

SOBRE MÈTODES SENZILLS D'ANÀLISI COROLÒGICA I LA SEVA APLICACIÓ A UN CAS CONCRET: L'ESTUDI DE L'HERPETOFAUNA DEL PIRINEU ARAGONÈS

Joan-Pau Martínez-Rica *

Rebut: juny 1978
Acceptat: setembre 1978

SUMMARY

On simple procedures of chorological analysis and their application to a concrete case: the study of the Aragonese Pyrenees herpetofauna

This paper has the purpose of applying some simple procedures of analysis to the study of the spatial distribution of the herpetofauna from the High Aragon. The work is based on a set of 1 255 data.

Temporal distribution of these data throughout the year presents a great diversity according to the species considered; in most species mean activity lies at the end of the spring, or at the beginning of the summer. Mean activity comes later in Reptilia than in Amphibia.

Almost all species present distributions of contagious type; this is consequence of an uneven prospective effort. The country is very poorly prospected, but it is still among the most thoroughly known zones in Spain. Density maps of different species reveal the prevailing influence of orography; it is also possible to detect the influence of an east-west gradient of humidity in the distribution of many species.

Mean altitude of data for each species gives a good criterion to discriminate the mountain forms from the plains forms. On the average, the mean points of distribution of localities for each species lie more at north for the former than for the later. Caudata present also a mean altitude higher than other taxa.

INTRODUCCIÓ

Aquest treball constitueix un avenç i alhora una síntesi de dues altres publicacions sobre la corologia de l'herpetofauna de l'Alt Aragó (MARTÍNEZ RICA, a i b). El motiu del treball és triple: d'una banda, crec que pot tenir un interès metodològic; els mètodes d'anàlisi emprats són molt simples, i, encara que força coneguts entre els geòlegs i els geògrafs, sobretot els anglosaxons, ho són menys entre alguns

biòlegs, tot i que començaren d'aplicar-se en l'àmbit de l'ecologia vegetal. De fet, en el camp de la zoogeografia no tinc notícies que s'hagin emprat (vegeu tanmateix, els treballs de BOLDÚ, 1974, i de TURIN *et al.*, 1977; els treballs de caire ecològic que cobreixen aspectes relacionats amb aquesta metodologia són, en canvi, nombrosos).

En segon lloc, el treball té l'interès de donar sortida, en forma condensada, a un conjunt copiós de dades recollides al llarg

* Centre Pirinenc de Biologia Experimental. Apartat 64. Jaca. Osca.

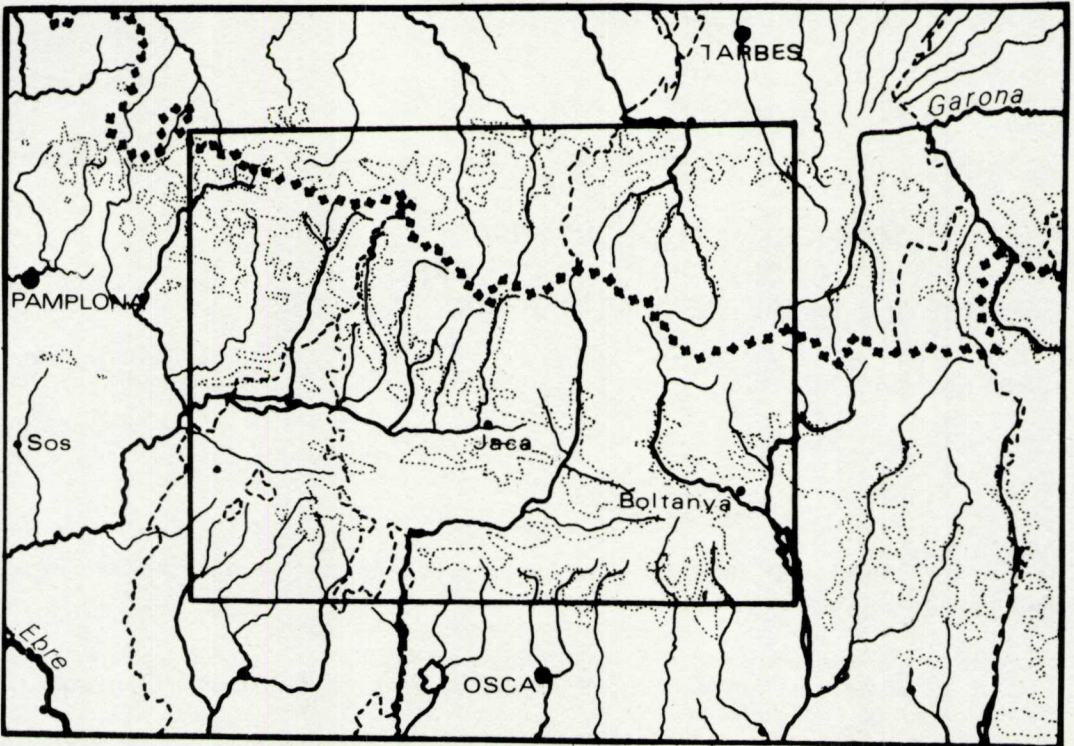


FIG. 1. Mapa de la regió estudiada (rectangle central).
Map of studied country (central rectangle).

de catorze anys de treball en l'herpetologia. Finalment, serveix de preparació per a un estudi més ambiciós sobre el conjunt de l'herpetofauna pirinenca, que ja ha estat començat.

MATERIAL I MÈTODES

L'estudi s'ha centrat a l'Alt Aragó occidental, comarca particularment explorada i coneguda per l'autor. La zona inclou una porció del vessant pirinenc francès, i té una extensió d'uns 10 000 km². La topografia de la zona, lògicament, és molt accidentada, i l'altitud mínima i la màxima hi són, respectivament, de 460 i 3355 m/sm. La figura 1 és un esquema topogràfic de la regió.

El material base de l'estudi és el conjunt de citacions d'amfibis i rèptils de la comarca, el total de les quals, rebutjades les menys fiables, arriba a 1255, corresponents a trenta-dues espècies. El fet que en en el 2 % de la superfície d'Espanya es reuneixi el 50 % del total d'espècies ter-

restres d'aquests grups que viuen al país, ja és un primer detall que indica l'interès faunístic de la comarca. Les citacions emprades són de tres menes: d'una banda, hi ha les obtingudes del material dipositat a la col·lecció herpetològica del Centre Pirinenc de Biologia Experimental a Jaca; a més, hi ha les obtingudes de les pròpies observacions o de l'estudi d'altres col·leccions herpetològiques, citacions de les quals he pogut examinar el material encara que no el conservo; finalment, hi ha les obtingudes de l'examen de la bibliografia o de les referències verbals o epistolars d'altres persones. Com és de suposar, aquest últim grup ha estat sotmès a una revisió crítica i només se n'han conservat aquelles dades que presenten garantia.

El conjunt de dades ha estat analitzat d'acord amb diferents criteris, de la manera que es relaciona a continuació:

- a) Distribució tot al llarg de l'any de les dates de captura de cada espècie.
- b) Anàlisi de proximitat (*nearest neigh-*

bour analysis) de les localitats corresponents a cada espècie.

- c) Percentatge de presència de cada espècie a la regió.
- d) Situació del centre de les localitats per a cada espècie, i estimació de la desviació típica corresponent.
- e) Anàlisi i cartografia de la densitat de citacions per a cada espècie.
- f) Estudi de la distribució de cada espècie en altitud.
- g) Distribució espacial de la diversitat de les comunitats herpetològiques a la comarca.
- h) Definició i diferenciació d'aquestes comunitats.

Els mètodes d'anàlisi es descriuen als dos treballs ja esmentats (MARTÍNEZ RICA, a i b); donada, però, l'orientació d'aquesta nota, sembla oportú de fer-hi alguna referència breu. Aquestes indicacions es poden trobar a l'apèndix, tret de les que corresponen als apartats g) i h), per als quals es remet exclusivament als treballs de base.

NIVELL DE PROSPECCIÓ

Totes les localitats han estat senyalades als mapes per espècies. La figura 2 és un mapa de la comarca, al qual ha estat superposat el reticle internacional UTM. Els quadrats tenen cinc km de costat, i tots els que tenen alguna citació han estat marcats amb un cercle negre. Naturalment, això no permet de distingir els quadrats amb moltes citacions d'aquells altres que en tenen poques, però el procediment dóna ja una idea del grau de prospecció de la comarca i permet la comparació amb altres zones.

Dels 446 quadrats complets o incomplets que hi ha al mapa, 164 (el 37 %) porten la indicació de prospecció positiva. Com es pot suposar, si es fa més gran la malla del reticle (quadrats de 10×10 km), el percentatge de quadrats ocupats s'eleva notablement (fins al 65 %). Amb tot, ni tan sols aquest valor darrer és gaire alt. De fet, si el comparem amb les distribucions de l'herpetofauna estudiades de manera semblant a d'altres països, es més aviat pobre.

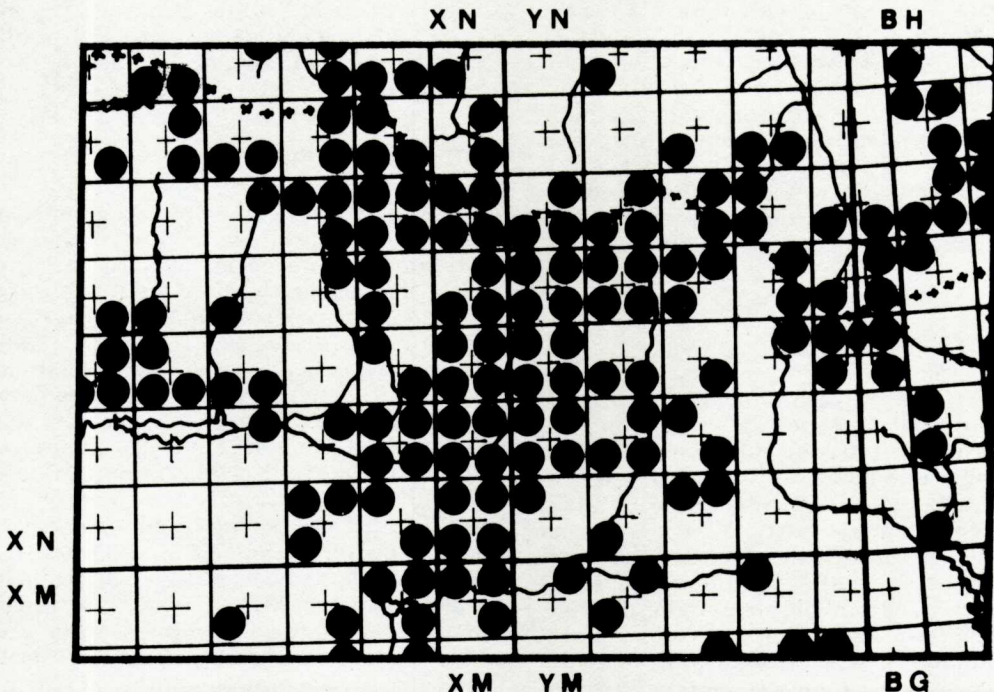


FIG. 2. Quadrats del reticle UTM en els quals s'han trobat amfibis i/o rèptils. Cada cercle designa un quadrat de 5 km de costat. Les lletres indiquen els límits dels quadrats principals, de 100 km de costat. Squares of the UTM grid with findings of reptiles and/or amphibians. Little squares, with or without circles, have 5x5 km. Letters point the borders of major squares, with a side of 100 km.

ARNOLD (1973) publica uns mapes semblants per a l'herpetofauna anglesa; n'he tret un valor que, amb quadrats de 10×10 km, arriba al 76 % de presència. I cal tenir en compte que la superfície d'aquesta illa és vint-i-tres vegades més gran que la de la regió aquí estudiada i, en conseqüència, de prospecció més difícil. D'altra banda, el nombre d'espècies d'amfibis i rèptils a la Gran Bretanya és de quinze, menys de la meitat que a l'Alt Aragó, on, per tant, les oportunitats de citacions són més grans.

De tot això es pot deduir el baix nivell de prospecció faunística a la comarca, tot i que és una de les més ben estudiades i conegudes d'Espanya. De fet, només els voltants immediats de Jaca poden considerar-se una mica coneguts, la qual cosa es reflecteix, naturalment, en la distribució espacial de la densitat de citacions. Aquestes dades poden fer reflexionar sobre l'escàs coneixement que hi ha de la distribució general de la fauna espanyola.

A mesura que, sortint de Jaca, anem cap a l'est o l'oest, la freqüència de les citacions va baixant. Els resultats són ja molt pobres a l'oest de la Vall d'Ansó i a l'est de la Vall de Tena (deixant de banda el nucli d'Ordesa-Gavarnie-Néouvielle, particularment ben explorat); també el vessant francès inclòs als mapes és conegut molt escassament. Les àrees menys conegudes són les situades als angles sud-oest i sud-est de la contrada, és a dir, el Baix Sobrarbe i la part oriental de Las Cinco Villas; d'aquesta última no es té ni una sola citació.

ASPECTES FAUNÍSTICS

De les més de 1200 citacions emprades, menys de 200 procedeixen de la bibliografia. Un volum tan gran d'informació inèdita sembla que hauria de significar una bona contribució al coneixement de la fauna de la comarca. De fet, és així, però bona part de les dades són repetides per localitats ja assenyalades a la literatura, i fins i tot les pròpiament noves són degudes més a la falta de publicacions sobre aquesta regió que no pas a troballes interessants o inesperades. Tanmateix, es dona a continuació una llista d'espècies la distribució de les quals pot quedar més o menys modificada per les dades aquí recollides:

- a) Espècies que no havien estat citades encara de la comarca: *Discoglossus pictus*, *Hyla arborea*, *Bufo calamita*, *Chalcides chalcides*, *Elaphe scalaris*, *Natrix natrix* i *Vipera latasti*; això representa més de la cinquena part del total.
- b) Espècies que no havien estat citades de tota la província d'Osca ni de la regió francesa veïna: *Discoglossus pictus*, *Bufo calamita*, *Chalcides chalcides*, *Natrix natrix* i *Vipera latasti*.
- c) Espècies que no havien estat citades de tot l'Aragó ni de la regió francesa contigua: *Discoglossus pictus*.
- d) Espècies que no havien estat citades de les províncies de Navarra, Osca i Lleida: *Discoglossus pictus* (la localitat més propera publicada era a la província de Girona).
- e) Espècies que, tot i haver estat citades d'alguna de les províncies de Navarra, Osca i Lleida, tenen les noves localitats tan allunyades de les ja conegudes, que la dada corresponent presenta algun interès: *Coluber viridiflavus* (la localitat coneguda més propera era a la Vall de Benasc) i *Vipera latasti* (la localitat més propera publicada era Sant Joan de l'Erm, a la província de Lleida).

DISTRIBUCIÓ TEMPORAL

No totes les citacions són igualment vàlides per a l'estudi de la distribució de l'activitat de les espècies al llarg de l'any. Moltes d'aquestes citacions no tenen data, i altres en tenen però és massa vaga. Per a la major part de les espècies, però, tenim un espectre que pot servir per a estimar el curs de l'activitat anual en la regió.

D'estudis d'aquesta mena, ja n'hi ha. CRESPO (1973) ha presentat les dades resultants de l'estudi d'una important col·lecció d'amfibis i rèptils portuguesos, en forma de gràfics, en els quals s'indica el nombre de citacions per a cada espècie i cada mes de l'any, és a dir, la distribució en brut de dates. Més refinat és el treball d'ESCARRÉ & VERICAD (en premsa), que presenta els mateixos gràfics per als rèptils d'Alacant, però tenint en compte el fet que l'activitat de recollecció no es distribueix de manera uniforme tot al llarg de l'any. En el present treball s'han fet servir totes dues estratègies i, a més, s'ha avaluat l'e-

poca de l'any en què se situa la mitjana de les citacions, i el grau de concentració d'aquestes. (Vegeu l'apèndix per trobar una indicació dels mètodes utilitzats.)

Els principals resultats obtinguts són els següents: l'activitat mitjana dels rèptils sembla una mica més tardana que la dels amfibis (començament del juliol i final del juny, respectivament), i les dates són més concentrades també per als rèptils, de manera que l'afirmació precedent sobre l'època mitjana d'activitat sembla més fiable per als segons. El resultat és lògic, i calia esperar que fos així, ja que els rèptils són, en general, espècies més termòfiles.

Dintre de cada grup, les èpoques d'activitat se situen de la manera següent: per als anurs a mitjan juny, per als urodels vers la meitat del juliol i per als sauris i els ofidis, respectivament, cap al 20 de juny i el 10 de juliol. Els que surten més tard són, doncs, els urodels, i això és degut, en part, probablement, al fet que la data mitjana d'activitat en aquest grup és retardada per la sobrerrepresentació d'espècies altimuntanes, de cicle molt tardà, com és ara el trítid pirinenc (*Euproctus asper*).

Respecte a la concentració de les dates, els més concentrats són els urodels, amb un vector mitjà superior a 0,7 (interpreteu aquest valor com si es tractés d'un coeficient de correlació aproximat i vegeu l'apèndix per a més detalls); segueixen els ofidis i els sauris, i els més dispersos són els anurs, per als quals el vector mitjà no arriba a 0,5.

Les dates d'activitat mitjana, per a aquestes espècies en què es pot acceptar aquest valor amb una mica de confiança, són les següents:

- a) Data mitjana el mes de maig: *Triturus marmoratus*, *Hyla arborea*, *Lacerta hispanica*.
- b) Data mitjana el juny: *Lacerta lepida*, *Rana ridibunda*, *Malpolon monspesulanus*, *Natrix maura*, *Lacerta viridis*, *Anguis fragilis*.
- c) Data mitjana el juliol: *Rana temporaria*, *Elaphe scalaris*, *Coronella girondica*, *Alytes obstetricans*, *Salamandra salamandra*, *Lacerta muralis*, *Euproctus asper*.
- d) Data mitjana l'agost: *Vipera aspis*, *Lacerta monticola*, *Lacerta vivipara*, *Coronella austriaca*, *Natrix natrix*.

Les altres onze espècies tenen massa poques citacions, o bé la concentració d'aquestes citacions és massa baixa i no permet refiar-se dels resultats. En general, es constata que les espècies més microtèrmiques són les de cicle més tardà, i les més termòfiles, les que comencen més d'hora el cicle.

ANALISI DE PROXIMITAT

Les diverses localitats on ha estat trobada cada espècie s'han senyalat en mapes, sobre els quals s'ha estudiat la distribució espacial corresponent. El nombre de localitats per espècie és molt variable: és mínim per a *Coluber viridiflavus* (una localitat) i màxim per a *Euproctus asper* (setanta-set localitats).

L'estudi de la distribució de localitats s'ha limitat a la constatació del caràcter aleatori, contagiós o sobredispers d'aquestes localitats. La gran majoria de les espècies presenten les localitats de captura distribuïdes de manera contagiosa. D'altres, molt poques (concretament *Lacerta viridis*, *Euproctus asper* i *Natrix maura*), tenen distribucions feblement contagioses, i possiblement aleatòries. No n'hi ha cap exemple de distribució sobredispersa.

Aquest resultat és lògic, i depèn més de la concentració de l'esforç prospectiu a determinades zones que no pas de la distribució real de les poblacions. Amb tot, en el cas de les espècies en què el caràcter contagiós és molt fort (particularment *Pelodytes punctatus*, *Discoglossus pictus* i *Rana ridibunda*), hi deu haver una base real per a suposar que la presència d'una població facilita la presència propera d'una altra població.

En tot cas, per al conjunt dels amfibis el caràcter contagiós de les distribucions és molt més acusat que no pas per als rèptils. Això reflecteix el fet que els primers, lligats als cursos d'aigua, tenen una oportunitat de dispersió molt més reduïda que els segons, capaços d'una dispersió bidimensional.

Per a cada espècie amb prou dades s'ha calculat també el punt mitjà de la distribució de localitats i la desviació típica corresponent. Les coordenades dels punts mitjans tenen interès per tal com revelen l'allunyament o la proximitat del conjunt de les citacions a l'eix de la cadena pirinenca. Tot i que les preferències tèrmi-

ques de les diferents espècies es posen molt més en relleu en estudiar la distribució en altitud de les citacions (vegeu més avall), la situació dels punts mitjans ja serveix per a fer una primera distinció entre espècies de zones càlides i altres de zones fredes. Aquesta divisió sovint és present al llarg del treball.

Pel que fa a la dispersió o concentració de les localitats (que, evidentment, no són pas la mateixa cosa que el caràcter contagiós o aleatori de la seva distribució), les espècies de dispersió mínima són *Lacerta lepida*, *Coronella girondica*, *Elaphe scalaris* i *Pelodytes punctatus*, i les de dispersió màxima, *Lacerta muralis*, *Lacerta vivipara*, *Vipera aspis* i *Euproctus asper*. Entre els rèptils hi ha les dispersions més baixes i també les més altes, mentre que les dels amfibis mostren menys diferència d'una espècie a l'altra.

ANÀLISI DE DENSITAT

Quan el nombre de dades ho ha permès,

s'ha confeccionat un mapa de densitat de població d'una espècie. L'obtenció d'aquests mapes, per un mètode relativament poc afinat i alhora elaborat, es descriu a l'apèndix. A cada mapa es distingeixen les quatre zones següents:

- Zona pobra o de depressió: aquella zona en què l'abundància de citacions és molt més baixa del que es podria esperar de la distribució del conjunt de les espècies, això és, una zona amb una anomalia negativa forta.
- Zona de densitat baixa o amb una anomalia negativa feble: aquella zona en què el nombre de citacions és una mica més baix que no s'esperava.
- Zona de densitat alta, o amb una anomalia positiva feble.
- Zona rica, o nucli, amb una anomalia positiva.

Els mapes corresponents s'han confeccionat també, i respectivament, per al conjunt dels urodels, dels anurs, dels sauris i dels ofidis.

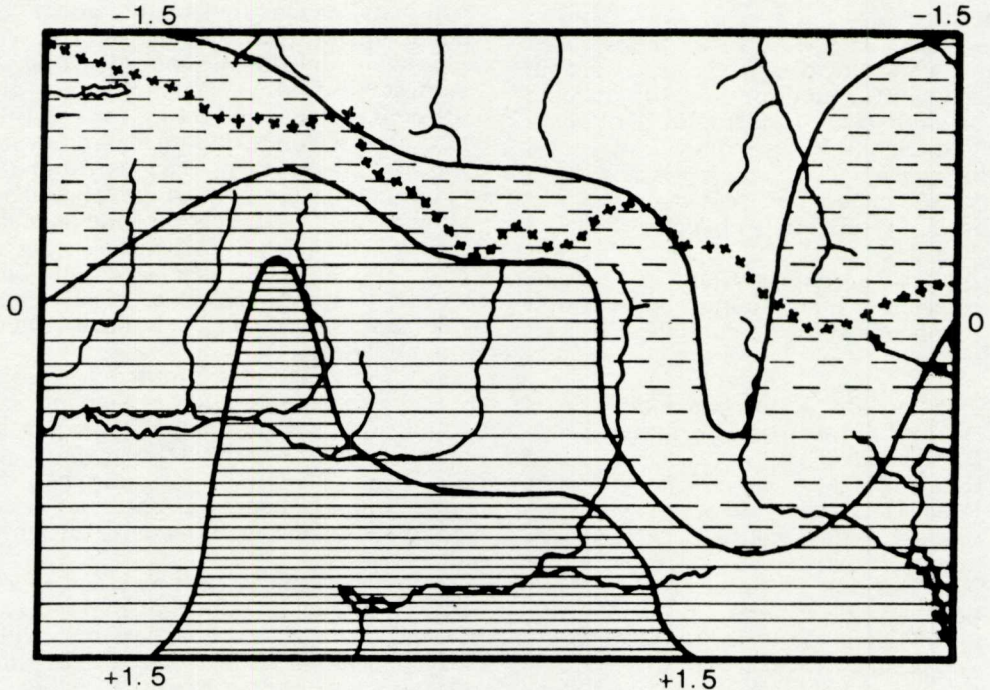


FIG. 3. Mapa de la densitat de població d'una espècie xeròfila, *Bufo calamita*. Les línies isoanòmals representen diferències respecte a la densitat mitjana esperada.
Map of population density in a xerophilous species, *Bufo calamita*. Lines represent positive or negative deviations from expected mean density.

Malgrat les simplificacions, estimacions i aproximacions acceptades en la formació dels mapes, aquests presenten una notable concordança amb la distribució de la densitat que podríem esperar a partir dels hàbits ecològics coneguts de les espècies. Els resultats no es poden detallar aquí i són exposats als treballs esmentats. Direm només que les espècies termòfiles solen presentar un nucli situat al sud del mapa, i un gradient de densitat orientat de nord a sud. En canvi, les espècies higròfiles mostren els nuclis a la banda del NW de la comarca, zona més humida; els gradients, orientats aproximadament d'est a oest; i les depressions, situades cap al sud (àrees termoxèriques) o als pics més alts (àrees crioxèriques). Com una simple il·lustració, se n'inclouen aquí dos exemples, que corresponen a les dues condicions dites (figs. 3 i 4). Evidentment, hi ha també distribucions d'altres menes, molt sovint complicades pel relleu turmentat de la regió.

La validesa de les conclusions ecològiques que es poden derivar dels mapes varia àmpliament d'una espècie a l'altra. Els

treballs actualment en curs sobre el conjunt de l'herpetofauna pirinenca es basen en mètodes una mica més sofisticats, i també més fiables.

DISTRIBUCIÓ ALTITUDINAL

Quan les localitats han pogut situar-se amb precisió sobre el mapa, s'ha anotat la seva altitud corresponent. Amb el conjunt de les citacions s'ha calculat l'altitud mitjana per a cada espècie, i la seva dispersió corresponent. Els resultats, que presenten una indicació clara de les preferències tèrmiques de cada espècie, es donen tot seguit de manera resumida.

Espècies amb altitud mitjana de les citacions entre 600 i 800 m/sm: *Psammotromus algirus*, *Malpolon monspessulanus* i *Elaphe scalaris*.

Altitud mitjana entre 800 i 1000 m: *Natrix natrix*, *Lacerta lepida*, *Lacerta hispanica*, *Coronella girondica*, *Natrix maura*, *Vipera latasti*, *Discoglossus pictus*, *Pelodytes punctatus*, *Hyla arborea*, *Bufo bufo*, *Bufo calamita* i *Rana ridibunda*.

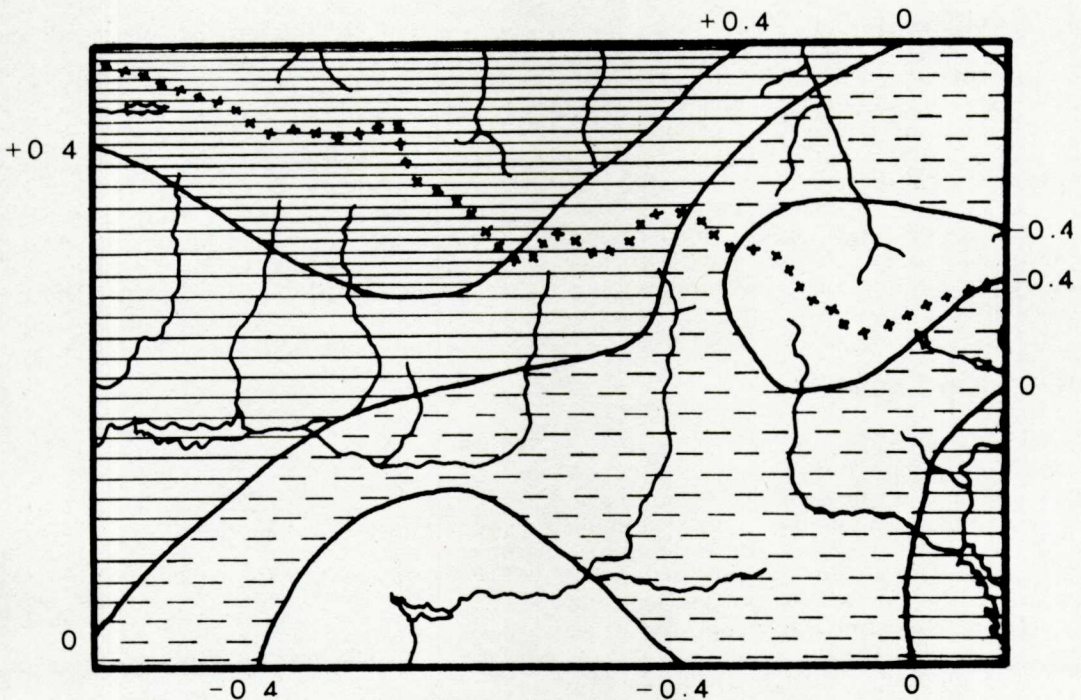


FIG. 4. Mapa de la densitat de població d'una espècie higròfila, *Anguis fragilis*. Density map of an hygrophilus species, *Anguis fragilis*.

Entre 1000 i 1200 m: *Triturus marmoratus* i *Anguis fragilis*.

Entre 1200 i 1400 m: *Salamandra salamandra*, *Triturus helveticus*, *Alytes obstetricans* i *Lacerta viridis*.

Entre 1400 i 1600 m: *Rana temporaria*, *Lacerta muralis*, *Coronella austriaca* i *Vipera aspis*.

Entre 1600 i 1800 m: *Euproctus asper*.

Entre 1800 i 2000 m: *Lacerta vivipara*.

Més de 2000 m: *Lacerta monticola*.

La dispersió de les citacions és molt variable. En general, és més gran en les espècies d'alta muntanya, i aquesta diferència sembla particularment marcada en els amfibis. Això sembla reflectir les oportunitats més bones de migració de què gaudeixen els animals de zones altes (els és més fàcil de baixar, sobretot gràcies als rius, que no pas a les espècies de la plana de pujar). L'altitud mitjana elevada de la regió és un altre factor que pot explicar aquest fet.

Si comparem els grups, l'altitud mitjana dels amfibis és de 1277 m, i la dels rèptils, de 1132; la diferència reflecteix els hàbits relativament termòfils dels segons. Descomponent les dades, obtenim els valors següents: 1017 m d'altitud mitjana per als ofidis; 1181 m per als anurs; 1298 m per als sauris; i 1494 m per als urodels. Deixant de banda el valor excessivament elevat d'aquestes xifres, i que és causat, com ja hem dit, per la gran altitud mitjana de la contrada, es poden constatar clarament els hàbits termòfils dels ofidis en general, deguts, probablement, a les seves dimensions més grans, i el caràcter microtèrmic dels urodels, sovint associats als riuers de muntanya. Els anurs i els sauris presenten un caràcter intermedi.

CONCLUSIÓ I AGRAÏMENTS

Aquest treball no és sinó una petita mostra de les possibilitats que es deriven de la centralització de les observacions i captures faunístiques, en una mena de banc de dades estatal. La flexibilitat i la facilitat d'accés d'un tal dipòsit, que ja existeix a d'altres països, no podrien sinó beneficiar els estudis zoogeogràfics i, en general, ecològics. Complementat amb els mètodes moderns d'anàlisi de dades, és a dir, amb el tractament d'aquestes per ordinadors, aquest servei es convertiria en una eina potent, no sols per a conèixer la dis-

tribució dels animals, sinó també per a definir l'evolució d'aquesta i, per consegüent, fonamentar la presa de mesures encaminades a la protecció d'espècies o biòtops.

Bé que modesta, aquesta nota no deixa d'assenyalar unes vies l'aplicació de les quals té una gran generalitat. Fins i tot alguns aspectes sincològics de la nostra natura (als quals no hem alludit, però que són tractats breument al segon dels treballs que serveixen de base a aquest: MARTÍNEZ RICA, b) es poden estudiar de manera simple amb aquesta orientació, i aquest estudi ens pot oferir resultats interessants.

Cal agrair la col·laboració a les persones que han subministrat dades a l'autor; la llista, però, és tan nombrosa, que la simple enumeració d'aquestes persones desbordaria l'extensió d'aquest treball. Em remeto, doncs, als treballs ja esmentats, on es pot trobar aquesta llista, bé que, malauradament, fins i tot allà cal exposar-la de manera telegràfica. En limitaré a indicar que l'ajuda de determinades persones ha estat especialment important, i que, per tant, elles són creditors d'un agraïment també especial per part meua. Son les següents:

Enric Balcells, director del Centre Pirinenc de Biologia Experimental.

Eugení Ortiz, director del Museu Nacional de Ciències Naturals.

Joan Ramon Vericad, col·laborador científic del Centre Pirinenc de Biologia Experimental.

Konrad Klemmer, conservador de la secció herpetològica del Museu Senckenberg, a Frankfurt del Main.

Monique Clergue-Gazeau, investigadora al Laboratori de Zoologia de la Universitat Paul Sabatier, de Tolosa.

BIBLIOGRAFIA

- ARNOLD, H. R., 1973. *Provisional Atlas of the Amphibians and Reptiles of the British Isles*. Biological Recording Center, Monks Wood Experimental Station. Huntingdon.
- BOLDÚ, A. 1975. Nueva técnica aplicable a los estudios florísticos-corològics, basada en el empleo del retículo UTM. *Anal. Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 32 (2): 405-418.
- CRESPO, E. G., 1973. Sobre a distribuição e ecologia da herpetofauna portuguesa. *Arquivos do Museu Bocage*, 2.ª Série, 4 (11): 247-260.
- ESCARRÉ, A. & VERICAD, J. R., en premsa. *Fauna Alicantina (I). Saurios y ofidios*. Instituto de Estudios Alicantinos. Alacant.

MARTÍNEZ RICA, J. P., en premsa (a). Los Anfibios del Alto Aragón: Un ensayo de corología. *Publ. del Inst. de Estudios Pirenaicos*.

MARTÍNEZ RICA, J. P., en premsa. Los Reptiles del Alto Aragón. *Publ. del Inst. de Estudios Pirenaicos*.

TURIN, H., HAECK, J. & HENGEVELD, R., 1977. *Atlas of the carabid beetles of the Netherlands*. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen: Verhandelingen Afdeling Naturkunde, 68. Amsterdam.

APÈNDIX: DESCRIPCIÓ SUMÀRIA DEL MÈTODES D'ANÀLISI EMPRATS

a) *Estudi de la distribució temporal tot al llarg de l'any:*

1. Les dates de cada espècie s'agrupen per mesos i es formen histogrames que reflecteixen l'evolució de les captures al llarg de l'any.

2. Com que les captures es concentren artificialment en certes èpoques que resulten, doncs, sobrecarregades, cal corregir aquesta distribució bruta. Com a factor correctiu, es calcula la distribució esperada, a partir del conjunt de les captures de totes les espècies, i s'anoten les anomalies observades en cada espècie, respecte a la distribució esperada. Obtenim, així, la distribució anual de les anomalies, o distribució temporal corregida.

3. Per a calcular la data mitjana d'activitat de cada espècie s'assigna un valor en graus a cada dia de l'any (és a dir, 0° al primer de gener, i 360 al 31 de desembre). Se sumen vectorialment les dates i s'obté el vector mitjà, $\vec{\omega}$:

$$\vec{\omega} = \text{arc tg} \frac{\sum \text{sen } x_i}{\sum \text{cos } x_i}$$

El mòdul r d'aquest vector és

$$r = \sqrt{\left(\frac{\sum \text{sen } x_i}{n}\right)^2 + \left(\frac{\sum \text{cos } x_i}{n}\right)^2}$$

on n és el nombre de dades que es tenen.

b) *Anàlisi de proximitat:*

En un conjunt bidimensional de punts, la distància entre cada punt i el seu veí més proper respon a una funció calculada. Si els punts es distribueixen a l'atzar, el valor mitjà teòric d'aquesta distància és donat per:

$$\Delta = \frac{1}{2\sqrt{\rho}}$$

i la desviació típica esperada en la distribució d'aquest valor és

$$\sigma = \frac{0.26136}{\sqrt{n\rho}}$$

on n és novament el nombre de punts, i ρ , la densitat mitjana teòrica d'aquests, i pot ésser substituït per p , la densitat real, que és una estimació de ρ .

Mesurant les distàncies reals entre cada punt i el seu veí més proper, es pot calcular una distància mitjana real, D ; la relació D/Δ ens indica una distribució contagiosa dels punts si val menys d'1, una distribució aleatòria si s'acosta a la unitat, i una distribució sobredispersa si passa d'aquest valor.

La variable distància mitjana real (D) es pot estandarditzar de la manera habitual, donant:

$$Z = \frac{D - \Delta}{\sigma}$$

Aquest valor es distribueix de manera normal i ens permet d'estimar la possible significació estadística de les diferències entre una distribució donada de punts i una distribució aleatòria teòrica.

c) *Càlcul del percentatge de presència:*

Simplement s'ha calculat el tant per cent dels quadrats amb citacions entre el total de quadrats de la regió. La mida del reticle ha estat de 20x20 km. Per a cada espècie s'han obtingut dos percentatges: en el primer s'ha fet servir el reticle internacional UTM, amb la qual cosa molts

quadrats es consideren incomplets, i en el segon s'ha fet servir un reticle homogeni, amb les mateixes dimensions però sense quadrats incomplets.

d) *Mitjana i dispersió de les localitats:*

A cada punt del mapa s'assignen dos nombres, que són les seves coordenades; l'origen d'aquestes se situa a l'angle SW del mapa. La mitjana es calcula independentment per les abscisses i les ordenades, i els dos valors resultants permeten de situar el punt mitjà.

Un cop situat, és fàcil de calcular la dispersió: les distàncies de cada localitat al baricentre del núvol de punts són, evidentment, desviacions respecte a la mitjana; la variança de la distribució es calcula, doncs, de la manera habitual, sumant els quadrats d'aquestes desviacions i dividint per $(n - 1)$:

$$S^2 = \frac{\sum (\sqrt{(X_i - X)^2 + (Y_i - Y)^2})^2}{n - 1}$$

e) *Anàlisi de la densitat:*

El mètode, una simplificació molt poc afinada i tanmateix eficaç, consisteix en el procés següent:

1. Es compten les citacions de cada un dels quadrats en què es divideix la regió.

2. Se suavitzen les irregularitats d'aquesta distribució fent servir una mitjana mòbil, no ponderada, de nou elements; és a dir, se sumen les dades de cada quadrat amb les dels vuit quadrats que l'envolten,

i es divideix el total per nou. En resulta una distribució bruta de densitat per a cada espècie.

3. Com que la prospecció sol concentrar-se en determinades àrees, cal corregir aquesta distribució per a tenir una estimació de la densitat real de les espècies. Això es fa de manera semblant a com es corregia la distribució temporal: es calcula una distribució esperada a partir del conjunt de totes les espècies i s'anoten els excessos o defectes en la distribució bruta respecte a l'esperada. S'obté, així, una distribució d'anomalies de densitat, o distribució corregida.

4. Els valors obtinguts es consideren situats al centre de cada quadrat; per a calcular les línies isoanòmals, es fa recurs a la simple interpolació. Aquestes línies, juntament amb la situació de la mitjana i la dispersió en la distribució de localitats, són senyalades als mapes de densitat.

f) *Distribució altitudinal:*

El càlcul de la mitjana i la desviació típica del conjunt d'altituds que corresponen a les citacions d'una espècie es fa pels mètodes normals, i no cal comentar-lo. Tanmateix, cal advertir que en el cas dels amfibis (no pas dels rèptils) la desviació no ha estat calculada, sinó que s'ha estimat a partir de l'amplitud de la distribució, considerant que aquesta era normal, i multiplicant la diferència entre la cota màxima i la mínima per un factor que depèn de les dimensions de la mostra; és un procediment també prou conegut perquè calguin més detalls.