

4 - ANALISIS MORFOLOGICO

4.1. - Introducción

Mediante la realización de un análisis morfológico pretendemos obtener información sobre el grado de diferenciación alcanzado entre poblaciones y su variación respecto a patrones geográficos.

Dentro del género *Alytes* únicamente se han efectuado análisis morfológicos a nivel específico, bien comparando la estructura morfológica de diversos sistemas orgánicos entre *A. obstetricans* y *A. cisternasii* (Crespo 1981 a 1981 b 1982.), bien analizando las relaciones entre *Alytes muletensis* y las otras dos especies del género (Clarke 1984; Sanchíz 1984).

4.2.- Material y método

4.2.1.- Metodología general

El análisis morfológico se ha realizado en tres niveles. En una primera parte se describen los rasgos externos característicos de cada población, con objeto de remarcar la existencia de rasgos peculiares en la coloración o en la apreciación de la forma corporal. En la segunda parte se utilizan una serie de medidas externas, comúnmente utilizadas en el estudio de los anuros (ver por ejemplo Cei 1980), para realizar una serie de comparaciones entre variables con objeto de localizar la existencia de complejos morfo-funcionales basados en el agrupamiento de dichas variables. Estas medidas externas, se utilizan además para estudiar la diferenciación alcanzada entre poblaciones. Y en la tercera parte, basándose en el mismo conjunto de variables externas se realiza un análisis discriminante entre grupos.

4.2.2.- Poblaciones examinadas

Los ejemplares utilizados en las descripciones externas provienen de las mismas localidades que los utilizados para biometría externa por lo que no se especifican.

La procedencia y número de ejemplares medidos se presenta en la tabla VI Los 30 ejemplares adultos de *Alytes muletensis* utilizados fueron puestos a nuestra disposición para la toma de medidas externas por S. Bush. Dichos ejemplares forman parte del programa de reproducción en cautividad de esta especie en la Universidad de East Anglia (Norwich). Desafortunadamente la población de *A. o. obstetricans* de Jublains (Francia) únicamente pudo ser estudiada sobre ejemplares conservados.

Tabla VI

ESPECIE	LOCALIDAD	Nº de ejemplares
<i>Alytes cisternasii</i>	BADAJOS: Alburquerque	20
<i>Alytes sp.</i> (Sierras Béticas)	MALAGA/GRANADA: Sierra Tejeda	21
	ALBACETE: Sierra de Alcaraz	32
<i>Alytes muletensis</i>	MALLORCA (Norwich)	30
<i>Alytes obstetricans</i> (Barcelona)	BARCELONA: Bega	29
<i>Alytes obstetricans</i> (Castellón)	CASTELLÓN: Benicassim	30
<i>Alytes o. Obstetricans</i>	ASTURIAS/LEÓN: Picos de Europa	17
	NAVARRA: Irati	21
	MAYENNE: Jublains	11
<i>Alytes o. Boscai</i>	PONTEVEDRA: Tuy	14

4.2.3.- Recogida de datos

Las descripciones externas se efectuaron tomando como base algunos ejemplares vivos de cada población, complementándose con el examen de numerosas series de fotografías y de ejemplares de colección.

Para el examen de la biometría externa se seleccionaron 14 variables (figura 11): LHC: longitud hocico cloaca; ACT: anchura de la cabeza a nivel timpánico; LMI: longitud de la mandíbula inferior; DMO: distancia mínima entre ojos; DHT: diámetro horizontal del tímpano; DVT: diámetro vertical del tímpano; DHO: diámetro horizontal del ojo; DNA: distancia entre narinas; DON: distancia mínima ojo-narina; LTF: longitud de la tibiofibula; LEP: longitud de la extremidad posterior; DTM: distancia desde el extremo proximal del tubérculo metatarsiano externo al extremo distal del tercer dedo; DTD: distancia desde el extremo distal del tubérculo metacarpiano medial al extremo distal del tercer dedo; y LTD: longitud del tercer dedo medido desde su inserción en la mano hasta su extremo. Las medidas se tomaron con un calibre de precisión 0.02 (Mitutoyo Dial Caliper) ó 0.1 en el caso de *Alytes muletensis*.

Figura 11. Dibujos esquemáticos que indican las medidas tomadas para los análisis de morfología externa. ACT = anchura de la cabeza a nivel timpánico; LMI = longitud de la mandíbula inferior; DMO = distancia mínima entre ojos; DHT = diámetro horizontal del tímpano; DVT = diámetro vertical del tímpano; DHO = diámetro horizontal del ojo; DNA = distancia entre narinas; DON = distancia mínima ojo-narina; LTF = longitud de la tibiofibula; LEP = longitud de la extremidad posterior; DTM = distancia desde el extremo proximal del tubérculo metatarsiano externo al extremo distal del tercer dedo; DTD = distancia desde el extremo distal del tubérculo metacarpiano medial al extremo distal del tercer dedo.

Foto I.1. Toma de medidas de adultos.

Foto I.2. Determinación del estadio larvario.

Todas las medidas se efectuaron con los ejemplares vivos (fotos I.1 y I.2), de forma que las medidas pudieran ser comparables con las efectuadas en otros estudios en los que no se requiriese el sacrificio del animal. Por otra parte el medir a los animales "in vivo" permitió el que los individuos que no iban a ser utilizados para otros análisis fueran ser liberados "in situ" tras su medición, y por último se evitaron los riesgos de la aplicación de anestesia a la población de *Alytes muletensis* medida, que habitualmente se utilizan como individuos reproductores en las colonias mantenidas en cautividad.

4.2.4.- Análisis estadístico y de agrupamiento

Las variables en bruto fueron analizadas para la obtención de los parámetros estadísticos básicos de cada población y posteriormente de los diferentes taxa. Una vez procesadas se procedió a su transformación logarítmica con objeto de reducir el componente alométrico en animales de crecimiento continuo y minimizar las diferencias entre varianzas (Lemen, 1983). Cada una de las variables logarítmicamente transformadas se sometió a un análisis de regresión respecto a la longitud hocico-cloaca, de forma que en los análisis posteriores únicamente se utilizaron los residuos procedentes de dichas regresiones. Con ello se pretendió eliminar el factor talla de las comparaciones entre poblaciones, ya que en alguna de ellas, como la de *Alytes muletensis*, la talla era aparentemente menor de lo que podría corresponder a esta especie (Mayol et al. 1984 y comunicación personal de S. Bush), probablemente como consecuencia de su crecimiento en condiciones de cautividad. Tras las correspondientes búsquedas de individuos con medidas aberrantes o defectos en la toma de datos y los exámenes de normalidad, la variable "longitud del tercer dedo" tuvo que ser descartada de los análisis posiblemente como consecuencia de la dificultad de su medida "in vivo".

Previamente al análisis poblacional se trató de determinar la existencia de dimorfismo sexual en alguna de las estructuras medidas. Para ello se utilizaron 107 individuos (49 machos y 58 hembras) procedentes de cuatro poblaciones: *Alytes muletensis* de Norwich, *A. obstetricans* de Castellón, y dos poblaciones de *Alytes* de las Sierras Béticas: Sierra Tejada y Sierra de Alcaraz. Estas localidades fueron seleccionadas por presentar un número suficiente de individuos adultos de ambos sexos. Por otra parte, la dificultad de sexado de los individuos adultos de este género, plantea ocasionalmente problemas en estudios ecológicos encaminados a la conservación. Este aspecto es de especial relevancia en el caso de *Alytes muletensis*, de forma que aunque la población medida se ha desarrollado en condiciones de cautividad creemos que los datos obtenidos pueden resultar de especial interés. En cualquier caso no es fácil obtener sobre el terreno una muestra de *Alytes muletensis* como la que hemos medido (15 machos y 15 hembras adultos, que al menos se han reproducido en una ocasión, según comunicación personal de S.

Bush). Las comparaciones entre sexos se efectuaron mediante la aplicación del test de la t de Student (Zar 1984)

Se compararon las medias poblacionales para cada variable externa mediante un análisis ANOVA y sus comparaciones múltiples consiguientes (Zar 1984). Tratando de estimar la diferenciación morfológica alcanzada entre los diferentes grupos definidos mediante la aplicación de técnicas electroforéticas realizamos una serie de análisis discriminantes en tres niveles. En un primer nivel se incluyeron en el análisis las 10 poblaciones indicadas en la tabla VI. En un segundo nivel se analizaron los agrupamientos obtenidos a partir de los datos electroforéticos, es decir las poblaciones anteriores se integraron en 6 grupos (A. cisternasii, Alytes muletensis, Alytes de las Sierras Béticas, A. o. obstetricans, A. o. boscai y A. o. del área pirenaica-occidental. Y por último se repitieron los análisis utilizando únicamente los cuatro grupos correspondientes a las especies, utilizando para ello el conjunto de programas MGLH del paquete SYSTAT (Wilkinson 1989) para Macintosh. Las elipses del 95 % de confianza de la media se obtuvieron mediante la aplicación del programa BIOM (Sokal & Rohlf 1981).

4.3.- Resultados

4.3.1.- Descripción de rasgos cualitativos poblacionales

La morfología externa de los distintos taxa del género ha sido descrita con detalle por diversos autores. Sin embargo, parece oportuno re-describirlas de nuevo incluyendo los rasgos particulares de cada una de las poblaciones estudiadas. Esta re-descripción tiene por objeto homogeneizar las descripciones tratando de facilitar las comparaciones entre las distintas especies y subespecies, y servir de base para los análisis taxonómicos.

Alytes cisternasii

Descripciones detalladas de la morfología externa de esta especie se encuentran en las obras de Boscá (1879 b), Crespo (1979), Salvador (1985), Barbadillo (1987). Las poblaciones seleccionadas para su descripción han sido Aliseda (Cáceres), Alburquerque (Badajoz), Aldequemada (Jaén) y Arévalo (Avila). La elección de estas localidades se ha basado en su particular posición geográfica (límite oriental de su distribución al norte del Sistema Central en Avila; límite oriental al sur del Sistema Central en Jaén); su posible interés taxonómico (proximidad a la Terra Typica de la especie en Badajoz); o su relación con otras especies (proximidad a poblaciones de A. obstetricans en biotopos similares en la zona occidental del sur de Cáceres).

Aliseda (CACERES)

Machos y hembras de aspecto rechoncho y robusto. Morro corto y redondeado. Surco nasolacrimal poco marcado. Tímpano redondeado. Piel dorsal finamente granulosa, sin verrugas marcadas excepto unos cortos y poco aparentes cordones glandulares, correspondientes a las parotídeas, y los puntos glandulares anaranjados y amarillentos que se extienden sobre los párpados, laterales del cuerpo, zona tarsal, tibial y femoral de la extremidad posterior, antebrazos y banda transversal media del dorso. Los puntos rojos ocasionalmente pueden ocupar toda la región dorsal y los costados excepto la línea media. Piel ventral granulosa en toda su extensión. Patas cortas, las anteriores robustas. Dos tubérculos metacarpales, el interno menor. Tubérculo metatarsal desplazado hacia la base del 5º dedo, poco destacado. Otro pequeño tubérculo se marca ocasionalmente en la base del 4º dedo.

Machos de coloración dorsal uniformemente verdosa o pardusca con manchas oscuras apenas distinguibles, o, más frecuentemente, dorso claro, cremoso o amarillento salpicado o jaspeado por manchas redondeadas o irregulares, medianas o pequeñas, de color pardo oscuro o pardo oliváceo. En ocasiones se marca una amplia zona medio dorsal longitudinal que se extiende desde el hocico hasta la región posterior, de color grisáceo o verdoso más o menos uniforme, bordeada por una banda clara en los costados que suele coincidir con las zonas de máxima densidad de puntos rojos. Sobre esta banda clara lateral, sobre los costados y en la cara dorsal de las patas, las manchas oscuras suelen ser de menor tamaño. En algunos individuos las manchas oscuras parecen alinearse formando seis bandas oscuras longitudinales. Habitualmente se marcan otras manchas claras lumbares y una línea medio dorsal que se extiende a lo largo del tercio posterior del cuerpo y a veces atravesando la mancha escapular llega hasta la cabeza. Una mancha clara escapular central, ovalada o triangular y otras manchas claras irregulares se disponen entre las bandas de los costados y la central. Dos manchas claras se disponen entre los ojos, normalmente formando una banda continua, rectilínea o más frecuentemente quebrada en el centro. Otras dos manchas claras aparecen sobre el extremo exterior de los párpados. Triángulo facial oscuro, en general bien delimitado. Lados de la cabeza con manchas claras entre el ojo y las narinas y una mancha oscura constante bajo el ojo. Patas gris parduscas con manchas amarillentas y pardo oscuras. Sobre la región tibial presentan una amplia mancha ovalada amarillenta correspondiente a una región glandular. Dedos claros o blancos. Frecuentemente se manifiesta una mancha

pardusca en el extremo de los dedos 4º y 5º de la mano que se pierde en determinadas mudas. Iris dorado o cobrizo, con un retículo negro especialmente denso (que llega a formar gruesas manchas o jaspeaduras) en el centro, mitad inferior y periferia. Tímpano de pigmentación variable, uniformemente oscuro o jaspeado de claro-oscuro. Garganta blanca con el reborde exterior ocasionalmente sombreado de oscuro. Costados y área ventral blancos. Zona posterior poco pigmentada. Cara inferior de los miembros apenas pigmentada. Las palmas y plantas muestran un tinte sombreado y manchas blancas dispersas.

Las hembras a menudo presentan una coloración de fondo clara sobre la que se disponen abundantes manchas verde parduscas excepto en el triángulo facial y dos pequeñas áreas tras los ojos que son uniformemente oscuras. Ocasionalmente las manchas se reducen de tamaño hacia el centro del cuerpo, llegándose a difuminar sobre fondo pardusco. Zona anal blanca. Extremo de los dedos externos de la mano también manchado de pardo.

Alburquerque (BADAJOZ)

Similares a los de la población de Aliseda. En conjunto más manchados sobre fondo amarillento, con o sin línea clara longitudinal dorsal. Tímpano poco pigmentado, de color oscuro. Iris cobrizo muy jaspeado de oscuro.

Río Arevalillo (AVILA)

Color de fondo blanquecino o grisáceo sin tonos amarillentos. Manchas aparentemente mucho más redondeadas y regulares, de tamaño variable (muy gruesas o pequeñas). Apenas se marca la mancha escapular y no se ve línea mediodorsal. Puntos glandulares dorsales más rojos. Tibias con la región amarillenta poco marcada.

Aldequemada (JAEN)

Aspecto similar a los de la población de Aliseda (Cáceres), pero más amarillento con manchas verdosas dispersas por toda la superficie dorsal sin manchas claras definidas.

Alytes obstetricans

Descripciones externas de esta especie se encuentran en Lataste (1879), Salvador (1985), Fretey (1975), Barbadillo (1987). La elección de las poblaciones se efectuó en función de las subespecies descritas en la literatura, y de los resultados obtenidos en los análisis electroforéticos anteriores.

Cuenca del Rhur (Alemania) y Jublains (Francia)

Aspecto general rechoncho, de forma más o menos cordiforme. Cabeza corta y ancha (claramente más ancha que larga), gruesa. Morro obtusamente puntiagudo. Tímpano bien marcado, con un diámetro menor que el del ojo. Ojos laterales, prominentes. Los miembros son relativamente cortos, especialmente los posteriores. Presentan tres tubérculos metacarpianos bien marcados, y un pequeño tubérculo metatarsiano interno. La articulación tibio-tarsal alcanza una zona comprendida entre la región escapular y el tímpano. En la región tibial se marca una masa glandular. Presentan un marcado cordón glandular dorso-lateral descompuesto en pequeñas glándulas que recorre todo el cuerpo desde la región post-ocular. Gruesa verruga glandular tras la comisura. Pliegue gular bien marcado. La piel del dorso es verrucosa, mientras que la del vientre es granulosa.

Coloración dorsal gris con diversas tonalidades verdosas, parduscas o negruzcas; a veces con manchas oscuras poco definidas que rodean a las zonas glandulares. Los dedos suelen estar anillados de claro y oscuro. El vientre es blanco grisáceo, a veces ligeramente azulado, con puntos de tonos crema dispersos. La garganta es blanquecina, con jaspeaduras parduscas. Cara inferior de la región femoral poco pigmentada, de coloración rosácea. Iris dorado, vermiculado de negro.

Tuy (PONTEVEDRA)

Machos de aspecto robusto, rechonchos aunque alargados. Hembras de aspecto más redondeado. Cabeza grande y gruesa que se ensancha bruscamente desde el extremo del hocico hasta la región ocular, para seguir ensanchándose progresivamente a menor ritmo. Morro muy corto, obtusamente puntiagudo y alto, sin resaltes. Surco desde el ojo hasta la narina ancho y relativamente profundo. Prognatismo de la mandíbula superior únicamente marcado en el ápice puntiagudo. Pliegue gular bien marcado. Tímpano redondeado.

Piel dorsal rugosa con numerosas verrugas glandulares en forma de pequeños tubérculos redondeados, extendidas por toda la superficie dorsal. Los tubérculos glandulares de la línea lateral son ocasionalmente mayores. Glándulas parotídeas muy marcadas, estrechas y salientes, rodean al tímpano superior y posteriormente, formando un arco. Piel ventral rugosa en la porción troncal y en el vientre, pasando a ser finamente granulosa, o casi lisa en la garganta.

Extremidades relativamente cortas. Tres tubérculos palmares, el central de menor tamaño y en contacto con el externo, ocasionalmente fusionados; pequeños tubérculos en la base de los dedos poco marcados o ausentes. Dedos relativamente largos, sin membranas interdigitales. Dedos anteriores: $3^{\circ} > 4^{\circ} > 2^{\circ} > 1^{\circ}$. Tubérculo metatarsal interno bien marcado, ligeramente ovalado, saliente; se insinúan tubérculos sub-articulares en la base de los dedos internos; escasos gránulos plantares dispersos. Dedos posteriores relativamente largos de aspecto aplastado al presentar un reborde cutáneo que se prolonga en una membrana interdigital corta que no sobrepasa el extremo distal de la segunda falange basal del 4º dedo; dedos posteriores: $4^{\circ} > 3^{\circ} > 2^{\circ} > 5^{\circ} > 1^{\circ}$.

Coloración dorsal de fondo blanquecina o grisácea, sin tonos parduscos. Sobre esta tonalidad general se disponen numerosas manchas gruesas e irregulares de color negro o gris oscuro que cubren la mayor parte de la región dorsal, siendo menos densas entre los ojos, en la región escapular y en la base de los costados. Estas manchas pueden formar un retículo o permanecer más o menos independientes entre sí, aunque en ambos casos resulta un característico jaspeado "granítico" (cuando la tonalidad de fondo no permanece oscura). En la cabeza las manchas oscuras se muestran más finas. El tímpano presenta una coloración pardusca, aunque a menudo se encuentra salpicado por fragmentos de la coloración dorsal. En la zona dorsal de los costados, a continuación de las glándulas parotídeas, se marca una destacada hilera de tubérculos con el extremo manchado de color rojo, naranja o amarillo fuerte, coloración que, en muchos individuos, se extiende a muchos tubérculos del dorso, de los párpados y de la parte superior de las extremidades. Frecuentemente, además de estos puntos coloreados, se presentan otros más finos, blanquecinos.

Coloración ventral blanca. Garganta y porción lateral de la región troncal reticuladas de negro o gris, más o menos densamente, aunque ocasionalmente el jaspeado se limita a los márgenes de la región gular, como continuación de la coloración dorsal. Cara inferior de los miembros con un fino punteado oscuro más denso en las regiones palmar y plantar, aunque los gránulos y tubérculos plantares son de tonos claros. Cara ventral de la región femoral poco o nada pigmentada. En los ejemplares fijados la región femoral y la cara inferior interna de la región tibio-fibular no aparecen con gránulos de pigmento anaranjado.

La Coruña (LA CORUÑA)

Similares a los ejemplares descritos de Tuy (Pontevedra) aunque en la región dorsal sobre la tonalidad general se dispone un denso retículo de manchas gruesas e irregulares de color negro o gris oscuro que cubren la totalidad de la región dorsal. Estas manchas pueden formar el retículo señalado o permanecer más o menos independientes entre sí, aunque en ambos casos resulta el citado jaspeado "granítico" (siempre que la tonalidad de fondo no permanezca oscura).

Benicassim (CASTELLON)

Aspecto grácil, alargado, aunque rechonchos en su porción posterior. Cabeza grande y gruesa, muy larga. La cabeza se ensancha progresivamente desde extremo anterior del hocico hasta la región ocular y desde aquí permanece constante hasta su inserción troncal. Morro corto, obtusamente puntiagudo, casi redondeado. Surco naso-lacrimal poco marcado. Prognatismo de la mandíbula superior poco marcado, casi nulo en algunos ejemplares. Pliegue gular patente. Tímpano redondeado.

Piel dorsal sin tubérculos ni verrugas, lisa o chagrinada, con puntos glandulares muy escasos en los costados o en la región posterior. Glándulas parotídeas gruesas y bien marcadas, en forma de arco suave rodeando superior y posteriormente al tímpano. Piel ventral lisa, suavemente granular hacia los costados y región posterior.

Extremidades relativamente largas. Tres tubérculos palmares; el central menor y en contacto con el exterior; pequeños tubérculos en la base de los dedos poco marcados o ausentes. Dedos anteriores relativamente largos, sin membranas interdigitales. Dedos anteriores: $3^{\circ} > 4^{\circ} > 2^{\circ} > 1^{\circ}$. Tubérculo metatarsal interno bien marcado, redondeado o ligeramente ovalado; se insinúan tubérculos sub-articulares en la base de los dedos internos; escasos gránulos plantares dispersos. Dedos posteriores relativamente largos de aspecto aplastado al presentar un reborde cutáneo que se prolonga en una membrana interdigital corta que no sobrepasa el extremo distal de la segunda falange basal

del 4º dedo (pero aparentemente más corta que en los ejemplares gallegos); dedos posteriores: $4^\circ > 3^\circ > 2^\circ = 5^\circ > 1^\circ$.

Coloración dorsal de fondo cremoso-amarillenta, pardusca o blanquecina. Esta coloración general muestra zonas ensombrecidas en la porción posterior de la cabeza y en la región dorso-lumbar. Sobre esta coloración de fondo se marcan numerosas manchas redondeadas de contornos bien definidos: verdosas, parduscas y ocasionalmente ocráceas, de tamaño y regularidad variable. Las manchas pueden llegar a descomponerse en la región anterior formando un manchado general más o menos denso. Estas manchas dejan una zona clara medio-dorsal en la región escapular, en forma de triángulo o de V invertida, y otra sobre los párpados que llega a formar una banda clara interocular, más o menos continua. En la cara dorsal de las extremidades las manchas son de menor tamaño, pero siguen estando bien definidas. A menudo se marca una ligera hilera de puntos laterales anaranjados que se dispersan por la región posterior del cuerpo y la superficie de las patas.

La coloración ventral es blanco-amarillenta con jaspeaduras parduscas en los bordes de la garganta, poco marcadas. Cara ventral de las extremidades poco pigmentada, con un ligero espolvoreado oscuro en plantas y palmas. En los ejemplares fijados se marca llamativamente una densa región de gránulos coloreados de naranja en el borde externo de la región tibio-fibular y en la cara ventral del área femoral.

Algar de Palancia (VALENCIA)

Similares a los ejemplares de Benicassim, aunque sus tonos generales son mucho más rojizos.

Berga (BARCELONA)

Aspecto robusto, aunque el cuerpo resulta más alargado que en las demás poblaciones estudiadas. Patas relativamente largas.

Coloración muy variable, aunque predominan los ejemplares con coloración de fondo amarillenta y salpicaduras oscuras o verdosas, a veces formando manchas definidas o bien formando una abigarrada mezcla de tonalidades. En general no presentan verrugas dorsales o se limitan a pequeños tubérculos granulares, en muchos casos pigmentados de naranja.

Coloración ventral clara, con escasas jaspeaduras gulares. Piel ventral poco granulosa.

Piedrafita (HUESCA)

Similares a los ejemplares de Berga. Dorso con numerosos puntos glandulares anaranjados, ocasionalmente más llamativos que los de los ejemplares barceloneses.

Puerto de San Isidro (ASTURIAS - LEON)

Similares en aspecto a los ejemplares gallegos, aunque más gráciles y de coloración dorsal diferente.

Dorso pardusco, grisáceo, con manchas verdosas aisladas bien definidas, en general rodeando a las verrugas dorsales. Puntos anaranjados en la línea lateral, en el resto del dorso en general blanquecinos. Garganta blanca con numerosas manchas negras.

Ituren (NAVARRA)

Similares en aspecto a los ejemplares cántabros, aunque su coloración dorsal es ligeramente diferente, recordando en numerosos individuos a la coloración típica de los ejemplares centroeuropeos.

En general el dorso muestra tonos pardo-grisáceo o completamente grises, habitualmente con manchas negras bien definidas alrededor de las verrugas dorsales. Puntos glandulares anaranjados de distribución variable, por todo el dorso o únicamente sobre las glándulas parotídeas, en el resto blanco-amarillentos. Garganta blanca con jaspeaduras oscuras, especialmente densas en los bordes de la zona gular.

Laguna Negra - Vinuesa (SORIA)

Los individuos examinados del Sistema Ibérico Norte muestran un aspecto mucho más robusto y rechoncho que los

individuos gallegos.

Dorso de color pardo grisáceo más o menos uniforme; en algunos ejemplares contrastan zonas pardo-oscuras con áreas más claras. Puntos glandulares anaranjados en la zona de las parotídeas, en el resto blanco amarillentos. Garganta sin manchas, poco pigmentada.

Peñalara (MADRID)

Los ejemplares del Sistema Central oriental muestran numerosos rasgos comunes con los ejemplares cantábricos, aunque la relativa escasez de verrugas dorsales y la robustez general se muestran como rasgos ligeramente diferenciales. Su coloración general es de tonos predominantemente grisáceos. En general de tonalidades claras, con una mancha medio-dorsal en el área escapular muy marcada. La garganta en general está poco pigmentada.

Ciruelas - Azuqueca (GUADALAJARA)

Población problemática con predominio de rasgos generales propios del grupo nororiental, pero muy variable en aspecto y coloración. En general predominan los individuos con tonalidades terrosas y manchas oscuras que bordean o incluyen a los tubérculos y verrugas dorsales. Algunos ejemplares apenas muestran verrugas dorsales y casi ninguno presenta puntos glandulares rojizos extendidos. La región ventral es claramente granulosa y, en general poco pigmentada. El único ejemplar fijado presenta gránulos anaranjados en la región tibio-fibular interna.

3 Alytes sp (Sierras Béticas).

Se trata de una especie caracterizada externamente por sus peculiares rasgos de pigmentación y aspecto general. Incluye las poblaciones de las sierras andaluzas orientales y las manchegas de Alcaraz.

Sierra Tejeda (GRANADA - MALAGA)

Machos de aspecto grácil, alargado. Hembras de aspecto más rechoncho. Cabeza grande y gruesa que se ensancha progresivamente desde el extremo del hocico hasta la región escapular. Morro corto, obtusamente puntiagudo y muy alto, sin resaltes. Surco desde el ojo hasta la narina patente pero poco profundo. Prognatismo de la mandíbula superior muy marcado. Pliegue gular patente. Tímpano redondeado.

Piel dorsal lisa con finas granulaciones glandulares ampliamente distribuidas o bien puntos glandulares limitados a la línea dorso-lateral y a la parte posterior del cuerpo. Glándulas parotídeas bien marcadas, estrechas y cortas. Piel ventral lisa en la garganta y en la porción anterior del tronco; se hace granulosa al acercarse a los miembros posteriores.

Extremidades relativamente largas; la articulación tibio-tarsal alcanza la mitad del tímpano en las hembras. Tres tubérculos palmares, el central de menor tamaño y en contacto con el externo; pequeños tubérculos en la base de los dedos poco marcados o ausentes. Dedos relativamente largos, sin membranas interdigitales. Dedos anteriores: $3^{\circ} > 4^{\circ} > 2^{\circ} > 1^{\circ}$. Tubérculo metatarsal interno bien marcado, redondeado o ligeramente ovalado; se insinúan tubérculos sub-articulares en la base de los dedos internos; escasos gránulos plantares dispersos. Dedos posteriores relativamente largos de aspecto aplastado al presentar un reborde cutáneo que se prolonga en una membrana interdigital corta que no sobrepasa el extremo distal de la segunda falange basal del 4º dedo; dedos posteriores: $4^{\circ} > 3^{\circ} > 2^{\circ} = 5^{\circ} > 1^{\circ}$.

Coloración dorsal de fondo grisácea, variable desde gris ceniciento a pardo grisáceo, con zonas de coloración clara, cremosas o blanquecinas, entre los ojos, región escapular, costados, hocico, laterales de la cabeza y partes superiores de las extremidades. Esta coloración los hace presentar un aspecto "enguantado".

La cabeza y porción anterior del tronco está salpicada de numerosos puntos finos grisáceos y negros entremezclados uniformemente con otros más claros, dando una sensación "pulverulenta". En el resto de la superficie dorsal se distribuyen irregularmente gruesas, ocasionalmente pequeñas, manchas redondeadas oscuras, en general de tonos verdosos o parduscos, que a veces resultan indistinguibles sobre la coloración oscura de fondo. En estas manchas se concentran numerosos puntos negros similares a los que aparecen dispersos por la cabeza y región anterior del tronco. Entre los ojos se marca una patente banda blanquecina, interrumpida ocasionalmente en el centro. Esta banda constituye el límite posterior de un triángulo facial limitado lateralmente por dos bandas oscuras más o menos marcadas que se extienden, sin tocarse, desde el extremo del hocico hasta casi tocar el ojo. En el centro de la

región escapular presentan una mancha blanquecina ovalada, de contorno más o menos irregular. En los costados las manchas dorsales tienden a reducirse y la coloración de fondo se aclara progresivamente. Los laterales de la cabeza y el tímpano muestran una coloración clara o grisácea, con jaspeaduras y motas irregulares negruzcas. En los flancos destaca una hilera de puntos blanquecinos, más o menos juntos entre sí, que partiendo de las glándulas parotídeas alcanza la región posterior del cuerpo. Estos puntos glandulares se extienden, con frecuencia, por una amplia zona de la región posterior. Las partes dorsales de las patas muestran tonos gris claro o crema, en general más claro hacia el extremo, con gruesas manchas oscuras, verdosas o parduscas, que disminuyen de tamaño hacia el extremo de la pata. Los dedos son de color claro con manchas, a veces barradas, oscuras y el extremo sin pigmentación. El iris está densamente reticulado o jaspeado de negro, especialmente en la mitad inferior y a lo largo del contorno, por lo que la coloración dorada apenas se muestra limpia en dos pequeñas áreas de la porción superior del ojo; a veces la coloración del iris aparece con tonos verdosos o plomizos y nunca con el tono dorado brillante de las poblaciones levantinas.

Coloración ventral blanca. Garganta con numerosas jaspeaduras gris-oscuro o negras que se extienden hasta el pliegue gular. En algunos ejemplares las manchas se limitan a pequeños puntos periféricos y en otros se extienden hacia los brazos. Cara inferior de los miembros sin apenas pigmentar en las regiones humeral-femoral y radioulnar-tibial, y cubierta por una fina y densa capa negruzca en las regiones carpiana y tarsiana. Los grandes tubérculos metacarpianos y metatarsiano no están pigmentados, sin embargo los pequeños gránulos de esta región están manchados de blanco.

Sierra de Alcaraz (ALBACETE)

Machos y hembras de aspecto robusto y alargado. Cabeza grande y gruesa que en general se ensancha progresivamente desde el extremo del hocico hasta la región timpánica y desde aquí se mantiene constante o apenas se ensancha hacia la región escapular. Morro corto, obtusamente puntiagudo y muy alto, sin resaltes. Surco desde el ojo hasta la narina patente pero poco profundo. Prognatismo de la mandíbula superior muy marcado. Pliegue gular patente. Tímpano redondeado. Ojos grandes.

Piel dorsal lisa con finas granulaciones glandulares ampliamente distribuidas o bien puntos glandulares limitados a la línea dorso-lateral y a la parte posterior del cuerpo, en algunos ejemplares se marcan pequeñas verrugas glandulares en la zona posterior del dorso. Glándulas parotídeas bien marcadas, estrechas y cortas. Piel ventral lisa o finamente granulada en la garganta y en la porción anterior del tronco; se hace granulosa al acercarse a los miembros posteriores.

Extremidades relativamente largas; la articulación tibio-tarsal alcanza o supera ligeramente la mitad del tímpano en las hembras. Tres tubérculos palmares de tamaño variable, en general el central de menor tamaño y en contacto con el externo; pequeños tubérculos en la base de los dedos poco marcados o ausentes. Dedos relativamente largos, sin membranas interdigitales. Dedos anteriores: $3^{\circ} > 2^{\circ} > 4^{\circ} > 1^{\circ}$. Tubérculo metatarsal interno bien marcado, redondeado o ligeramente ovalado; se insinúan tubérculos sub-articulares en la base de los dedos internos; escasos gránulos plantares dispersos. Dedos posteriores relativamente largos de aspecto aplastado al presentar un reborde cutáneo que se prolonga en una membrana interdigital corta que no sobrepasa el extremo distal de la segunda falange basal del 4º dedo; dedos posteriores: $4^{\circ} > 3^{\circ} > 2^{\circ} = 5^{\circ} > 1^{\circ}$.

Coloración dorsal de fondo clara o muy clara, variable desde blanco limpio a pardo terroso, con zonas de coloración clara, cremosas o blanquecinas, entre los ojos, región escapular, costados, hocico, laterales de la cabeza y partes superiores de las extremidades. En muchos ejemplares destaca un sombreado pardusco que cubre más o menos extensamente la zona posterior de la cabeza y el dorso.

La cabeza y el tronco están salpicados de numerosos puntos relativamente gruesos de color negro, aunque en la cabeza son de menor tamaño o faltan casi completamente. En el dorso se marcan gruesas manchas verdes o pardo-doradas con o sin reflejos metálicos de extensión variable (a veces ocupan casi todo el dorso y en otros casos quedan reducidas a puntos gruesos) y límites poco precisos. Esta mezcla de puntos, manchas y sombreados les dan un característico aspecto jaspeado. La coloración de algunos ejemplares recuerda a la de *Pelodytes punctatus*. En las manchas suelen concentrarse numerosos puntos negros finos. Entre los ojos se marca una patente banda blanquecina. Esta banda constituye el límite posterior de un triángulo facial de tonos claros, limitado lateralmente por dos bandas oscuras más o menos marcadas que se extienden, sin tocarse, desde el extremo del hocico hasta el ojo y se prolongan ocasionalmente por debajo de las glándulas parotídeas. En el centro de la región escapular presentan una mancha blanquecina triangular u ovalada, de contorno más o menos irregular. En los costados las manchas dorsales tienden a reducirse y la coloración de fondo se aclara progresivamente. Los laterales de la cabeza y el tímpano muestran una coloración clara o grisácea, con jaspeaduras y motas irregulares negruzcas. En los

<i>A.sp.</i>															
	S ^a Tejada	media	42.3	16.5	14.4	5.2	3.6	4	4.5	3.6	3.9	17.5	52.2	16.4	7.6
	n=30	sd	3.52	1.02	0.89	0.66	0.37	0.38	0.4	0.28	0.4	1.16	3.92	1.37	0.5
		min	32.8	14.2	11.9	4	3	3.3	3.8	3.1	3.1	14.3	42	13.6	6.7
		max	47.8	18.5	16.1	6.9	4.4	4.71	5.4	4.2	4.9	19.9	61.1	19.5	9
	S ^a Alcaraz	media	44.2	16.2	14.6	5.4	3.7	6.9	4.6	3.8	4.2	17.7	54.9	16	7.8
	n=32	sd	3.19	0.81	1.0	0.48	0.42	0.42	0.45	0.3	0.43	1.08	4.11	1.49	0.8
		min	36.7	14.4	12.4	4.2	2.9	2.8	3.70	3.0	6.4	14.7	42.8	12.8	5.9
		max	52.5	17.9	17.0	6.3	4.8	5.1	5.50	4.3	5.1	20.6	60.8	19.5	9.8
<i>A.o. Obstetricans</i>															
	Jublains	media	41	16.4	14.5	5	3.5	3.6	4.2	3.5	3.8	16.5	52.6	15.7	7.7
	n=11	sd	3.43	1.09	1.17	0.49	0.49	0.49	0.47	0.42	0.61	1.02	3.67	1.15	0.8
		min	35	14.8	12.6	4.4	4.4	3	3.4	3	2.6	14.6	46.9	13.2	6.5
		max	46.8	18	16.5	5.7	5.7	4.3	5	4.1	4.7	17.6	57.9	17.1	8.9
	Irati	media	35.1	13.3	12.6	5.1	3.1	3.2	3.8	3.4	3.3	14.6	47.5	14.4	6.9
	n=21	sd	2.29	0.76	0.5	0.41	0.26	0.26	0.37	0.22	0.3	0.89	3.6	1.42	0.8
		min	31.2	12.1	11.7	4.1	2.7	2.7	3.1	2.8	2.9	13.3	41.4	11.6	5
		max	38.6	14.7	13.4	5.8	3.6	3.5	4.7	3.6	4.2	16.1	54.7	17.1	8.1
	Picos	media	39.6	15.1	13.5	5.3	3.5	3.5	4.3	3.6	3.7	16	50.7	15.3	7.2
		sd	4.16	1.48	1.21	0.69	0.37	0.33	0.5	0.27	0.44	1.2	4.82	1.5	0.6
		min	32.2	11.5	10.7	3.8	2.9	3	3.3	3.1	3.1	13.5	43	12.2	6.3
		max	45.4	17.1	15	6.5	4.4	4.2	5.3	4.1	4.3	18	59.7	17.7	8.9
<i>A.o. boscai</i>															
	Tuy	media	38	14.5	12.9	5.2	3.3	3.5	4.3	3.3	3.2	14.9	46.7	14.6	6.8
	n=14	sd	2.35	1.54	0.98	0.37	0.45	0.41	0.4	0.39	0.28	0.86	2.55	1.03	0.4
		min	34.4	12	10.8	4.4	2.6	2.7	3.4	2.5	2.6	16.5	43.9	13.1	6.1
		max	42.3	17.7	14.1	8.7	4.1	4.2	4.9	4	3.7	16.6	52	16.3	7.8
	Castellón	media	42.1	16	14.1	5.2	3.5	3.7	4.4	3.6	3.9	16.6	50	14.7	7.1
		sd	2.99	0.93	0.86	0.68	0.49	0.53	0.49	0.37	0.47	1	2.93	1.16	0.7
		min	37.4	14.6	12.3	4.1	2.8	2.9	3.3	3.2	3	15.3	45.5	12.7	5.3
		max	48.6	17.8	15.9	6.7	4.6	4.9	5.8	4.7	4.9	19.5	55.9	17	8.4
<i>A.o.ssp</i>															
	Barcelona	media	39.1	15.1	13.6	5.1	3.5	3.5	4.1	3.6	4	16.3	50.6	15.3	7.5
	n=29	sd	5.63	2.03	1.65	0.63	0.6	0.52	0.56	0.45	0.49	1.71	5.66	2.12	0.8
		min	29.5	11.5	11.1	4.1	2.3	2.7	2.9	2.9	2.9	12.8	40.1	11.4	5.9
		max	47.5	18.7	17.8	6.7	4.5	4.4	5.2	4.9	4.9	18.9	60.3	19.9	8.8

Coloración general amarillenta más o menos oscurecida, frecuentemente con tonos dorados. Sobre este fondo se disponen manchas oscuras de contorno más o menos definido, de tamaño y forma variable, que a veces pueden alinearse en la zona mediodorsal. Pequeñas zonas claras se marcan a menudo en la zona interocular. Iris dorado vermiculado de negro. El color negro domina en la parte media e inferior del iris, dominando el dorado en la superior.

4.3.2.- Análisis estadístico

4.3.2.1.- Medidas externas

Los parámetros estadísticos básicos de cada población se muestran en la tabla VII. La variable "longitud del tercer dedo" no se incluye en dicha tabla al no satisfacer los requerimientos básicos para la realización de los test estadísticos que se han utilizado. Como ya indicamos en la metodología, previamente a la realización de los análisis, las medidas se transformaron de forma que se minimizase el efecto de las diferencias de talla y del crecimiento continuo.

Los resultados obtenidos en el examen del dimorfismo sexual en las cuatro poblaciones señaladas indica la existencia de un bajo nivel de divergencia sexual en las variables seleccionadas. La única variable que muestra un dimorfismo más o menos marcado en todas las poblaciones es la anchura de la cabeza a nivel timpánico. En el caso de *Alytes muletensis*, de las 12 medidas consideradas, únicamente tres muestran diferencias entre sexos de alguna significación: la ya indicada anchura de la cabeza a nivel timpánico, el diámetro vertical del tímpano y la longitud de la tibiofíbula. En las poblaciones de Sierra Tejeda se obtienen diferencias significativas entre sexos para la longitud de la mandíbula inferior y en la ya señalada anchura de la cabeza a nivel timpánico, que en la población levantina, es la única variable que muestra un cierto dimorfismo (tabla VIII).

Tabla VIII

	AB	CS	GR	A.m.
n	7 m 25 h	12 m 13 h	15 m 5 h	15 m 15h
ACT	*	*	**	*
LMI			**	
DMO				
DHT				
DVT				*
DHO				
DNA				
DON	*			
LFT				**
LEP				
DTM				
DTD				

El resultado de las comparaciones entre las 10 poblaciones utilizadas mediante la aplicación de un análisis ANOVA (Zar 1984), indica la existencia de diferencias significativas entre las medias de las poblaciones en 10 de las 12 variables analizadas (las diferencias entre las medias no son significativas en las dos variables timpánicas). Los test subsiguientes muestran una gran heterogeneidad en cuanto al número de poblaciones que presentan medias significativamente diferentes entre sí por variable. En cualquier caso parece claro que las medias poblacionales de las variables relacionadas con el aparato locomotor muestran diferencias significativas entre ellas en casi todos los casos.

Si incluimos a las diferentes poblaciones en sus grupos taxonómicos correspondientes y volvemos a efectuar un ANOVA, los resultados obtenidos son similares a los anteriores. Es decir no existen diferencias significativas entre

las medias poblacionales de las dos variables correspondientes al diámetro del tímpano. En los demás casos si existen diferencias significativas entre las medias de los grupos. Como se puede apreciar en la tabla IX, tras aplicar los test de comparación subsiguientes, gran número de poblaciones muestran medias significativamente diferentes entre sí en casi todos los casos en los que intervienen variables relacionadas con el aparato locomotor.

Los resultados de los análisis discriminantes se muestran en las figuras 12 y 13 .

Tabla IX

Variables	ACT	LMI	DMO	DHT	DVT	DHO	DNA	DON	LFT	LEP	DTM	DTD
F	99	99	99	--	--	99	99	99	99	99	99	99
A.(SB)-.Ao.o.			*						*			
A.o.b.								*	*	*	*	*
A.o. (B)								*				
A.m.	*							*				
A.c.						*		*	*	*	*	*
A.o.o-.A.o.b.		*							*	*	*	*
A.o (B).								*	*			
A.m.	*		*					*			*	*
A.c.						*			*	*	*	*
A.o.b.-A.o.a.		*					*	*	*	*	*	*
A.m.	*		*				*	*	*	*		*
A.c.						*	*		*	*		*
A.o.(B):-A.m.	*		*								*	
A.c.						*		*	*	*	*	*
A.m. -A.c.	*		*			*		*	*	*		*

Figura 12.

Figura 13: *Análisis discriminante*

4.4. - Discusión

4.4.1.- Variabilidad morfológica

De las descripciones presentadas se pueden extraer como rasgos característicos o diagnósticos de las poblaciones estudiadas los siguientes:

A. cisternasii:

Forma general redondeada. Cabeza pequeña, masiva, con el morro muy corto. Glándulas parotídeas no destacadas. Extremidades anteriores cortas, robustas, con las manos dirigidas hacia dentro. Dos tubérculos metacarpianos. Piel dorsal rugosa sin verrugas ni tubérculos gruesos. Piel ventral granulosa. Coloración general clara con manchas oscuras y numerosos gránulos rojo-anaranjados.

A. obstetricans

Forma general elíptica-cordiforme. Cabeza sub-triangular, relativamente pequeña, masiva. Morro corto, obtusamente puntiagudo. Glándulas parotídeas marcadas en forma de pequeño cordón supratimpánico con una rama dorsal que se descompone en glándulas menores en la línea dorso-lateral y una cortísima rama descendente por detrás del tímpano. Extremidades anteriores relativamente largas, con las manos habitualmente dispuestas paralelamente al eje corporal. Tres tubérculos metacarpianos. Piel dorsal granulosa con marcadas verrugas y numerosos tubérculos glandulares. Piel ventral granulosa. Coloración general grisácea, con o sin manchas oscuras irregulares dorsales. Tubérculos dorsales coloreados escasos.

Las poblaciones ibéricas se caracterizan por una forma general elíptica-cordiforme. Cabeza sub-triangular, masiva. Morro corto, obtusamente puntiagudo. Glándulas parotídeas marcadas en forma de pequeños cordones supratimpánicos que generalmente se descomponen en glándulas menores en la línea dorsolateral. Extremidades anteriores relativamente largas, con las manos habitualmente dispuestas paralelamente al eje corporal. Tres tubérculos metacarpianos. Piel dorsal granulosa con marcadas verrugas y escasos tubérculos glandulares, confiriéndoles un aspecto mucho menos verrucoso que en el caso de *A. o. obstetricans*. Piel ventral granulosa. Coloración general grisácea, con o sin manchas oscuras irregulares dorsales, aunque éstas predominan en el extremo occidental y en el sur. Tubérculos dorsales de color rojo o anaranjado muy destacados en las poblaciones occidentales.

Alytes sp. (Sierras Béticas)

Forma general elíptica-cordiforme, más alargada que en las poblaciones del grupo 1. Cabeza semi-ovalada, masiva. Morro corto, obtusamente puntiagudo. Glándulas parotídeas marcadas en forma de pequeño cordón arqueado que bordea al tímpano. Extremidades anteriores relativamente largas, con las manos habitualmente dispuestas paralelamente al eje corporal. Tres tubérculos metacarpianos. Piel dorsal granulosa sin verrugas ni tubérculos glandulares excepto en pequeñas áreas laterales o posteriores. Piel ventral casi lisa excepto en el extremo posterior. Coloración general grisácea o blanquecina, con un fino espolvoreado oscuro que a veces da lugar a la formación de manchas poco definidas. No existen tubérculos dorsales de color rojo o anaranjado (ver fotos I.2, I.3, I.4, I.5 y I.6).

Foto I.3. *Macho de Alytes con huevos en avanzado estado de desarrollo de Sierra Tejeda.*

Foto I.4. *Adulto de Alytes de la Sierra de Alcaraz.*

Foto I.5. *Diseño y textura de la piel de un adulto de Alytes de la Sierra de Alcaraz.*

Foto I.6. *Larva de Alytes de la Sierra de Alcaraz.*

Foto I.7. *Larva de Alytes de la Sierra de Gádor.*

4.4.2.- Divergencia morfológica entre poblaciones

De los resultados obtenidos en los análisis discriminantes se puede concluir que los niveles de diferenciación morfológica, en cuanto al conjunto de caracteres aquí examinados, alcanzados por las especies del género *Alytes* son relativamente bajos exceptuando el caso de *A. cisternasii*, que se muestra en todos los casos claramente diferenciado del resto.

Comparando los análisis de nivel poblacional con los de nivel específico o subespecífico se observa que proporcionalmente el grado de diferenciación morfológico alcanzado por las distintas poblaciones de *A. obstetricans* es superior al alcanzado en los otros niveles. De forma que la variabilidad interpoblacional es tan elevada que al tratar de agrupar poblaciones, genéticamente similares, estamos generando unidades muy poco definidas, que tienen un amplio margen de solapamiento con los espacios morfológicos de otros grupos.