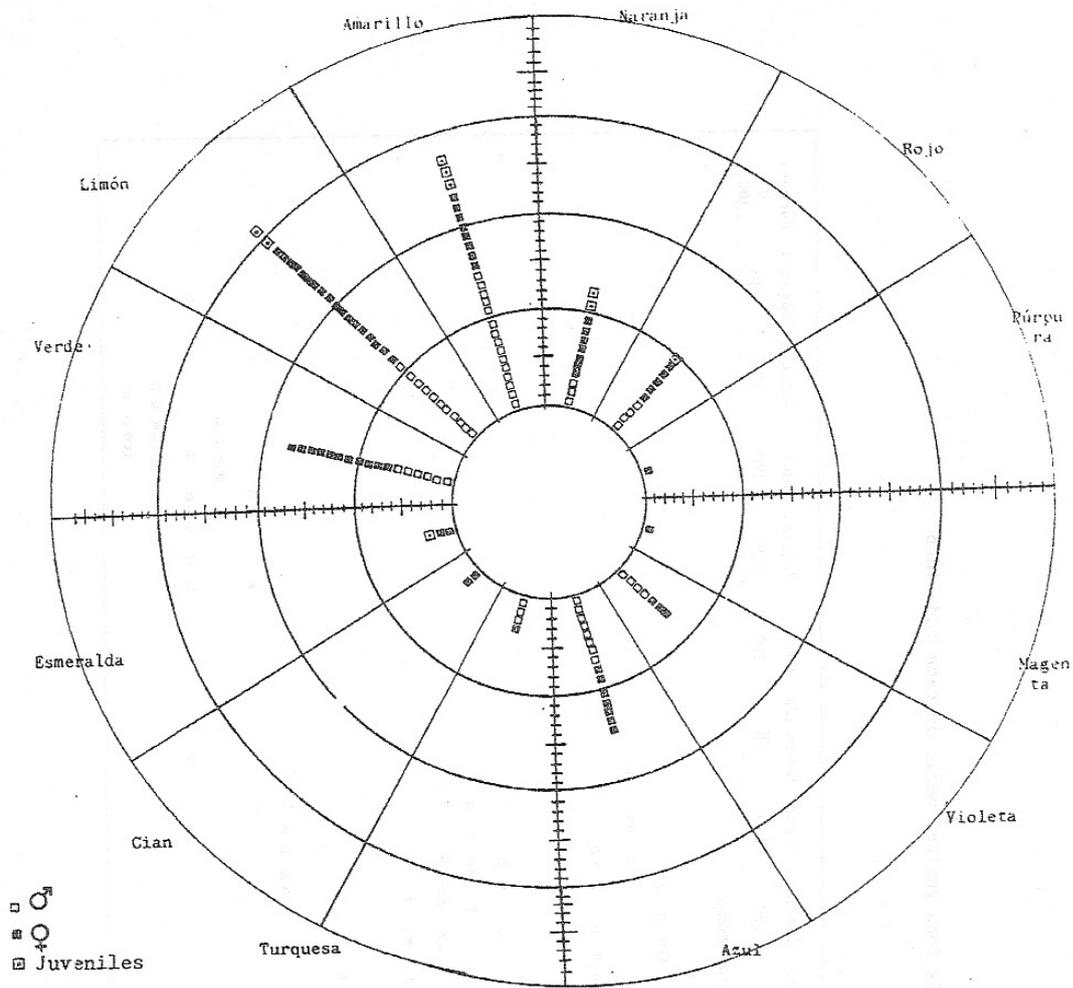


Figura 8-7. Histograma circular de los valores de Tono ventral

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).

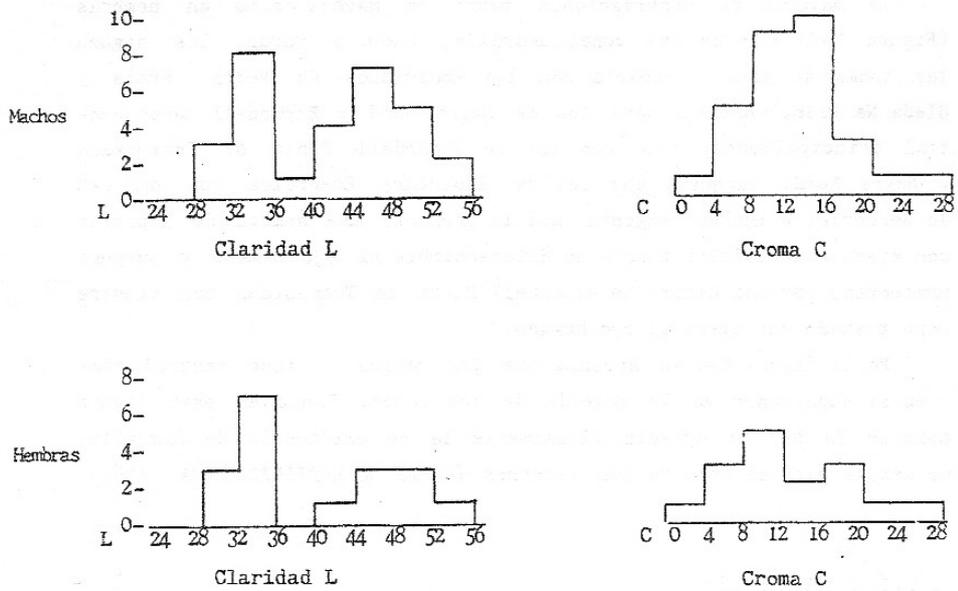
8.3.3 LATERALES

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.

Figura 8-9. Histogramas de CLARIDAD y CROMA obtenidos en los laterales.

LATERALES



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.

8.3.3.3 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 linón-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.

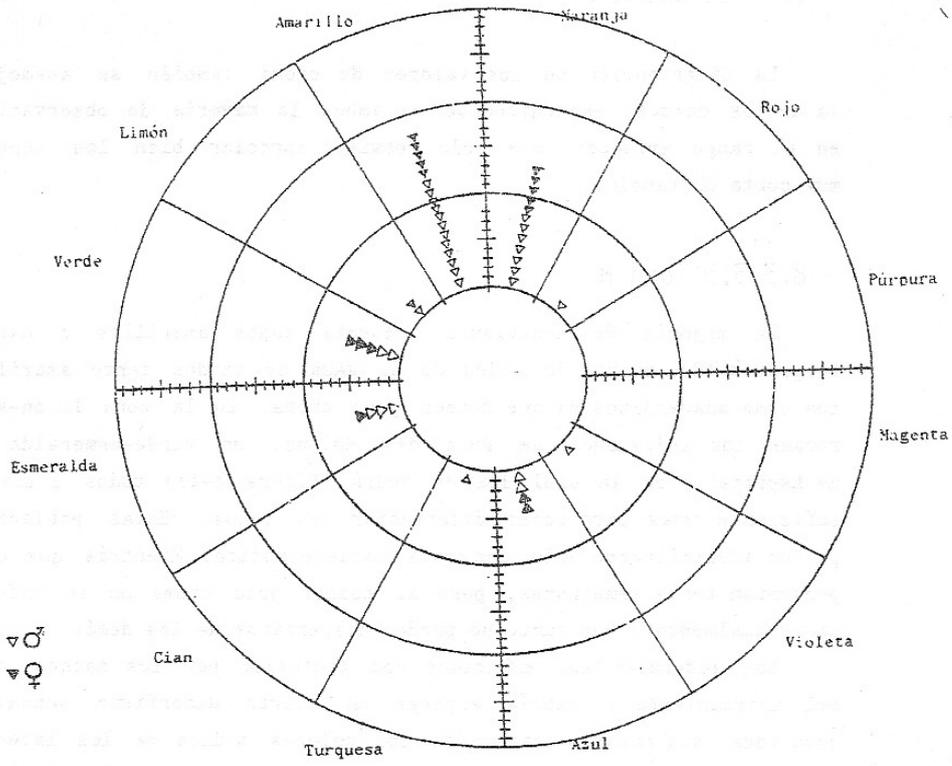


Figura 8 - 10. Histograma circular de los valores de Tono lateral

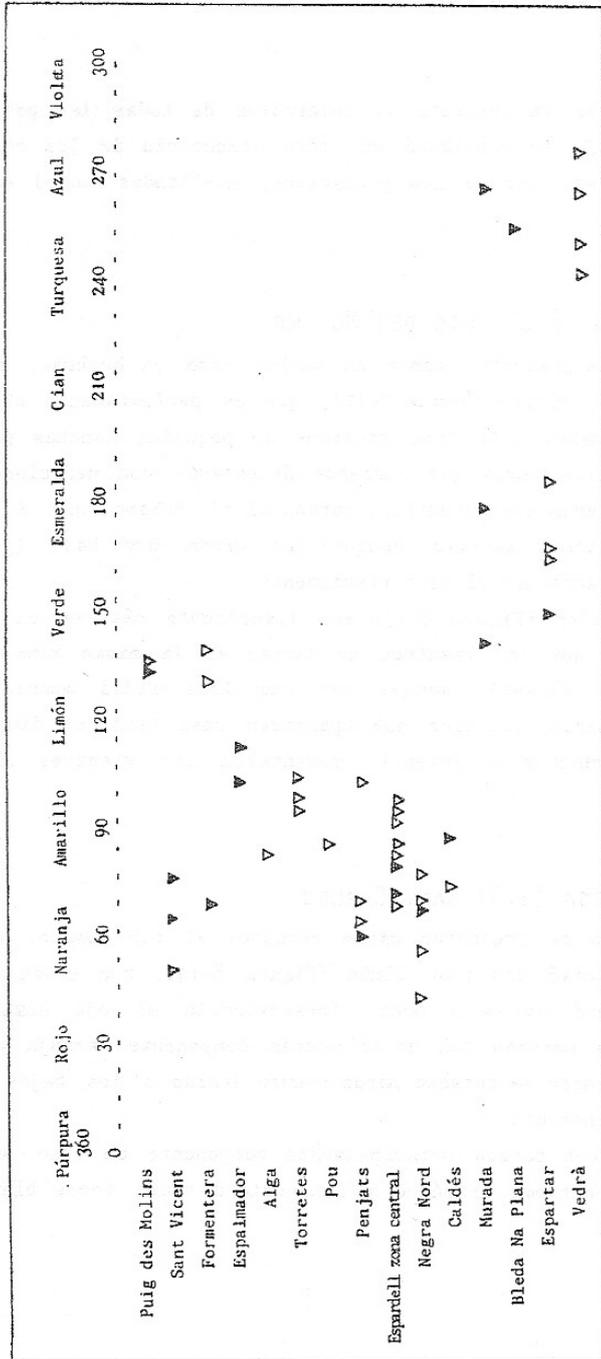


Figura 8 - II Valores de Tono lateral medio de cada individuo

♂
♀

8.4 RESULTADOS OBTENIDOS 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 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).

EIVISSA, PUIG DES MOLINS

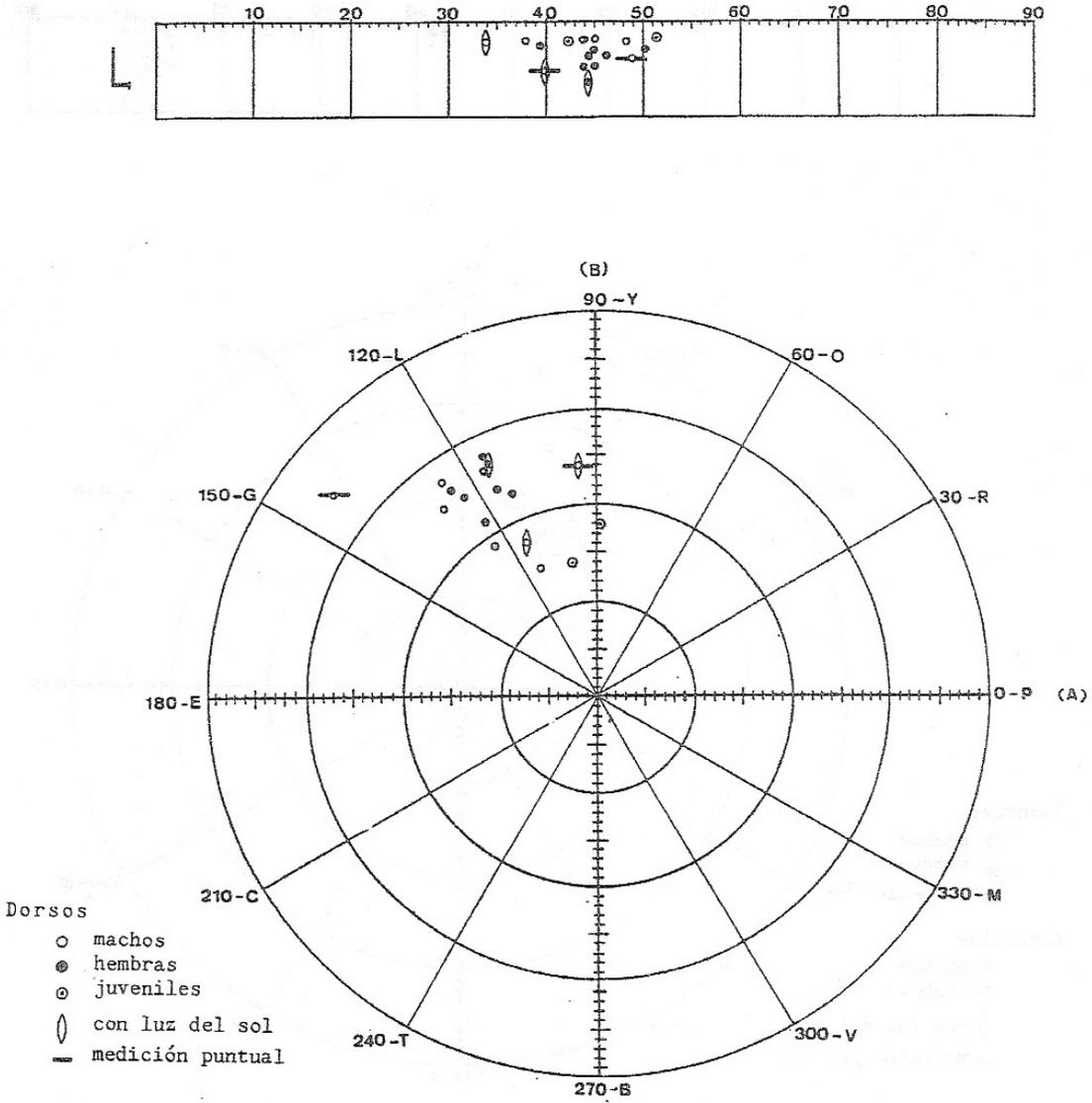


Figura 8-12. Mediciones de los dorsos. Obsérvese que las dos mediciones puntuales son amarillo y verde casi puros.

EIVISSA, PUIG DES MOLINS

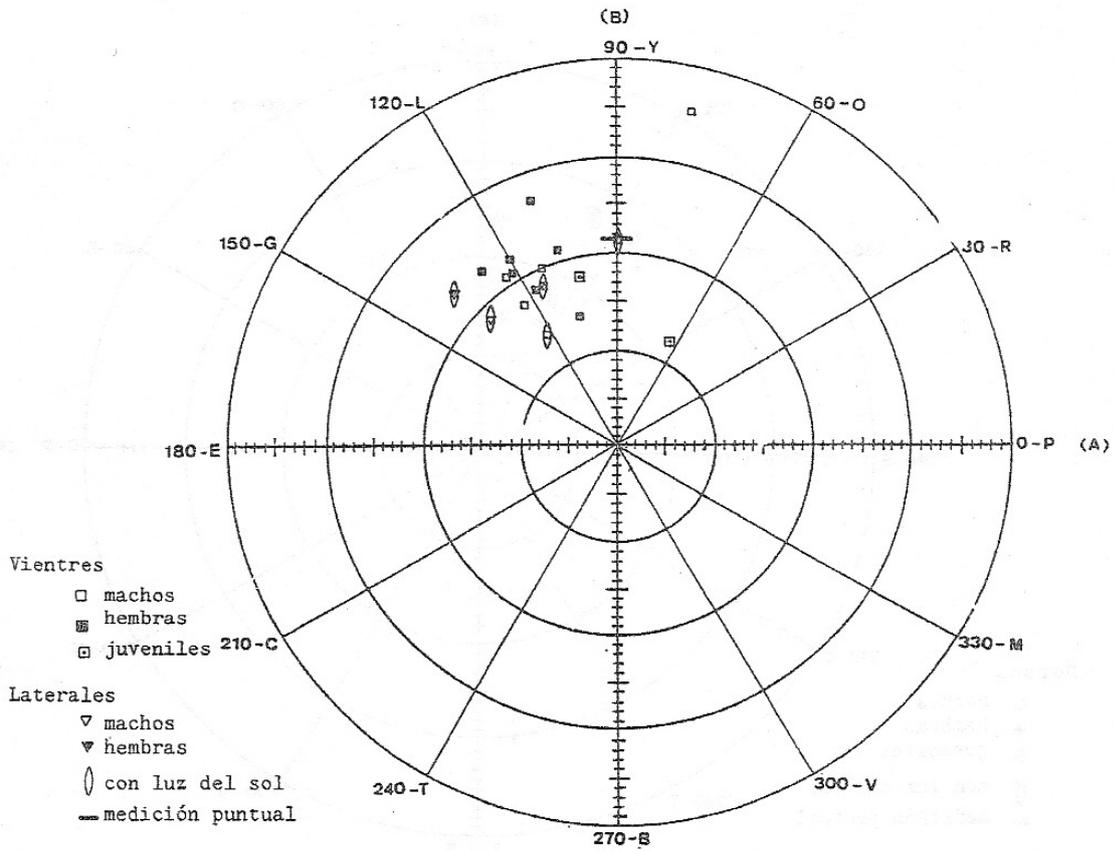
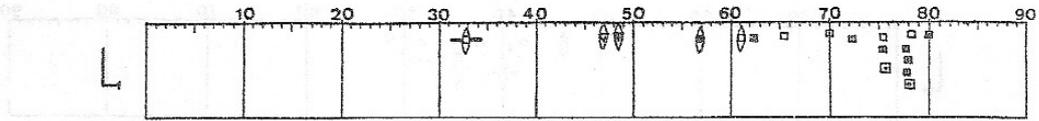


Figura 8-13. Mediciones de los ventres y laterales.

EIVISSA, SANT CARLES

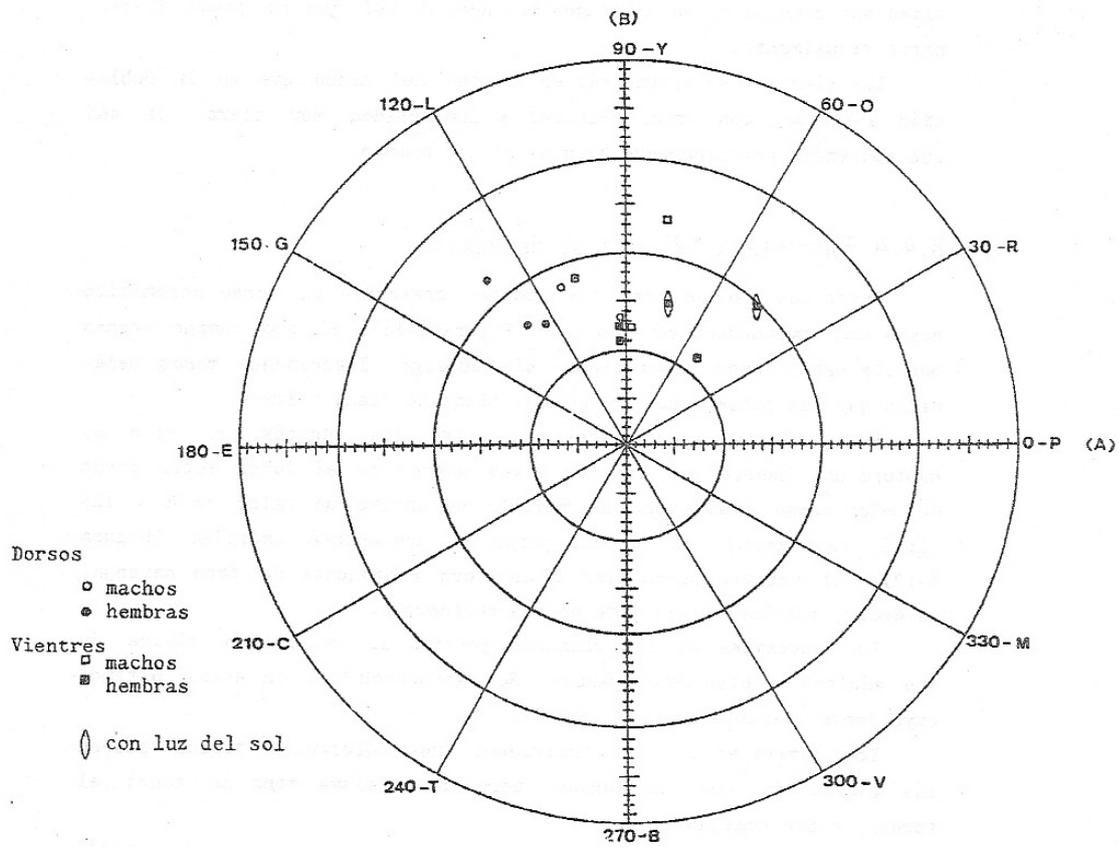
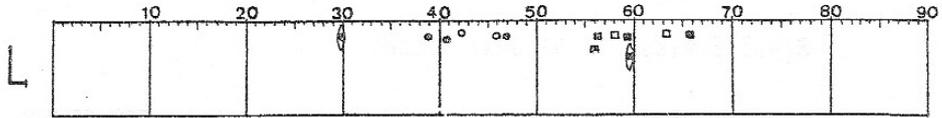


Figura 8 - 14. Mediciones de dorsos y vientres. Aunque el colorímetro resuelve el tono dorsal como limón, el ojo humano lo detecta pardo debido al poco cromas que poseen.

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 croma 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 croma grisáceo y luminosidad muy clara, de ahí que aparezcan prácticamente blancos al ojo humano.

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.

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.

EIVISSA, SANT VICENT

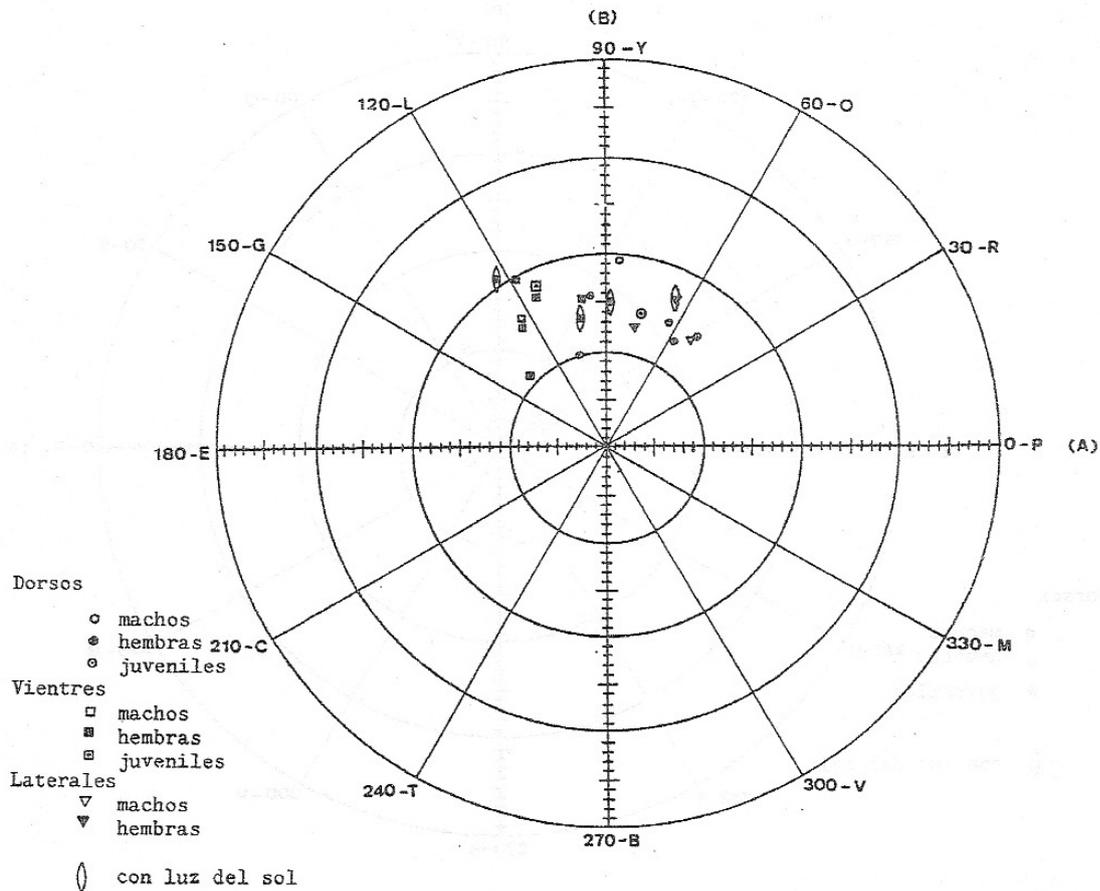
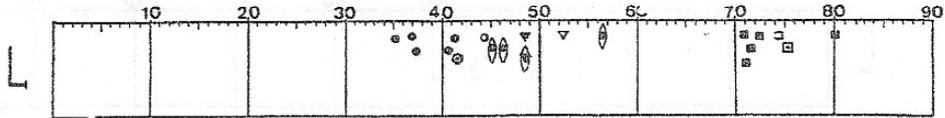


Figura 8-15. Mediciones de dorsos, vientres y laterales. El tono dorsal es distinto del que presentan los individuos de Sant Carles, ambos con dorso pardo. Los vientres también se diferencian, si bien son de igual tono que los individuos de Puig des Molins.

FORMENTERA

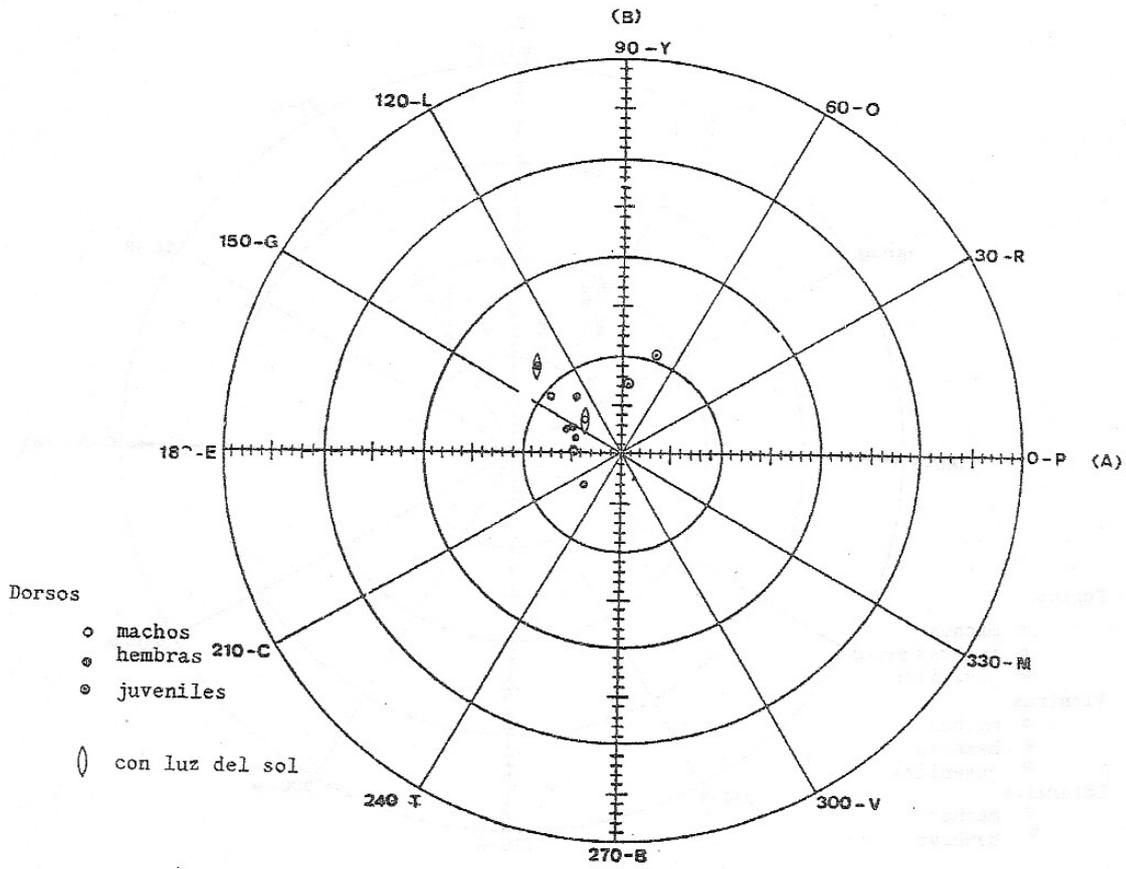
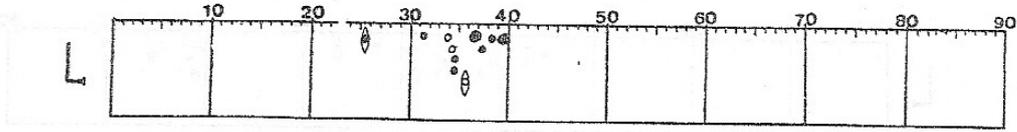


Figura 8-16. Mediciones del dorso, obsérvese que todas las mediciones se hallan en la zona de acromáticos, excepto una hembra medida con luz solar y uno de los juveniles.

FORMENTERA

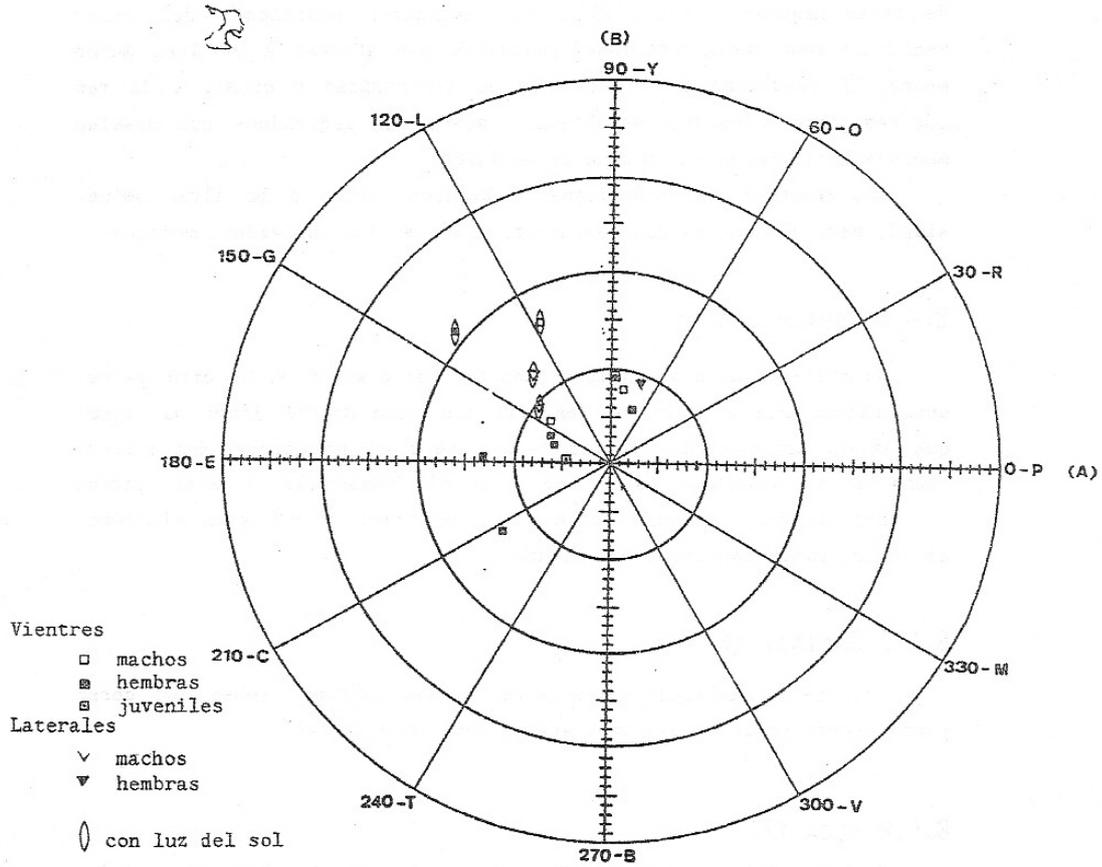
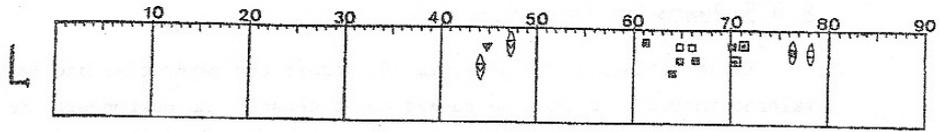


Figura 8 - 17. Mediciones de vientres y laterales, obsérvese que muchas de ellas se sitúan en la zona de acromáticos, pero su luminosidad es elevada y corresponde a observaciones blanquecinas.

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 obtenidos 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.

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).

8.4.8 ALGA (7)

Se han medido tres machos con dorso ocre, uno de ellos ocre verdoso; los laterales también son ocres, semejantes a los dorsos y los vientres muy claros con ténues tonalidades verdes (Figura 8-21).

TRUCADORS

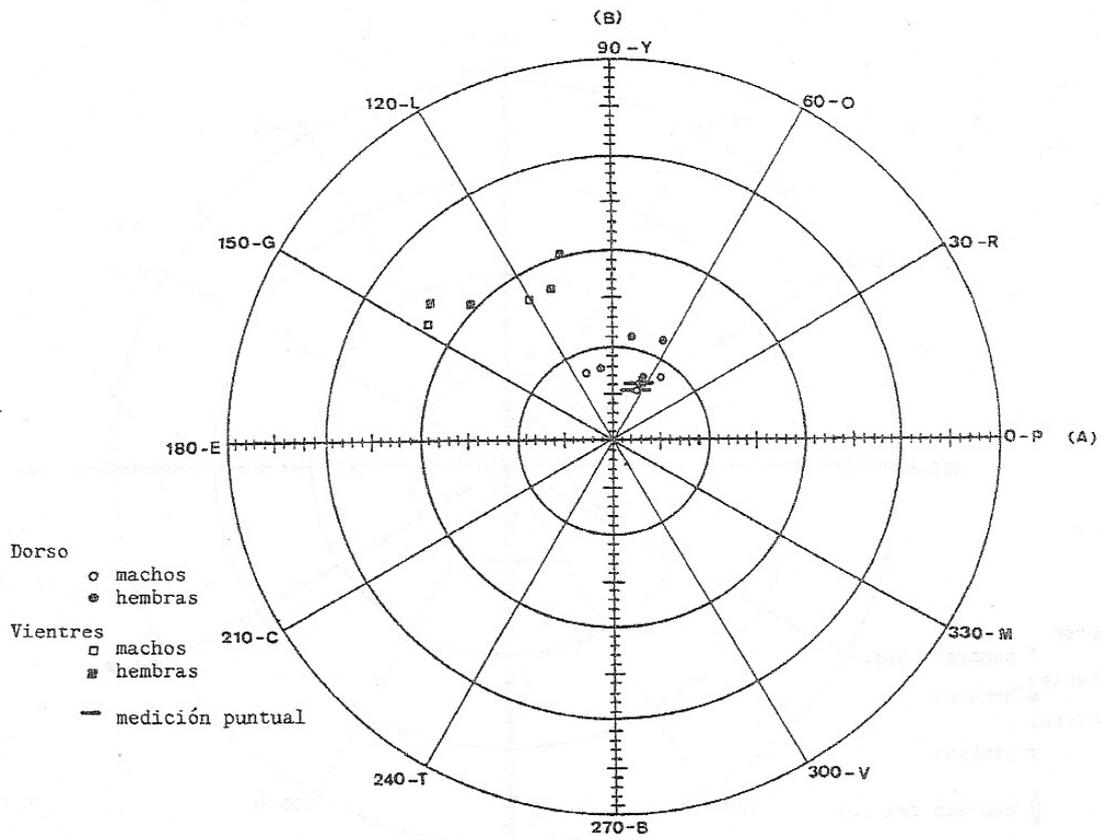
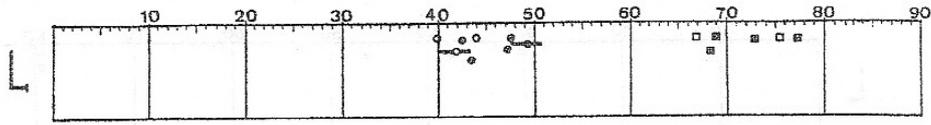


Figura 8-18. Obsérvese que los dorsos presentan más claridad que en las demás poblaciones y valores de croma relativamente bajos.

ESPALMADOR

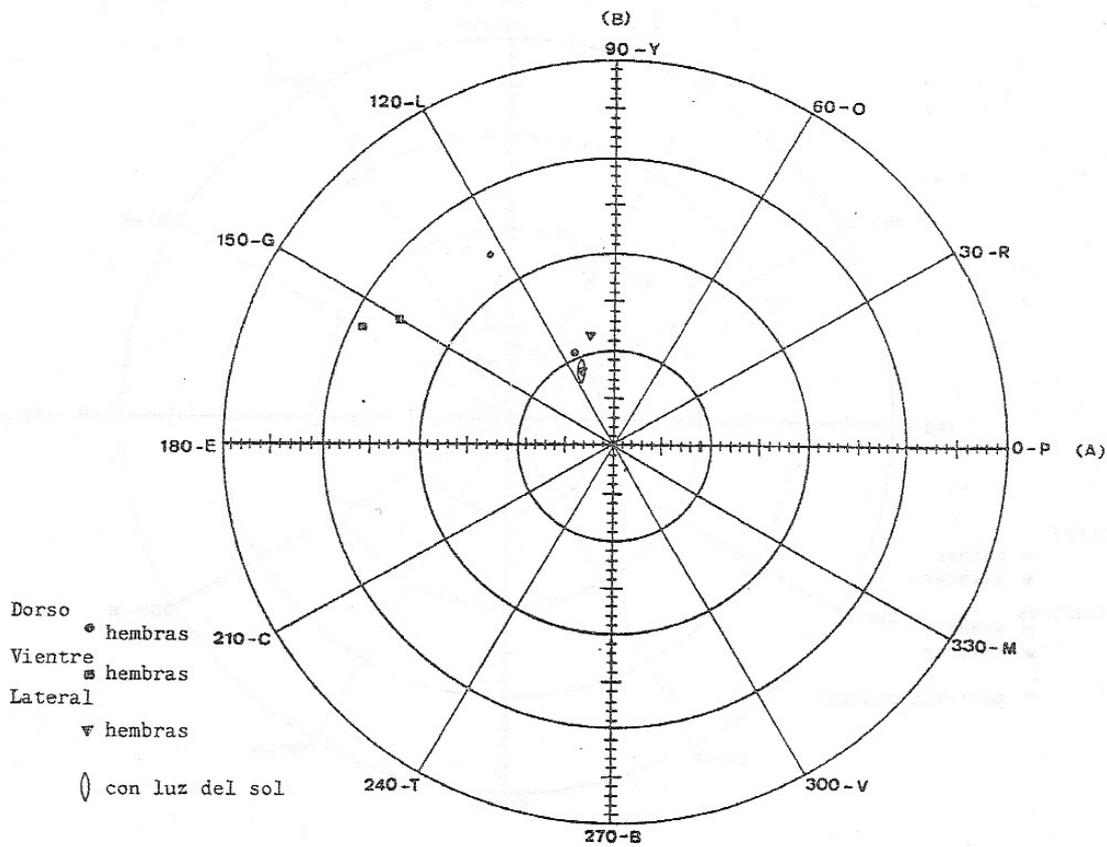
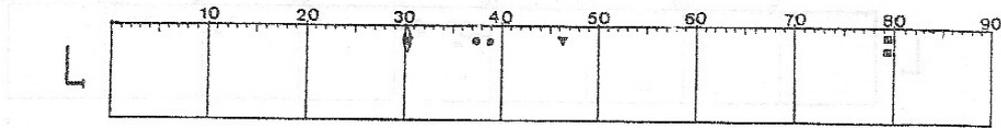


Figura 8-19. La hembra con dorso verdoso queda representada con un valor de cromia más elevado que la hembra parda, aunque las dos poseen el mismo tono, el distinto efecto visual se debe a esta diferencia en la cromaticidad.

GASTAVI

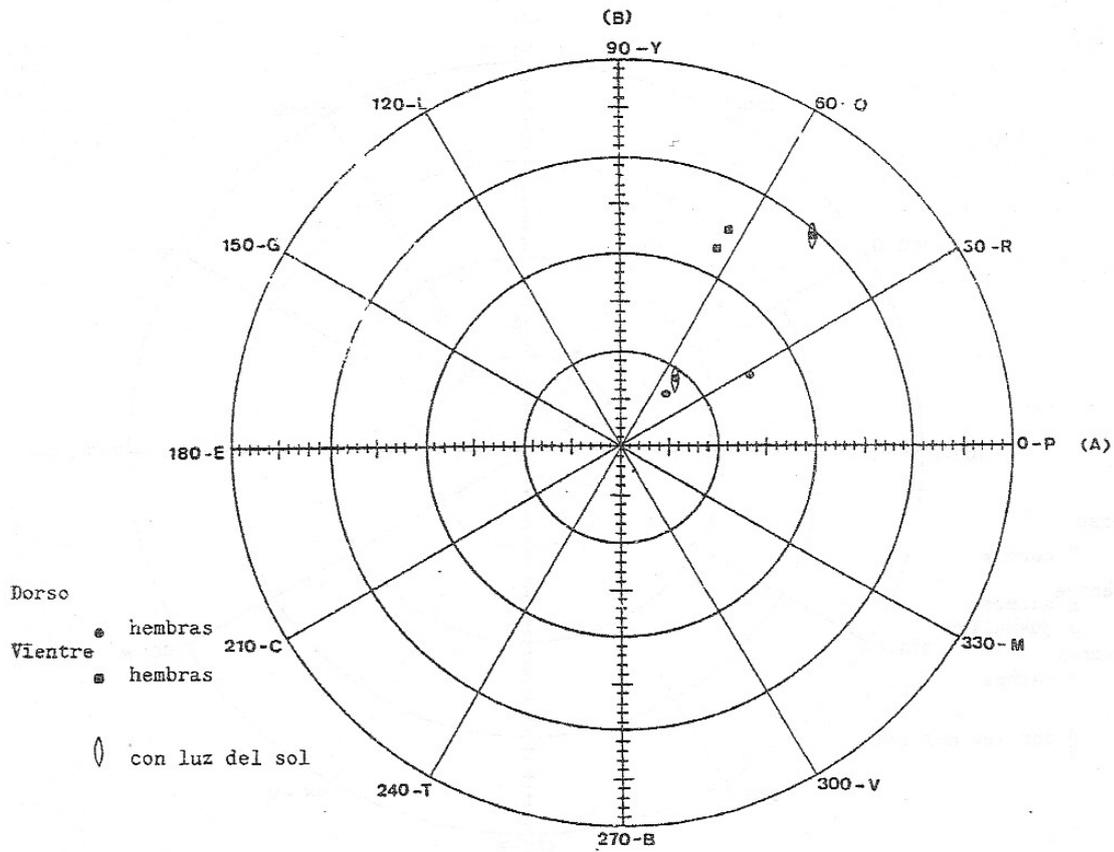
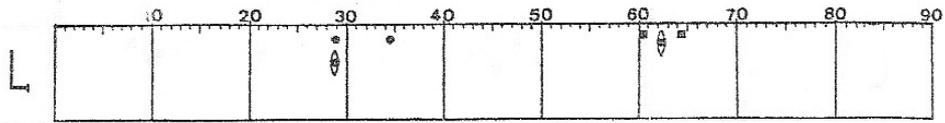


Figura 8-20. El rojo con poco cromas se aprecia como pardo más o menos rojizo.

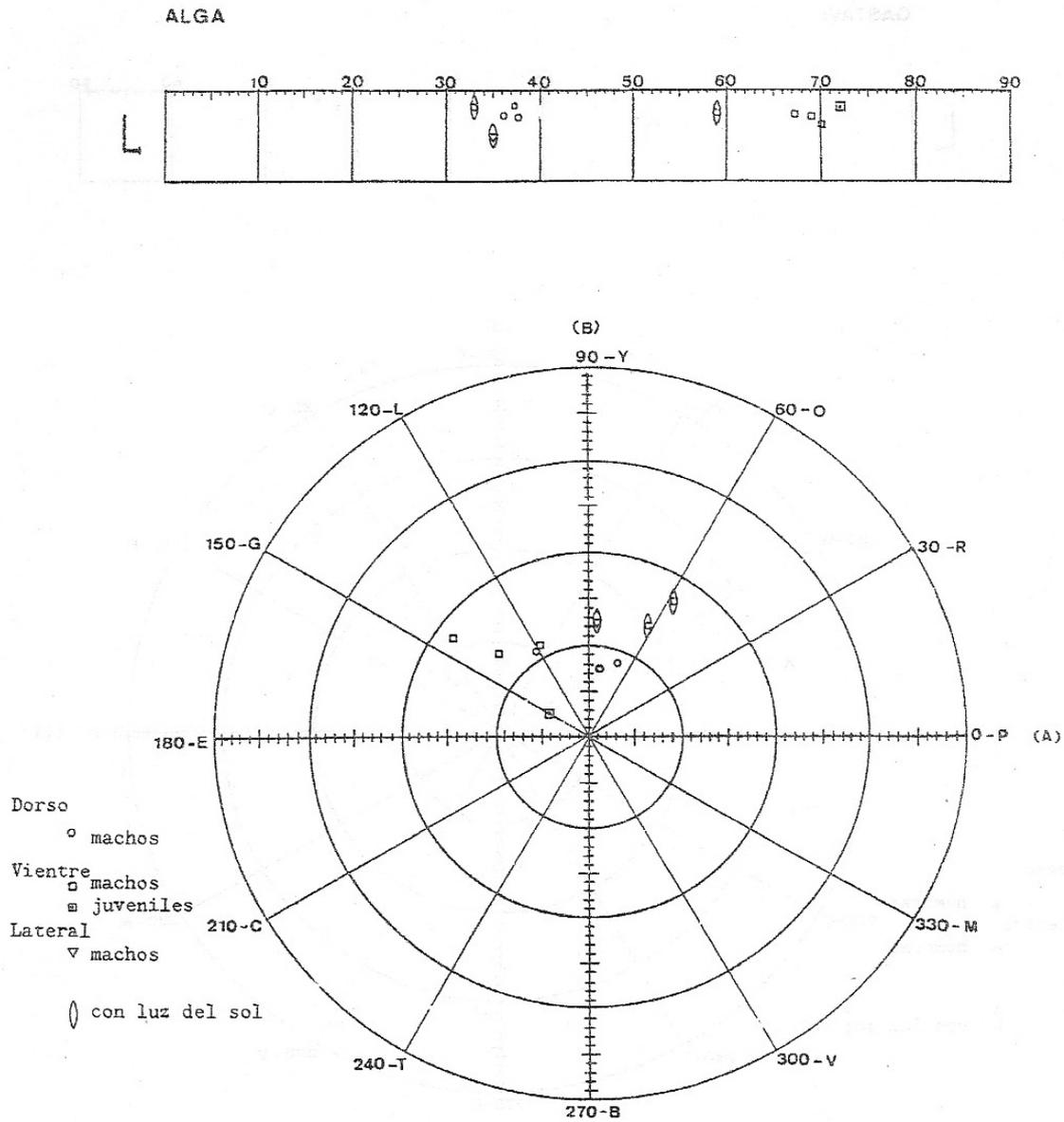


Figura 8 - 21. Representación gráfica de la coloración de los individuos de la población de Alga.

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 ocres 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).

8.4.10 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 ocres (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.

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 ocres 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).

TORRETES

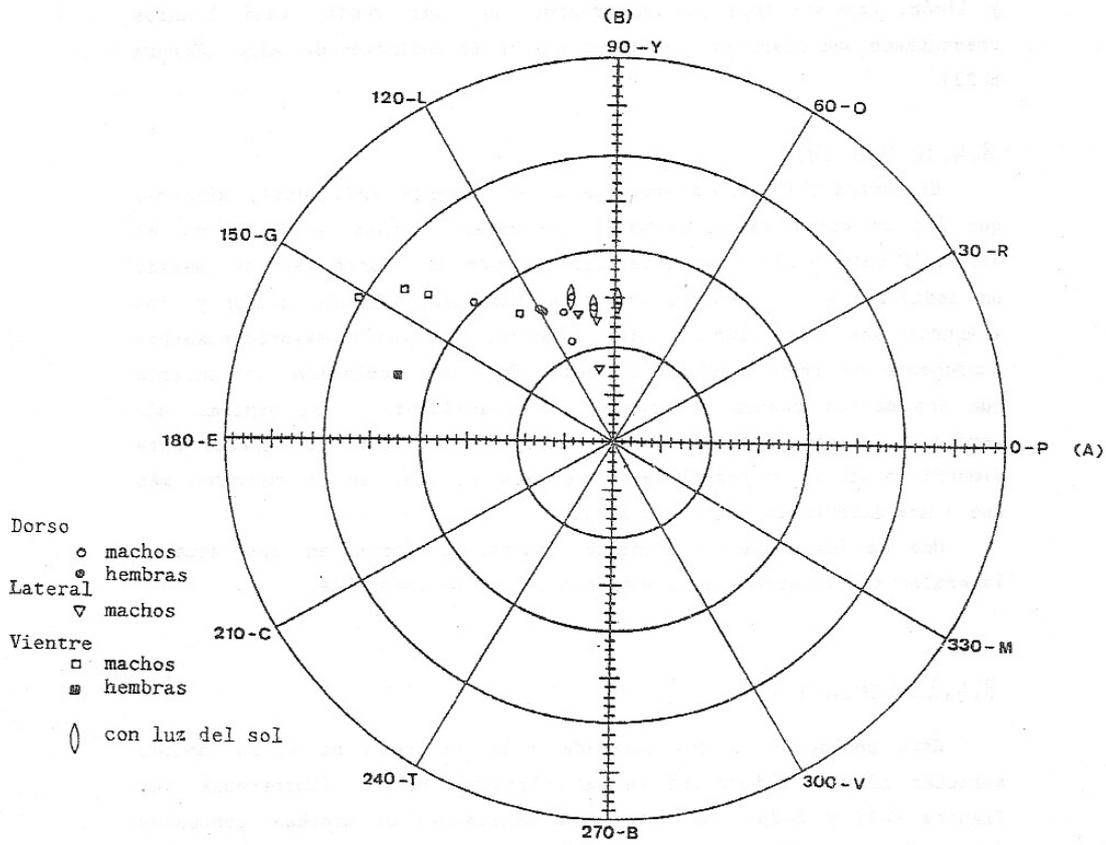
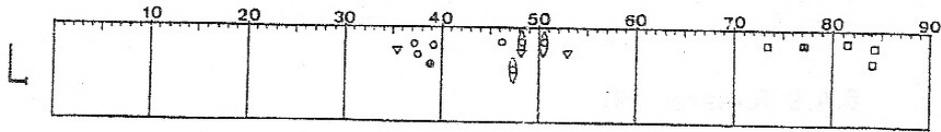


Figura 8-22. Obsérvese la igualdad entre las mediciones de los laterales y los dorsos de algunos machos, todos ellos de color ocre. Los colores dorsales y laterales son semejantes a Pou, Penjats y Espardell zona central de la isla, mientras que los ventrales configuran el extremo "verde" de este grupo de poblaciones.

POU

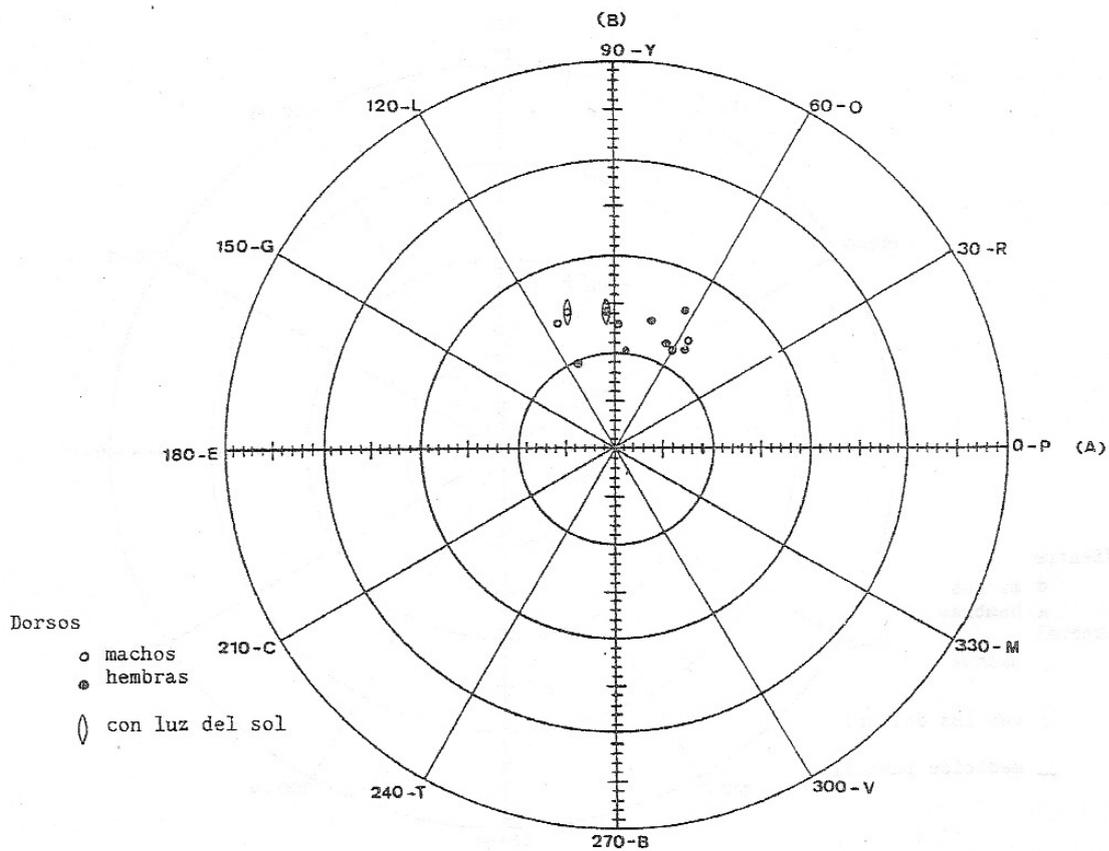
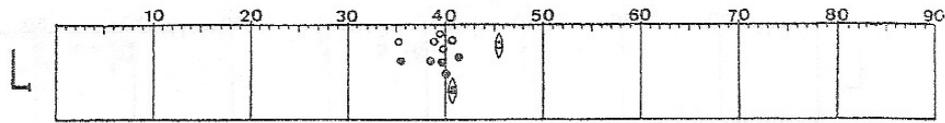


Figura 8-23. Los individuos de mayor talla (un macho y una hembra en esta muestra) poseen el dorso con manchas verdes que al integrarse con las manchas ocreas da como resultado limón.

POU

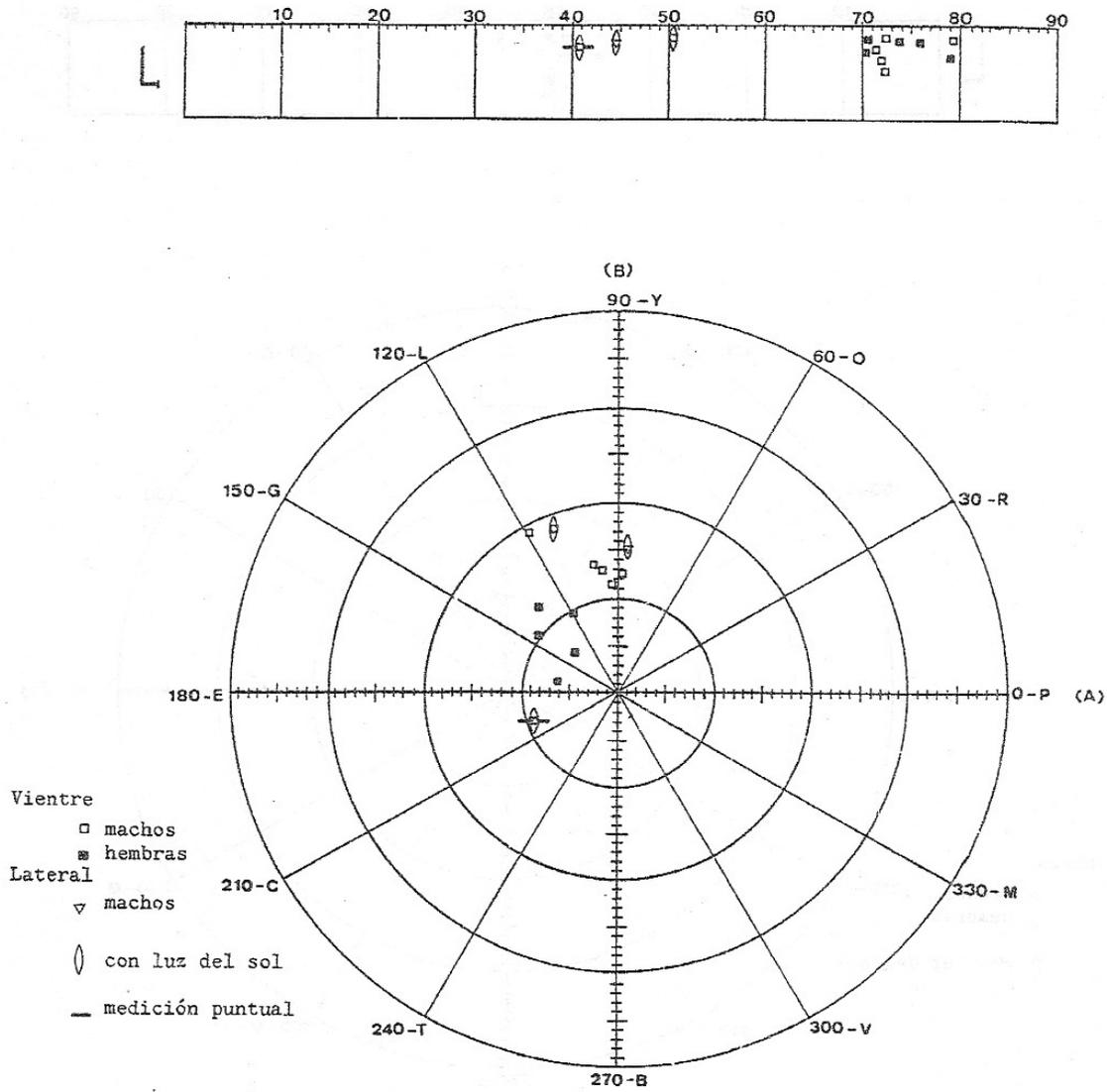


Figura 8-24. Los laterales siempre son ocreos tanto en los individuos con dorso pardo como verdoso. La segregación sexual que parece reflejar este gráfico se debe al azar de muestreo y no a que exista dimorfismo sexual.

PENJATS

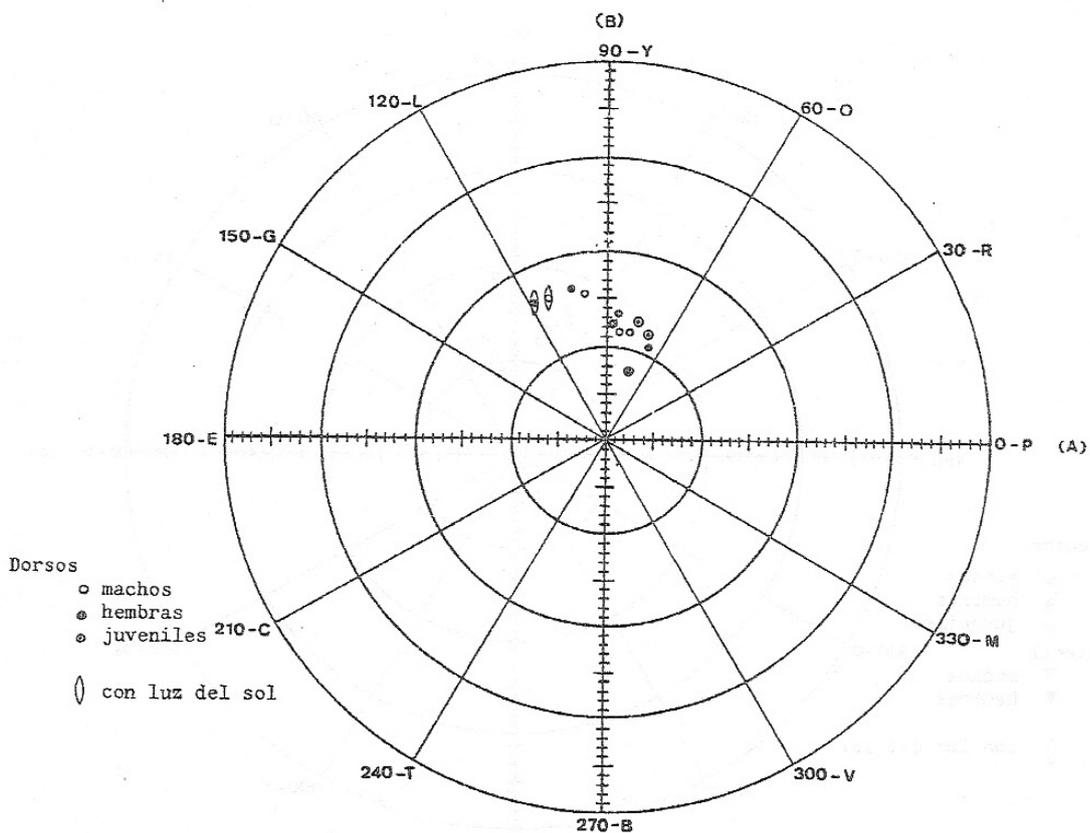
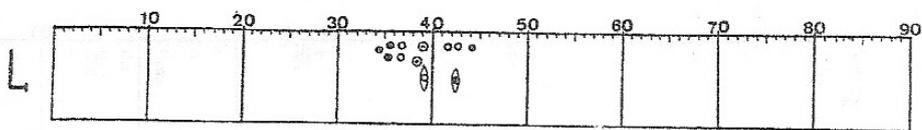


Figura 8-25. Obsérvese que los dorsos quedan en la misma zona de tono y de claridad que en los individuos de Pou, Torretes, Espardell zona central de la isla y Negra Nord.

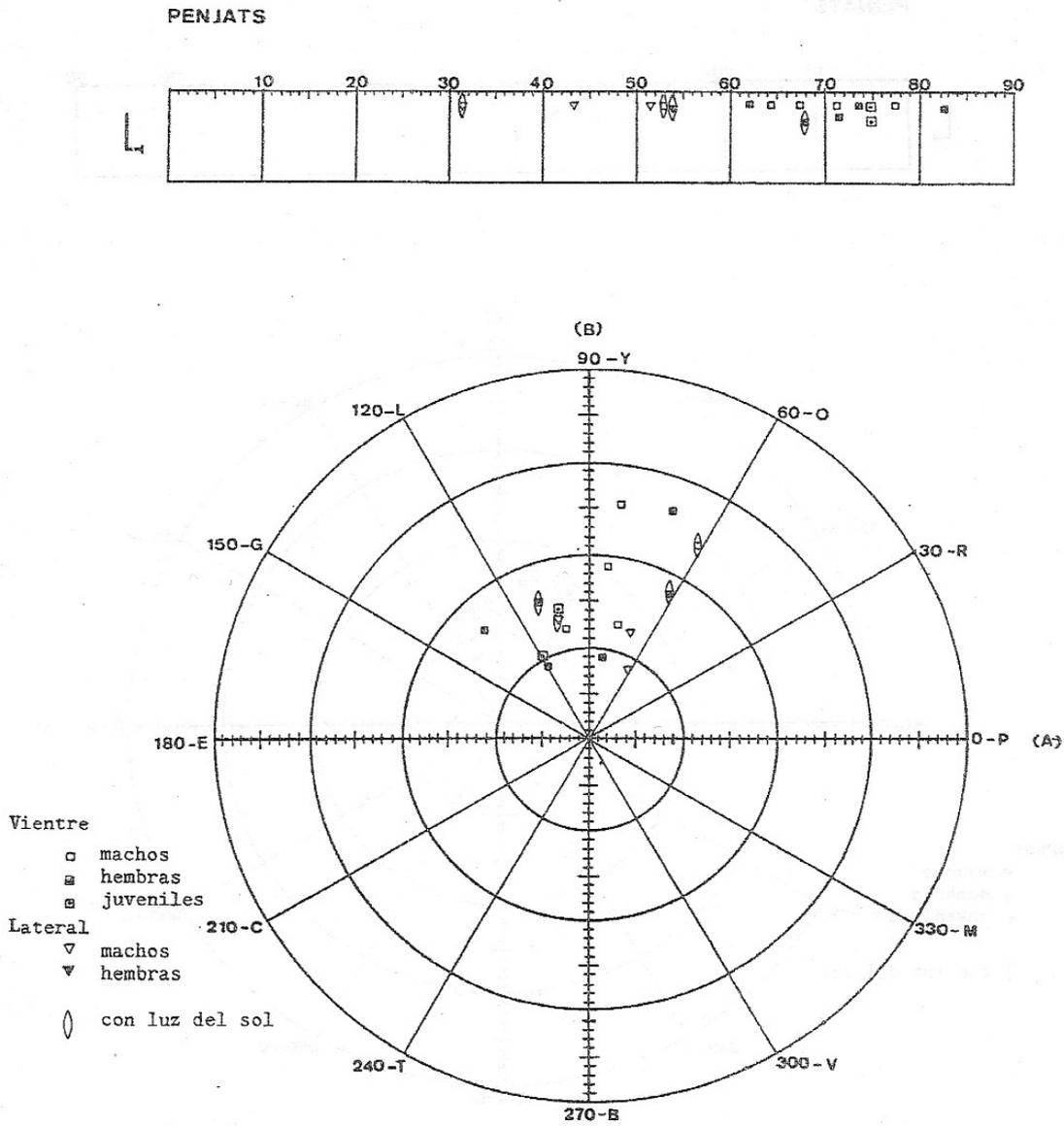


Figura 8-26. Los laterales siempre son ocreos en esta población y su claridad es intermedia entre la de los dorsos y la de los vientres, tal y como ocurre en otras poblaciones.

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 ocres, 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 ocres con tono amarillo, al igual que los de Pou y Penjats y en algunos casos 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 vientres 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.

ESPARDELL, PUNTA TRAMUNTANA

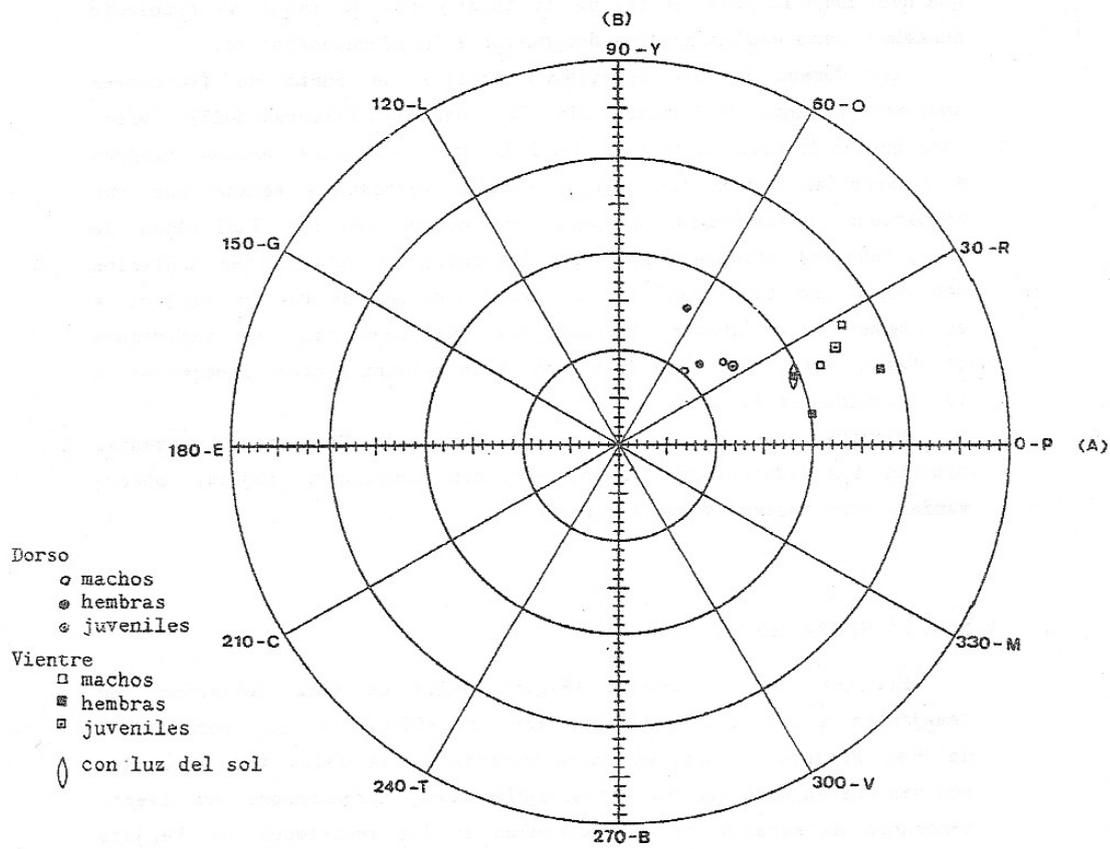
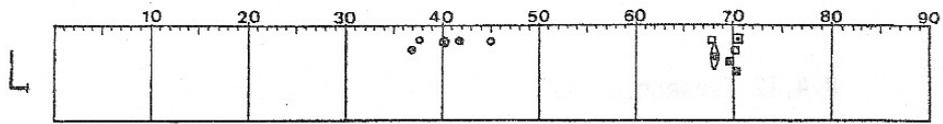


Figura 8-27. Obsérvese la tendencia hacia el pardo rojizo, en vez del amarillo o limón que poseen los individuos de la zona central de la isla de Espardell.

ESPARDELL, Z. CENTRAL

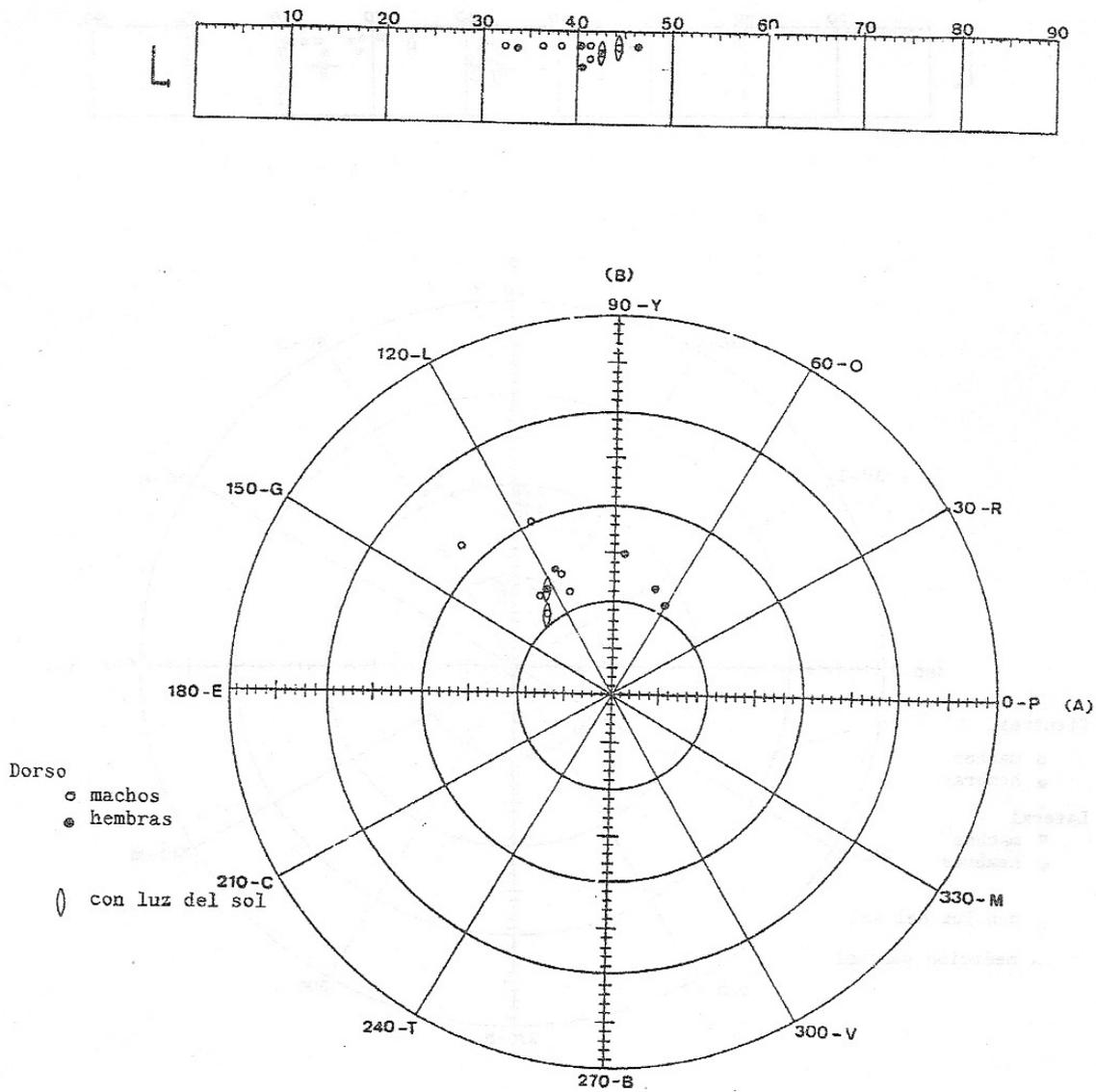


Figura 8-28. Compárese con los resultados de Punta de Tramuntana por un lado y con las poblaciones de Pou y Penjats por otro, los dorsos son más semejantes a estas dos últimas poblaciones aunque habitan islas distintas que a los individuos de Punta de Tramuntana que habitan en la misma isla.

ESPARDELL, Z. CENTRAL

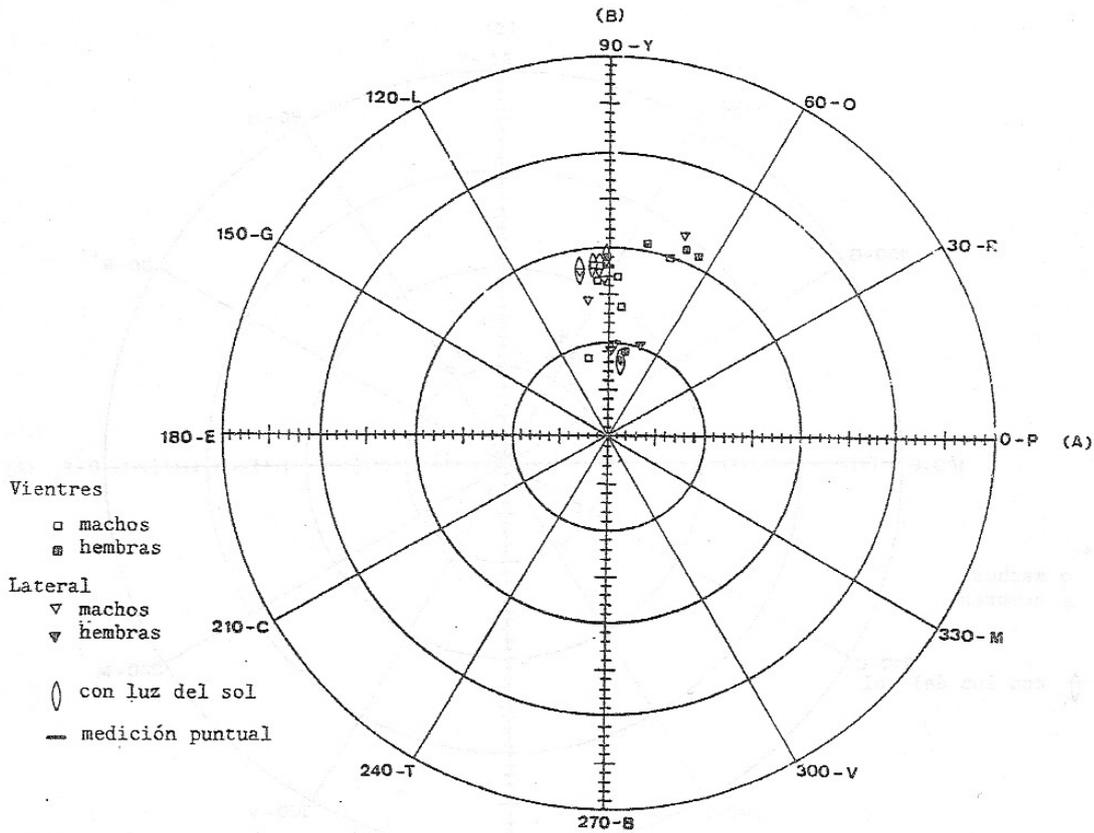
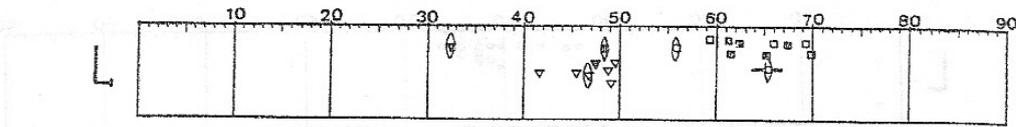


Figura 8-29. Los vientres y laterales no difieren de los que presentan los individuos de Penjats o los machos de Pou, si bien existe un ligero corrimiento del tono hacia el naranja que se acentuará más en los individuos de Negra Nord.

NEGRA NORD

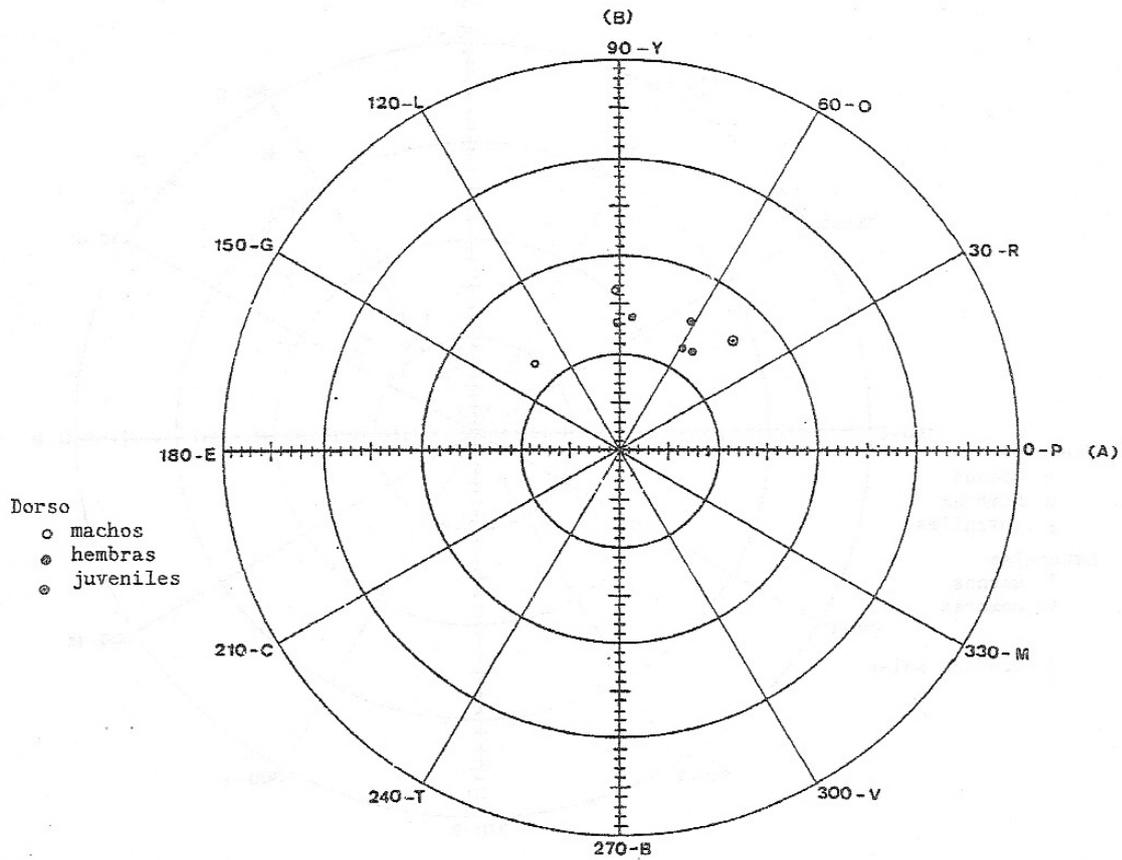
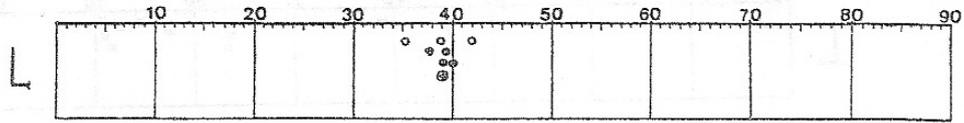


Figura 8-30. La zona de tono que ocupan los dorsos coincide con la que ocupan los individuos de Pou, Penjats y Espardell zona central de la isla, a la vez que coinciden los valores de croma y claridad.

NEGRA NORD

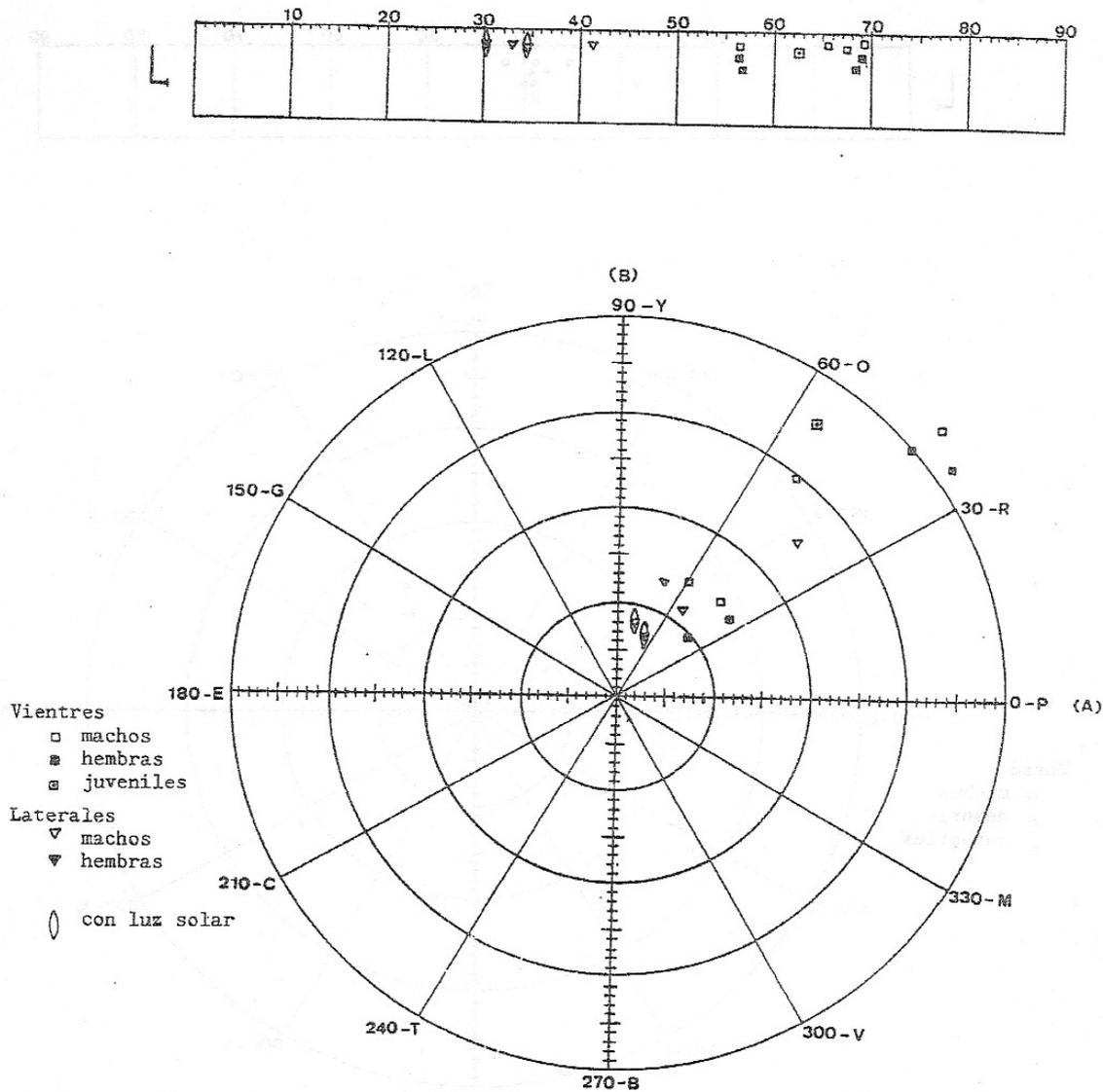


Figura 8-31. Obsérvese la marcada tendencia a presentar tonos naranja o rojizos en los laterales y vientres. Esta tendencia se inicia en la población de Espardell zona central de la isla y se acentúa en esta población.

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.

Los laterales son pardos y los vientres muy claros con tonalidades verdosas. Se midieron algunas manchas ocelares 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.

CALDES

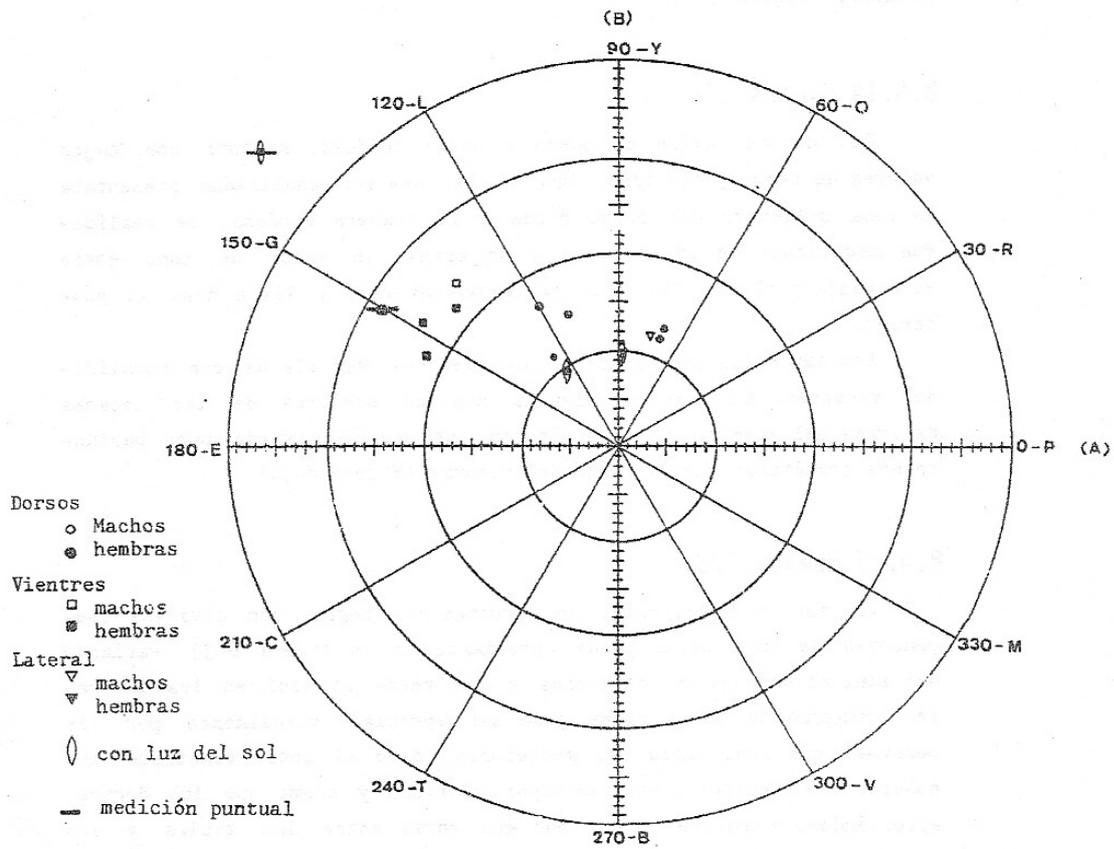
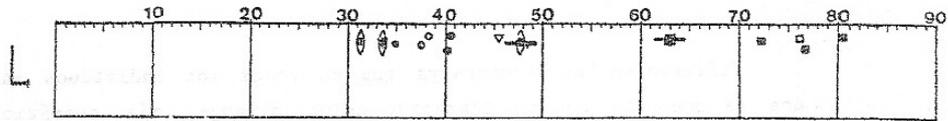


Figura 8 - 32. Valores obtenidos para la población de Caldés. Véase el texto.

MURADA

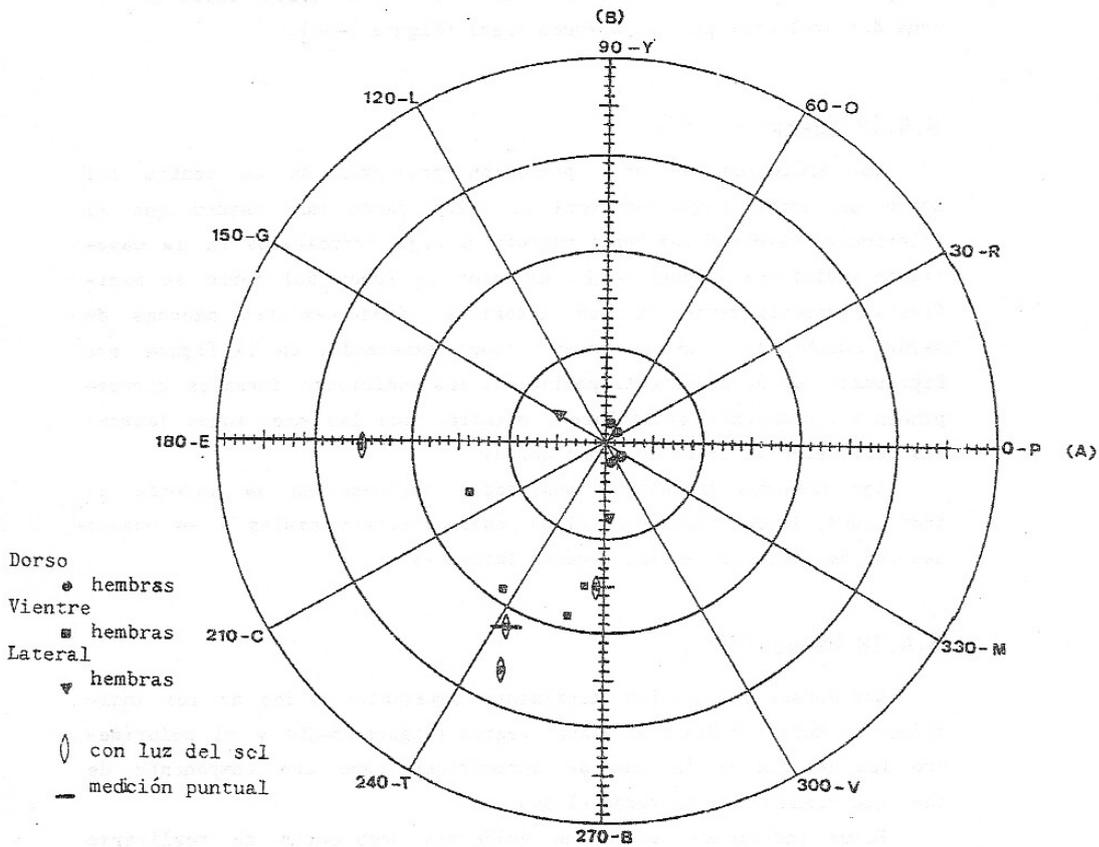
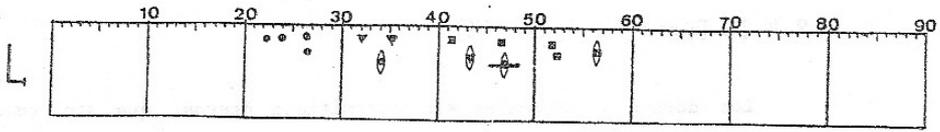


Figura 8-33. Obsérvese el bajo valor de croma y claridad de los dorsos y los valores intermedios que presentan los laterales. Los vientres siempre poseen suficiente croma y claridad intermedia que permite apreciar visualmente los tonos azulados.

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. En 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.

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 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

BLEDA NA PLANA

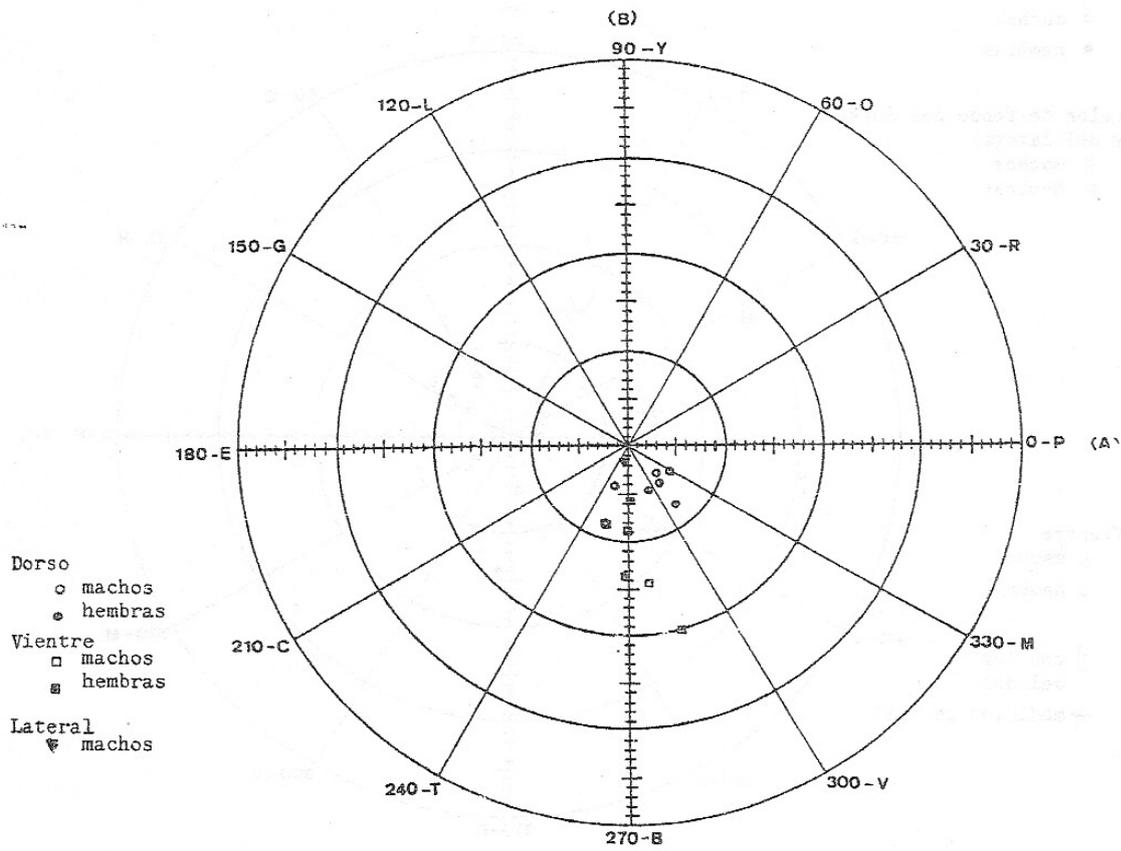
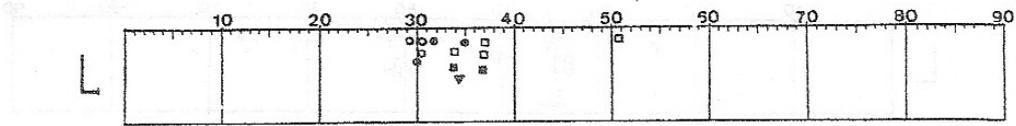
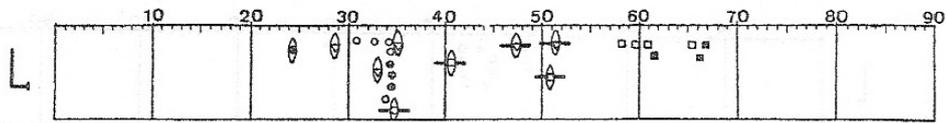


Figura 8 - 34. Compárese con las otras poblaciones melánicas de Murada y Frare, los dorsos son acromáticos negros en las tres poblaciones pero con distintos valores de tono que no son apreciables visualmente.

ESPARTAR



color del retículo, mediciones
sobre la banda vertebral

- machos
- hembras

color de fondo del dorso
y del lateral

- ▽ machos
- ▼ hembras

- Vientre
- machos
 - hembras
 - con luz del sol
 - medición puntual

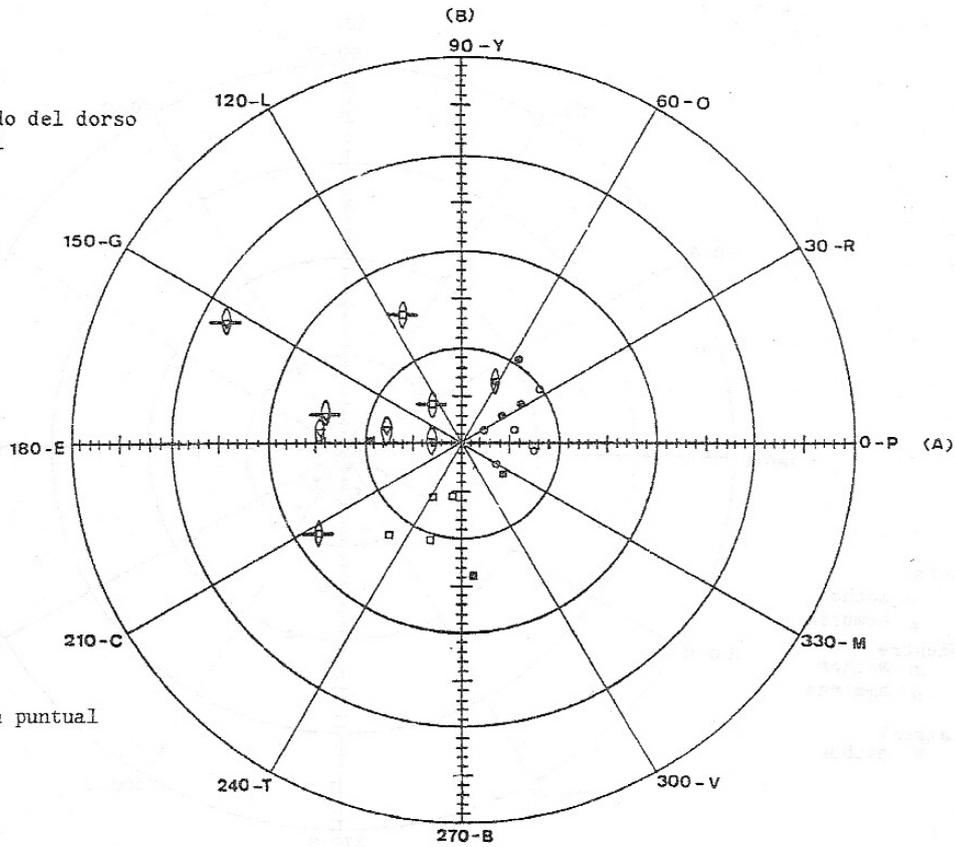


Figura 8 - 35. Obsérvese la gran diferencia entre los tonos del centro del dorso y de los laterales; el color de éstos es el mismo que forma el color de fondo de todo el dorso.

FRARE

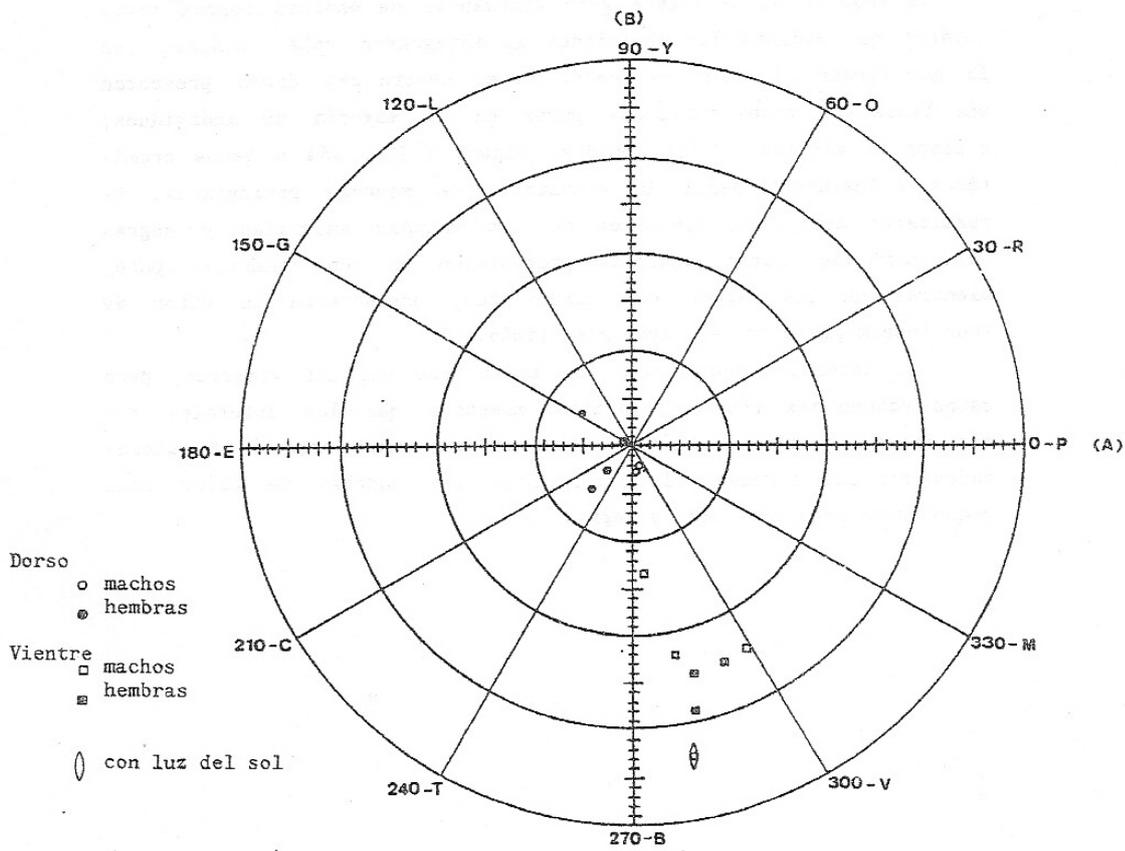
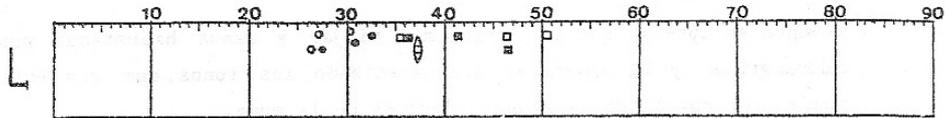


Figura 8-36. Obsérvese que los vientres de las tres poblaciones melánicas se sitúan en la zona del azul; los distintos valores de croma y luminosidad sin duda se ven influenciados por el tiempo transcurrido desde la última muda.

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 croma 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.

VEDRA

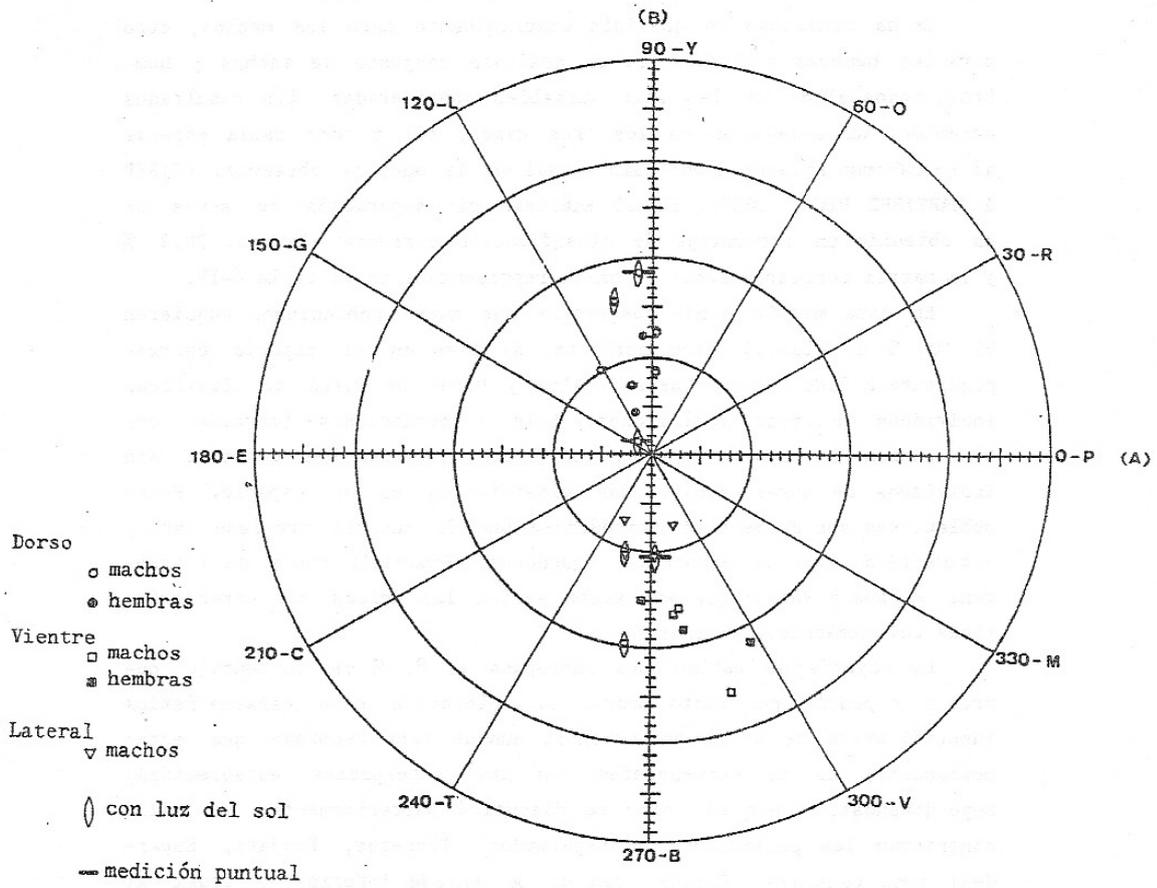
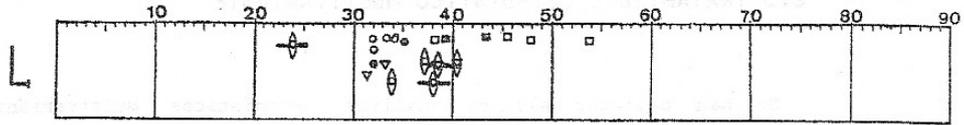


Figura 8-37. El color de fondo del dorso es amarillo puro, mientras que los laterales y el vientre presentan el mismo tono: azul.

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 Croma y Tona; 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 & MARTINEZ RICA, 1985). En el análisis 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 Berberia), 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

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	0	1	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	0	6	6
TOTAL	78.2	10	8	7	7*	6*	3	3	6	3	12	5	4*	6	6	4	4*	7	6	5	6*	

TABLA 8-IV. Matriz de clasificación del análisis discriminante basado en seis variables colorimétricas (dorso y vientre), para machos y hembras conjuntamente.

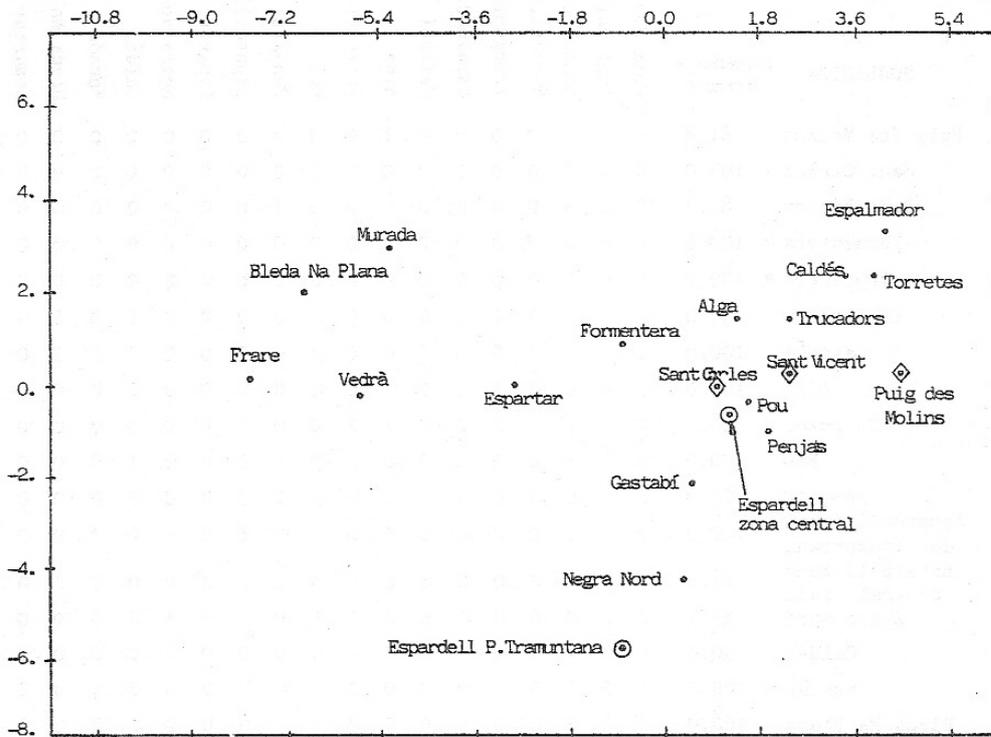


Figura 8 - 38. Representación de las medias poblacionales sobre los dos primeros ejes canónicos que explican un 78 % de la dispersión total.

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 Espardeñl 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.

8.5.1 CONSTRUCCIÓN DE DENDROGRAMAS

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 - Eivissa 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.

- 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 colorímetro aprecia, pero no así el ojo humano, que los identifica con coloración dorsal semejante.

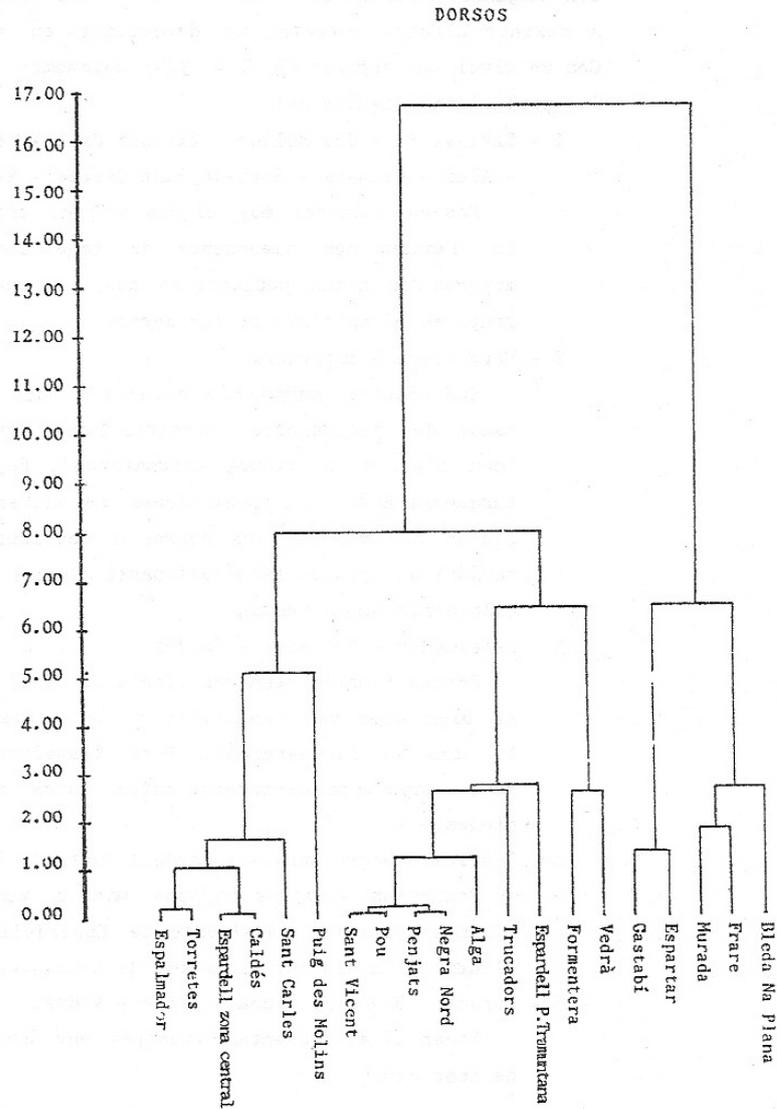


Figura 8 - 39. Dendrograma de machos y hembras correspondiente a las tres variables del dorso.

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:

- 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 Formentera 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 prácticamente imposible discernir 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.

VIENTRES

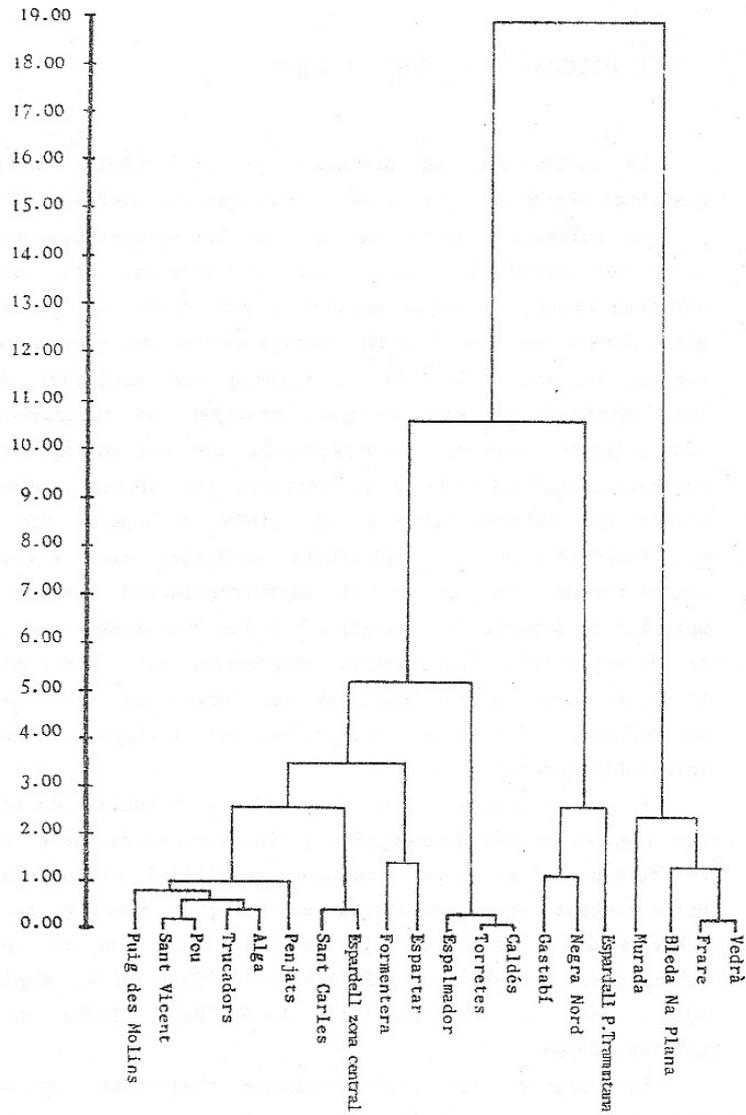


Figura 8-40. Dendrograma de machos y hembras obtenido a partir de las tres variables del vientre.

8.5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La coloración que ostentan los lacértidos realiza funciones distintas 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 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 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 Veirà crece en abundancia el líquen Xantoria 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 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 Tramantana 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, 1982 a), etc.

La coloración ventral tiene un significado exclusivamente intra-específico, 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 gular 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 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 intra-específicas 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 caracter taxonómico subespecífico en todos los casos, ya que una subespecie que ocupa hábitats diversos, presenta diversas 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.

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 manifiesten 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 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 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 iguánidos 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; WILSON & 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.

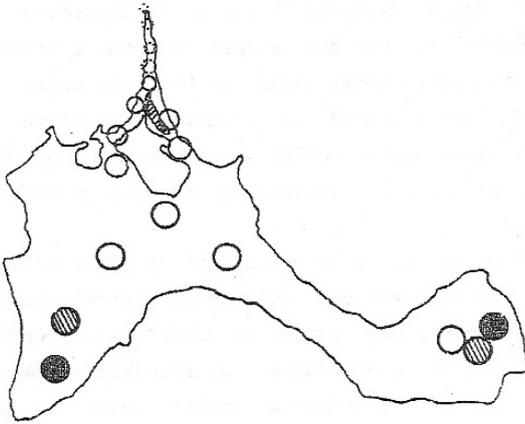
9.2.1 CLINAS ENTRE LAS POBLACIONES DE LA ISLA DE FORMENTERA

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 morfología que responde al concepto de clina, detectada ya en parte por Rodríguez-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

Figura 9-1. Variación gradual de talla y coloración corporal en la isla de Formentera.

- Grandes y melánicos
- Grandes no melánicos
- ○ ○ Talla progresivamente más pequeña
- ○ ○ Coloración progresivamente más clara



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.

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.

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 CLINAS 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 trinomio Lacerta pitvusensis 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 ocres 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.

La coloración ocre-verdosa, que en la mayoría de los casos se presenta con el centro del dorso verde muy pálido y los laterales ocres, 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 ocres (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 un 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 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 N i. 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 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 5), 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 sí 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 como la más frecuente aunque también pueden presentarse individuos verde amarillentos, verde parduzco 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 hallarse individuos con tonos dorsales verdes muy oscuros o verde-cian, que les confiere un aspecto más ciánico.

Enlazando con Rodona de Santa Eulalia se situa 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 MELÁNICAS

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 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 negros y no es posible apreciar las manchas reticulares, excepto en los juveniles que presentan el dorso gris plomizo con anchas bandas negras. Mientras que en Bleda Na Bosc y Bleda Na Gorra adquieren un dorso con fondo gris plomizo 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 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.

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.

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.

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.

Esta situación puede apreciarse en *Podiceps 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.

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 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 coloraciones más brillantes u oscuras, con grandes bandas y manchas reticulares 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 remarcen 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 CRÍPSIS

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 pitiusensis 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 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; Rodríguez 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 ocres 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.

Las zonas áridas con vegetación escasa y sustrato liso, formado por materiales edáficos (generalmente rojizos en las Pitiüsas) 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 con 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 Pitiüsas, 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 situa 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 prácticamente 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 verdes, pero 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 pardo-púrpuras 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 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 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.

10. PROPUESTA DE UNA 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 irrumpían 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 razas geográficas (LINNE, 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 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 la concepción 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 las condiciones locales, de tal forma que entre dos 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 (HUBBELL, 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; HUBBELL, 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.

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 inter-poblacionales 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 (BOHME, 1978, 1979; INGER, 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 carácter puede presentarse en estado primitivo (uno solo para cada morfoclina), o bien en estado/s derivado/s. Estableciéndose los grupos hermanos mediante la presencia, en todos ellos, de un mismo estado derivado; 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 intercrucamiento (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 manifiesta 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 diagnóstico 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.

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 heterozigosis, 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 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 calaesaladae MÜLLER, 1928

P. pityusensis caldesiana MÜLLER, 1928

P. pityusensis carlkochi MERTENS & MÜLLER, 1940

(Nomen novum pro Lacerta ilfordi 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.

NÚMEROS POBLACIONALES UTILIZADOS EN ESTE TRABAJO:

1, 13, 14, 15, 25, 26, 27, 30, 36, 42, 43.

VALORES BIOMÉTRICOS:

Tamaño muestral machos = 174

Tamaño muestral hembras = 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
σ_{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
σ_{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	
σ_{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	
σ_{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 Miquel), 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 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 pobla-

ción 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.

Podarcis pityusensis affinis MULLER, 1927P. pityusensis schreitmülleri MULLER, 1927P. pityusensis tagomagensis MULLER, 1927P. pityusensis redonae EISENTRAUT, 1928P. pityusensis canensis EISENTRAUT, 1928P. pityusensis ratae EISENTRAUT, 1928P. pityusensis grossae MULLER, 1929P. pityusensis hortae BUCHHOLZ, 1954

DISTRIBUCION: 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

	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	

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.

DESCRIPCION: 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, 1928P. pityusensis espardellensis EISENTRAUT, 1928P. pityusensis gastabiensis EISENTRAUT, 1928P. pityusensis intermedia EISENTRAUT, 1928P. pityusensis grisea EISENTRAUT, 1928P. pityusensis negrae EISENTRAUT, 1928 (Nomen novum pro
Lacerta lilfordi intermedia)P. pityusensis grueni MULLER, 1928P. pityusensis espalmadoris MULLER, 1928P. pityusensis ahorcadosi EISENTRAUT, 1930P. pityusensis algae WETTSTEIN, 1937P. pityusensis caragolensis BUCHHOLZ, 1954P. pityusensis puercosensis BUCHHOLZ, 1954P. pityusensis sabiniae BUCHHOLZ, 1954P. pityusensis subformenterae BUCHHOLZ, 1954P. pityusensis torretensis BUCHHOLZ, 1954

DISTRIBUCION: 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

	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 Rodríguez Ruiz (1975) y Salvador (1984) debe considerarse que 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 integrantes 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 foliosis dorsal, tanto transversalmente como longitudinalmente.

Podarcis pityusensis kameriana MERTENS, 1927P. pityusensis zenonis MULLER, 1928

DISTRIBUCION: 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

	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 isióte 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.

DESCRIPCION: 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.

En Escull de s'Espartar la coloración es menos brillante que en Espartar y los valores biométricos observados denotan menor robustez, aunque puede ser defecto de muestreo al tratarse de una población muy pequeña y con muy pocos efectivos.

Podarcis pityusensis maluquerorum MERTENS, 1921P. pityusensis hedwigkammerae MULLER, 1927P. pityusensis goria EISENTRAUT, 1928P. pityusensis muradae EISENTRAUT, 1928P. pityusensis frailensis EISENTRAUT, 1928

DISTRIBUCION: Todas las islas Bledes: Na Plana, Na Bosc, Na Gorra
y Escull Vermell; Islas Murada, Margalida 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

	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 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 totalmente 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, alcanzando 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 foliosis. 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 MULLER, 1927P. pityusensis vedranellensis MULLER, 1928

DISTRIBUCION: Islas de Vedrà y Vedranell

NUMEROS POBLACIONALES UTILIZADOS EN ESTE TRABAJO:

40, 41.

VALORES BIOMETRICOS:

Tamaño muestral machos = 44

Tamaño muestral hembras = 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 subespecie, 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.

DESCRIPCION: 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.

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 foliosis, 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 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 genética 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 genética 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 marcadamente 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 subespecie (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 probablemente se realiza mediante depredación selectiva sobre los individuos más aposemáticos.

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

P. pityusensis affinis MULLER, 1927

P. pityusensis formenterae EISENTRAUT, 1928

P. pityusensis kameriana MERTENS, 1927

P. pityusensis maluquerorum MERTENS, 1921

P. pityusensis vedrae MULLER, 1927

12. BIBLIOGRAFIA

- ALCOVER, J.A. 1979. Els mamífers de les Balears. Manuals d'introducció a la naturalesa, 3. Ed. Moll. Palma de Mallorca.
- .1984,a. 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.
- .1984,b. 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. Inst. 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.
- .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) parassita 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 l'espèce dans le règne animal. T.I & II. Société Zoologique de France.
- BOHME, 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.
- .1979. Kühnelt's principle and the subspecies problem: a reply to L. Botosaneanu. Z. Zool. Syst. Evolut.-forsch., 17 (3): 243-246.
- BOHME, W. & EISENTRAU, 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.
- .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.
- .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.
- .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.
- 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. Estudis Baleàrics, 1: 13-21.
- CIRER, A.M. 1980. Descripción de dues subespècies noves de Podarcis pityusensis. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 45 (Sec. Zool., 3): 121-126.
- .1981,a. Un estudio taxonómico del Círculo de razas de la lagartija ibicenca (Podarcis pityusensis). Memoria de Licenciatura, Fac. Cien. Biol., Univ. Barcelona.

- CIRER, A.M. 1981,b La lagartija ibicenca y su círculo de razas. Consell Insular d'Eivissa i Formentera.
- .1982,a. Estudio de las poblaciones de lacértidos de los islotes en torno a la isla de Ibiza. P.Cent.pir.Biol. exp., 13: 83-88.
- .1982,b. L'herpetofauna de les illes Pitiüses (II). Les sargantanes. 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. & MARTINEZ 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.
- .1978. Biogeografía de las Baleares. I y II. (2ª Ed. aumentada). Diputación Provincial de Baleares. Palma de Mallorca.
- CRISP, M., COOK, L.M. & HERWARD, 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.
- .1974. Análisis discriminante de funciones paramétricas estimables. Trab. Estad. Inv. Oper., 25(3): 3-31.
- .1980,a. Mètodes de representació de dades i la seva aplicació en Biología. Col. Soc. Catalana de Biología, 13: 95-133.
- .1980, b. Apuntes de ampliación de bioestadística. Publ. Dpto. Bioestadística Univ. Barcelona.

- CUADRAS, C.M. 1981.a. Métodos de análisis multivariante. Ed. Eunibar. Barcelona.
- .1981,b. Programa CANP. Pub. de Bioestadística y Biomatemática. Fac. Biología. Univ. Barcelona.
- CUERDA, J. 1975. Los tiempos Cuaternarios en Baleares. Dip. Prov. Baleares. Palma de Mallorca.
- .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) wich 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.
- .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. 1928, a. Vorläufige Diagnosen einiger neuen Rassen der balearischen Inseleidechsen Lacerta lilfordi Gthr. Das Aquarium, 2: 121-124.
- 1928, b. Weitere neue Rassen der balearischen Inseleidechsen Lacerta lilfordi Gthr. Mitt. Zool. Mus. Berlin, 14: 463-468
- .1929. Die Variation der balearischen Inseleidechsen Lacerta lilfordi Gthr. Sitzberg. Ges. naturf. Fr. Berlin. (1-3): 24-36.
- .1930. Beitrag zur Eidechsenfauna der Pityusen und Columbreten. Mitt. Zool. Mus. Berlin, 16(3): 397-410.
- .1949. Die Eidechsen der spanischen Mittelmeerinseln und ihre Rassenaufspaltung im Lichte der Evolution. Akademie-verlag Berlin.
- .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.
- .1955. Nuevos datos sobre los Tenebriónidos de las Pitiüsas (Baleares occidentales) Bol. Soc. Hist. Nat. de las Bal., 1: 25-29.
- .1984. Tenebrionidae of the Pityusic Islands (Coleoptera: Heteromera). In: Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands (Ed. Kubbier, Alcover & Guerau d'Arellano): 265-285
- 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.
- .1963. Mean sea level related to solar radiation during the last 20.000 years. "Changes of climate", Actes du Coll. de Rome, UNESCO et l'Org. 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 Pitiusas y sus afinidades con la de la Península Ibérica. Mem.R.Acad. Ciencias Barcelona. (3ª 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.
- .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.
- .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. Kuhnert, 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 Vögel 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.

- 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 Ägäis. 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. & BONS, 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-Roussillon. C.R.Acad.Sc. Paris, 282 (D): 285-288.
- HALLYDAY, 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.
- HOOLJER, 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. Bijdr. Dierk., 27: 491-520.
- .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 vegetation 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.
- .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): 605-606
- 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.
- .1950. El sistema I.C.I. para la especificación del color, Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química, A, 46, 123.
- .1954. Problemas Actuales del Color. C.S.I.C. Instituto de Optica "Daza de Valdé.". 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.
- .1961. The phenomenon of industrial melanism in Lepidoptera. Ann. Rev. Entomol., 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. I. 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. Vererb., 83: 157-164.
- .1951. Body proportion of mainland and island lizard. Evolution, 5: 193-206.
- KUMBIER, H. 1978, a. Beiträge zur Flora der Pityusen. Veröff. Überseemuseum Bremen, A, 5: 1-23.
- .1978, b. Euphorbia margalidiana - eine neue Wolfsmilchart der Pityusen. Veröff. Überseemuseum Bremen, A, 5: 25-37.
- .1982. Euphorbia margalidiana, nova espècie per a les Pitiüses. Eivissa, 13 (3ª 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. 1-59. Polymorphism of natural populations of Cepaea nemoralis. Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol., 24: 65-86.
- .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.
- LEHNINGER, A.L. 1978. Bioquímica, 2ª 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 pitvusicensis (Sauria, Lacertidae). Salamandra, 11 (3/4): 145-178.
- LILLIEFORS, H.N. 1977. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknow. Am. stat. Assoc. Jour., June: 399-402.
- LINNE, C. 1758. Systema Natura. Regnum Animale (10th ed. Tom I; L. Salvii, Holminae).
- LUMLEY, H. 1976. Les lignes 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. Miscelánea Zoológica, 2 (1): 133-137.
- .1967. Las comunidades naturales del Sur de Menorca. Revista de Menorca, IV: 233-301.
- .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.
- . 1947. Ecological factors in speciation. Evolution, 1: 263-288.
- .1949. Speciation and selection. Proc. Amer. Phil. Soc., 93: 514-519.
- .1954. Notes on nomenclature and classification. Systematic Zool., 3: 86-98.
- .1963. Animal Species and Evolution. Harvard Univ. Press. Cambridge, Massachusetts.
- .1969. Principles of Systematic Zoology. McGraw-Hill. New York.
- .1980. The role of Systematics in the Evolutionary Synthesis. In: Evolutionary Synthesis. Perspectives on the Unification of Biology. (Ed. Mayr & Provine): 123-136.
- .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.

- Mc ARTHUR, 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.
- .1924. Ein Beitrag zur Kenntnis der melanotischen Inseleidech-
sen des Mittelmeeres. Pallasia, 2: 40-52.
- .1926. Über Färbungsmutationen bei Amphibien und Reptilien.
Zool. Anz. Leipzig, 68: 333-335.
- .1927. Über die Rassen der Pityusen-Eidechsen (Lacerta pitvu-
sensis Boscá). Zool. Anz. Leipzig, 69: 299-304.
- . 1957. Mallorca: ein herpetogeographisches problem. Zool.
Beitr. N.F., 3: 1-16.
- MERTENS, R. & MULLER, L. 1928. Liste der Amphibien und Reptilien
Europas. Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft.
Frankfurt a. M.
- .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, Palaeoclimato-
logy, Palaeoecology, 9: 153-181,
- MULLER, L. 1927, a. Beitrag zur Kenntnis der Rassen von Lacerta lilfordi
Gthr. Zool. Anz., 73: 257-269.
- .1927, b. Zwei weitere Rassen der Lacerta lilfordi, Gthr.
Zool. Anz., 74: 185-194.

- MULLER, L. 1928, a. Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Rassen von Lacerta lilfordi (Gthr.). Zool. Anz., 78: 261-273.
- . 1928, b. Die Inselrassen der Lacerta lilfordi Gthr. Zool. Anz. 3, Sup. (Verh. Dtsch. Zool. Ges., München 1928): 333-337.
- . 1928, c. Vorläufige Mitteilung über einige Rassen der Lacerta lilfordi (Gthr.) von den Pityusen. Bl. f. Aquarium u. Terrarium Kde., 34: 386-388.
- . 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.
- . 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. Mils-tead): 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.
- O'NEILL, J.P. 1982. The subspecies concept in the 1980's. The Auk, 99 (3): 609-612.
- ORTIZ, J.C. & GUILLAUME, Cl.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 concepto 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.
- .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. Copeia 1976, (1): 155-170.
- PEREZ 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.
- .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.
- RAMON, 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.

- RAMON, 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. 82: 340.
- .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: Borntraeger.
- .1934. Kurze Anweisung für Zoologisch-systematische Studien. Akademische Verlagsgesellschaft. Leipzig.
- .1959. Evolution above the Species level. J.Wiley & Sons. New York.
- .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.
- .1984. A taxonomic study of the Eivissa wall lizard, Podarcis pityusensis Boscá 1883. In: Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands (Ed. Kuhbier, Alcover & Guerau d'Arellano): 393-427.
- .1985. Guía de campo de los anfibios y reptiles de la península Ibérica, Islas Baleares y Canarias. Santiago García Editor. León.
- SALVADOR, A. & PEREZ 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.
- SCHRODER, F. 1978, a. Zur Landschneckenfauna der Insel Formentera / Pityusen. Veröff. Oberseemuseum Bremen, A 5: 49-56.
- .1978, b. Trochoidea (Xerocrassa) ebusitana (HIDALGO, 1869) und ihre Rassen auf den Pityusen / Spanien. Veröff. Oberseemuseum Bremen, A 5: 83-120.
- .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 EJERCITO. 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 (7ª impr.) C.E.C.S.A. México.
- SOKAL, R.R. 1965. Statistical Methods in Systematics. Biol. Rev., 40: 337-391.
- .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.
- .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.
- .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-acquiring 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.
- VALLES, R. 1984. The Pityusic Islands: a geographical approach. In: Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands (Ed. Kuhnler, Alcover & Guerau d'Arellano): 7-24.
- VALLES, R., PRATS, E. & RAMON, F. 1979. Geografia 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.
- .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^a ed.). Program Library Unit Edinburg University.
- YCUNG, 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

- ALCOVER, J.A., MARTINEZ RICA, J.P. & MAYOL, J. 1976. Rèptils 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 (Boscá, 1883)-Pityusen-Eidechsen In: Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Band 2/II Echsen (Sauria) III. Lacertidae III: Podarcis: 232-253 Aula-Verlag Wiesbaden.

A P E N D I C E

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 P.pityusensis pityusensis y P.p. 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 P.p.affinis, P.p.kameriana, P.p.maluquerorum y P.p.vedrae, que se diferencian perfectamente entre ellas por su coloración y cuyos rangos de variabilidad biométrica son marcadamente distintos a P.p. pityusensis y P.p. formenterae en todas las variables de morfología corporal utilizadas.

