

ESTACIÓN BIOLÓGICA
DE DOÑANA

ALCANTARAL
DE DOÑANA

VOLUMEN 14

ISSN 0210-5985
DICIEMBRE, 1987

DOÑANA

ACTA VERTEBRATA



Revista de Vertebrados
de la Estación Biológica de Doñana
(Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

Pabellón del Perú, Avda. María Luisa s/n., 41013 SEVILLA
ESPAÑA

REVISTA DE VERTEBRADOS DE LA ESTACION BIOLOGICA DE DOÑANA
Iniciada por el Prof. Dr. J. A. Valverde, Director Honorario

Director:

Dr. J. Castroviejo

Secretario de Redacción:

Vicente Gallardo

PUBLICACIONES DE LA ESTACION BIOLOGICA DE DOÑANA

Serie de Monografías:

- N.º 1. José A. Valverde. 1967. "Estructura de una comunidad de Vertebrados terrestres".
N.º 2. Fernando Alvarez. 1973. "Comportamiento social y hormonas sexuales en *Saimiri sciureus*".
N.º 3. Javier Castroviejo. 1975. "El Urogallo en España".

Números especiales de Doñana Acta Vertebrata:

- 7-3. Miguel Delibes. 1980. "El lince ibérico: Ecología y comportamiento alimenticios en el Coto Doñana".
7-4. Carlos M. Herrera. 1980. "Composición y estructura de dos comunidades mediterráneas de passeriformes".
7-5. Francisco Braza. 1980. "El Araguato rojo".
7-6. Tomás de Azcárate. 1980. "Sociobiología del capibara".
8-3. Ramón C. Sorriquer. 1981. "Biología y dinámica de una población de conejos (*Oryctolagus cuniculus* L.) en Andalucía occidental".
8-4. Carlos Ibáñez. 1981. "Biología y ecología de los murciélagos del Hato "El Frío" Apure, Venezuela".
9-3. Cristina Ramo. 1982. "Biología del galápago (*Podocnemis vogli* Muller, 1935) en el Hato "El Frío", Llanos de Apure, Venezuela".
10-3. José Ayarzagüena. 1983. "Ecología del caimán de anteojos o baba (*Caiman crocodilus* L.) en los Llanos de Apure, Venezuela".
11-3. José Luis Venero Gonzales. 1984. "Dieta de los grades fitófagos silvestres del Parque Nacional de Doñana-España".

Para intercambio con otras publicaciones dirigirse al Editor, Pabellón del Perú, Avda. María Luisa s/n., 41013-Sevilla (España).

For exchange with other publications contact the Editor, Pabellón del Perú, María Luisa Av. P. O. Box 1056. Sevilla (Spain).



Consejo Superior de
Investigaciones Científicas

ACTOS BIOLÓGICA

DOÑANA
ACTA VERTEBRATA

VOLUMEN 14

SEVILLA, 1987

Depósito Legal: SE - 87 - 1977

Imprenta E.E.H.A., Alfonso XII, 16.--Sevilla

The Osteology of *Barbus bocagei* (Steindachner, 1866) (Pisces: Cyprinidae)

ALFONSO ROJO

Biology Department, Saint Mary's University, Halifax, Nova Scotia, Canada, B3H 3C3.

INTRODUCTION

Although cyprinid osteology has received mucho attention since SAGEMEHL'S (1891) classic work on the cyprinid skull, there is still a vast and unexplored field to be covered, especially if we take into account that the family Cyprinidae is "probably the largest of the recognized fish families" (HUBBS and LAGLER, 1947).

Barbus bocagei was described by Steindachner as a subspecies (*Barbus barbatus bocagei*) of *Barbus barbatus* found widely distributed in Western and Central Europe. It differs from *Barbus barbatus* by having fewer scales above, below and along the lateral line. The southern limits of its distribution are marked by the basins of the Tagus, Júcar and Turia rivers.

LOZANO REY (1947) in his work of Peces de la Fauna Ibérica deals with it also as a subspecies. ALMAÇA (1981) raised it to the category of species and as such it will be considered here.

Barbus bocagei belongs to the subfamily Cyprininae, family Cyprinidae, suborder Cyprinoidei and order Cypriniformes. This species is separated from other species or subspecies of *Barbus* by having the longest simple dorsal ray partially ossified; in *B. sclateri* and *B. comiza* it is completely ossified, while in *B. meridionalis* and in *B. m. graells* it is not.

There are only a few works which deal with the osteology of *Barbus barbatus*. LOTZ (1864) quoted later by COPE (1890), studied the caudal skeleton. These

two papers were later referred to by MONOD (1968) in his monumental work on the trophore of teleosts. VANDEWALLE (1977), in reference to the functional myology of *Barbus barbus*, made a few observations about the skull bones. HOWES (1978) made scattered references to the osteology of *Barbus barbus*. To date, there is to my knowledge no complete description of the skeleton of *Barbus barbus*.

The purpose of this work is to provide an illustrated description of the skeleton of *Barbus bocagei* to be used for comparison purposes with other species of *Barbus*.

MATERIALS AND METHODS

This work is based on the skeletons of 29 specimens whose total length ranges between 27 and 365 mm, from the Jarama River, in the locality of Alpedrete de la Sierra (Guadalajara, Spain).

The specimens were preserved in 10 % formalin. Some were dissected, while others were cleared and stained with Alizarine Red-S following the method explained by TAYLOR (1967) with minor modifications. Such specimens were stored in 100 % glycerine. Observations were made with a Bausch and Lomb stereoscopic microscope with a maximum magnification of 30 diameters. Drawings were made to scale.

For bone nomenclature, refer to our previous work on the Argentinian hake, *Merluccius hubbsi*, Marini, 1933 (ROJO, 1976) or HARRINGTON (1955).

Some variation, which will be noted below, has been found in the shape, number and connections of several bones.

DESCRIPTION OF THE SKELETAL UNITS

Ethmoid region

1. Ethmoid (Figs. 1, 3 and 4)

The median ethmoid is a strong anvil-like bone with deep lateral excavations. Its anterior border is indented medially, a characteristic corresponding to the second basic type among Cyprinidae (HOWES, 1981). Although "in some species of *Barbus* the ethmoid is distinctly leuciscine-like" (HOWES 1978), in *Barbus bocagei* the ethmoid can be considered intermediate between type 1 (broadly indented) and type 2 (rostrally extended with a median notch). Here, the ethmoid is broadly indented and moderately extended rostrally.

Its dorsal region produces two transverse, wing-like lamellae directed outward and upward. Ventrally two thicker lamellae expand laterally. These dorsal and ventral ex-

pansions and the various textures suggest a mixed origin for this bone. DORNESCO and SORESCO (1971) show in the development of *Cyprinus*, a distinct supraethmoid, a mesethmoid and a ventral ethmoid. In all specimens of *Barbus bocagei* examined even in juveniles (25-40 mm) there is only one bone present, which is an amalgamation of the mesethmoid, the supraethmoid and possibly the rostrodermethmoid.

A medial ligament links it with the kinethmoid and two small lateral ligaments with the palatine. Posteriorly, the ethmoid presents a cavity, that forms part of the anterior myodome (see lateral ethmoid below).

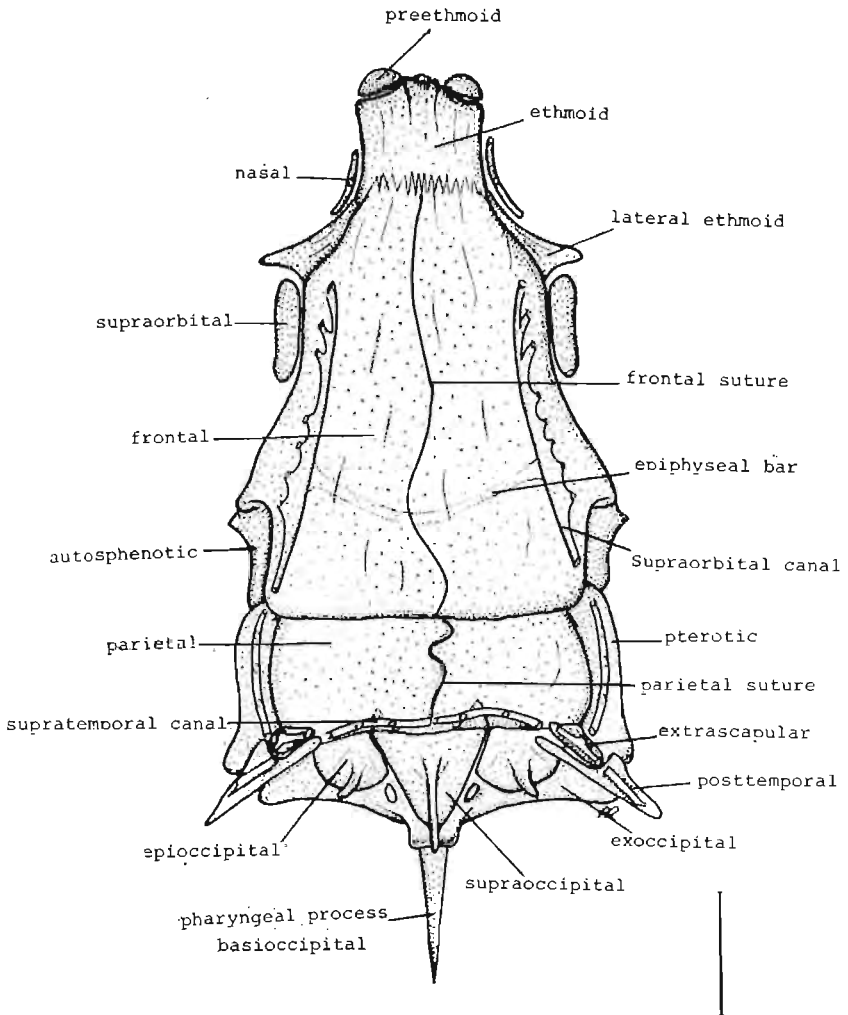


Fig. 1. Dorsal view of the skull of *Barbus bocagei*. trff. (trigémino-facialis foramen.)

The ethmoid is slightly overlaid posteriorly by the frontals. It articulates anteriorly with both preethmoids; with the lateral ethmoids on each side, and ventrally with the vomer and parasphenoid.

The olfactory foramen is formed anteriorly by a notch of the latero-posterior border of the ethmoid, completed posteriorly by a wide notch of the anterior border of the lateral ethmoid. Although a tubular foramen has been reported for some species of *Barbus* (HOWES 1981), this is not the case in *Barbus bocagei*.

In front of the mesethmoid there is a thick "pre-ethmoid" cartilage.

2. Preethmoid (Figs. 1, 2 and 3)

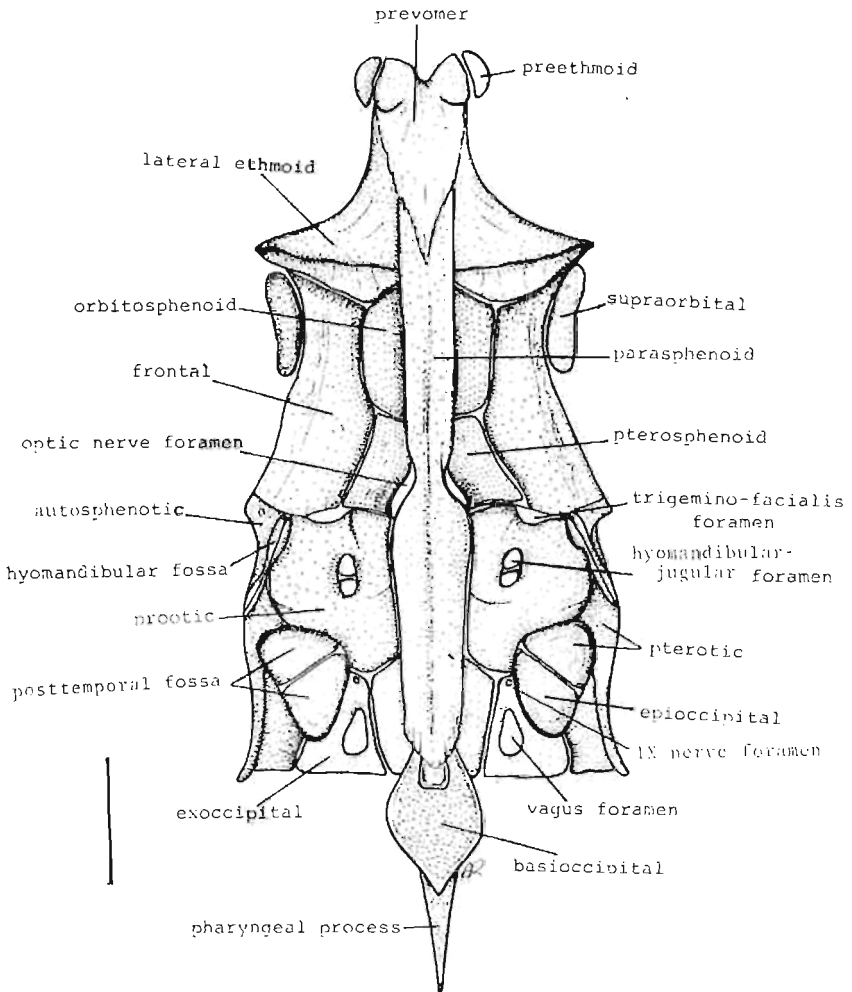


Fig. 2. Ventral view of the skull of *Barbus bocagei*.

A small lenticular paired bone that articulates on its anteromedial side with a projecting process from the prevomer and with its posteromedial margin with the ethmoid is linked to the antrodorsal process of the maxilla in small specimens by a cartilage, that in large specimens ossifies as the second preethmoid. (Fig. 7).

3. Nasal (Figs. 1 and 6)

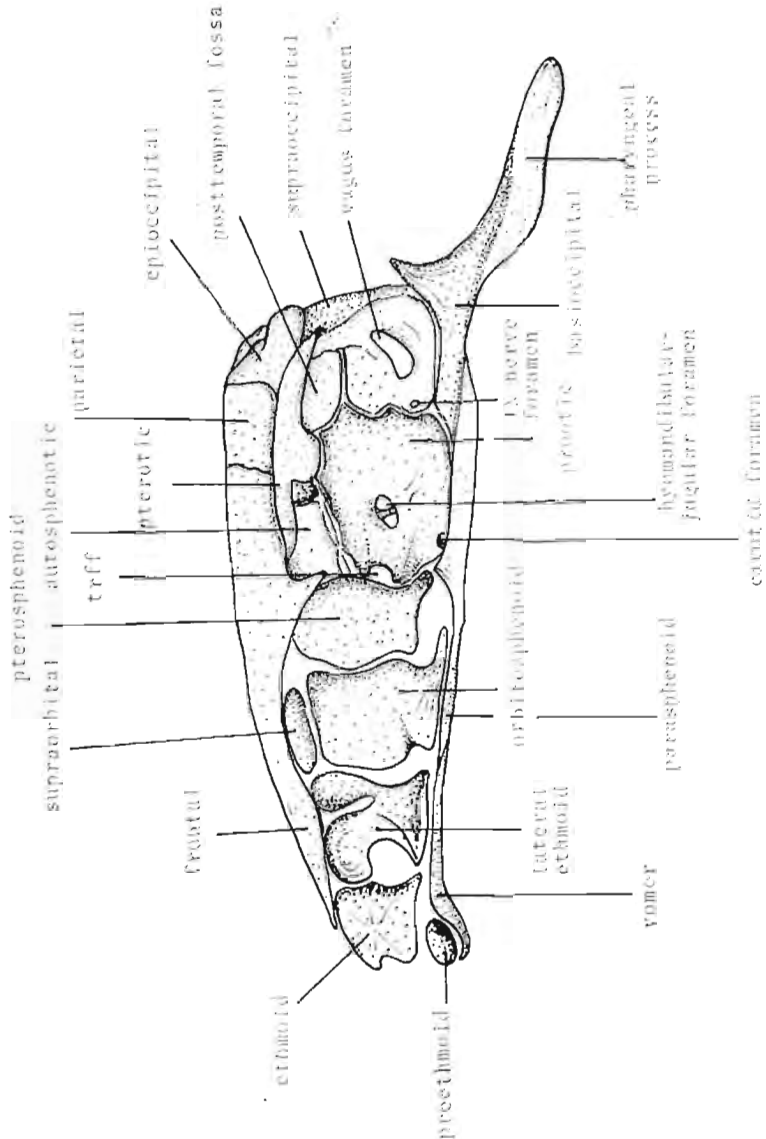


Fig. 3. Lateral view of the skull of *Barbis bocagei*.

The paired nasal bone lies in the ethmoid region of the skull, dorsal to the nasal organ. It is an elongate, tubular bone that abuts posteriorly the frontal. Its sensory canal is contiguous with that of the frontal.

4. Kinethmoid (Fig. 7)

This median bone, laterally compressed, is positioned, normally, vertically in the ethmoid region. A large rostral cartilage, equal in length to the kinethmoid, joins its anterior end to the ascending processes of the premaxillae. Posteriorly, two short ligaments link it to the inner faces of the maxillae. During the protraction of the upper jaw the kinethmoid slides forward along the anterior groove of the ethmoid and assumes a horizontal position at the end of the movement.

This bone is connected to each palatine by a ligament and to the ethmoid by another.

5. Lateral ethmoid (Figs. 1, 2 and 3)

The paired lateral ethmoid form the anterior wings of the cranium, separating the olfactory and optic regions. The posterior surface of this bone forms the anterior wall of the orbit. Medially these surfaces form a cavity (the anterior myodome) having two posterior openings allowing the entrance of the oblique muscles of the eye. The orbitosphenoid joins the two lateral ethmoids posteriorly, separating these openings.

The lateral ethmoid expands medially beneath the frontal, touching each other ventrally. It articulates anteriorly with the ethmoid; dorsally it joins the frontal, and ventrally contacts the vomer and the parasphenoid. An almost vertical ligament joins the lateral ethmoid with the endopterygoid.

Sphenoid Region

6. Pterosphenoid (Figs. 2 and 3)

The paired pterosphenoid (=pleurosphenoid and alisphenoid of authors) forms the posterior upper wall of the orbit. It articulates anteriorly with the orbitosphenoid; medially with its partner; above with the frontal; posteriorly with the pterotic and the prootic and ventrally with the parasphenoid. The optic foramen is found where the pterosphenoid, the orbitosphenoid and the parasphenoid join.

7. Orbitosphenoid (Figs. 2 and 3)

The orbitosphenoid is a median bone that separates the orbits on its anterior region. In cross section it is "Y" shaped, as a result of the fusion at their bases of the two lateral orbitosphenoids. The dorsal edges of the orbitosphenoid are overlapped by the frontals, while its vertical lamina contacts the parasphenoid.

8. Frontal (Figs. 1, 2 and 3)

The paired frontal is a large, laminar bone that forms the greatest part of the skull roof. It is narrow in front and expands laterally in its posterior half forming the wings of the orbit. Parallel to its outer border runs the frontal sensory canal, with branches on its lateral side. This canal is confluent with the nasal anteriorly, and posteriorly with the pterotic and the infraorbital canals.

The frontal suture is wavy and its outline is phenotypically variable. Each frontal overlaps the other alternately along the suture. There is no fronto-parietal fontanelle in specimens longer than 30 mm in *Barbus bocagei*. In smaller specimens a narrow fontanelle separates the frontal and parietal from their corresponding anteriors. ROBERTS (1973) considers this fontanelle to be very labile in characoids, cyprinoids and silurids.

At the level of the posterior border of the orbit, the frontals form an arcade, whose floor is formed posteriorly by the autosphenotic, and that lodges a section of the dilatator muscle of the opercle.

Otic region

9. Autosphenotic (Figs. 1, 2 and 3)

The paired autosphenotic is overlapped by the frontal and forms the posterolateral margin of the orbit. It joins synchondrally with the pterosphenoid, the prootic it forms a shallow articular depression that forms the anterior part of the hyomandibular fossa. The autosphenotics mark the maximum breadth of the skull.

10. Pterotic (Figs. 1, 2, 3 and 4)

The paired pterotic forms the posterolateral roof of the skull, overlapping the otic capsule and forming the posterior wings at the skull. The body of the pterotic extend forward into a spinelike process. Posteriorly, two processes arise, one joining the exoccipital and the other, which is free, serves as an attachment for the *levator operculi* muscle.

The pterotic canal runs along the dorsal surface of the pterotic and close to its external border. This canal is a continuation of the supraorbital canal; posteriorly, it joins that of the extrascapular and laterally, the preopercular canal.

Anteriorly the pterotic joins the autosphenotic and ventrally, they articulate with the prootic, the epiotic and the exoccipital. The contact region with the prootic forms the posterior part of the hyomandibular fossa. Its median borders articulate with the frontal and with the parietal.

11. Prootic (Figs. 2, 3 and 5)

The paired prootic forms the lateral wall and part of the base of the otic capsule. Anteriorly it articulates with the pterosphenoid; dorsally with the autosphenotic, the pterotic and the epioccipital; posteriorly with the basioccipital; and ventrally with the parasphenoid. All these joints are synchondral, except that which joins the parasphenoid which is syndesmotic. Both prootics join ventrally in the midline.

The articulation between the prootic and the autosphenotic forms the anterior section of the hyomandibular fossa; its posterior section being formed by the autosphenotic and the pterotic.

In the articulation with the pterosphenoid there is a notch that allows the passage of the facial nerve. The hyomandibulojugular foramen opens as a large fenestra on the lateral face of the prootic. The upper part of each prootic form the *recessus utricularis* into which the lapillus is lodged.

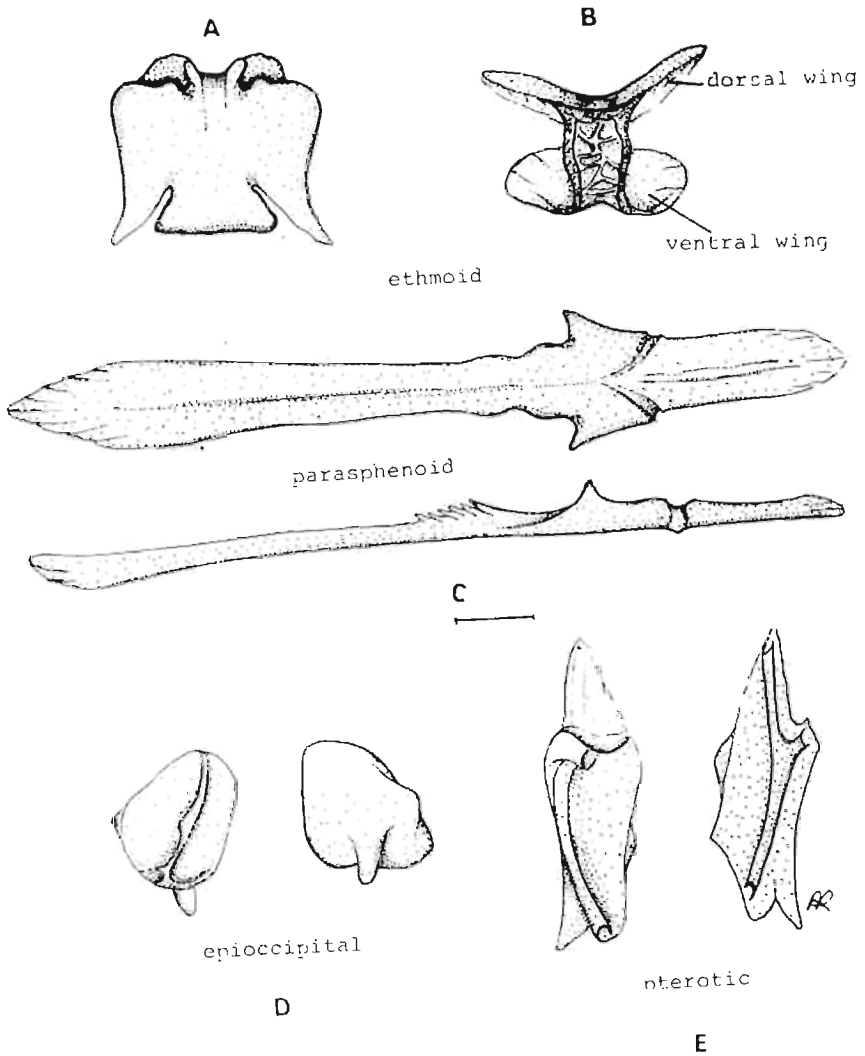


Fig. 4. A. Dorsal view of ethmoid. B. Posterior view of ethmoid. C. Parasphenoid (ventral view above; lateral view below). D. Inner (left) and outer (right) view of the right epioccipital. E. Inner (left) and outer (right) view of the right pterotic.

12. Epioccipital (Figs. 1, 2, 3 and 4)

The paired epioccipital (*sensu* PATTERSON, 1975) has small pointed projections directed backward and lies behind the parietal, forming part of the roof of the skull. Both epioccipitals are separated by the supraoccipital. The epioccipital articulates with the

pterotic ventrally and laterally; the exoccipital posteriorly; and with the prootic in front and below. Laterally the epioccipital, together with the pterotic, contains a wide and deep posttemporal fossa. On the inner surface of the epioccipital is a recess for the posterior vertical canal.

13. Parietal (Figs. 1 and 2)

The paired parietal is a laminar bone that together with the frontals form most

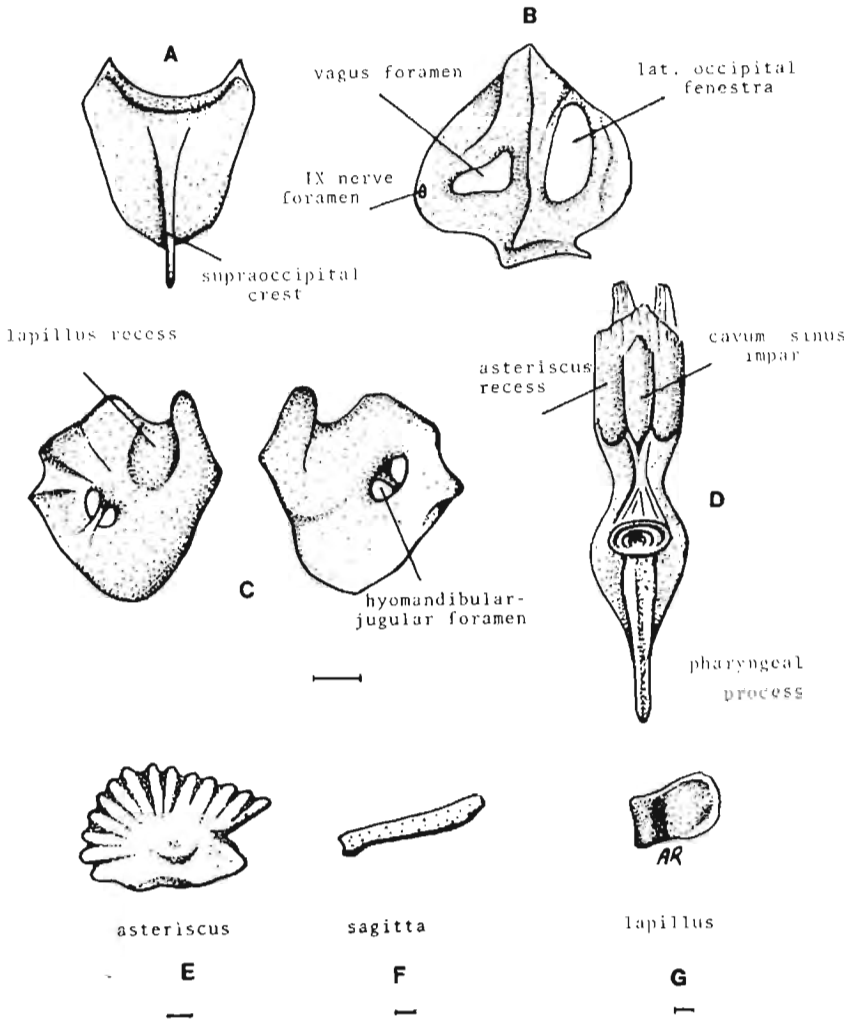


Fig. 5. A. Dorsal view of the supraoccipital. B. Posterolateral view of the exoccipital. Inner (left) and Outer (right) view of the left prootic. D. Dorsal view of the basioccipital. E.F.G. Inner views of the left asteriscus, sagitta and lapillus, respectively.

of the roof of the skull. Both parietals join in the median line in a curved suture, such that they overlap each other alternately. The shape of the suture is phenotypically variable.

Close to the parietal posterior border, runs the posttemporal sensory canal. The canal has nine pores, four in each parietal. Both sections of the canal medially share a common pore. The posttemporal canal is a continuation of the extrascapular canal.

Occipital region

14. Supraoccipital (Figs. 1, 3 and 5)

The median supraoccipital roofs the skull dorsoposteriorly. Its anterior border overlaps part of the posterior edges of the parietals and its lateral borders join the epioccipital and the exoccipitals. Along its midline the supraoccipital projects upwards into a low sagittal crest. This bone is completely covered by the epaxial musculature of the trunk.

15. Exoccipital (Figs. 1, 2, 3 and 5)

The paired exoccipital forms the posterior and part of the lateral walls of the oticooccipital region. It articulates anteriorly with the prootic; dorsally with the epioccipital and the pterotic; and posteriorly with the supraoccipital and basioccipital, and houses the asteriscus. The exoccipital contains two large openings: a lateral one that allows the exit of the tenth cranial (vagus) nerve and a posterior one, the lateral occipital fenestra. A shelf of bone on the inner face of each exoccipital roofs the lagena and the *vacuum sinus impar*. The small glossopharyngeal foramen, located close to the anterior border of the exoccipital, is the passageway for nerve IX.

16. Basioccipital (Figs. 1, 2, 3 and 5)

The median basioccipital is bordered by the prootics anteriorly; the parasphenoid ventromedially; and the exoccipitals dorsally. It forms the floor of the posterior part of the skull. Two longitudinal laminae on its inner surface delimit the lower portion of the lagenar cavities and part of the saccular cavities. It serves also as the floor of the *sinus imparis*.

In *Barbus*, as in other Cyprinidae, the basioccipital expands posteriorly into a wide and long process—the pharyngeal process—. This process is directed backwards and downwards in adults, but in the 13 juveniles examined (25-40 mm), its posterior end bends upwards.

17. Extrascapular (Fig. 1)

The paired extrascapular is a small dermal bone which covers partially the parietal and the pterotic, and articulates with the posttemporal. It bears a sensory canal with three pores, communicating with the canals of the parietal, pterotic and posttemporal bones respectively.

Basicranial region

18. Parasphenoid (Figs. 2, 3 and 4)

The median parasphenoid is an elongate bone covering anteriorly the dorsal surface of the vomer and with its posterior section underlying the basioccipital. It is the longest bone of the skull and acts as a supporting keel for the neurocranium. It is practically straight but for a slight bend in the middle of its length. Near the posterior

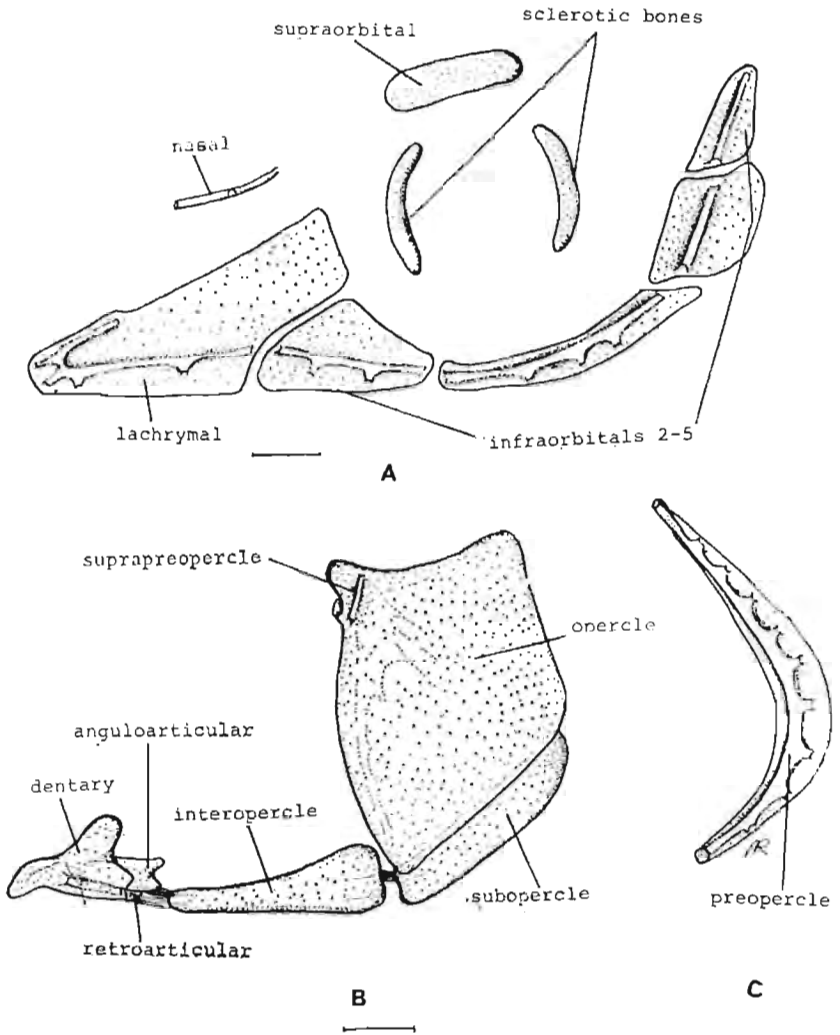


Fig. 6. A. Circumorbital series bones (left/side). B. Mandible with opercular series bones (left side). C. Preopercle (left side).

borders of the orbits it broadens upwards to form laterally-projected wings, that touch the pterosphenoids, the prootics and the basioccipital. Its dorsal surface contacts the mesethmoid, the lateral ethmoids and the orbitosphenoid.

The posterior myodome, where the four recti muscles of the eye originate, is roofed by the prootic, and the basioccipital and floored by the parasphenoid.

19. Vomer (Figs. 2 and 3)

The median and toothless vomer is a triangular bone, thick in its anterior region and laminar and pointed at its posterior end. The latter portion inserts into a shallow fossa of the anteroventral surface of the parasphenoid. In front, it has two hemispherical processes that join synchondrally with the two preethmoids. The preomer joins with the ethmoid and the lateral ethmoids.

Circumorbital series

20. Supraorbital (Figs. 1, 2, 3 and 6)

The paired supraorbital is a laminar bone of subelliptical shape that lies above the orbit and articulates synchondrally with the frontal. This bone is not associated with any sensory canal bone and it is also well separated from the infraorbital bones posteriorly.

21. Lachrymal (Fig. 6)

The 1st infraorbital or lachrymal is the anteriormost bone of the infraorbital series and it is also the largest of the series. Its sensory canal has six pores; the last one, shared by the second infraorbital. Dorsal to the canal the bone expands in a wide bony lamellae of subtriangular shape that borders the olfactory pit.

22. The second infraorbital (zygual of authors) is smaller than the first and has a sensory canal with four pores, the first pore share by the lachrymal and the fourth pore, by the third infraorbital (Fig. 6).

23. The third infraorbital is the longest bone. It has a 5-pore canal, the first and the last ones shared by adjacent bones (Fig. 6).

24. The fourth infraorbital is shorter than the third and has a sensory canal with two pores (Fig. 6).

25. The fifth and smallest infraorbital extends upward and backward. Its canal anastomoses with those of the frontal and pterotic. Two pores open on each end of the canal; the lower pore being shared by the fourth infraorbital bone (Fig. 6). In *Barbus bocagei* this bone is not reduced to a tube, although in some specimens the upper tip of bone is tubular, and the alar expansions on each side of the sensory canal stop short of the upper tip.

In all but one of the specimens examined there were only five infraorbitals, including the lachrymal. Since the last (the 5th) bears a canal that joins the pterotic canal, it is considered here to be the dermophenotic.

26. Sclerotic bones (Fig. 6)

Although these bones do not belong to the circumorbital series, they are included here because of their relationship to the orbit. *Barbus bocagei* has two curved sclerotic bones, anterior and posterior, embedded in the scleral layer of the eye. Both are located vertically.

Opercular region

27. Opercle (Fig. 6)

The paired opercle is a large, smooth laminar bone of a trapezial shape with a concave upper edge. A deep facet on its anterodorsal angle houses the hyomandibular condyle. It articulates with the preopercle in front via a ligament and it covers centrally the subopercle. Near its condyle there is a thickening with a short sensory canal with

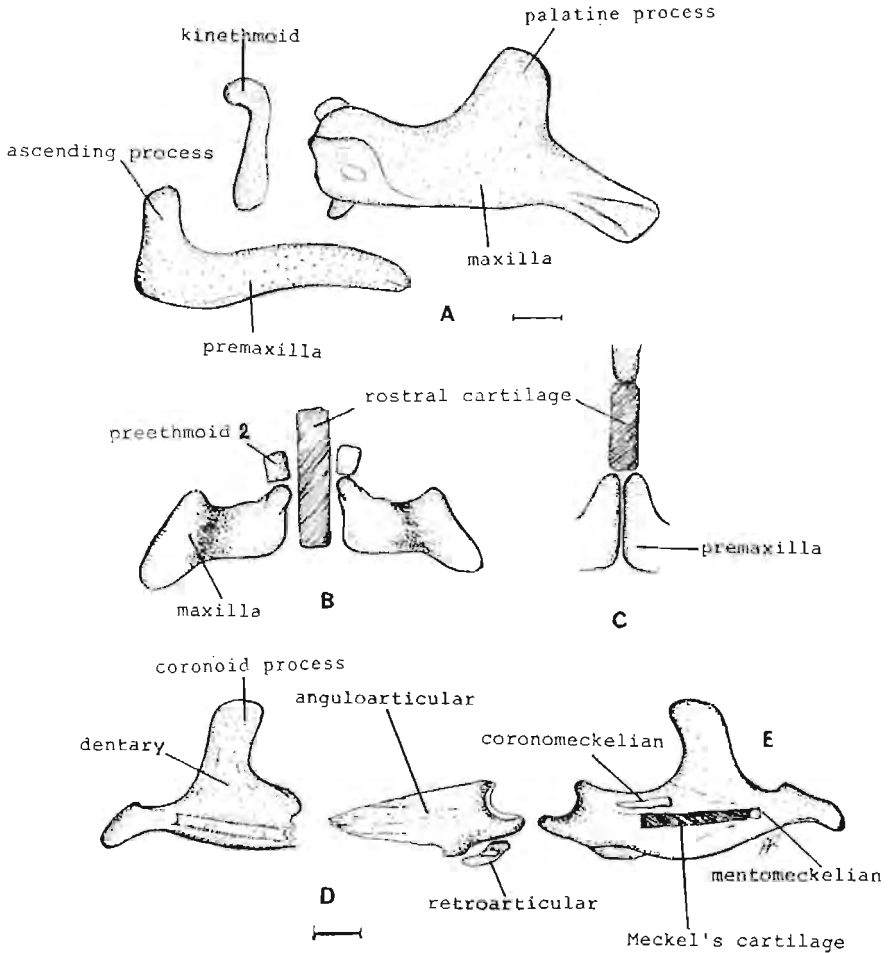


Fig. 7. Mandibular arch bones of *Barbus bocagei*. A. Kinethmoid and upper jaw (outer view of left side). B. Posterior view of maxillae. C. Anterior view of rostral cartilage. D. Outer view of left mandible (bones separated). E. Inner view of the mandible (Hatched areas represent cartilage).

two pores. Since the opercle has no sensory canal, this small canal bone is the supra-preopercle which has fused with the opercle. This observation was also recorded by LEKANDER (1949) for *Alburnus alburnus*.

28. Subopercle (Fig. 6)

The paired subopercle is a subrectangular laminar bone covered dorsally by the opercle. It is linked anteriorly with the interopercle with a ligament.

29. Interopercle (Fig. 6)

The paired interopercle has a shape resembling the blade of a plough with its edges slightly curved. It is covered to a great extent by the preopercle and its ventral border contacts the third branchiostegal ray. Its anterior end is joined to the retro-articular by a ligament. Two more ligaments link its posterior edge to the opercle and to the subopercle.

Mandibular arch

30. Premaxilla (Fig. 7)

The toothless premaxillae, located at the anteriormost part of the upper mandible, meet each other at the maxillary symphysis. The two ascending processes of the premaxillae are joined via a strong rostral cartilage to the kinethmoid. When the premaxillae protrude, the rostral cartilage pulls the kinethmoid forward making it to assume an almost horizontal position.

The posterior limb of the premaxilla covers the outer face of its corresponding maxilla, and is attached to it by a posterior ligament.

31. Maxilla (Fig. 7)

The paired maxilla, which is excluded from the gape, is a stout, toothless bone lying median and posterior to the premaxilla. A ligament joins its anterodorsal margin to the palatine, while its posteroventral edge is joined to the premaxilla by another ligament.

The section A1 of the *adductor mandibulae* muscle inserts on a ridge on the outer surface of the maxilla via a tendon. From the anterior inner part of the maxillary dorsal border, a ligament runs to the posterior lateral part of the kinethmoid. In small specimens a short cartilage connects the anterodorsal process of the maxilla to the preethmoid, but in larger specimens it is calcified, as is seen when its core is stained with alizarine, RAMASWAMI (1956) calls it preethmoid 2.

Both maxillae are joined anteriorly by the intermaxillar ligament, that connects on the lower part of the anteroventral processes. VANDEWALLE (1977) states that this ligament is present in *Leiostichus leiostichus*, but it is absent in *Gobio gobio* and *Barbus barbus*.

32. Dentary (Figs. 6 and 7)

The paired, toothless dentary forms the anterior section of the mandible. Its anterior margin, strong and curved downward, meets its partner at the mandibular symphysis. Its posterior part has a triangular shape, with a tapering pocket on its inner sur-

face, which receives the dorsal ramus of the anguloarticular. The dorsal border of the dentary expands into the coronoid process which serves as the attachment for the section A2 of the *adductor mandibulae muscle*. This muscle also sends fibers with a common tendon to the coronomeckelian, located on the inner surface of the anguloarticular.

33. Coronomeckelian and mentomeckelian (Fig. 7)

The coronomeckelian is an elongate bone located dorsal to Meckel's cartilage on

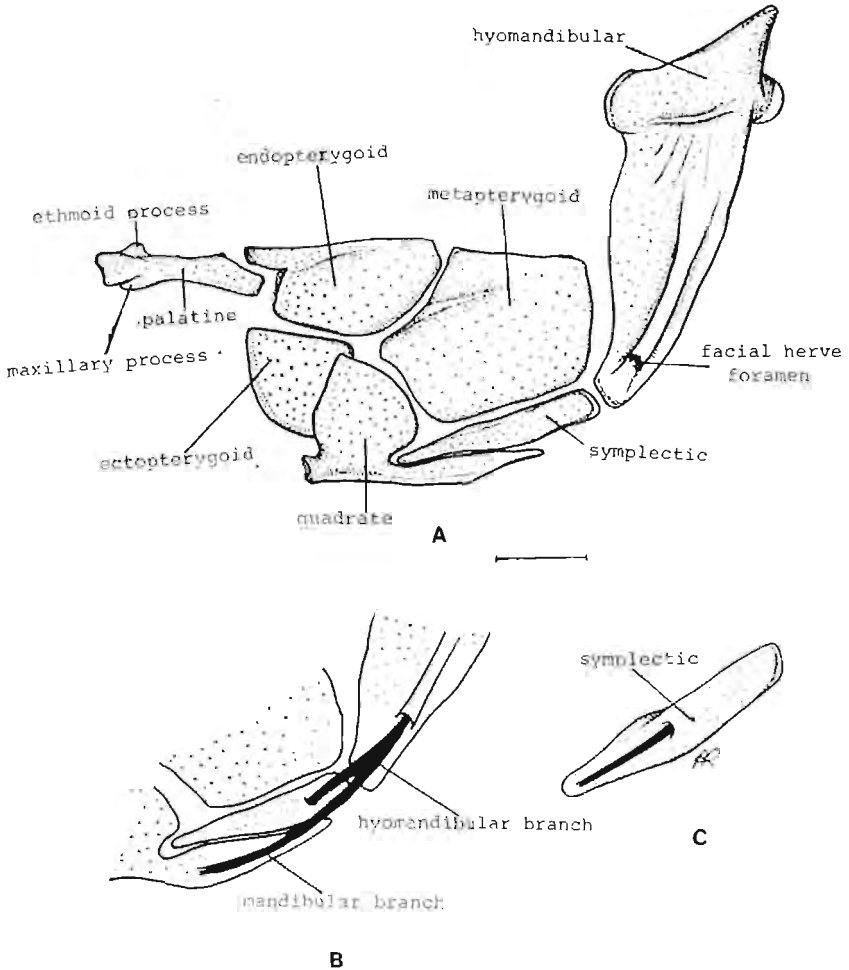


Fig. 8. Suspensorium of *Barbus bocagei*. A. External view of left side of suspensorium. B. Hyomandibular and mandibular branches of facial nerve. C. Inner view of the symplectic.

the posterior part of the inner surface of the angulo articular. A section of A2 of the *adductor mandibulae* inserts on its upper margin.

In adult specimens, there is a small ossification on the anterior part of Meckel's cartilage, located on the inner side of the dentary. (See VANDEWALLE, 1977). When stained, it can be seen as a red of a darker hue than the surrounding area.

34. Anguloarticular (Figs. 6 and 7)

The paired anguloarticular is a triangular bone that anteriorly fits into the inner cavity of the dentary. The thin, cylindrical Meckel's cartilage runs longitudinally along its mesial face. Its posterior end ossifies into a small bone, the coronomeckelian. Posteriorly the anguloarticular has a saddle-shaped articular surface that receives the articular process of the quadrate. A ligament links the anguloarticular with the preopercle.

35. Retroarticular (Fig. 6 and 7)

The paired retroarticular is a small bone attached to the ventral border of the anguloarticular at its posteroventral corner. A ligament joins it with the interopercular.

Suspensorium

This complex unit comprises the bones that join the mandibles to the braincase. In *Barbus* it has the shape of a very wide "V". Its anterior arm, called also the palatine arch, is made up of the palatine, endopterygoid, ectopterygoid and metapterygoid. The posterior arm is composed of the quadrate, symplectic, hyomandibular and preopercle.

36. Palatine (Fig. 8)

The paired palatine occupies the anteriormost part of the suspensorium. It is a rod-like bone, the last quarter of which is bent slightly downwards. Close to its anterior end it has two processes: one dorsal which joins to the ethmoid via a ligament and another ventral process with which it is joined to the maxilla. Posteriorly the palatine joins both with the endopterygoid and the ectopterygoid. The ethmoid process and an alar expansion on the ventral edge of the palatine form an arch that contacts on the round surface of the preethmoid.

37. Endopterygoid (Fig. 8)

The endopterygoids are laminar bones, each with a concave facet which articulates with the palatine. The endopterygoid meets the ectopterygoid ventrally and the metapterygoid posteriorly. Both endopterygoids form most of the roof of the buccal cavity, separating it from the orbit. A short ligament joins the palatine to the endopterygoid.

38. Ectopterygoid (Fig. 8)

The paired ectopterygoid is a triangular, laminar bone lying medially to the quadrate. It articulates with the endopterygoid, with which it forms part of the roof of the mouth. It is joined to the palatine via a ligament.

39. Metapterygoid (Fig. 8)

This paired laminar bone of subpentagonal shape lies between both arms of the suspensorium. It joins synchondrally the endopterygoid, the quadrate, the symplectic and the lower part of the hyomandibular.

40. Quadrate (Fig. 8)

The paired quadrate lies at the apex of the suspensorium. Anteriorly, it has a facet for the articulation of the anguloarticular bone. Its dorsal region is a lamina in the form of a circular sector contacting the ventral border of the metapterygoid. Ventroposteriorly is a long, slender quadratojugal process separated from the dorsal blade by a narrow recess, into which articulates the symplectic. There is no metapterygoid quadrate fenestra in *Barbus bocagei*, although the metapterygoid and quadrate are separated by a narrow space.

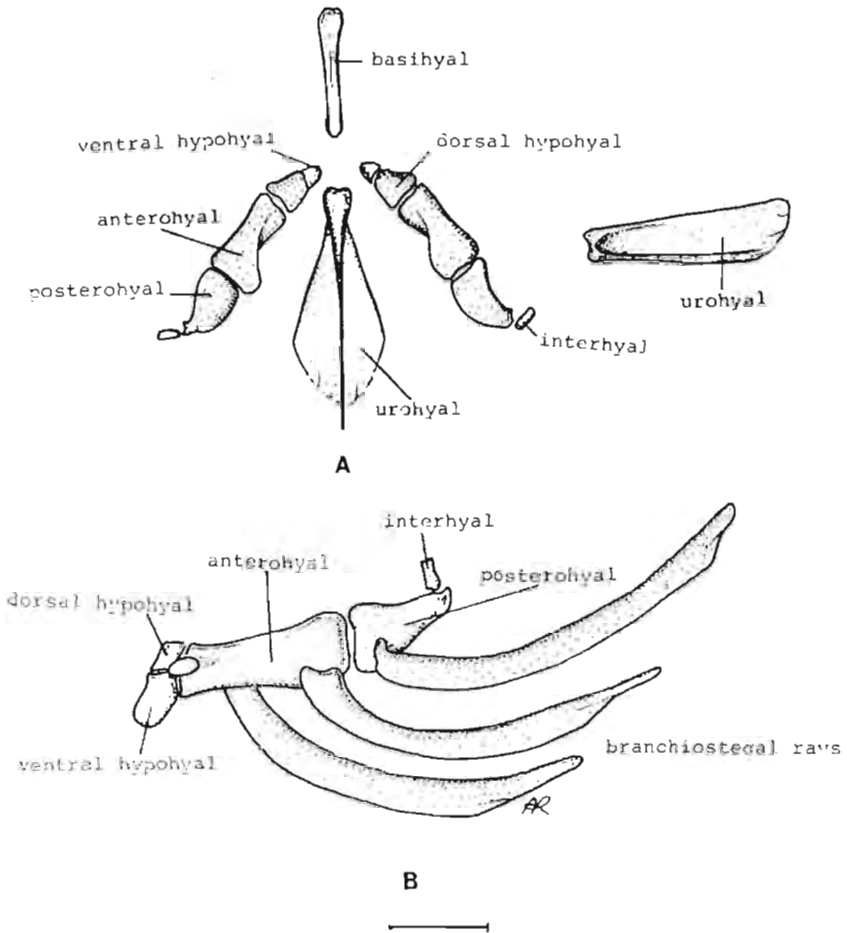


Fig. 9. A. Dorsal view of the hyoid arch of *Barbus bocagei* and lateral view of the urohyal. B. Lateral view (left side) of the hyoid arch and branchiostegal rays.

41. Symplectic (Fig. 8)

The paired symplectic is a laminar bone joining the quadrate anteriorly, the metapterygoid dorsally, and the hyomandibular and the interhyal posteriorly. The hyomandibular branch of nerve VII enters the symplectic through a foramen on its outer surface, and after running a short distance inside the bone, it emerges on the inner surface.

42. Hyomandibula (Fig. 8)

The paired hyomandibula is a strong bone of triangular shape and chondral origin. Its dorsal margin fits into the elongated hyomandibular fossa, formed as a long depression in the sphenotic, prootic and pterotic bones. It has two well developed condyles: the anterior, with which the bone articulates with the sphenotic and the prootic; and the posterior condyle, with which it articulates with the opercle. The outer face bears a foramen at the end of a vertical canal which opens high on the inner face and through which descends the hyomandibular branch of the facial nerve. The hyomandibula contacts ventrally the symplectic and the interhyal, while anteriorly it articulates with the posterior border of the metapterygoid.

43. Preopercle (Fig. 6)

The paired preopercle has an arched shape with the concavity directed forward. A sensory canal with 12 pores runs along it, linking with the pterotic canal by means of the opercular canal. Most of the pores open at the end of short lateral branches of the main preopercular canal. This canal overhangs dorsally the bone, free from the laminae that spread on each side of the canal. The preopercle covers the hyomandibula anteriorly and the opercle posteriorly. A ligament joins its lower tip to the anguloarticular.

Hyoid arch

The hyoid arch lies in front of the branchial arches and it is formed by three rows of bony elements: one median (basihyal and urohyal) and two lateral series (hypohyals, anterohyal and posterohyal).

44. Basihyal (Fig. 9)

The median basihyal is a long, slender rod-like bone that articulates posteriorly with the urohyal. On each side of the articulation of these two bones, the lateral branches of the hyoid arch originates. The posterior end of the basihyal is joined to the two hypohyals of each side by two pairs of ligaments.

45. Urohyal (Fig. 9)

The median urohyal is a spatulate bone, narrow anteriorly and wide posteriorly, lying at the base of the buccal cavity. Its horizontal lamina presents a vertical blade for the attachment of the *sternohyoidei* muscles.

46. Hypohyals (Fig. 9)

The hypohyals are two small pyramidal bones located at the base of the hyoid arch. The anteriormost, which occupies a ventral position, is joined with a ligament to the basihyal and articulates synchondrally with the dorsal hypohyal. This last bone articulates posteriorly with the anterohyal.

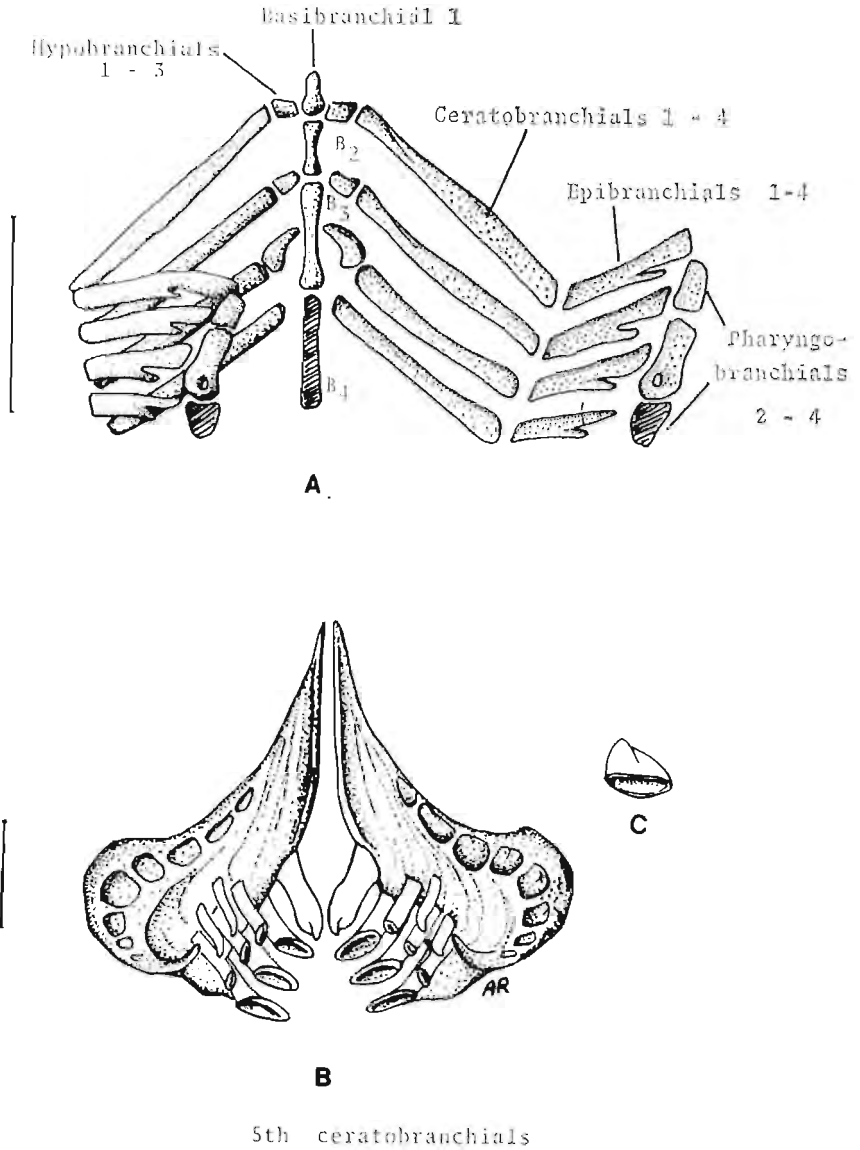


Fig. 10. Branchial arches of *Barbus bocagei*. A. Dorsal view of the first four branchial arches. B. Dorsal view of the fifth branchial arch with the pharyngeal teeth. C. Crown of pharyngeal tooth. (Hatched areas represent cartilage).

47-48-49. Anterohyal, posterohyal and interhyal (Fig. 9)

The anterohyal and the posterohyal (*sensu* NELSON, 1969) are the bones known previously as ceratohyal and epihyal, respectively. The posterohyal is joined to the symplectic and the hyomandibula via the small, median interhyal. The *protractor hyoidei* (\equiv *geniohyoideus*) muscle inserts on the mandibular symphysis and originates on the outer surface of the anterohyal and on the first branchiostegal ray. There is a foramen framed by the two hypohyals and the anterohyal.

50. Branchiostegal rays (Fig. 9)

The branchiostegal rays, three in number, are blade-like and curved bones that support the branchiostegal membrane. The dorsal ray is the largest. Its head contacts the outer surface of the posterohyal. The middle ray is attached to the external surface of the anterohyal, while the ventral ray inserts on the inner surface of this bone.

Branchial region

The branchial skeleton comprises: (a) a median bone series formed by the basibranchials (1-5); and (b) two lateral series.

51. Basibranchials (Fig. 10)

The basibranchials are numbered in relation to the branchial arch which each one of them precedes. Basibranchial 1 has a bell-shaped outline, and articulates with the lateral hypobranchials on each side and posteriorly with basibranchial 2. The latter is bi-concave laterally with flat anterior and posterior surfaces. It articulates laterally with hypobranchial 2 and posteriorly with basibranchial 3, a cylindrical and elongate bone. Basibranchial 4 is a long rod of cartilage that extends from the anterior part of the basibranchial 3 up to the fifth ceratobranchial. Its anterior part rests on the dorsal surface of the basibranchial 3.

52. Hypobranchial (Fig. 10)

There are in *Barbus bocagei* three paired hypobranchials of decreasing size from first to third.

53. Ceratobranchials (Fig. 10)

The paired ceratobranchials (1-5) are strong, arched bones. The first four bear two rows of well ossified gill rakers of increasing size with the smaller ones anteriorly. The gill rakers were counted on the first left ceratobranchial of the specimens and their number varied from 10 to 15. These rakers correspond to the lower branch of the gill raker series.

The fifth ceratobranchial, also called the pharyngeal or lower pharyngeal bone, is a strong bone of boomerang shape with its two limbs running parallel to those of the cleithrum, to which they are attached by strong muscles and ligaments. The lower limbs are joined together by a ligament, while the upper ones are well apart.

On the median face of the curvature of this bone there is a prominence bearing three rows of molariform teeth. Its dental formula according to LOZANO (1947) is 2, 3, 5-5, 3, 2, but in all the specimens observed only 4 teeth on the inner row were found.

Only one specimen had 5 on the left side. ALMAÇA (1981) also reports four teeth in the inner row.

The anteriormost tooth of the inner row has a round section, while the remaining teeth in this row are progressively flattened front to back. In all specimens observed, the teeth in the inner and middle rows, except the first one, present slightly depressed occlusal surfaces, which are not due to gradual erosion but to the loss of their crowns. These crowns (Fig. 10) can still be seen among the surrounding tissues of the teeth. The small teeth of the outer row were always complete. Since the first tooth of the inner row of each side has the crown attached in the largest specimen studied (total length 1800 mm), I cannot ascertain whether the crowns of the largest tooth in each ceratobranchial are permanent or deciduous.

54. Epibranchials (Fig. 10)

The epibranchials (1-4) are also wide bones, decreasing in size from the first to the fourth. The second and third have on their posterior edge a wide notch, while the fourth is Y-shaped with the prongs directed towards the median line. The gill rakers were counted on the first left epibranchial of each specimen. Their number varied from 2 to 5. They make up the upper branch of the gill raker series. The total number of gill rakers varied between 14 and 20.

55. Pharyngobranchials (Fig. 10)

There are only two pharyngobranchials (2-3), the second one more than double the size of the first. The fourth pharyngobranchial remains as a cartilage.

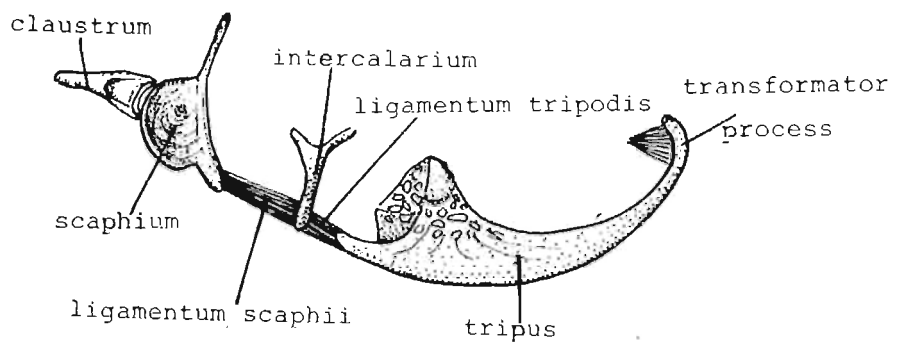
Vertebral column

Barbus bocagei has 44-45 vertebrae, including in this count the last modified centrum which supports the hypurals. As in all fishes, the vertebral column can be divided into three sections: cervical, precaudal and caudal. The cervical vertebrae in the ostariophysan fishes are also named Weberian vertebrae.

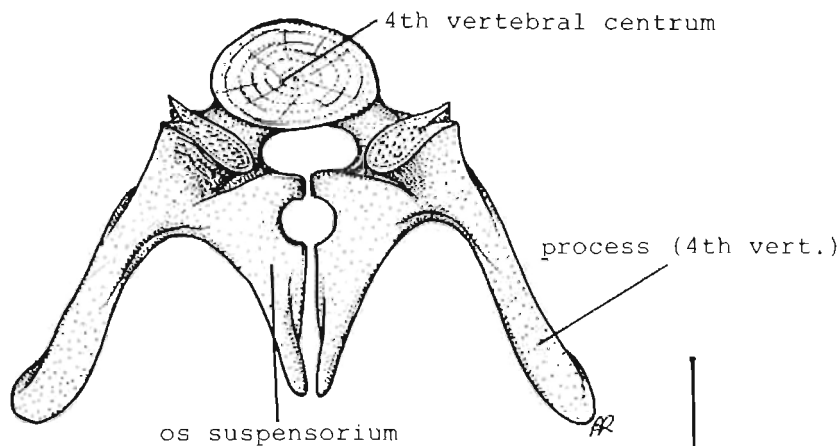
56. The Weberian apparatus (Figs. 11 and 12)

The Weberian apparatus consists of four units: a) the Weberian ossicles (*pars auditum*); b) the supporting element (*pars sustentaculum*); c) the cervical vertebral centra; and d) the neural arches and spines that form the neural complex.

The Weberian ossicles, in anteroposterior sequence, are the claustrum, the scaphium, the intercalarium, and the tripus. The claustrum is a small bone with its concavity facing inward, leaning against the side of the first vertebral centrum. Its lateral edges are contiguous with those of the scaphium, both enclosing the *atrium sinus impar*. The scaphium is a little larger than the claustrum and covers it as a concave lid, forming the lateral surface of the atrium; the inner surface of which is made by the claustrum. Its ventral process is joined to the intercalarium by a strong ligament —the *ligamentum scaphii*; while its mediolateral process is attached to the 2nd + 3rd vertebral centrum. The intercalarium is a slender Y-shaped bone with two prongs, the medial touching the centrum of the 2nd + 3rd vertebra and the distal, leaning on the 2nd neural arch. Its body projects laterally and its head is embedded completely in two ligaments, one articulating anteriorly



A



B

Fig. 11. Weberian ossicles. A. Lateral view (left side). B. Frontal view of 4th vertebra and the *os suspensoria*.

with the ventral process of the scaphium and the other posteriorly with the tripus—the *ligamentum tripodis*. The tripus, the largest of the Weberian ossicles, is curved on its outer border. As its name implies it has three processes: the anterior, curved medially and joined to the intercalarium by the *ligamentum tripodis*; the articular process that projects from the middle of its inner surface to articulate with the posterior part of the 2nd + 3rd centrum; and the posterior process, longer and thinner than the other two. This process

supports at its extreme end the transformator process, thin and deeply curved, from which a ligament joins it anteriorly to the *os suspensorium*.

The second component of the Weberian apparatus is composed of the *ossa suspensoria*, —two vertical plates that project vertically downward from the base of the transverse process of the fourth vertebra (Fig. 11). Both plates meet each other in the median line. At the upper part of the common surface, each lamina has a hemicircular cut that allows the passage of the aorta. The posterior process of the tripus curves around the plate and joins its posterior surface by a ligament.

The third component is made up of the centra. The first centrum is narrow with a short curved transverse process with two strong ligaments. The longest one at its end joins the process with the lower part of the inner surface of the supracleithrum. A second short ligament joins the ventral surface of the transverse process to the lateral face of the pharyngeal process of the basioccipital. The second and third centra are fused. From

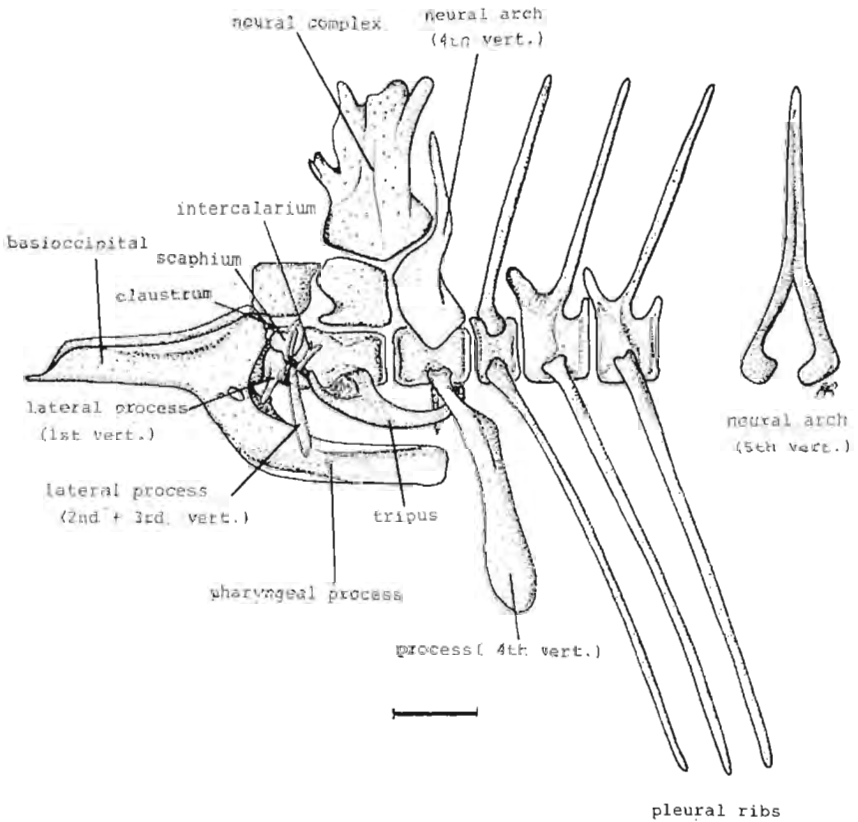


Fig. 12. Weberian apparatus and 5th to 7th vertebrae (left side).

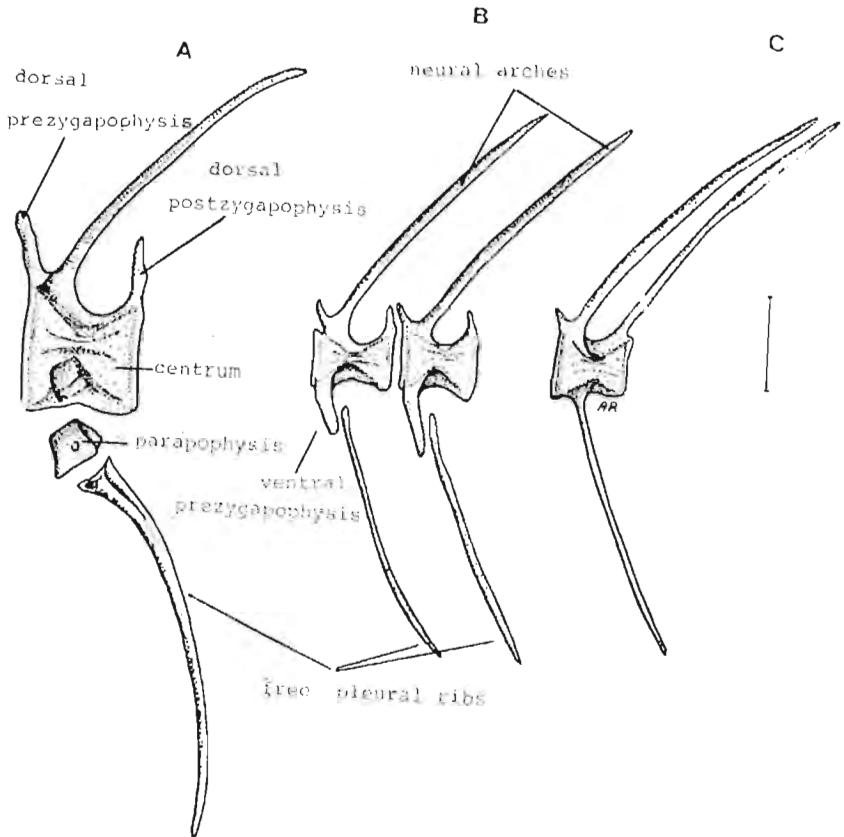


Fig. 13. A. Precaudal vertebra with free rib. B. Two of the last precaudal vertebrae. C. Abnormal caudal vertebra (*Barbus bocagei*) with two neural arches.

its anterior part a long transverse process extends laterally and slightly backward. The fourth centrum has a strong, autogenous process that extends outward, downward and backward.

57. Precaudal vertebrae (Figs. 12 and 13)

The precaudal vertebrae, defined as those lacking a haemal arch and spine, number 21 or 22. The first ones have free parapophyses articulating with the centrum in shallow lateral fossettes. The neural arch of the fifth vertebra (first precaudal) is free, while the remaining are fused to the centra. From the sixth vertebra there are located on the anterodorsal aspect of the centra a pair of well-developed prezygapophyses directed forward and upward. Posteriorly there is also a pair of dorsal postzygapophyses. All the neural arches from the fifth vertebra are directed backwards, leaving a wide space between the fourth and fifth neural spines.

58. Caudal vertebrae (Figs. 13 and 14)

The caudal vertebrae all with haemal arches and spines, are 18 in number including the urostyle.

59. Caudal skeleton (Fig. 14)

The caudal skeleton of fishes comprises the axial elements that support the caudal fin rays.

The caudal skeleton of *Barbus barbus* (= *Barbus fluviatilis*) was first studied by LOTZ (1864), later copied by COPE (1890). Lotz's drawing shows the entire caudal skeleton except for the fin rays. It is clear and accurate, although it differs from ours by the presence of two neural arches in the third preural vertebra; by this vertebra having an expanded haemal spine; and by the parhypural and hypural 1 being fused to the compound centrum. None of these features was found in the thirteen specimens which I studied.

His interpretation and the nomenclature of the caudal elements understandably differ from the modern ones. As an instance, Lotz includes, along with the hypurals, the parhypural, and the expanded haemal arches.

Comparative data on cyprinoid caudal skeletons are few (ROBERTS, 1973. BUHAN (1972) studied the caudal skeleton of 34 species and subspecies of American cyprinids belonging to 14 genera. His main conclusions are:

- (1) the caudal skeleton follows a uniform pattern without notable differences;
- (2) the most common number of upper hypurals is four; and
- (3) the caudal skeleton *per se* lacks taxonomic value.

This same author frequently found neural spines with median plates on their anterior edges. He explained the presence of double neural arches as a splitting of the median plates.

The caudal skeleton of *Barbus bocagei* comprises the following units:

- (1) the fourth preural vertebra (PU₄) with three dorsal procurrent rays resting on the neural spine, although two of these rays are located between the fourth and third last neural spines;
- (2) the third preural vertebra (PU₃) supporting two dorsal procurrent rays and from three to six ventral procurrent rays. Its haemal spine is wider than the preceding ones;
- (3) the second preural vertebra (PU₂) supports two dorsal procurrent rays and one and one simple segmented ray. Its haemal arch and spine, autogenous and expanded, supports three or four segmented rays.

The number of procurrent rays supported by these vertebrae varies slightly in different individuals.

- (4) the compound centrum formed by the fusion of the first preural centrum (PU₁) and two ural centra (U₁ + U₁). The first preural centrum has a neural arch and a short, wide spine.
- (5) a wide and autogenous epural which supports two simple segmented rays. ROSEN and GREENWOOD (1970) found two thin epurals in *Barbus kertenii*, a more primitive condition in relation to that of *Barbus bocagei*.

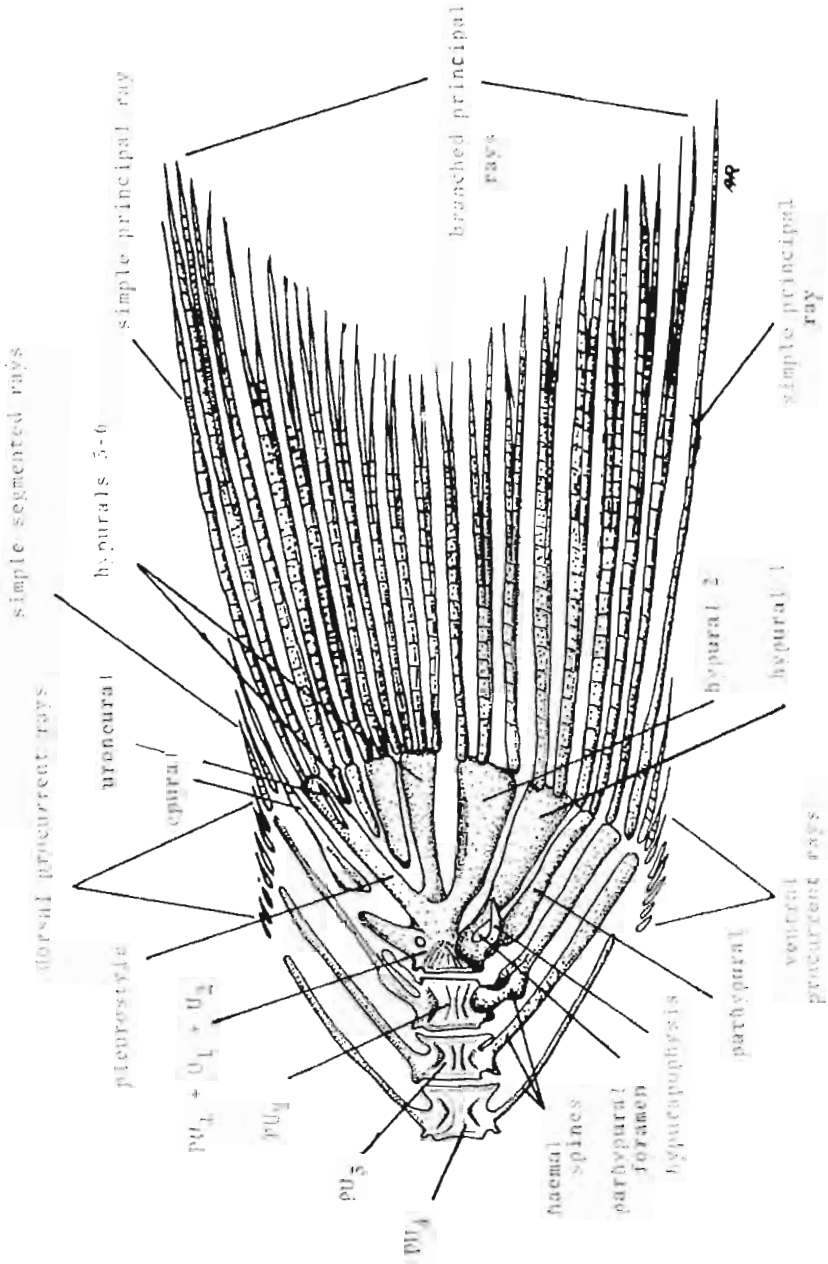


Fig. 14. Caudal skeleton of *Barbus boeagii*.

- (6) the compound centrum extends upward and backward into a wide pleurostyle, as a result of the fusion of two pairs of uroneurals. One simple segmented and one branched ray lean against the pleurostyle.

The caudal skeleton of *Barbus bocagei* belongs to the pleurostylar type, which is characteristic of Clupeidae, Gonorhynchidae and Cypriniformes.

- (7) a pair of uroneurals, small bones that lie on each side of the upper part of the pleurostyle:
 (8) the hypurals (1-6), which are expanded triangular laminae; lying below the compound centrum.

Following GOSLINE (1961), they are numbered from the bottom; their size decreases gradually, the upper ones being the smallest of the series. The hypurals support most of the branchial caudal rays according to the following distribution: H6 with three; H2 with two, and H1 with three rays.

GOSLINE (1961) observed in Cyprinidae the presence of nine branched fin rays associated with hypurals 3, 4, 5 and 6, forming the upper lobe of the tail and eight only in the lower lobe associated with the parhypural and hypurals 1 and 2.

The first hypural and the parhypural are fused at their origin in specimens larger than 30 mm and both together articulate with the compound centrum by a large ball-and-socket joint. In specimens smaller than 30 mm, the parhypural and the hypural 1 are not fused to each other.

A wide diastema, is found between the second and third hypurals, dividing in this way the hypural series into two groups: the lower with hypurals 1 and 2, and the upper with hypurals 3 to 6. Between the first two hypurals there is a small space known as hypural foramen.

AL-JAFERYE *et al.* (1976) report seven hypopleurals (*sic*) in *Barbus luteus* owing to the inclusion of the parhypural in the series. Similarly QASIM and NIAZI (1975) report seven hypurals in *Barbus xanthopterus* and *B. sharpeyi*.

- (9) the parhypural, which represents the haemal arch and spine of the first preural centrum (PU₁) to which it is joined without fusing, immediately precedes the bifurcation, each side branch of the artery runs alongside hypurals 1 and 2.

Close to the vertebral centrum, the parhypural expands on each side into a pointed alar process directed ventroposteriorly named *lateral process* (GREENE and GREENE, 1914) and *hypurapophysis* (NURSALL, 1963). The parhypural and hypural 1 are fused together at their origin, but soon separate forming a wide oval space, the parhypural foramen. This separation gradually narrows and is maintained throughout the length of these bones.

60. Ribs (Figs. 12 and 13)

Barbus bocagei has 20-21 pairs of pleural ribs. The first four vertebrae lack ribs. From the fifth to the 20th or 21st there is, for each vertebra a pair, of pleural ribs. The first thirteen are autogenous but articulated to the parapophyses. The last two to four pairs of ribs are free and shorter than the preceding ones.

An intercostal ligament, directed backward and upward, joins each succeeding rib.

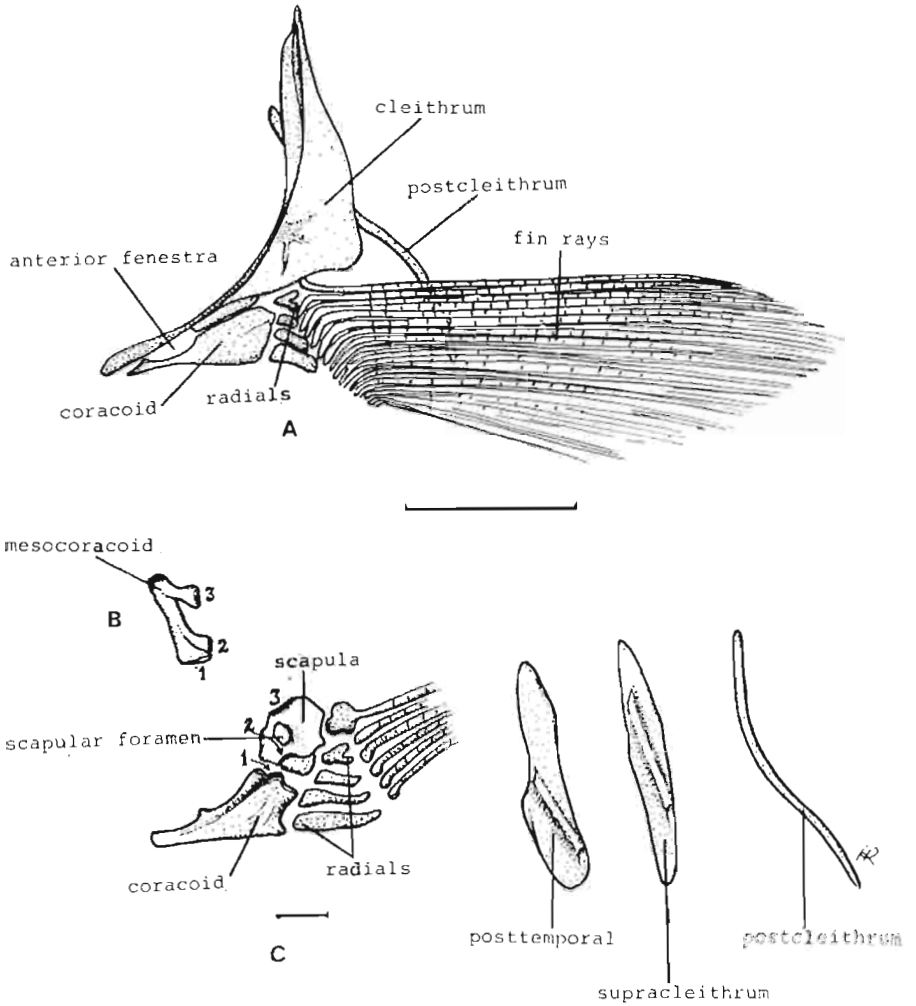


Fig. 15. A. Lateral view (left side) of the pectoral girdle and fin of *Barbus bo-cagei*. B. Mesocoracoid (the numbers refer to its articulations with the scapula and coracoid). C. Inner view (right side) of the pectoral girdle.

Pectoral girdle

61. Posttemporal (Figs. 1 and 15)

The paired posttemporal lies posterior to, and partially covered by, the extrascapular. It in turn covers the pterotic and the supracleithrum. In many teleosts this bone has a

"Y" shape with one branch articulating with the parietal and the other with the pterotic. In *Barbus bocagei*, the pterotic branch is very small, and therefore, its "Y" shape is barely outlined. This bone has also a sensory canal with three pores, the continuation of the posterior branch of the sensory canal of the extrascapular bone.

62. Supracleithrum (Fig. 15)

The paired supracleithrum is a thin and elongate bone covered dorsally by the posttemporal bone and covering in turn, ventrally, the upper part of the cleithrum. A short sensory canal crosses its upper face, as a continuation of the posttemporal sensory canal.

63. Cleithrum (Fig. 15)

The paired cleithrum has a boomerang shape, with both tips bluntly pointed. The scapula and the coracoid contact its medial face. The cleithra, the longest bones of the pectoral girdle, form the posterior border of the gill chamber and are joined ventroanteriorly to form the cleithral symphysis.

64. Postcleithrum (Fig. 15)

Slender bone in the shape of a wide stretched "S", that lies posteromedial to the pectoral girdle and is oriented toward the midline.

65. Scapula (Fig. 15)

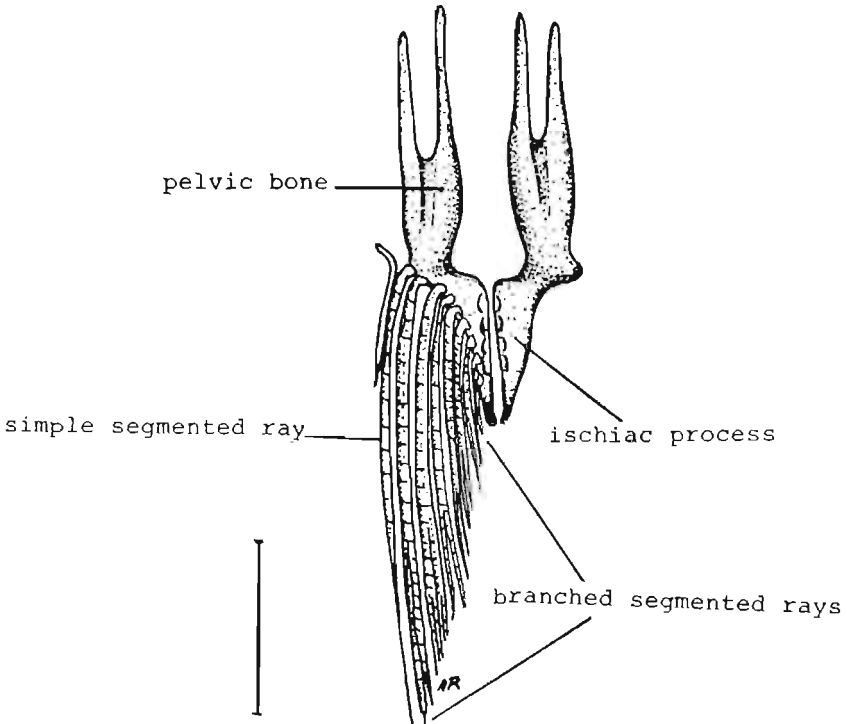


Fig. 16. Dorsal view of the pelvic girdle and fin of *Barbus bocagei*. (Fin rays have been omitted on the right side).

The paired scapula occupies the upper part of the primary pectoral girdle. It articulates anteriorly with the mesocoracoid and the cleithrum; below the coracoid; and posteriorly with two or three radials. The bone is pierced by the scapular foramen.

66. Coracoid (Fig. 15)

The coracoid, a paired laminar bone shaped like a plough blade directed ventrally and forward, joins synchondrally with the scapula above and the cleithrum anteriorly, forming with it a large fenestra. It articulates also with the anterior facet of lower process of the mesocoracoid.

67. Mesocoracoid (Fig. 15)

The mesocoracoid is a paired bone with two processes at an angle with the shaft. Its upper end articulates with the cleithrum; the posterior process and the posterior facet of the lower process join the scapula; and the anterior part of this latter process articulates with the coracoid.

68. Radials and fin rays (Fig. 15)

The four radial bones form a series located posterior to the scapula and coracoid, with which articulate synchondrally, posteriorly they support the fin rays.

The pectoral fin, inserted at a distance equivalent to 21-23% of the total length of the fish from the snout, consistently has 18 rays (I 17). The two hemitrichs that form each ray are asymmetrical, since the outer ones have their bases prolonged and set at a sharp angle in relation to the direction of the ray. The inner hemitrichs are shorter, lacking the basal expansions.

Pelvic girdle and fins

69. Basipterygium (Fig. 16)

The pelvic bones or basipterygia form the whole supporting apparatus of the pelvic fins. They expand anteriorly into two parallel prongs and posteriorly into a triangular flange, the ischiac process. Both pelvic bones are joined medially in a symphysis at the level of the ischiac processes.

The pelvic fin has 18 rays. This number was constant in all 16 specimens studied. On the anterior and outer part of the fin membrane there is a slender bone, the pelvic splint bone, that runs parallel to the rays with its anterior end curved outward.

70. Dorsal fin (Fig. 17)

The dorsal fin has its origin at a point corresponding to 40-45% of the fish's total length from the tip of the snout. It has 18 rays.

The fin is supported by nine pterygiophores of variable shape and size. The pterygiophores are most often included between the 14th and the 24th vertebrae. The first pterygiophore is the largest and only consists of a proximal element formed by two struts joined together by a bony lamina. It supports the three simple rays and it is called a basal pterygiophore by WEITZMAN (1962).

The second pterygiophore, made up of the proximal and distal elements, supports the spiny ray. The remaining pterygiophores, from third to ninth, each have the three typical elements: proximal, medial and distal.

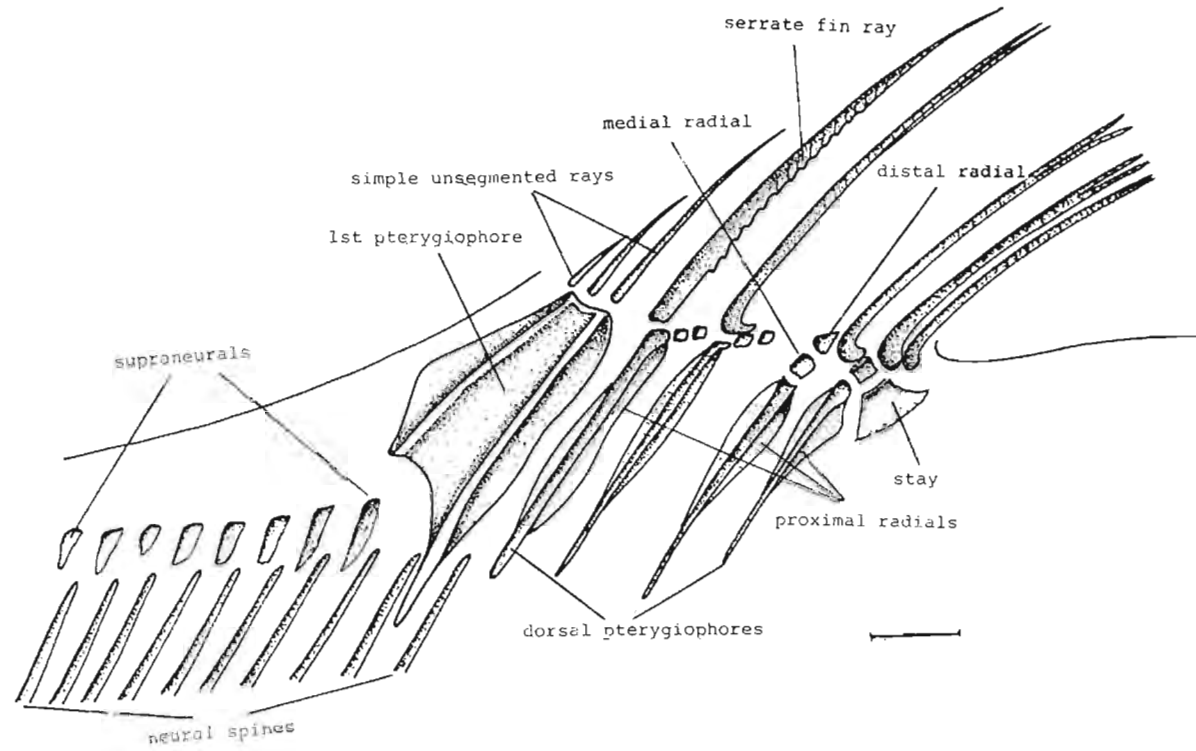


Fig. 17. Pterygiophores and rays of the dorsal fin.

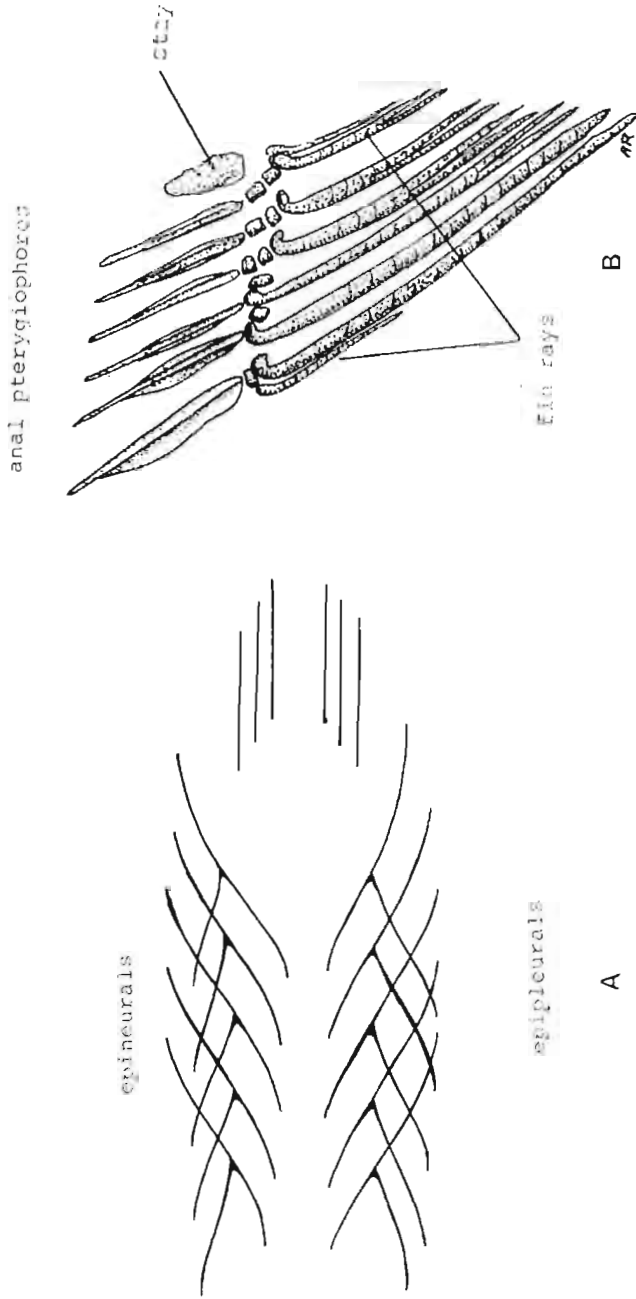


Fig. 18. A. Intermuscular bones. B. Pterygiophores and rays of the anal fin.

The last pterygiophore support the double segmented fin ray. The series ends with a long lamina with arched edges, called the stay.

In front of the dorsal fin there is a series of nine to ten thin triangular laminae, the supraneurals, set individually between the neural spines.

71. Anal fin (Fig. 18)

The anal fin is inserted along the length of the fish at a point corresponding to 46-48% of the fish total length from the snout. It has consistently seven rays (III 4) supported by six pterygiophores. The first three pterygiophores consist of two segments each (proximal and distal radials), while the last three are formed by three elements each (the proximal, medial and distal radials). The first pterygiophore supports two simple segmented rays and each succeeding pterygiophore supports a single ray, except for the last one which supports the last double ray, which for this reason are counted as one. The pterygiophores are invariably inserted between the 30th and the 35th haemal spines. The series is closed by a single triangular lamina, the stay.

72. Caudal fin rays (Fig. 14)

GINSBURG (1945) called attention to the different structure of the caudal fin rays, dividing them into three groups: simple, simple segmented and branched segmented. The caudal fin rays can also be classified into two subdivisions: those forming the upper lobe and those forming the lower half of the tail, the former being more numerous than the latter.

In systematics studies it is a common practice to consider only the largest rays, i.e. the branched ones and the largest simple ray adjacent to them, above and below (HUBBS and LAGLER, 1947). They are referred to as principal rays. Their number in lower ostariophysans is 10 for the upper lobe and 9 for the lower one. In *Barbus bocagei* they are distributed according to the following pattern: 7-9 simple (procurrent rays); 3-4 simple segmented; 9 branched and segmented; 8 branched and segmented; 3-4 simple segmented; and 5-7 simple (procurrent rays). The principal caudal ray count (10-9) agrees with that observed in lower teleosts.

73. Intermuscular bones (Fig. 18)

Between the myomeres of the trunk musculature two series of thin Y-shaped bones set very obliquely are found. The upper set —*epineurals*— has the posterior end directed upward; the lower set —*epipleurals*— has the posterior end directed downward. The last three intermuscular bones in each series are simple and placed horizontally on the caudal peduncle.

SUMMARY

The present work studies the skeleton of *Barbus bocagei*, grouping the bones in anatomical units whenever possible. Each bone is drawn and described in detail, to serve as a possible reference for comparative studies of other species of *Barbus* and allied cyprinids.

RESUMEN

El presente trabajo estudia el esqueleto del *Barbus bocagei* agrupando los huesos en unidades anatómicas, en cuanto ha sido posible. Cada hueso ha sido dibujado y descrito en detalle, para servir de referencia en estudios comparativos con otras especies de *Barbus* o ciprínidos más afines.

RÉSUMÉ

Le squelette de *Barbus bocagei* a été étudié en groupant les os en unités anatomiques, autant que possible. Chaque os a été désigné et décrit en détail, pour servir de référence aux études comparatives d'autres espèces de *Barbus* et cyprinidés semblables.

ACKNOWLEDGEMENTS

I extend my thanks to Lic. J. Lobón-Cerviá, of the Instituto de Zoología Aplicada (Madrid, Spain), who provided the specimens studied in this work, and to Lic. J. Pedro Ramos for the staining of the specimens. I would also like to thank Dr. A. Farrell of Saint Mary's University (Halifax, Canada) for his assistance in improving the original draft.

BIBLIOGRAPHY

- AL-JAFERYE, A. R., M. S. SALEK and A. H. AL RAWI (1976): The osteology of two Iraqi fishes, *Barbus luteus* (Haeckel) and *Silurus triostegus* (Haeckel). *Bull. Nat. Hist. Res. Center* 7 (1): 180-182.
- ALMAÇA, C. (1981): La collection de *Barbus* d'Europe du Muséum national d'Histoire naturelle (Cyprinidae, Pisces). *Bull. Mus. natn., Paris 4e sér.* 3, section A, no. 1: 277-307.
- BUHAN, P. J. (1972): The comparative osteology of the caudal skeleton of some North American minnows (Cyprinidae). *Amer. Midl. Nat.* 88 (2): 484-490.
- COPE, E. D. (1890): The homologies of the fins of fishes. *Amer. Naturalist* 24 (281): 401-423.
- DORNESCO, G. T. and G. SORESCO (1971): Développement de quelques os du neurocrâne chez *Cyprinus carpio* L. *Anat. Anz.* 129: 33-52.
- GINSBURG, J. (1945): Contribution to a methodology in the caudal fin ray count of fishes and its use in classification. *Copeia* 1945 (3): 133-142.
- GOSLINE, W. A. (1961): Some osteological features of modern lower teleostean fishes. *Smithson. Misc. Collect.* 142: 1-42.

- GREENE, C. W. and C. H. GREENE (1914): The skeletal musculature of the king salmon. *U. S. Bur. Fish Bull.* 33: 21-60.
- HARRINGTON, R. W. (1955): The osteocranium of the American cyprinid fish, *Notropis bifrenatus*, with an annotated synonymy of teleost skull bones. *Copeia* 1955 (4): 267-290.
- HOWES, G. J. (1978): The anatomy and relationships of the cyprinid fish *Luciobrama macrocephalus* (Lacépède). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool)* 34 (1): 1-64.
- (1981): Anatomy and phylogeny of the Chinese Major Carps *Ctenopharyngodon* Steind., 1866 and *Hypophthalmichthys* Blkr., 1860 *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool)* 41 (1): 1-52.
- HUBBS, C. L. (1919): A comparative study of the bones forming the opercular series of fishes. *Jour. of Morphol.*, 33 (1): 61-71.
- and K. LAGLER (1947): Fishes of the Great Lakes region. *Granbrook Instit. of Science. Bull.* 26: 1-213.
- LEKANDER, B. (1949): The sensory line system and the canal bones in the head of some ostariophys. *Acta Zoologica* XXX (1-2): 1-131.
- LOTZ, T. (1864): Über den Bau der Schwanzwirbelsäule der Salmoniden, Cyprinoiden, Percoiden und Cataphracten. *Zeit. für Wissensch. (Zool.)* 14: 81-106.
- LOZANO REY, L. (1947): Peces ganoideos y fisóstomos. *Mem. R. Acad. Cienc. Exactas Fis. Nat. Madrid.* II: 1-839.
- MONOD, T. (1968): Le complexe urophore des poissons téléostéens. *Mém. Inst. Fond d'Afrique Noire.* 81: 1-705.
- NELSON, G. J. (1969): Gill arches and the phylogeny of fishes, with notes on the classification of vertebrates. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 141 (4): 476-552. pls. 79-92.
- NURSALL, J. R. (1963): The hypurapophysis, an important element of the caudal skeleton. *Copeia.* 1963: 458-459.
- PATTERSON, C. (1975): The braincase of pholidophorid and leptolepid fishes, with a review of the actinopterygian braincase. *Phil. Tran. R. Soc. (B)* 269: 275-579.
- QASIM, H. H. and A. D. NIAZI (1975): The osteology of *Barbus xanthopterus* and *B. sharpeyi* with special reference to their lateral-line system (Cyprinidae). *Bull. Nat. Hist. Res. Center* 6 (1): 5 pp.
- RAMASWAMI, L. S. (1956): Skeleton of cyprinoid fishes in relation to phylogenetic studies. 7. The skull and Weberian apparatus of Cyprininae (Cyprinidae). *Acta Zool.* 36: 199-242.
- ROBERTS, T. R. (1973): Interrelationships of ostariophysans. In: Interrelationships of fishes. Ed. P. H. Greenwood, R. J. Miles and C. Patterson. *Supp. No. 1. Zool. J. Linnean Society* 53: 373-395.
- ROJO, A. (1976): Osteología de la merluza argentina (*Merluccius hubbsi*, Matini). *Bol. Inst. Esp. Ocean.* 219: 1-63.
- ROSEN, D. E. and P. H. GREENWOOD (1970): Origin of the Weberian apparatus and the relationships of the ostariophysan and gonorhynchiform fishes. *Am. Mus. Novit.* 2428: 1-49.

- SAGEMEHL, M. (1891): Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. III. Das Cranium der Characiniden nebst allgemeinen Bemerkungen über die mit einem Weber'schen Apparat versehen Physostomenfamilien. *Morph. Jahrb.* 10: 1-119, pls 1-2.
- TAYLOR, W. R. (1967): Outline of a method of clearing tissues, with pancreatic enzymes and staining bones of small vertebrates. *Tartar. News.* 45 (12): 308-309.
- VANDEWALLE, P. (1977): Particularités anatomiques de la tête de deux poissons cyprinidés, *Barbus barbus* (L.) et *Leuciscus leuciscus* (L.) Acad. Roy. Belg. Bull. Cl. Sci. 5^e Ser. Tome 58: 63: 469-479.
- WEITZMAN, S. H. (1962): The osteology of *Brycon meli*, a generalized characid fish, with an osteological definition of the family. *Stanford Ichth. Bull.* 8 (1): 1-77; 21 pgs.

(Recibido 29 mar 1985)

El crecimiento del Cacho (*Leuciscus cephalus pyraenaicus* Günther, 1862) en el río Jarama (cuenca del Tajo)

JAVIER LOBÓN-CERVIÁ *

ADOLFO DE SOSTOA **

* Museo Nacional de Ciencias Naturales. C.S.I.C. José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid

** Departamento de Zoología (Vertebrados). Facultad de Biología.

Universidad de Barcelona. 08048 Barcelona.

INTRODUCCIÓN

En contraposición a la abundante información existente en la literatura sobre la biología de las poblaciones europeas de Cacho (*Leuciscus cephalus* L.), información que, al menos, incluye aspectos como el crecimiento (PHILIPPART 1972, MANN 1976, LYBOSVARSKY y BARUS 1978, NARDI 1980, VITALI y BRAGHIERI 1981 y referencias), la reproducción y el desarrollo embrionario (PENAZ 1968, HELLAWELL 1971a, MANN 1976) y la alimentación (HELLAWELL 1971b), no hay datos sobre las poblaciones de la Península Ibérica, área geográfica en la que se encuentran representadas tres sub-especies (LOZANO REY 1935, DOADRIO *et al.* 1985). En lo que concierne a estas poblaciones ibéricas contamos, tan sólo, con algunas observaciones biométricas hechas sobre la población del río Guadalhorce por ROMERO (1981-82), con información sobre la dinámica de las poblaciones del río Jarama (LOBÓN-CERVIÁ y PENCZAK 1984) y con el análisis sistemático y biogeográfico desarrollado recientemente por DOADRIO (1984).

Por ello publicamos este trabajo, cuyo principal objetivo es describir el crecimiento de la población del río Jarama, así como la escalimetría utilizada en la determinación de edad.

AREA DE ESTUDIO, MATERIAL Y MÉTODOS

La población estudiada se encuentra en el tramo medio del río Jarama, por encima de su confluencia con el río Lozoya, en la provincia de Guadalajara (Castilla-La Mancha). Los ejemplares fueron capturados a lo largo de los años 1980 y 1981, con un motor de pesca eléctrica a corriente continua, con el que trabajamos a unos 250-400 V y 1-2,5 Amp. Tras su captura, los ejemplares fueron fijados en formol (5-8%) y transportados al laboratorio donde se procedió a tomar las variables estudiadas.

Las escamas utilizadas para determinar la edad, aproximadamente 6 de cada uno de los 321 ejemplares estudiados, se obtuvieron de la zona medio-posterior del cuerpo, por encima de la línea lateral. Su análisis se llevó a cabo, tras ser limpiadas en NaOH (10%), proyectándolas en un estereo-microscopio con cámara-clara a 25 X.

La longitud de los ejemplares a que nos referimos a lo largo de este trabajo es la longitud standard (desde el punto exterior del hocico hasta el final de la cobertura de las escamas); en cualquier otro caso, se menciona. Entendemos por clases de edad 0+, 1+, 2+... etc. al conjunto de individuos que teniendo 0, 1, 2... etc. años, no han alcanzado todavía el año sucesivo (1, 2, 3... etc.). De esta manera, la clase 0+ incluye a los individuos desde que nacen hasta que cumplen un año y así sucesivamente.

Una mayor información sobre las características del río Jarama y los métodos generales aquí utilizados, pueden verse en LOBÓN-CERVIÁ y PENČAK (1984).

RESULTADOS

1.—Formación de anillos de crecimiento

El análisis de las escamas de las clases de edad 1+ y $\geq 2+$, muestra que la formación de los anillos anuales (anuli) se produce, fundamentalmente, en abril (Fig. 1), apareciendo antes en las clases $\geq 2+$ que en la 1+. De hecho, mientras el 90% de los individuos de las clases $\geq 2+$ muestran ya el anillo formado el día 25 de abril —frente a ninguno a principios del mismo mes (día 4)— en la clase de edad más joven, solamente el 20% exhibe los anuli en la misma fecha. Un mes después, sobre el 20 de mayo, el porcentaje de individuos $\geq 2+$ con los anuli formados se mantiene, mientras que en la clase 1+, éstos aumentan del 20 al 50%. A finales de junio, todos los individuos estudiados presentan ya los anillos perfectamente formados y visibles en las escamas (Fig. 1).

La observación general de la estructura visible de las escamas pone de manifiesto que estos anuli, indicadores de un crecimiento anual, tiende a aparecer en tres formas distintas. La primera de ellas y más general, se hace patente al cam-

biar de ángulo (sobre el eje mayor de la escama) las estrías correspondientes al crecimiento de un año, de las correspondientes al año anterior que suelen aparecer más juntas que las primeras. La segunda forma en la que suelen aparecer consiste en un entrecruzamiento de estrías discontinuas en la zona medio-posterior de la escama. La tercera, al hacerse visibles canales transparentes sin estrías entre las estrías correspondientes a dos períodos de crecimiento consecutivos. En cualquier escama en particular, los anuli pueden presentarse de una o varias de estas formas.

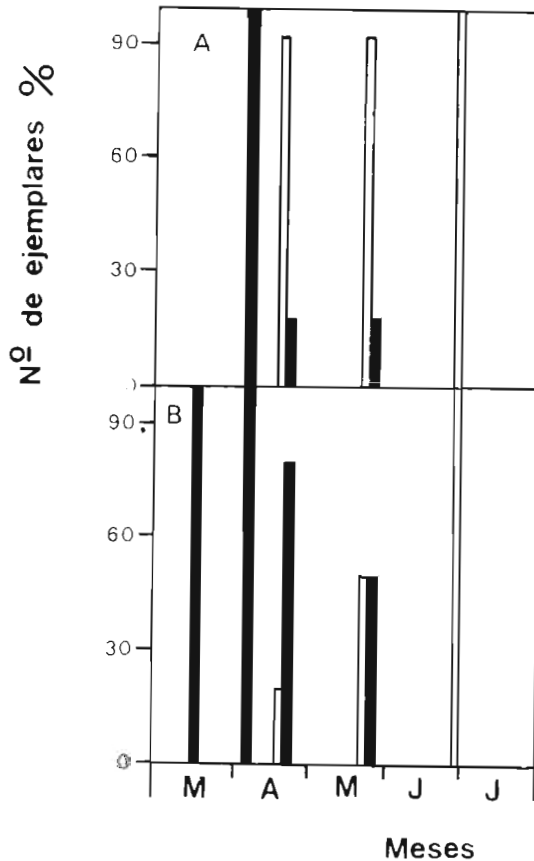


Fig. 1. Tiempo de aparición de los anuli en las escamas. A) ejemplares de la clase 1+ que cumplen su segundo año; B) ejemplares de las clases $\geq 2+$. Barras oscuras=ejemplares que todavía no han formado el anulo; Barras claras=ejemplares con los anuli visibles.

El primer anulo (primer año) apareció, en las escamas que estudiamos, muy cerca del foco de la escama aunque, en general, fue fácilmente reconocible siguiendo la pauta de la primera de las formas mencionadas anteriormente. En el 1,5 % de los ejemplares ≥ 2 años, este primer anillo, además, no era visible debido al engrosamiento de la zona focal de las escamas. En estos casos, la determinación correcta de la edad, se llevó a cabo comparando estas escamas con las de ejemplares de longitudes y sexos iguales.

2. Crecimiento

Las longitudes pretéritas correspondientes a cada edad (años) se han obtenido en base a retro-cálculo. Con este fin y tras representar gráficamente las longitudes de los ejemplares (L) frente a las longitudes de los radios de sus escamas (L_r), hecho que llevó a orientarnos sobre el modelo que sería más apropiado para su ajuste, probamos matemáticamente varios hasta elegir el mejor de ellos (mejor correlación, menor diferencia de cuadrados) que resultó ser potencial (Fig. 2), tomando la forma:

$$L_r = 2.729 L_r^{0,922} \quad (r=0.97, P<0,01)$$

en consecuencia, el retro-cálculo se llevó a cabo sobre:

$$L' = L \left(\frac{L_r^{0,922}}{L_{r1}} \right)$$

donde L' representa la longitud esperada en el radio L_{r1} y L y L_{r1} la longitud y el radio del ejemplar en el momento de la captura.

Las longitudes obtenidas para cada edad y sexo se muestran en el Cuadro 1. En ella se puede ver que el crecimiento de los machos es menor que el de las hembras especialmente desde los tres años y que la esperanza de vida de éstas es mayor (6 años frente a 5).

Con los valores medios obtenidos para cada edad hemos estimado las constantes de la ecuación de crecimiento teórico en longitud de von Bertalanffy (BERTALANFFY 1957) que son, la longitud infinita (L_∞), la tasa de crecimiento (K , cf. catabolismo) y una tasa anabólica general (E , cf. anabolismo) que se obtiene al multiplicar ambos parámetros ($E = \infty \cdot K$). Dichas constantes se han estimado a partir de las gráficas de Ford-Walford cuyo desarrollo puede verse en RICKER (1975). Los valores obtenidos se muestran en el Cuadro 2, junto a las correspondientes a otras poblaciones europeas. Para esta comparación hemos te-

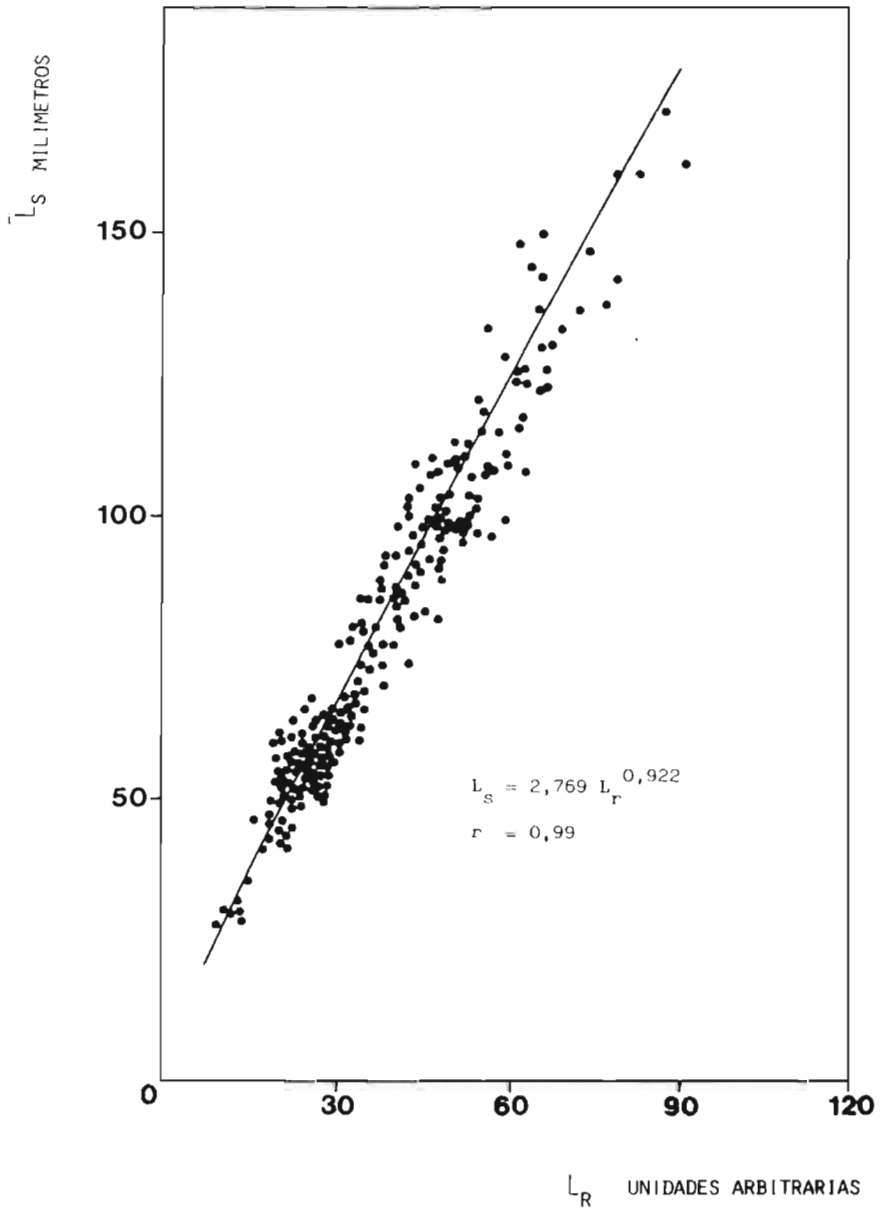


Fig. 2. Relación entre las longitudes de los radios de las escamas (L_r) y las longitudes de los peces (L).

Cuadro 1

Longitudes (mm) retro-calculadas para machos y hembras de la población de *L. cephalus* del río Jarama. N_i =número de ejemplares estudiados, L_s =longitud standard y L_f =longitud furcal.

Edad en la captura	N_i	Longitudes en cada edad					
		I	II	III	IV	V	VI
I+	52	26,7					
II+	43	26,0	56,0				
III+	44	26,1	55,7	85,3			
IV+	7	23,6	50,5	80,0	108,2		
V+	1	23,6	43,0	79,7	105,0	121,6	
Media	164	L_s	25,2	51,3	81,7	106,6	121,6
		L_f	29,0	58,0	89,4	116,1	132,0
Incremento			29,0	31,4	26,7	15,9	
MACHOS							
I+	55	27,7					
II+	48	25,9	55,7				
III+	45	25,1	55,5	90,8			
IV+	18	27,1	56,6	89,6	124,3		
V+	8	23,0	49,2	77,7	116,6	126,0	
VI+	?	28,8	53,1	103,3	123,5	145,2	158,6
Media	174	L_s	26,3	54,0	90,3	121,5	135,6
		L_f	30,2	59,9	98,7	132,0	147,0
Incremento			29,7	38,8	33,3	15,0	24,6
HEMBRAS							

nido que transformar las longitudes furcales (L_f y totales L_t) dadas por otros autores en longitud standard (L_s), transformación que se ha llevado a cabo sobre las ecuaciones:

$$L_t = 2,104 + 1,069 \cdot L_s \quad (r=0,99, P<0,01)$$

$$L_t = -0,277 + 0,934 \cdot L_f \quad (r=0,99, P<0,01)$$

$$L_f = -2,194 + 0,873 \cdot L_s \quad (r=0,99, P<0,01)$$

obtenidas para nuestra población.

Los pesos para cada edad se han obtenido a partir de las relaciones longitud

Cuadro 2

Longitudes infinitas (L_{∞}) y coeficientes de von Bertalanffy (E y K) obtenidas a través de las gráficas de Ford-Walford para varias poblaciones europeas de *L. cephalus*.

	Río	Sexo	E	K	L_{∞}
(a)	Jarama *	machos	39,6	0,16	246
		hembras	40,2	0,11	333
(b)	Stour	machos	83,2	0,19	438
		hembras	77,9	0,15	519
(c)	Welland	machos	50,6	0,11	460
		hembras	55,0	0,11	500
(c)	Lugg	machos	104,5	0,27	387
		hembras	59,4	0,11	540
(d)	Rokytná	machos	57,4	0,15	383
		hembras	44,7	0,05	860
(e)	Jihlava	machos	41,1	0,14	298
		hembras	39,0	0,08	455
(f)	Po **	machos	145,7	0,38	386
		hembras	110,1	0,24	453
(g)	Orava	comb.	63,8	0,15	425
(h)	Vistula	"	74,5	0,12	621
(i)	Ourthe	"	82,2	0,16	514
(i)	Berwine	"	61,5	0,15	410
(j)	Staffora	"	50,4	0,17	292

(a) datos propios, (b) MANN (1976), (c) HELLAWELL (1971a), (d) LIBOSVARSKY y BARUS (1978), (e) LOSOS, PENAZ y KUBICKOVA (1980), (f) VITALI y BRAGHIERI (1984), (g) KIRKA (1965), (h) BACKIEL (1971), (i) PHILIPPART (1972), (j) NARDI (1980).

* Correspondiente a la subespecie *L. c. pyraenacus*

** Correspondiente a la subespecie *L. c. cabeda*.

(L,cm)-peso (W,g). Ambas variables están relacionadas de forma potencial, bajo la ecuación:

$$L = a W^b$$

donde las constantes a y b se han estimado bajo la forma lineal:

$$\text{Log } L = \text{Log } a + b \cdot \text{Log } W$$

recta que ha sido ajustada por los métodos funcional y predictivo (F y P, sensu RICKER 1975). Las pendientes de ambas rectas (b y v) obtenidas en cada ajuste están relacionadas a través del coeficiente de correlación (r) de manera que:

$$r = b/v$$

y los errores standard de ambas pendientes tienen el mismo valor, obteniéndose de la forma:

$$S_e = S_b = \sqrt{\frac{v^2(1-r^2)}{N-2}}$$

donde $v^2 = \Sigma y^2 / \Sigma x^2$; $x = L - \bar{L}$ e $y = W - \bar{W}$, siendo $N-2$ los grados de libertad.

Las regresiones resultantes obtenidas para tres meses del año (abril, julio y diciembre) en la clase 0+ y para el total anual de machos y hembras $\geq 2+$, se presenta en el Cuadro 3, de donde se induce que las hembras alcanzan un mayor peso que los machos para cualquier longitud.

Cuadro 3

Relaciones longitud (L) - peso (W) obtenidas a partir de $\text{Log } W = \text{Log } a + b \cdot \text{Log } L$ para *L. cephalus* del río Jarama. S_b = error standard de b. N_e = ejemplares estudiados.

	Log a	b	S_b	A*	N_e
Clase 0+					
Abri ^l	-5,678	3,396	0,079	P	98
	-5,813	3,482		F	
Julio	-5,540	3,473	0,084	P	46
	-5,601	3,517		F	
Diciembre	-5,662	3,553	0,093	P	40
	-5,729	3,599		F	
Machos y hembras $\geq 1+$					
Hembras	-2,0180	3,2021	0,293	F	61
	-1,5430	2,7355		P	
Machos	-2,0562	3,2021	0,211	F	76
	-1,7761	2,9119		P	

* A = Ajustes predictivo (P) y funcional (F).

3.—Proporción de sexos

El sexo de los ejemplares ≥ 5 cm se determinó "de visu", i.e. abriendo la cavidad peritoneal y visualizando las gónadas, o bien incluyendo preparaciones de tejido gonadal y estudiándolas bajo microscopio.

Tomando la población como un conjunto, las hembras dominan esta proporción (60,1 frente a 39,9 % de machos) y un chi-cuadrado muestra que esta

diferencia es significativamente distinta ($P < 0.05$) de la paridad (1:1). No obstante, con respecto a la longitud de los individuos —y en último término con respecto a la edad— esta proporción depende del intervalo, siendo mayor cuando aumenta la longitud (edad). De esta manera, entre los 8 y los 12 cm, un chi-cuadrado no muestra diferencias con la paridad. Entre los 12 y los 15 cm dominan las hembras significativamente y a partir de este tamaño no aparecen machos, poniendo en evidencia una mayor mortalidad por parte de éstos.

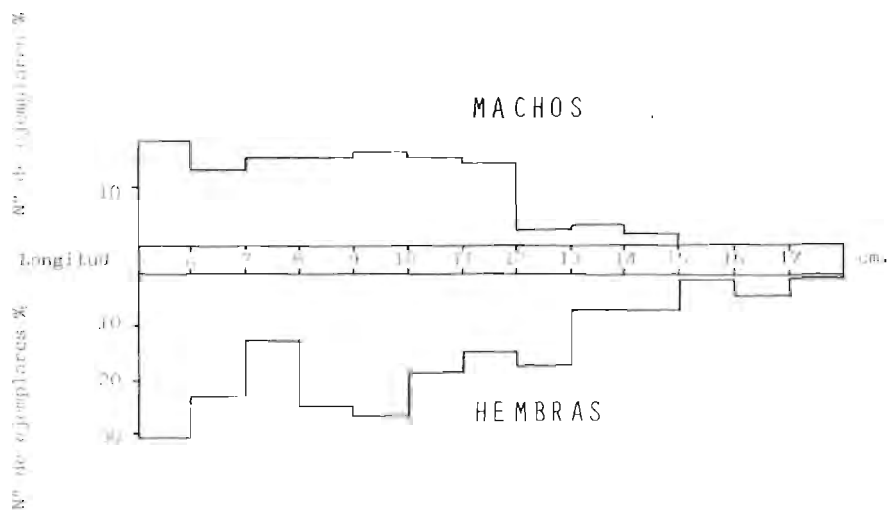


Fig. 3. Proporción de sexos en la población de *L. cephalus* del río Jarama con respecto a la longitud (cm). Para mayor información ver texto.

DISCUSIÓN

La formación de anillos anuales (anuli) en la población del río Jarama parece producirse con cierta anterioridad a la de otras poblaciones europeas. De hecho, mientras HOLCIK (1966) encuentra que todos los individuos de la clase 3 de la población del embalse Klicava (Checoslovaquia) aparece con los anuli visibles en las escamas entre el 27 y el 30 de mayo, CRAGG-HINE y JONES (1969) sugieren el periodo mayo-junio para los individuos estudiados del Willow Brook, periodo de tiempo que incluye el observado por MANN (1976) en el río Stour (mediados de mayo-mediados de junio). La única población que presenta un periodo similar al de nuestro río es la población de Rokytná (Checoslovaquia) sobre la que PROKES *et al.* (1977) encuentran que los dos primeros anuli se forman en los

primeros veinte días de mayo mientras que los terceros y posteriores lo hacen a finales de abril y a lo largo de mayo (LYBOSVARSKY y BARUS 1978), es decir, con una tendencia a que los individuos mayores formen antes los anuli como ocurre en el río Jarama.

Precisamente esta última población mencionada es la única que también exhibe una tasa de crecimiento similar a la del río Jarama, alcanzando los 3 cm en el primer año y los 13,6 cm en el quinto, aunque la esperanza de vida de esta población es francamente mayor (10 años frente a 6 en el Jarama).

Por otro lado, no parece cierto, como sugiere ROMERO (1981-82), que la tasa de crecimiento de las poblaciones europeas de *L. cephalus* se reduzca en un gradiente longitudinal norte-sur. Así lo indica el observar que tanto en Inglaterra como en Polonia aparecen poblaciones que alcanzan los 4,4 cm (longitud furcal) en el primer año de vida (MANN 1976, LEWANDOWSKA-JARZYNOWA 1969) mientras que en el río Matarranya (cuena del Ebro) alcanzan los 7 cm (CASALS 1985). Varios resúmenes sobre el crecimiento de estas poblaciones pueden verse en el Cuadro 2, MANN (1976) y LYBOSVARSKY y BARUS (1978). Una explicación más allá, a estas variaciones en las tasas de crecimiento hay que buscarlas en las características térmicas del agua y en las estrategias demográficas de las poblaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- BACKFEL, T. (1971): Production and food consumption of predatory fish in Vistula River. *J. Fish Biol.* 3: 369-405.
- BERTALANFY, L. VON (1957): Quantitative laws in metabolism and growth. *Q. Rev. Biol.* 32: 217-231.
- CASALS, F. (1985): Biología i ecología de *Leuciscus cephalus cephalus* (L., 1758) en el riu Matarranya. Mem. Licenc. Universidad de Barcelona.
- CRAGG-HINE, D. y J. W. JONES (1969): The growth of Dace *Leuciscus leuciscus* (L.), Roach *Rutilus rutilus* (L.) and Chub *Squalius cephalus* (L.) in Willow Brook, Northamptonshire. *J. Fish Biol.* 1: 59-82.
- DOADRIO, I. (1984): *Relaciones filogenéticas y biogeográficas de los Barbus (Barbus, Cyprinidae) de la Península Ibérica y aportes corológicos y biogeográficos a su ictiofauna continental*. Tesis Doct. Univer. Comp. de Madrid.
- DOADRIO, I., J. LOBÓN-CERVIÁ y A. DE SOSTOA (1985): The Chub (*Leuciscus cephalus cephalus* L., 1758) in the Iberian Peninsula. *Cybiun* 9 (4): 410-411.
- HELLAWELL, J. M. (1971a): The autoecology of the Chub *Squalius cephalus* (L.) of the River Lugg and the Afon Llynfi. I. Age determination, population structure and growth. *Freshw. Biol.* 1: 29-60.
- Donaña, Acta Vertebrata, 14, 1987

- (1971b): The autoecology of the Chub, *Squalius cephalus* (L.) of the River Lugg and the Afon Llynfi. III. Diet and feeding habits. *Freshw. Biol.* 1: 369-387.
- HOLCIK, J. (1966): Annulus formation on the scales of six fish species from the Klicava Valley Reservoir (Czechoslovakia). *Vest. cesk. spol. zool.* 31 (2): 159-161.
- KIRKA, A. (1965): Vek a rest jalca hlavateho *Leuciscus cephalus* (L.) v Oravskej piehrade a v jej povodi. *Zool. listy* 14: 235-250.
- LEWANDOWSKA-JARZYNOWA, B. (1969): Growth rate and biometric characteristics of Chub (*Leuciscus cephalus* (L.)) from the rivers Tanew, Wirowa and Bukowa. *Roczn. Nauk roln.* 91: 361-383.
- LOBÓN-CERVIÁ, J. y T. PENCZAK (1984): Fish production in Jarama River, Central Spain. *Hol. Ecol.* 7: 128-137.
- LOZANO-REY, L. (1935): Los peces fluviales de España. *Mem. R. Acad. Cienc. Exact. Fis. y Nat.* 5: 1-390.
- LYBOSVARSKY, J. y V. BARUS (1978): Computed growth and survival of Chub, *Leuciscus cephalus* from the Rokytná stream. *Acta Sc. Nat. Brno* 12 (7): 1-45.
- MANN, R. H. K. (1976): Observations on the age, growth, reproduction and food of the Chub, *Squalius cephalus* (L.) in the River Stour, Dorset. *J. Fish Biol.* 8: 265-288.
- NARDI, P. A. (1980): Osservazioni sulla ecologia di *Leuciscus cephalus* (L.) cabeda Risso (Cyprinidae, Osteichthyes) nel torrente staffora. *Atti V Conv. Gr. "G. Gadio"*. Varese. págs. 73-94.
- PENAZ, M. (1968): Development of the Chub, *Leuciscus cephalus* (Linnaeus, 1758) in the posthatching period. *Zool. listy* 17 (3): 269-278.
- PHILIPPART, J. C. (1972): Age et croissance du Chevaîne, *Leuciscus cephalus* (L.) dans L'Ourthe et la Berwinc. *Ann. Soc. Roy. Zool. Belg.* 102: 47-82.
- PROKES, M., J. LIBOSVARSKY y V. BARUS (1977): Scale growth in juvenile Chub, *Leuciscus cephalus* from the Rokytna stream. *Folia zool.* 26 (3): 277-288.
- RICKER, W. E. (1975): Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Fish. Res. Bd. Can. Bull.* 191.
- ROMERO, J. (1981-82): Observaciones biométricas sobre *Leuciscus cephalus pyraenaicus* Günther (1868) (Pisces, Cyprinidae) del río Guadalhorce (Málaga). *Mon. Trab. Zool.* 3-4: 41-47.
- VITALI, R. y L. BRAGHERI (1984): Population dynamics of *Barbus barbuis plebejus* (Valenciennes) and *Leuciscus cephalus cabeda* (Risso) in the middle Po (Italy). *Hydrobiol.* 109: 105-124.

(Recibido 3, ene. 1986)

Contribución al estudio de la bermejuela, *Rutilus arcasi*, Steindachner 1866 de la cuenca del Júcar (Osteichthyes: Cyprinidae) I. Morfometría

ALFONSO ROJO * y PEDRO RAMOS **

* *Biology Department, Saint Mary's University, Halifax, N.S. Canada B3H 3C3*

** *NANTA. Vista Alegre 4 y 6. Madrid (Spain)*

INTRODUCCIÓN

La bermejuela, *Rutilus arcasi*, STEINDACHNER, 1866, es una especie endémica de la Península Ibérica.

ALMAÇA (1964, 1976 y 1978) y el trabajo anónimo (1952) del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias establecen que la distribución de la bermejuela se limita a las cuencas del Miño, Duero, Tajo, Guadiana y Júcar, además de otras de ríos menores, pero incluidas en ellas, especialmente en Portugal (ríos Mondego, Vouga, etc). Las muestras estudiadas por los autores mencionados hasta ahora corresponden a las cuencas del Miño, Duero y Tajo. Nuestra muestra, de la cuenca del Júcar, es a nuestro entender la primera muestra estudiada de una cuenca que vierte en el Mediterráneo (Fig. 1).

MATERIAL Y MÉTODOS

La muestra de 150 bermejuelas (33 machos y 117 hembras), se pescó en una hoya de unos 10 m de longitud por unos 3 de anchura del río Gritos, pequeño afluente del embalse de Alarcón, a su paso por Valeria en la provincia de Cuenca. Los ejemplares, capturados con anzuelo el 12 y 13 de julio de 1982, tienen una longitud total comprendida entre 37 y 103 mm. Los ejemplares fueron preservados en formol al 10 % y me-

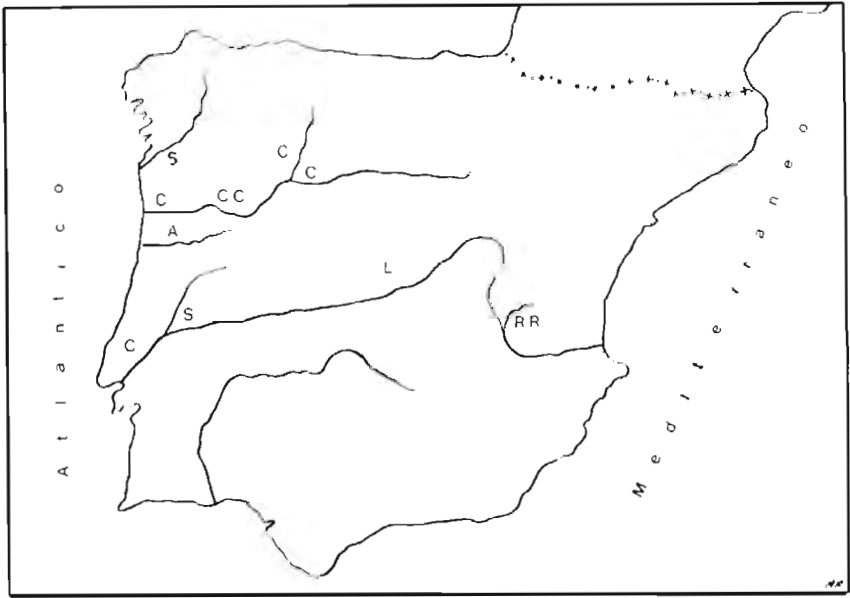


Fig. 1. Cuencas fluviales cuyas poblaciones de bermejuela han sido comparadas en el presente trabajo. (Las letras indican los autores). A. Almaça (Vouga). C. Collares-Pereira (Duero y Tajo). CC. Collares-Pereira y Coelho (Duero). L. Lobón-Cerviá *et al.* (Tajo). RR. Rojo y Ramos (Júcar). S. Steindachner (Miño y Tajo).

Basins of bermejuela populations which have been compared in the present work. (The initials represent the authors).

dados posteriormente con un calibrador con una aproximación de 0,1 mm. Todos los cálculos fueron hechos sobre los datos originales, es decir sin agruparlos en clases, con el programa ordenador RSTS V7 0-07 MINITAB III.

De cada ejemplar se tomaron 14 medidas (fig. 2) definidas en un trabajo anterior (ROJO y RAMOS, 1982): estas medidas son las longitudes total (LT), furcal (LF), estándar (JE), de la cabeza (LA), predorsal (LPD), preanal (LPA) y la del pedúnculo caudal (LPC), altura máxima del cuerpo (AMC) y mínima del pedúnculo caudal (AMPC), anchura de la cabeza (AC), distancia interorbitaria (DI), diámetro del ojo (DO), longitud del tronco (LTr) y longitud caudal (L Caudal).

En estudios puramente biológicos es costumbre utilizar la longitud estándar como término de referencia para otras variables lineales. Sin embargo, la tendencia moderna es utilizar la longitud total. En trabajos de biología pesquera, las longitudes total y furcal son las preferidas. Por ello hemos calculado las ecuaciones de regresión entre estas tres variables, con el fin de que puedan ser utilizadas para convertir una en otra cuando se quiera comparar los resultados de diferentes investigadores.

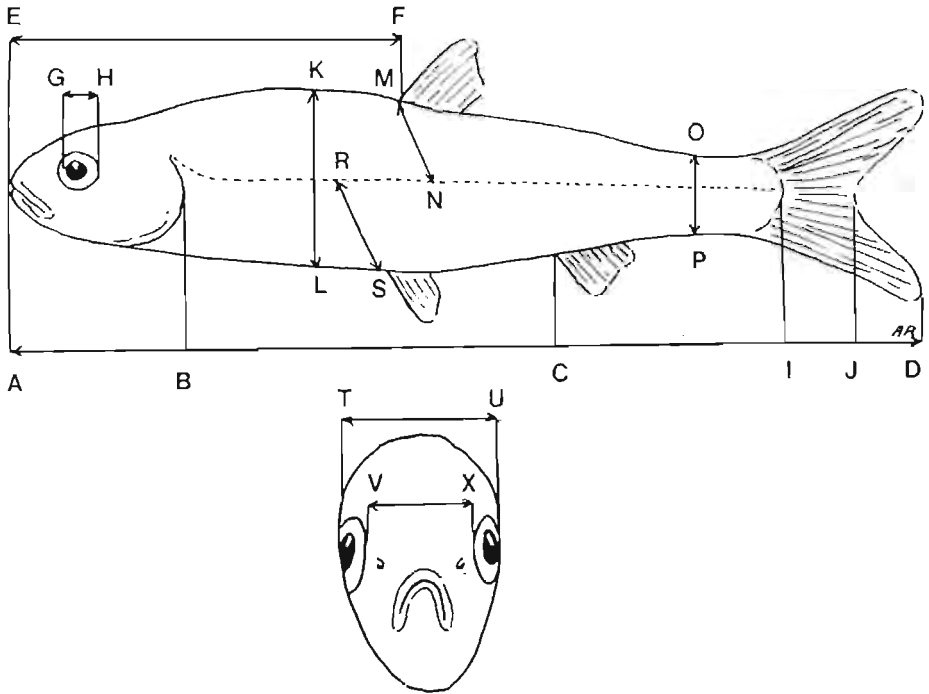


Fig. 2. Variables morfométricas estudiadas. Longitud total (AD); longitud de la furca (AJ); longitud estándar (AI); longitud de la cabeza (AB); longitud predorsal (BF); longitud preanal (AC); altura máxima del cuerpo (KL); anchura de la cabeza (TU); alt. máx. del pedúnculo caudal (OP); diámetro del ojo (GH); distancia interorbitaria (VX); línea transversal superior (MN) y línea transversal inferior (RS).

Morphometric variables studied: total length (AD); fork length (AJ); standard length (AI); head length (AB); predorsal length (BF); preanal length (AC); maximum height of body (KL); head width (TU); maximum height of caudal peduncle (OP); eye diameter (GH) interorbital distance (VX); superior transversal row (MN) and inferior transversal row (RS).

Los índices o porcentajes calculados son los siguientes:

$(LC \times 100) / LT$; $(LPD \times 100) / LT$; $(LPA \times 100) / LT$; $(APC \times 100) / LT$ y $(LPD \times 100) / LPA$

Para el estudio de los caracteres merísticos se tiñeron los ejemplares con alizarina según el método Taylor (1967). Estos caracteres fueron contados bajo microscopio estereoscópico a 30 aumentos.

RESULTADOS

Las longitudes total, furcal o estándar, son características genético-ambientales que pueden usarse para distinguir agregados animales hasta el nivel de subespecie cuando se comparan individuos de la misma edad.

Junto con la longitud se pueden considerar otras dimensiones lineales que aunque no dependientes de ella causalmente, guardan, sin embargo, una relación que es típica para diversos niveles de agregación (población, subespecies y especie).

En el cuadro 1 se dan los valores de los principales parámetros (rango, media, desviación estándar y coeficiente de variación separadamente para machos, hembras y total). El rango de la muestra es de 37,0 a 103,3 mm, mayor que el de otras muestras estudiadas, si exceptuamos las de COLLARES-PEREIRA (1979) y COLLARES-PEREIRA y COELHO (1983). Esta observación ha de tenerse en cuenta al comparar los resultados de muestras más homogéneas, como la de LOBÓN-CERVÍÁ *et al.* (1985) con rango de 7,0 mm (116,2-123,2) solamente.

Los coeficientes de correlación son en los tres casos muy elevados. Estas ecuaciones y coeficientes para cada sexo y para el total de la muestra se dan en el cuadro 2.

Las dimensiones lineales absolutas de los machos en nuestra muestra han quedado siempre incluidas entre los límites extremos de las hembras, excepto en el umbral inferior de la longitud del tronco. Del mismo modo que en otras muestras estudiadas por diferentes autores, las hembras predominan en las clases de las tallas mayores.

Una prueba de significación entre las medias de los machos y de las hembras para las 14 dimensiones tomadas han dado valores altos de "t", de donde se deduce que existe una diferencia significativa entre machos y hembras para todas estas variables al nivel de $P=0.001$. Los valores de "t" obtenidos para cada variable se indican entre paréntesis: TL (5,082); LF (5,084); LE (5,166); LC (4,876); LPD (5,722); PA (5,953); LPC (4,210); AMC (5,984); AMPC (4,839); AC (4,875); DI (5,236); DO (5,075); LTr (6,09) y LCaudal (3,211).

Esta diferencia es tanto más marcada cuanto que los valores actuales de la muestra masculina quedan dentro de los de la femenina. No ha habido, pues, influencias debidas a tamaños extremos de los machos, como hubiera ocurrido en caso de haber machos muy pequeños o mayores que las hembras. Es decir que la diferencia es biológicamente significativa y no solamente matemática.

Cuadro 1

Parámetros principales de las 14 variables estudiadas. (X=media; D.E.=desviación estándar; C.V.=coeficiente de variación).
 Main parameters of the 14 variables studied. (X=mean; D.E.=standard deviation; C.V.=coefficient of variability).

Variable	MACHOS N=33			HEMBRAS N=117			TOTAL N=150		
	Rango	X±D.E.	C.V.	Rango	X±D.E.	C.V.	Rango	X±D.E.	C.V.
LT	42,3-92,3	68,17±14,14	20,67	37,0-103,3	82,33±12,90	15,67	37,0-103,3	79,20±14,40	18,18
LF	38,7-85,3	62,87±13,33	21,14	34,9- 96,6	76,14±12,06	15,84	34,9- 96,6	73,20±13,49	18,44
LE	34,4-76,6	56,62±12,11	21,38	31,1- 88,7	68,99±11,10	16,09	31,0- 88,7	66,27±12,70	18,70
LC	9,2-18,2	13,87± 2,71	19,54	8,0- 20,9	16,44± 2,43	14,78	8,0- 20,9	15,87± 2,70	17,00
LPD	17,7-38,9	29,12± 5,99	20,57	17,6- 46,1	35,99± 5,59	15,53	17,6- 46,1	34,47± 6,34	18,39
LPA	22,8-50,7	37,69± 7,73	20,51	21,4- 61,2	47,43± 7,74	16,32	21,4- 61,2	45,28± 8,71	19,29
LPC	6,5-17,0	12,37± 2,99	24,23	6,0- 19,3	14,69± 2,49	16,95	6,0- 19,3	14,18± 2,77	19,53
AMC	8,8-20,8	14,43± 3,39	23,49	7,6- 23,7	18,61± 3,28	17,62	7,6- 23,7	17,68± 3,72	21,09
AMPC	4,0- 8,7	6,44± 1,50	23,26	3,6- 10,0	7,84± 1,33	16,96	3,6- 10,0	7,53± 1,49	19,29
AC	5,1-11,3	8,25± 1,75	21,21	4,5- 13,5	10,07± 1,77	17,58	4,5- 13,5	9,67± 1,92	19,86
DI	3,3- 6,9	5,32± 0,96	18,04	2,8- 8,6	6,40± 0,98	15,31	2,8- 8,6	6,16± 1,07	17,37
DO	2,4- 4,0	3,24± 0,48	14,81	2,0- 4,6	3,73± 0,45	12,06	2,0- 4,6	3,62± 0,50	13,81
LTr	12,8-32,6	23,82± 5,17	21,70	13,4- 41,9	31,03± 5,70	18,37	12,8- 41,9	29,44± 6,32	21,46
LCaudal	11,6-25,9	18,93± 4,51	23,82	9,7- 27,5	21,52± 3,60	16,73	9,7- 27,5	20,95± 3,95	18,85

Cuadro 2

Ecuaciones de las regresiones entre las longitud total, furcal y estándar para machos, hembras y total (r =coeficiente de correlación; "t" de Student).

Regression equations relating total, fork and standard lengths for males, females and total (r=correlation coefficient; Student "t").

MACHOS

$$\begin{aligned} \text{LT} &= 1,509 + 1,060 \text{ LF} & r &= 0,999 \\ \text{LF} &= -1,327 + 0,942 \text{ LT} \\ \text{LT} &= 2,129 + 1,166 \text{ LE} & r &= 0,999 \\ \text{LE} &= -1,700 + 0,856 \text{ LT} \\ \text{LF} &= 0,661 + 1,099 \text{ LE} & r &= 0,998 \\ \text{LE} &= -0,425 + 0,907 \text{ LF} \end{aligned}$$

HEMBRAS

$$\begin{aligned} \text{LT} &= 0,936 + 1,069 \text{ LF} & r &= 0,999 \\ \text{LF} &= -0,715 + 0,934 \text{ LT} \\ \text{LT} &= 2,266 + 1,160 \text{ LE} & r &= 0,998 \\ \text{LE} &= -1,624 + 0,858 \text{ LT} \\ \text{LF} &= 1,261 + 1,085 \text{ LE} & r &= 0,998 \\ \text{LE} &= -0,951 + 0,919 \text{ LF} \end{aligned}$$

TOTAL

$$\begin{aligned} \text{LT} &= 1,104 + 1,067 \text{ LF} & r &= 0,999 \\ \text{LF} &= -0,914 + 0,936 \text{ LT} \\ \text{LT} &= 2,412 + 1,159 \text{ LE} & r &= 0,998 \\ \text{LE} &= -1,850 + 0,860 \text{ LT} \\ \text{LF} &= 1,256 + 1,086 \text{ LE} & r &= 0,999 \\ \text{LE} &= -0,982 + 0,918 \text{ LF} \end{aligned}$$

Los valores de los índices estudiados y que ya han sido enumerados en el párrafo MÉTODOS se presentan separadamente para cada sexo y total en el cuadro 3. La prueba de significación sobre las medias de cada uno entre machos y hembras ha dado valores de "t" significativos para la relación LPD/LT, LPA/LT y LPD/LPA al nivel de $P \leq 0,001$. Los índices LC/LT y APC/LT no muestran diferencia significativa entre machos y hembras.

Cuadro 3

Principales índices morfométricos con sus parámetros para cada sexo y total (Abreviaturas como en el cuadro 1).
Main morphometric indices with their parameters for each sex and total sample. (Other abbreviations as in table 1).

Índice	MACHOS N=33			HEMBRAS N=117			TOTAL N=150			t	sig.
	Rango	X±D.E.	C.V.	Rango	X±D.E.	C.V.	Rango	X±D.E.	C.V.		
LC×100	19,1-23,6	20,43±1,06	5,19	17,6-25,1	20,06±1,27	6,33	17,6-25,1	20,14±1,23	6,11	1,43	no
LT LPD×100	40,5-45,0	42,75±1,06	2,48	40,6-47,6	43,75±1,10	2,51	40,5-47,6	43,53±1,17	2,68	4,33	si
LT LPA×100	53,4-58,3	55,32±1,32	2,22	53,2-64,1	57,61±1,54	2,67	53,2-64,1	57,11±1,75	3,06	7,24	si
LT AMPC×100	8,7-10,2	9,41±0,44	4,70	8,3-10,3	9,52±0,43	4,55	8,3-10,3	9,49±0,44	4,59	1,20	no
LT LPD×100	72,6-80,9	77,29±2,05	2,65	69,4-82,2	75,98±2,25	2,97	69,4-82,2	76,27±2,26	2,96	2,81	si
LPA											

*Caracteres merísticos**Radio de las aletas*

Se contaron separadamente los radios sencillos y los ramificados de las aletas. No se han separado los datos de los machos y de las hembras por la dificultad en reconocer el sexo de los ejemplares más pequeños, por lo cual no podemos ofrecer las posibles diferencias sexuales en este carácter. En las aletas pares, se han contado, como es costumbre, los radios de las del lado izquierdo.

Los radios de la aleta caudal se separaron en dos grupos, uno por encima y otro por debajo de la diastema caudal. GOSLINE (1961) observó en los Ciprínidos la presencia de 9 radios ramificados superiores asociados a los epurales 3, 4, 5 y 6, y solamente 8 en el lóbulo inferior. La muestra estudiada sigue a rasgos generales esta distribución, pues en el lóbulo superior predominan los ejemplares con 9 radios (uno solamente con 7, y cinco con 8), con una medida de 8,94, por la dificultad en reconocer el sexo de los ejemplares más pequeños, mientras que en el lóbulo inferior la frecuencia predominante es la de 8 radios (diez ejemplares con 7, y dos con 9), con una medida de 7,93. Los radios inferiores mostraron mayor variabilidad (C.V.=4,01) que los radios superiores (C.V.=3,06).

Las fórmulas radiales para la bermejuela de nuestra muestra son las siguientes, donde los radios sencillos se indican con el signo (').

Aleta dorsal $(1-3)' + (6-8) = (8-11)$ con una medida de 9,92 radios (D.E.=±0,40)

Aleta anal $3' + (6-8) = (9-11)$ con una medida de 10,12 radios (D.E.=±0,44)

Aleta pectoral $1' + (11-15) = (12-16)$ con una medida de 14,78 radios (D.E.=0,89)

Aleta pelviana $(1-2)' + (7-8) = (8-10)$ con una medida de 9,40 radios (D.E.=0,59)

La aleta dorsal muestra ser la más uniforme en el número de radios (C.V.=4,04), mientras que las pelvianas han ofrecido la variabilidad mayor (C.V.=6,24).

Escamas

Se han contado las escamas solamente en los ejemplares que conservaban todas las hileras de escamas en la línea lateral y en las transversales predorsal y prepelviana (Ver fig. 2).

En la línea lateral el número de escamas varió de 40 a 49 escamas, con una media de $43,16 \pm 0,71$ (S.D. = $\pm 1,94$). Las hileras inferiores a la línea lateral muestran mayor variación (C.V. = 9,76) en su número que las superiores (C.V. = 7,0).

Vértebras

La columna vertebral se ha estudiado dividiéndola en tres regiones. La región cervical comprende las vértebras del "cuello", que en los Ciprínidos forman parte del aparato de Weber; la torácica comprende las vértebras posteriores a esta región, caracterizadas por la presencia de los procesos transversos (parapófisis) y la caudal, que empieza con la primera vértebra que presenta el arco hemal bien formado. En esta última región se ha incluido el urostilo, como es costumbre en la actualidad. Cuando se comparan muestras en las que el urostilo no va incluido hay que añadir una unidad a los valores dados de la media y total.

La región más constante en su número es la cervical, que siempre fue de cuatro vértebras en nuestra muestra, seguida de la caudal, siendo la región abdominal (vértebras torácicas) de la mayor variabilidad (C.V. = 5,72) con un coeficiente de variabilidad de 3,83. Un estudio de la variabilidad de la longitud de esta región (LTr), que es equivalente a la longitud preanal menos la de la cabeza, muestra que es también más variable que la longitud de la cabeza, o la de la región caudal (longitud total menos la longitud preanal), excepto en los machos. Su C.V. (21,46) es el mayor de todas las longitudes de la muestra. (Ver Cuadro 1).

La fórmula vertebral para nuestra muestra es

$$\text{Cervicales } 4 + \text{Torácicas } 15-20 + \text{Caudales } 17-21 = \text{Totales } 37-44$$

con una media total de $39,17 \pm 0,10$ y una desviación estándar total de 2,66.

Dientes faríngeos

Los dientes faríngeos que responden, en general, a la fórmula 5/5, se disponen en una hilera. Un recuento de estos dientes para cada lado por separado dio valores y distribuciones muy similares, con una media de 5,00 (lado izq.) y 5,04 (lado derecho). El izquierdo mostró mayor variabilidad (C.V. = 5,30).

Radios branquiostegos

Se contaron solamente los del lado izquierdo. El número normal para los Ciprínidos es tres (MCALLISTER, 1968); sin embargo en la muestra se encontraron dos ejemplares con cuatro radios.

Costillas

El número de pares de costillas osciló entre 14 y 17, con una media de $15,67 \pm 0,19$ (S.D. = $\pm 4,50$).

DISCUSIÓN

Índices morfométricos

El índice cefálico de nuestra muestra ($x=20,42$; 20,05 y 20,14 para machos, hembras y total, respectivamente) es el más alto de todos los obtenidos para la bermejuela y es muy próximo al de la muestra de LOBÓN-CERVIÁ *et al.* (1985) y al hallado por COLLARES-PEREIRA (1979) para el Grupo I, del río Esla y a la muestra de COLLARES-PEREIRA y COELHO (1983). También LOZANO REY (1952) da un valor comprendido entre 20 y 22,22 aunque sin especificar el número de ejemplares estudiados. Los índices para las muestras de Portugal encontrados por STEINDACHNER (1866) ($x=18,33$ para 3 ejemplares) y COLLARES-PEREIRA (1979) ($x=18,61$) para el Grupo II son los menores encontrados hasta el presente.

Los valores medios del índice $(LPD \times 100)/LT$, para machos, hembras y total son, respectivamente, 42,75; 43,75 y 43,53, ligeramente inferiores a los del Embalse de Pinilla (LOBÓN-CERVIÁ *et al.*, 1985). Téngase en cuenta que la muestra de estos autores es muy homogénea y la comparación no es válida.

El índice $(LPA \times 100)/LT$ para machos, hembras y total no difiere del de la muestra de Pinilla (ver cuadro 3). El valor para la muestra total es bastante menor que el de las muestras de la cuenca del Duero. El valor mayor obtenido es el de COLLARES-PEREIRA y COELHO (1983) que llega a 59,00 para una muestra de 74 ejemplares.

El índice $(APC \times 100)/LT$ para cada sexo y total es de 9,41; 9,52 y 9,49 superior a los resultados del Embalse de Pinilla, ríos Esla y Miño, pero inferiores a los hallados para el Grupo II de COLLARES-PEREIRA (1979).

El índice $(LPD \times 100)/LPA$ con valores de 77,29; 75,98 y 76,27 entra dentro del rango obtenido por los autores citados.

Aunque es un poco arriesgado obtener conclusiones absolutas sin tener muestras más amplias de las cuencas del Miño y Tajo, se deduce de este estudio que la bermejuela

la del río Gritos (cuenca del Júcar) tiene la cabeza relativamente más grande que las bermejuelas de aquellos ríos. Esta diferencia es más marcada si se la compara con el Grupo II de COLLARES-PEREIRA (1979) correspondiente a su propuesta especie *Rutilus macrolepidotus*.

Las inserciones de las aletas dorsal y anal en la bermejuela del río Gritos están ligeramente más avanzadas en el tronco que las de las restantes muestras. Una vez más tenemos que hacer notar que al ser la muestra de Pinilla más homogénea, esta comparación ha de ser tomada con cautela.

El pedúnculo caudal de la bermejuela del río Gritos es más alto que el de las restantes poblaciones y la diferencia con las del río Esla es posiblemente significativa.

El índice $(LPD \times 100)/LPA$ de nuestra muestra es también mayor que el de las restantes poblaciones (si exceptuamos la forma *macrolepidotus*). En consecuencia esta bermejuela tiene las inserciones de las aletas dorsal y anal más próximas entre sí.

Radios de las aletas

LOZANO REY (1947, 1952) establece el número de radios ramificados para las aletas dorsal, anal y pelviana de 7 a 8, pero sin hacer ningún cálculo estadístico. Este número queda ampliado de 6 a 8 para estas aletas por todos los autores citados.

LOBÓN-CERVIÁ *et al.* (1985) dan el número de radios ramificados de la aleta pectoral con un rango de 12 a 14 ($x=12,64$). Nuestra muestra ha ampliado ese margen de 11 a 15 ($x=13,78$).

Escamas

Las escamas de la línea lateral de nuestra muestra oscilan de 40 a 49 valores cercanos a los obtenidos por ALMAÇA (1964, 1965), que obtuvo un rango de 36 a 53 ($x=42$), a los de COLLARES-PEREIRA (1979) en su Grupo I del río Esla con rango de 40 a 48 ($x=42,83$) y por COLLARES-PEREIRA y COELHO (1983) con rango de 39 a 48 ($x=42,6$). Únicamente LOBÓN-CERVIÁ *et al.* (1985) encuentran una media muy superior ($x=46,3$) para un rango de 44 a 49.

Aquí, naturalmente, discrepamos de la forma *macrolepidotus* con una media de 35,80 y un rango de 32 a 42 (COLLARES-PEREIRA, 1979) ya que esta forma se caracteriza precisamente por el número menor de escamas, que son de mayor tamaño. Esta autora separa esta forma, haciendo de ella una especie, *Rutilus macrolepidotus*, diferente de *Rutilus arcasi*.

Vértebrae

El número de vértebras de nuestra muestra osciló de 37 a 44 rebasando así el umbral superior hallado para la muestra del Embalse de Pinilla.

Dientes faríngeos.

Distribución de los dientes faríngeos de la bermejuela del río Gritos ha ampliado el rango del número de dientes de cada ceratobranquial quinto. Todos los autores citados dan como rango para el lado izquierdo 5-6 y para el derecho 4-5; en nuestra muestra los límites para cada lado fueron 4 y 6 dientes.

LOZANO REY (1947, 1952) y ALMAÇA (1964, 1965) dan únicamente la fórmula exclusiva 5/5; el primero, sin especificar el tamaño de la muestra y el segundo, a base de 22 ejemplares del río Vouga. Las demás muestras citadas por los restantes autores son tan elevadas como la nuestra, por lo cual podemos sacar la conclusión que la bermejuela del río Gritos ofrece una variabilidad genética mayor.

La agrupación más frecuente es la de 5/5 (en 101 casos) seguida por las de 5/6 y 4/5 (con 4 casos cada una). Una comparación con la muestra de COLLARES-PEREIRA (1979) muestra que en la bermejuela del río Gritos la distribución normal 5/5 ocurre en el 86,6 % de los casos, mientras que esta autora la encuentra en el 92,75 %. Eliminando los casos dudosos, esta autora cita solamente tres distribuciones (6/5, 5/5 y 5/4). En nuestra muestra se amplía la distribución a 6/6, 6/5, 5/6, 5/5, 5/4 y 4/5.

También hemos encontrado que los dientes del lado izquierdo presentan mayor variabilidad que los del lado derecho. La desviación estándar es 0,27 y el coeficiente de variación 5,30 superior a los del lado derecho.

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia una muestra de 150 bermejuelas (33 machos y 117 hembras) del río Gritos, de la provincia de Cuenca (España), obtenida en julio de 1982. Con esta muestra se inicia el estudio de la bermejuela de una cuenca que vierte en el Mediterráneo.

Se tomaron 14 dimensiones lineares en material preservado en formol al 10 %. Se contaron los radios de todas las aletas, las escamas de la línea lateral y de las transversales, los dientes faríngeos, los radios branquiostegos y las costillas, después de haber teñido los ejemplares con alizarina.

Se calcularon los índices LC/LT, LPD/LT, LPA/LT, LMPC/LT y LPD/LPA separadamente para cada sexo y para el total de la muestra. En todos los casos se hizo la prueba "t" de Student para ver si existía o no diferencia significativa entre ambos sexos. La bermejuela del río Gritos con 43,16 escamas de media en la línea lateral, difiere de la bermejuela del norte de la Península Ibérica. Se encontró diferencia significativa entre machos y hembras para todas las medidas tomadas y para tres de los cinco índices calculados. Solamente los índices cefálico y AMPC/LT no acusaron diferencia significativa entre ambos sexos.

Esta bermejuela tiene el índice cefálico mayor que el de las poblaciones del NO y Centro de la Península Ibérica (al norte de la cuenca del Tajo), las cuales según COLLARES-PEREIRA pertenecen a la especie *Rutilus macrolepidotus*.

Las aletas dorsal y anal se hallan insertas más cerca de la cabeza que en las otras poblaciones estudiadas por diversos autores. El pedúnculo caudal es proporcionalmente más alto y las aletas dorsal y anal se hallan colocadas más cercanas entre sí que en otras poblaciones.

Con esta muestra se amplía el rango de los siguientes caracteres merísticos: radios ramificados de la aleta pectoral (11-15); escamas de la línea lateral (40-49); vértebras (37-44) y dientes faríngeos (6/6-4/5).

SUMMARY

The present paper deals with a sample of 150 bermejuelas, *Rutilus arcasi*, (33 males and 117 females) taken in July 1982 in the River Gritos, a tributary of the River Jucar, in the province of Cuenca (Spain). This is the first sample of bermejuela from a basin emptying into the Mediterranean Sea.

Linear measurements of 14 variables were taken from material preserved in fresh-water-formaline (10%). Meristic counts of fin rays, scales, vertebrae, pharyngeal teeth, branchiostegal rays and ribs were obtained from alizarin-stained specimens.

Head length, predorsal and preanal lengths and caudal peduncle height were related to total length. The predorsal length was also related to the preanal. All measurements, counts and indices were calculated separately for each sex and were tested for significant differences.

The bermejuela from the River Gritos, with a scale-count mean of 43.16, differs from the bermejuela of the north of the Iberian Peninsula. The linear dimensions showed a significant difference between sexes. A "t" test gave significant differences for the ratios PDL/TL, PAL/TL and PDL/PAL between males and females. The Cuenca population gave a higher cephalic index than those populations from the NW and Center of the Iberian Peninsula, (north of the Tagus River Basin) with according to Collares-Pereira constitute the species *Rutilus macrolepidotus*. The dorsal and anal fins are inserted further ahead in the body than those of other populations studied by different authors. The caudal peduncle height is greater and the dorsal and anal fins are more closely placed in the body than in other populations.

The range of the following meristic characters showed a higher range in their values than data published so far: banded rays of the pectoral fin (11-15); lateral line scales (40-49); vertebrae (37-44) and pharyngeal teeth for each side (6/6-4/5).

BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO (1952): Las colecciones de peces de la sección de biología de las aguas continentales. Minist. Agric. Inst. Forestal de Inv. y Exp. 63: 1-136.
- ALMAÇA, C. (1964): Contribuição para o conhecimento da fauna ictiológica das águas interiores portuguesas. *Bol. Soc. Port. Ciências Nat.* 2 Serie X: 228-237. Lisboa.

- (1965): Contribution à la connaissance des poissons des eaux intérieures du Portugal. *Arq. Museu Boege*, 2 série, 1(2): 10-38.
- (1976): Zoogeografia e especiação dos ciprinídeos da Península Ibérica. *Soc. Port. Cienc. Nat. Coleção NATURA, Nova Serie 4*: 1-28.
- (1978): Répartition géographique des Cyprinidae ibériques et secteurs ichthyogéographiques de la Péninsule Ibérique. *Vestník Česk. Spol. Zool.* XLII 849: 241-248.
- COLLARES-PEREIRA, M. J. (1979): On the systematic position of the Iberian Cyprinidae forms *arcasi* (Steindachner, 1866) and *macrolepidotus* (Steindachner, 1866) of the genus *Rutilus*. 2 Serie VI (22): 361-393.
- and M. M. COELHO (1983): Biometrical analysis of *Chondrostoma polylopis* × *Rutilus arcasi* (Osteichthyes-Cypriniformes-Cyprinidae). *J. Fish Biol.* 23: 495-509.
- GOSLINE, W. A. (1961): The perciform caudal skeleton. *Copeia* 1961 (3): 265-269.
- LOBÓN-CERVIA, J.; P. ROVIRA y O. SORIANO (1985): Contribución a la biometría y biología de la bermejeola, *Rutilus arcasi*, Steindachner 1866, del Embalse de Píñilla (en prensa. *Acta Vertebrata*).
- LOZANO REY, L. (1947): Peces Ganoideos y Fisóstomos. *Mem. Real Acad. Cienc. Ser. Cienc. Nat.* XI: 1-836.
- (1952): *Los peces fluviales de España*. Min. Agric. Madrid, 251 pp.
- MCALLISTER, D. E. (1968): Evolution of branchiostegals and classification of Teleostome fishes. *Biol. Ser. no. 77*. Bull. 221: 1-239. Nat. Mus. Canada, Ottawa.
- ROJO, A. y P. RAMOS (1982): Contribución al conocimiento de la biometría y osteología de *Barbus bocagei*. Steindachner, 1866 (Pisces: Cyprinidae). *Doñana, Acta Vertebrata* 9: 27-39, Sevilla.
- STEINDACHNER, F. (1866): Ichthyologischer Bericht über eine nach Spanien und Portugal unternommene Reise (Zweite Fortsetzung). *Sitzungsb. Kais. Akad. Wiss.* 54: 6-27.
- TAYLOR, W. R. (1967): Outline of a method of clearing tissues, with pancreatic enzymes and staining bones of small vertebrates. *Turtax News*, 45 (12): 308-309.

(Recibido 20, may, 1985)

Dimensiones, estructura, forma y disposición en la cavidad de los nidos de *Corvus monedula*

M. SOLER

Depto. de Zoología. Fac. de Ciencias. Univ. de Granada. 18001-Granada.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo es la segunda parte de un estudio sobre el nido de la Grajilla (*Corvus monedula*). En la primera (SOLER, en prensa) se consideró el nido en relación con su entorno, estudiando el emplazamiento, orientación y altura, así como el soporte y sus dimensiones. En esta segunda parte vamos a estudiar el nido como realidad aislada, prestando especial atención a las dimensiones y estructura.

Sobre este tema, la información existente es reducida. El único que lo trata con cierta profundidad es KULCZYCKI (1973), que estudia los nidos de los Córvidos existentes en Polonia. Algunos autores como ZIMMERMANN (1951) y FOLK (1968) dan algunos datos sobre las dimensiones. En la Península Ibérica no existen referencias bibliográficas respecto a Grajilla, y son escasas para aves en general, aunque podemos destacar algunos trabajos en los que se presta especial atención a la estructura del nido en algunas especies, por ejemplo, en *Pica pica* (ALVAREZ y ARIAS DE REYNA, 1974), *Cyanopica cyaneus* (ALVAREZ, 1974); PACHECO *et al.* 1975) y en *Oenanthe hispanica* (SUÁREZ, 1977).

AREA DE ESTUDIO

Todos los nidos estudiados han sido recolectados en la zona de Guadiz (Granada), que ya ha sido descrita en otros trabajos anteriores (SOLER *et al.* 1982; ZÚÑIGA *et al.* 1982; SOLER, 1984).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para estudiar las dimensiones y la estructura, se cogieron 108 nidos, bien al terminar la reproducción, bien tras ser predada la puesta, durante un período de cinco años (1980-1984). No obstante, para algunos capítulos el número de nidos estudiado es muy inferior, debido a que era necesario que estuviesen enteros y en buen estado de conservación. Conseguirlo es extremadamente difícil, pues casi siempre la entrada de la cavidad era considerablemente más estrecha que el nido, por lo que para sacarlo era necesario romperlo.

Todos los nidos estaban situados en cavidades localizadas en taludes de arcilla.

Las dimensiones se han estudiado en 21 nidos (9 recientes y 12 viejos) siguiendo la metodología dada por HANZÁK (1971). Se han medido los siguientes parámetros:

- Diámetros del nido: distancia entre los bordes externos del nido. Se han realizado dos medidas perpendiculares entre sí.
- Diámetro de la taza: igual que la anterior, pero considerando los bordes internos.
- Profundidad de la taza: medida desde el borde del nido hasta el fondo.
- Altura del nido: tomada desde el borde hasta la base.
- Espesor del nido: desde el fondo de la taza hasta la base.

Además, también se ha obtenido el peso en 84 nidos, para lo cual se pesaron todos los materiales que se sacaban de la cavidad.

Para el estudio de la estructura nos hemos basado, por una parte, en el análisis de 9 nidos que se desmontaron poco a poco identificando las capas existentes, midiendo y pesando los componentes de cada una; y por otra, en notas obtenidas al deshacer los 108 nidos para estudiar sus materiales (SOLER, 1984). Para la realización de las figuras se utilizaron fotografías que se hicieron durante el desmonte de los nidos.

Para tomar las dimensiones del nido y la longitud de las ramas se utilizó una regla metálica graduada; para medir el grosor de las capas y de las ramas, un calibre "Coimex" (precisión=0,1 mm), y para los pesos de las ramas, una balanza digital (precisión=0,01 g).

El estudio de la forma y disposición en la cavidad se ha basado en las anotaciones realizadas para un total de 192 nidos que, sólo en una pequeña parte, coinciden con los que fueron recogidos para el estudio de la estructura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se recogen los resultados obtenidos especificando por separado para cada uno de los soportes, con el fin de poner de manifiesto la gran variabilidad existente dependiendo del tipo de soporte.

El diámetro de la taza obtenido en nidos nuevos (cuadro 1) es similar al encontrado por KULCZYCKI (1973) (12,09 cm) y algo menor que los señalados por ZIMMERMANN (1951) (entre 14 y 16 cm) y por FOLK (1968) (14,54 cm).

Cuadro 1

Dimensiones obtenidas en los nidos según el tipo de soporte. I: cavidades sin ramas observables desde el exterior. III: cavidades de entrada vertical estrechada mediante ramas. IV: cavidades de entrada vertical estrechada mediante ramas. V: grietas (para más información sobre los soportes utilizados por *Corvus monedula*, ver SOLER, en prensa).

Tipo de soporte	Diámetro taza	Diámetro nido	Profundidad taza	Alto nido	Espesor nido
I	12,9±0,66×13,8±0,76	22,6±2,99×25,1± 2,98	5,6±0,54	7,8±1,11	3,1±0,27
III	11,5±0,35×13,5±0,35	22,2±1,59×25,5± 0,70	5,2±0,18	6,5±1,06	2,0±0,71
IV	12,0±0,35×12,5±0,35	33,5±0,35×34,5± 0,35	6,0±0,00	12,7±0,88	6,7±0,88
V	12,0±0,00×13,2±0,53	27,7±0,88×58,0±18,38	6,5±0,35	19,7±7,25	13,2±6,89
X	12,2×13,3	26,1×34,6	5,8	11,3	5,94
σn-1	0,98 - 1,09	5,86 - 19,24	0,79	7,57	6,66
CV	7,57 - 7,70	21,15 - 52,42	12,78	63,26	106,13

Otras dimensiones medidas por KULCZYCKI (1973): diámetro del nido, $x=38,47$ cm; profundidad de la taza 4,82 cm y altura del nido 24,61 cm, son, en general, diferentes a las obtenidas en este estudio, no sólo por lo variable que es ya de por sí el nido de Grajilla, sino además porque la mayoría de los medidos por dicho autor se encontraban en edificios y este emplazamiento proporciona soportes distintos que condicionan las dimensiones.

El índice del tamaño de la taza del nido (KULCZYCKI, 1973):

$$\frac{\text{diámetro interno} \times 100}{\text{grosor}}$$

ha resultado de 210,34 y 212,07, respectivamente, para cada una de las dos medidas que se han realizado del diámetro interno: ambos valores son inferiores al obtenido por dicho autor.

En el cuadro 1 se aprecia que los parámetros más constantes son el diámetro y profundidad de la taza, que presentan coeficientes de variación bastante bajos. Según algunos autores (BOCHENSKI, 1966; 1968; KULCZYCKI y MAZUR-GIERASINSKA, 1968), ambos parámetros son los que definen el tamaño de la taza y, se corresponden con el del ave, por lo que es lógico que sean muy similares dentro de una misma especie.

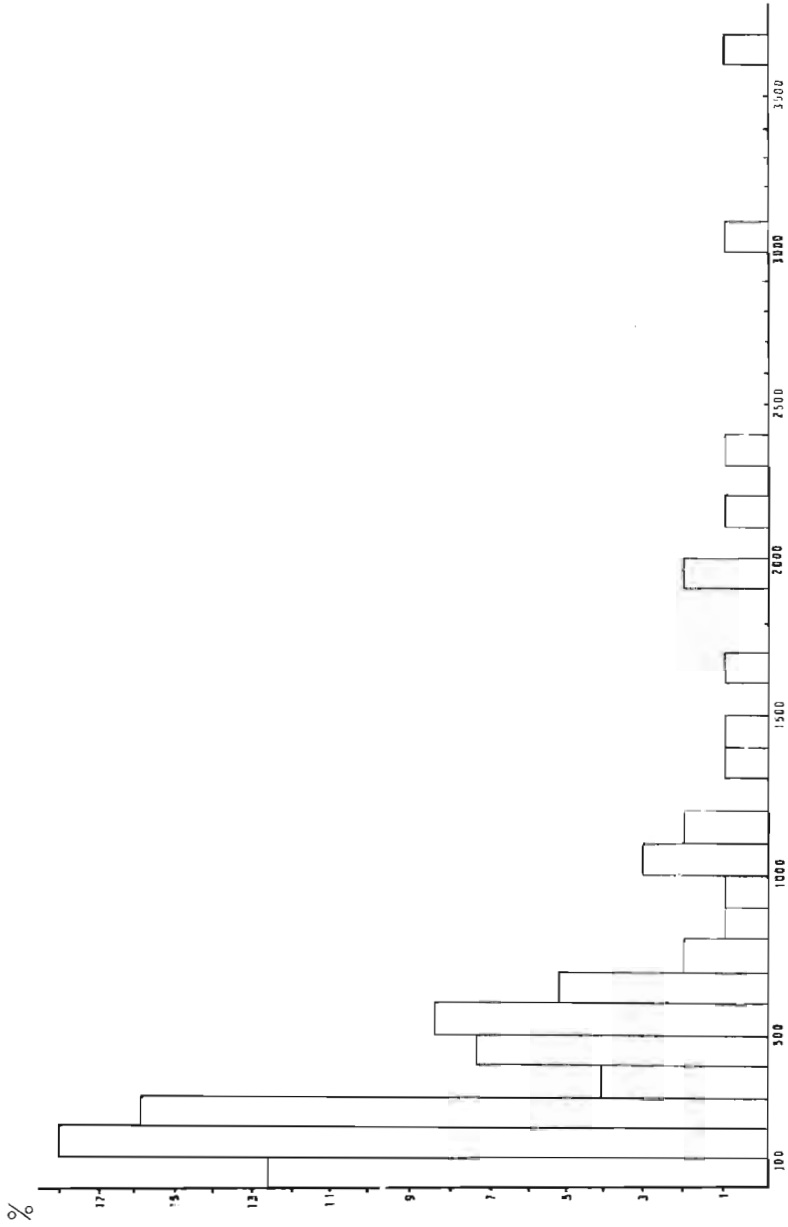


Fig. 1. Distribución de los nidos según su peso.

El resto de los parámetros son extremadamente variables dependiendo, principalmente, del soporte (SOLER, en prensa). El espesor y altura del nido son las medidas más variables, sobre todo, cuando el soporte son grietas (tipo V), debido a que la base de ramas la hacen tan grande como sea necesario para rellenar la grieta. El diámetro del nido va a depender del espacio disponible en la cavidad.

Según se ha escrito, el diámetro de la taza aumenta conforme avanza la estación reproductora, al menos, en los Córvidos (KULCZYCKI, 1973; ENA, 1979). Para comprobarlo, hemos comparado dicho parámetro entre nidos nuevos, recogidos antes de nacer los pollos ($\bar{x}=12.2 \times 13.3$; $\sigma_{n-1}=0.98$ y 1.09 respectivamente) y nidos viejos, después de volar los pollos ($\bar{x}=17.8 \times 19.8$; $\sigma_{n-1}=1.72$ y 2.73 respectivamente). Las diferencias han resultado altamente significativas para los dos diámetros medidos ($t=9.15$; $p<0.001$ y $t=7.22$; $p<0.001$ respectivamente).

Según ENA (1979), dicho aumento se debe, en *Corvus frugilegus*, a los movimientos de la hembra que incuba y de los pollos en el período final de su desarrollo. En Grajilla, pensamos que aunque influirán dichos movimientos, el principal motivo del aumento de tamaño es que los adultos, principalmente la hembra, al retirar los excrementos de los pollos quitan también parte del material de la taza, llegando algunos nidos a perder todos los materiales blandos típicos aunque, a veces, los reponen (SOLER, 1984).

El peso varía entre 13 g y 3.760 g, siendo el valor medio de 516.13 ± 68.56 .

En la figura 1 se representa la distribución de los nidos según su peso. Se aprecia que la mayoría (52,38%) presentan un peso inferior a 300 g.

2. ESTRUCTURA

La estructura de los nidos de *Corvus monedula* también depende del soporte, en este caso del espacio disponible en la cavidad

2.1. TIPOS

En el presente estudio, para nidos emplazados en taludes, hemos diferenciado siete tipos de estructura que están representados en la figura 2.

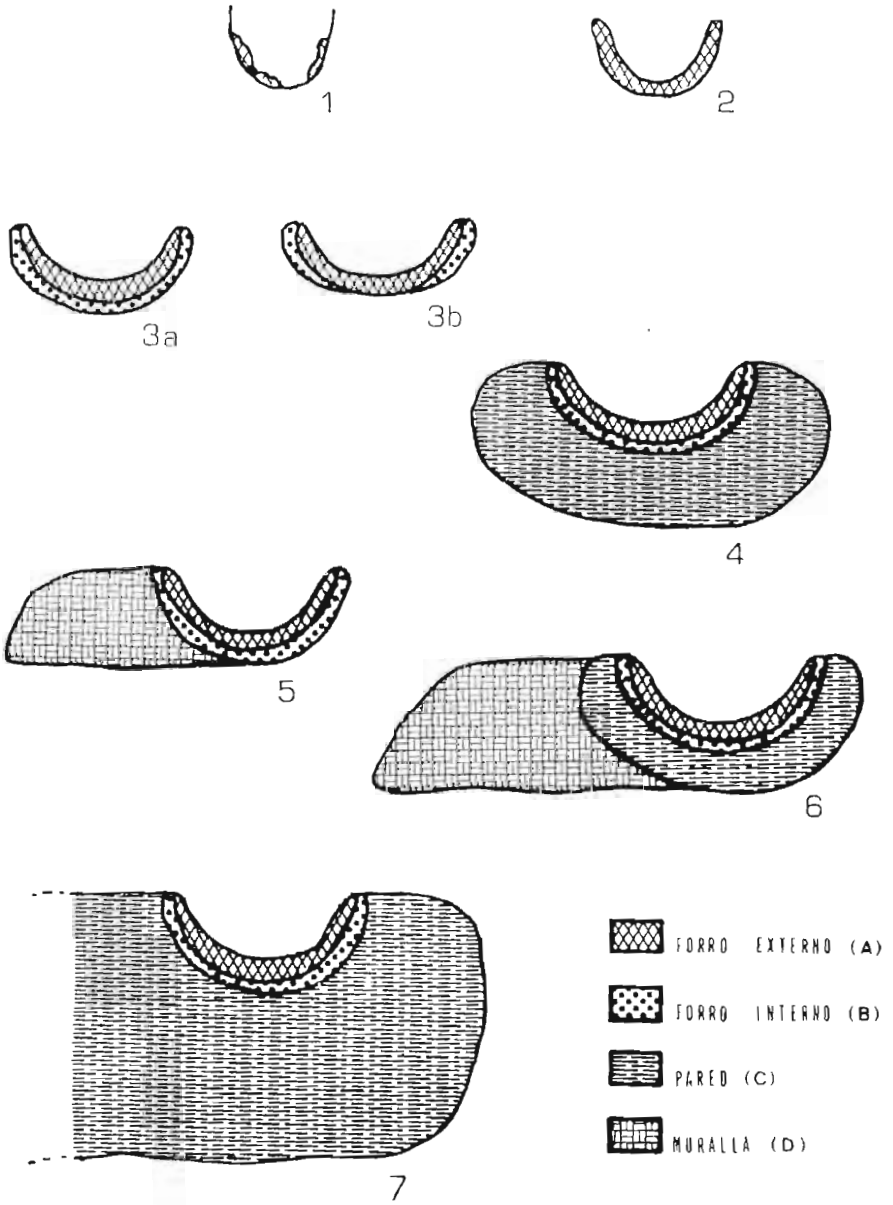


Fig. 2. Tipos de estructura de los nidos de *Corvus monedula*.

Estructura tipo 1

Se caracteriza por tener muy pocos materiales que no forman una capa continua. Aparece en cavidades muy estrechas, es típica de los agujeros excavados por *Picus viridis* en arcilla compacta (SOLER *et al.* 1982) que nunca sobrepasan los 18 cm de diámetro, teniendo normalmente entre 10-14 cm, lo que no permite construir una taza completa por carecer del mínimo espacio necesario.

En ocasiones (n=6) se ha comprobado una estructura tipo 2 antes del inicio de la puesta, pero al iniciarse la incubación, eran sacados los materiales quedando una estructura tipo 1.

Nidos con muy pocos materiales, incluso con huevos puestos directamente sobre el fondo, fueron encontrados por OWEN (1930; 1931) y EJGELIS (1958) en huecos de árboles; estas citas corresponderían a este tipo de estructura.

Estructura tipo 2

En este caso sí dispone de una capa continua con un espesor entre 2,3 y 3 cm (n=7). Aparece en cavidades bastante estrechas pero algo mayores que las anteriores (entre 15-20 cm).

KULCZYCKI (1973) encuentra una estructura igual a la descrita en huecos de árboles largos y estrechos y, en cajas de anidar situadas en bosques.

Estructura tipo 3

Presenta dos capas y es propia de agujeros estrechos, de 20-30 cm. A veces, la segunda puede no ser continua y tener forma de anilla (Fig. 2: 3b).

Muy raramente, en este tipo de estructura puede aparecer tierra que, aunque se encuentra dispuesta a un mismo nivel dentro de la capa A, por haber tan poca, no se puede decir que forme una capa diferenciada.

Este tipo de estructura no fue descrito por KULCZYCKI (1973), ya que generalmente encontraba una capa de tierra situada entre las dos, existiendo por tanto tres capas.

Estructura tipo 4

Se caracteriza por la presencia de una tercera capa de tamaño muy variable dependiendo del espacio disponible; si sólo es de 25-35 cm, será muy fina

y estará constituida por materiales flexibles como cañas de esparto, raíces y ramitas finas. Al aumentar el tamaño de la cavidad, aumentará el de las ramas y el espesor de esta capa.

Esta estructura se correspondería con la que KULCZYCKI (1973) encuentra en grandes huecos de árboles, con la diferencia, de que según este autor, a veces, antes de la tercera capa aparecen terrones de tierra con raicillas.

Estructura tipos 5 y 6

En la figura 2 (5 y 6), se observa claramente que estos dos tipos son iguales, respectivamente, a 3 y 4, con la salvedad, de que presentan una nueva capa que, aunque no rodea uniformemente al nido, se mantiene estrechamente unida a él, presentándose sólo en la parte orientada hacia la entrada del agujero, llegando hasta la misma boca, consiguiendo estrecharla. La función de esta capa sería defensiva, dificultando el acceso a los depredadores, principalmente a *Corvus corax* que es el mayor responsable de las pérdidas sufridas por la Grajilla en la Hoya de Guadix (SOLER *et al.*, 1982).

Estructura tipo 7

En realidad es una modificación del tipo 4, en la que la capa C es muy irregular, tanto de forma como dimensiones, pudiendo alcanzar hasta dos metros de espesor.

Esta estructura se encuentra en grietas naturales que son rellenadas de ramas hasta conseguir el apoyo necesario para la construcción de la taza. La anchura de la capa C dependerá de la que tenga la grieta.

Una estructura similar a ésta se encuentra en chimeneas de edificios y grandes agujeros verticales de árboles (KULCZYCKI, 1973).

Los únicos datos encontrados en la bibliografía referentes a las capas del nido de Grajilla, son los aportados por KULCZYCKI (1973). Respecto a los materiales utilizados en cada una, coincide en general con nuestros datos, con la excepción, ya comentada de la tierra. Según este autor, el espesor de todo el forro fluctúa entre 2 y 5 cm. Respecto a la capa de ramas, dice que forman casi el 60% del total del material. En este caso, la diferencia con nuestros datos sí es importante, ya que en nuestra zona de estudio las ramas pueden ocupar más del 90 % en peso del nido (SOLER, 1984).

2.2. CAPAS

Como ya se ha mencionado, el número de capas de un nido puede variar mucho dependiendo del espacio disponible en el interior de la cavidad. En este estudio, sin contabilizar como capa la tierra, puesto que ha aparecido en poca cantidad y en raras ocasiones, como máximo pueden aparecer 4 capas (Fig. 2).

En el Cuadro 2 se observa que las medias de los porcentajes correspondientes al espesor de cada capa son bastante más altas que las correspondientes al peso. Esto se debe a que la capa D no se tenía en cuenta al obtener los porcentajes en espesor, ya que recubre al resto de las capas; por el contrario, en lo que respecta al peso, suele representar un porcentaje importante.

Cuadro 2

Espesor y peso de cada capa. Se especifica la media de los valores absolutos y la media de los porcentajes correspondientes.

Capa	Parámetros	n	x	σ_{n-1}	Mín.	Máx.	% (x)	σ_{n-1}	% Mín.	% Máx.
A	Espesor (cm)	9	2,05	0,74	0,9	3	53,04	30,69	13,0	100
	Peso (g)	9	58,45	37,92	8,6	125	29,98	31,57	3,2	100
B	Espesor (cm)	8	1,23	0,57	0,5	2,1	31,90	20,23	3,5	67,7
	Peso (g)	8	42,33	28,55	12,5	96	20,21	14,29	6,1	42,7
C	Espesor (cm)	4	7,50	7,19	0,8	19,2	50,60	25,04	22,8	83,5
	Peso (g)	4	371,76	245,52	50,3	740	62,10	23,59	30,2	86,5
D	Espesor (cm)	5	8,5	2,37	5	11,5	—	—	—	—
	Peso (g)	5	296,0	228,98	43	650	58,2	7,52	49,9	69,2

A) *Forro externo*

Es la capa más externa, y sobre ella, se deposita la puesta. Su peso oscila entre 3,2 % en un nido de estructura tipo VII y, un 100 %, en los de estructura tipo II.

Los materiales de esta capa están caracterizados por su gran suavidad, siendo los principales, lana, pelo y plumas. Normalmente también puede haber otros elementos típicos de la segunda capa, como cubiertas de esparto, corteza y papeles, pero siempre serán trozos más pequeños y suaves.

B) *Forro interno*

Situado inmediatamente debajo de la capa anterior. Las medias son inferiores a las obtenidas para la capa anterior (Cuadro 2). En general, suele ser considerablemente más estrecha en nidos con sólo dos capas y, algo mayor, cuando hay tres.

Los materiales más característicos son, las cañas y hojas de esparto, corteza, papel y raíces, presentándose también lana y pelo, aunque aquí, en menor cantidad que en la capa anterior. Los distintos elementos son ordenados circularmente.

C) *Pared*

Es la última de las capas que rodea la taza y la más variable de todas. Puede no existir, y cuando existe, oscila ampliamente dependiendo de la magnitud de la cavidad (Cuadro 2). Lógicamente, la presencia y tamaño de esta capa condiciona enormemente los porcentajes, tanto en espesor como en peso, de las otras.

El material típico son las ramas, aunque en cavidades más pequeñas puede estar formada a base de otros elementos más flexibles como cañas de esparto, corteza, raíces y ramitas muy finas, que normalmente acompañan a las ramas también en el caso de que esta capa esté bien desarrollada. Se aprecia normalmente una disposición circular de los materiales.

D) *Muralla*

No rodea uniformemente al nido, sino que recubre a las otras capas en la parte orientada hacia la entrada, y se proyecta hacia ésta estrechándola (ver Fig. 2). Por tanto, su espesor, suele ser igual al de todo el nido, por lo cual no se puede tener en cuenta al obtener los porcentajes en espesor correspondientes a cada capa.

Los materiales más utilizados son las ramas, aunque entre ellas pueden aparecer cañas de esparto, cartón, corteza, lana y una gran variedad de elementos. A veces, generalmente cuando esta capa es pequeña, se aprecia una disposición en curva aunque nunca tan clara como en las anteriores, siendo lo más normal,

que las ramas estén desordenadas, encajadas entre sí y con las paredes de la cavidad formando una estructura compacta, estrechamente unida al resto del nido.

No hemos encontrado ninguna referencia bibliográfica que destaque esta capa. KULCZYCKI (1973) menciona la presencia de algunas ramas en el pasillo hacia el nido que, sin embargo, están totalmente aisladas. En nuestra zona de estudio, también se han encontrado ramas en el pasillo, pero no están encajadas ni unidas al nido, sino que se trata de unas pocas ramas aisladas, por lo que no pueden ser consideradas como muralla.

Para determinar si hay diferencia de tamaño entre las ramas utilizadas para la construcción de la capa C y la D, se han comparado, en un nido elegido al azar, mediante la aplicación de una *t* de Student. La longitud es mayor en D ($x=17,04$ cm; $n=407$ ramas) que en C ($x=4,03$ cm; $n=125$ ramas), siendo la diferencia entre estos resultados estadísticamente significativa ($t=5,81$; $p<0,01$). El grosor también es significativamente mayor ($t=3,13$; $p<0,01$) en D ($x=0,83$ cm) que en C ($x=0,45$ cm). Sin embargo, en el peso no se han encontrado diferencias significativas ($t=0,52$; $p>0,1$), lo cual es debido a que en este nido la capa C tenía unos tacos de madera de pino (resultantes de la poda), de bastante peso. Pese a ello, creemos que normalmente también será significativamente mayor el peso de las ramas de la capa D que las de la C.

3. FORMA Y DISPOSICIÓN DEL NIDO EN LA CAVIDAD

La taza, lugar donde se deposita la puesta, tiene forma de cuenco, sin embargo, el aspecto externo es tan variable que resulta imposible generalizar.

En la figura 3, se representan los 5 tipos que hemos diferenciado respecto a forma y disposición del nido en la cavidad, sin tener en cuenta los casos en que el soporte es una grieta, puesto que varía enormemente adaptándose a sus dimensiones.

La "a" es la forma típica, la presentan el 61,46 % de los nidos observados; aparece en cavidades profundas y amplias en su interior. La "b" es la que aparece en agujeros excavados por *Picus viridis* en arcilla compacta (14,06%). La "c" solamente se ha observado en 9 nidos (4,69 %) que, tenían la característica común de ser poco profundos (entre 19-28 cm) y de entrada estrecha. La "d" se encuentra en el 18,23 % de los nidos, en cavidades poco profundas y de entrada amplia, caracterizándose por la presencia de muralla. La "e" sólo se ha

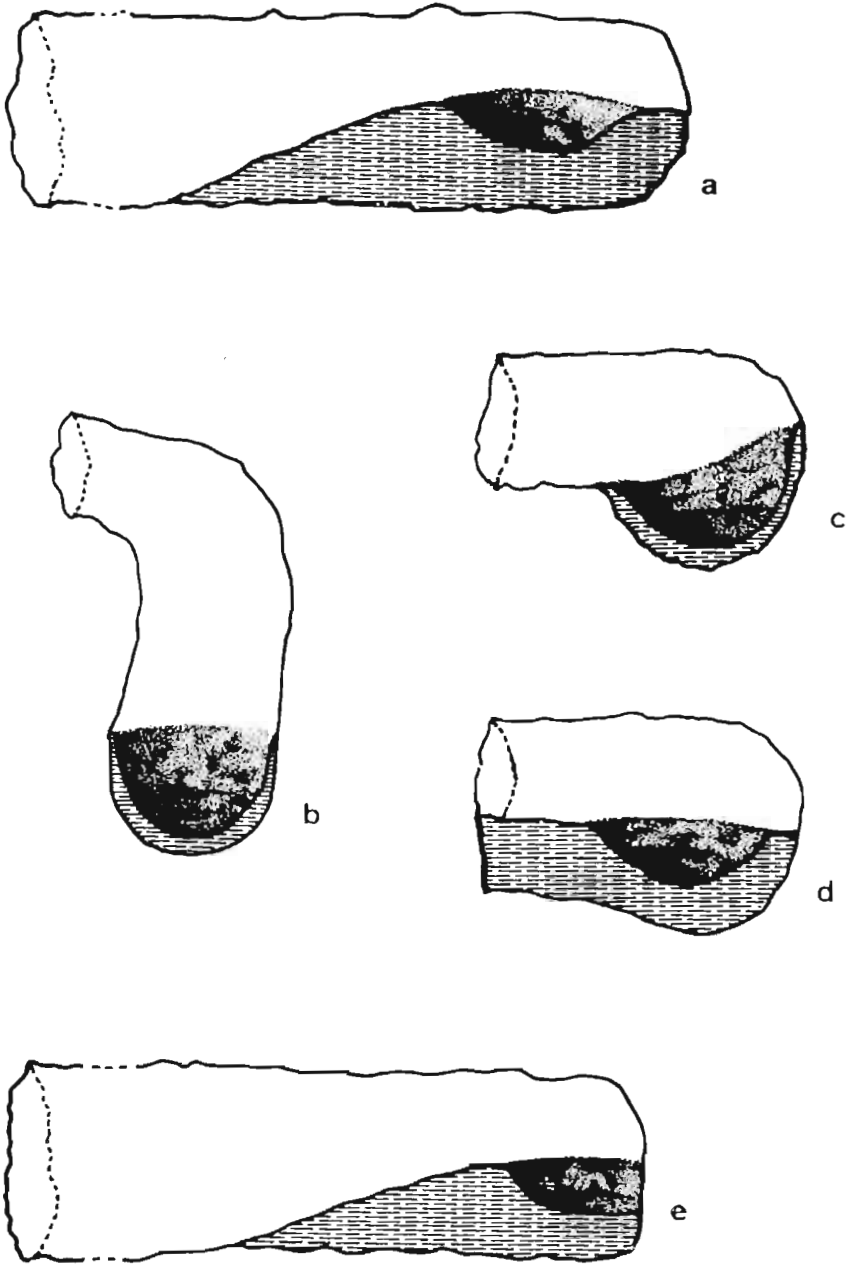


Fig. 3. Tipos de forma y disposición del nido en la cavidad.

encontrado en tres nidos (1,56 %), en los cuales la taza no era un círculo completo).

Las principales características de los nidos son innatas para cada especie (MAYER y BOND, 1943; LACK, 1956; BOCHENSKI, 1968), sin embargo, se admite una cierta variabilidad (HARRISON, 1977), pero la encontrada en Grajilla es excepcional. Incluso en otras aves trogloditas como *Sturnus unicolor*, no se ha encontrado relación entre el soporte y la estructura del nido (PERIS, 1984).

Teniendo en cuenta la gran variedad que hemos encontrado, tanto respecto a emplazamiento y soporte (SOLER, en prensa) como a estructura y dimensiones (presente estudio), así como la mencionada por otros autores (OWEN, 1930; 1931; ZIMMERMANN, 1931; ZIMMERMANN, 1951; NIETHAMMER, 1937; EJJELIS, 1958; FOLK, 1968; KULCZYCKI, 1973), y, por otra parte, la información existente sobre otras especies (p.e. HANZÁK, 1971; HARRISON, 1977), se puede afirmar que la Grajilla es una de las aves europeas que mayor variabilidad presenta en su nido.

RESUMEN

Se han utilizado un total de 108 nidos que fueron recogidos a lo largo de cinco años (1980-1984), aunque el número empleado para el estudio de cada capítulo ha variado considerablemente.

Se han obtenido las siguientes dimensiones: diámetro del nido, diámetro y profundidad de la taza; alto, espesor y peso del nido. Respecto a la estructura, se han diferenciado siete tipos distintos y se han estudiado las capas que los componen, que en el caso de máxima complejidad son 4. En cuanto a forma y disposición en la cavidad se han distinguido 5 tipos que dependen del soporte utilizado y que se han representado en la figura 3.

Como conclusión, destacar la gran variabilidad que presenta el nido de *Corvus monedula*, siendo una de las aves europeas que mayor variabilidad presenta en su nido.

SUMMARY

DIMENSIONS, STRUCTURE, SHAPE AND HOLE-NEST DISPOSITION IN JACKDAW NESTS

A total of 108 nests have been employed, collected over five years (1980-1984), although the number of them used for the study of each chapter varies considerably.

The following dimensions have been obtained: nest diameter, cup diameter and depth; height, thickness and weight of the nests. In relation to the structure, seven different types have been distinguished and the layers they are composed of have been studied.

In the maximum complexity case four layers were found. Regarding the shape and disposition of the hole-nests, five types have been distinguished as shown in figure 3.

As a conclusion we point out the wide variety of *Corvus monedula* nests; it is one of the European species with the greatest nest variability.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, F. (1974): Nidificación de *Cyanopica cyana* en Doñana. *Doñana, Acta Vert.* 1 (2): 67-75.
- y L. ARIAS DE REYNA (1974): Reproducción de la Urraca (*Pica pica*) en Doñana. *Doñana, Acta Vert.* 1 (2): 77-95.
- BOGHENSKI, Z. (1966): Nesting of Common and Black Terns. *Acta Zool. Cracov.* 11 (14): 423-462.
- (1968): Nesting of the European Members of the Genus *Turdus* L. 1758 (Aves). *Acta Zool. Cracov.* 13 (16): 349-440.
- EJGELIS, J. K. (1958): The biology of breeding of the Jackdaw (*Coloemus monedula*) in the Oak-forest "The Wood on Worskla". *Vestník Leningrad. Univ.* 3, Biol. 1: 108-115..
- ENA, V. (1979): *Autoecología de la Graja (Corvus frugilegus L.) en la provincia de León*. Institución Fray Bernardino de Sahagún de la Excm. Diputación Provincial de León. León, 334 pp.
- FOLK, C. (1968): Das Nisten und die Populationsdynamik der Dohle (*Corvus monedula* L.) in der CSSR. *Zoologické Listy* 17 (3): 221-236.
- HANZÁK, J. (1971): *Ouvs et nids d'oiseaux*. Gründ, París, 236 pp.
- HARRISON, C. (1977): *Guía de campo de los nidos, huevos y polluelos de las aves de España y de Europa (Norte de Africa y Próximo Oriente)*. Omega, Barcelona, 482 pp.
- KULCZYCKI, A. (1973): Nesting of the members of the Corvidae in Poland. *Acta Zool. Cracov.* 18: 583-666.
- y M. MAZUR-GIERASINSKA (1968): Nesting of House Sparrow, *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758). *Acta Zool. Cracov.* 13: 231-250.
- LACK, D. (1956): A review of the genera and nesting habits of Swifts. *Auk* 73 (1): 1-32.
- MAYER, E. y BOND, J. (1943): Notes on the Generic Classification of the Swallows, Hirundinidae. *Ibis* 85 (3): 334-341.
- NIETHAMMER, G. (1937) (en Zimmermann, 1951): *Handbuch der deutschen Vogelkunde*. Leipzig.
- OWEN, J. H. (1930): Breeding-habits of the Jackdaw. *Brit. Birds* 24: 51-52.
- (1931): A note on the nesting of the Jackdaw. *Brit. Birds* 25: 53.
- PACHECO, F., F. J. ALBA, E. GARCÍA y V. PÉREZ (1975): Estudio sobre la biología de reproducción del Rabilargo *Cyanopica cyana* (Pallas). *Ardeola* 22: 55-73.

- PERIS, S. (1984): Nidificación y puesta en el Estornino negro. *Salamanca, Revista de estudio* 11-12: 175-234.
- SOLER, M. (1984): *Biometría y biología de la Grajilla (Corvus monedula L.)*. Tesis doctoral, Univ. de Granada. Granada. 689 pp.
- (en prensa): Emplazamiento y soporte de los nidos de *Corvus monedula*. VIII *Jornadas Ornitológicas Españolas*. Murcia.
- J. M. ZÚÑIGA e I. CAMACHO (1982): Nidificación de *Picus viridis* en taludes de arcilla en ramblas de Guadix (Granada). *Doñana, Acta Vert.*, 9: 195-209.
- SUÁREZ, F. (1977): Nidificación y puesta en la Collalba rubia (*Oenanthe hispanica*). *Ardeola*, 23: 63-79.
- ZIMMERMANN, D. (1951): Zur bruthiologie der Dohle, *Coloeus monedula* (L.). *Orn. Beob.* 48: 73-111.
- ZIMMERMANN, R. (1931): Einiges über das Brutgeschäft deutscher Ravienvögel. *Orn. Monatsber.* 39: 99-102.
- ZÚÑIGA, J. M., M. SOLER e I. CAMACHO (1982): Status de la avifauna terrestre de la Hoya de Guadix. Aspectos ecológicos. *Trab. Monogr. Dep. Zool. Univ. Granada, (N.S.)*, 5 (2): 17-51.

(Recibido 28, may. 1985)

Variaciones altitudinales en la composición de las comunidades nidificantes de aves de Sierra Nevada (Sur de España)

REGINO ZAMORA RODRÍGUEZ

Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han realizado una serie de estudios sobre variaciones latitudinales en algunos parámetros de las comunidades de aves (diversidad, número de especies y equitabilidad) y en otros aspectos de la comunidad (relación entre especies sedentarias y migradoras), fundamentalmente en América del Norte (MACARTHUR, 1959; PIANKA, 1966; TRAMER, 1974; WILSON, 1976; ROTTENBERRY, 1978; RABENOLD, 1979; SHORT, 1979) y en Europa (HERRERA, 1977, 1978a; JARVINEN, 1979). Menos atención se ha prestado a los estudios sobre gradientes altitudinales, a pesar de que estos constituyen un magnífico laboratorio en el que pueden reproducirse en unos pocos kilómetros unas condiciones bioclimáticas muy similares a las que encontramos escalonadas a lo largo de un gradiente latitudinal mucho más amplio. Pueden citarse como excepciones los trabajos de TERBORGH (1971, 1977), TERBORGH y WESKE (1975), DIAMOND (1973), ABLE y NOON (1976) y WARTMANN y FURRER (1977).

Sierra Nevada es un medio ideal para realizar estudios de esta naturaleza. Gracias a su considerable altitud (Mulhacén, 3.482 m) y a su situación tan meridional en el Continente Europeo, presenta una gran variedad de condiciones bioclimáticas. Fundamentalmente por esta razón, este enclave del sur de la Península ha sido en épocas pasadas el centro de atención de muchos ornitólogos, como lo prueban los trabajos de CHAPMAN y BUCK (1910), JOURDAIN (1936,

1937), VAUGHAN (1955) y NIETHAMMER (1957). Este último autor llega incluso a esbozar la distribución altitudinal de buena parte de las aves que se reproducen en Sierra Nevada.

La finalidad del presente trabajo es estudiar una serie de aspectos de las comunidades nidificantes de aves en un gradiente altitudinal de una montaña mediterránea, relacionarlos con variables físicas y biológicas y comparar posteriormente los resultados obtenidos con otros trabajos similares.

ÁREA DE ESTUDIO

El área principal de estudio se encuentra en la vertiente norte de Sierra Nevada, en un sector denominado "Loma del San Juan", cuyo punto culminante es el pico Veleta (3.400). Este enclave de Sierra Nevada presenta un amplio gradiente altitudinal (1.200-3.400 m) y es además donde mejor conservada se muestra la vegetación de cada uno de los pisos. Los muestreos correspondientes a los 3.100 m se realizaron en la cara sur de la sierra.

A continuación se describe la vegetación de cada zona de muestreo:

1.300 m.—Robledal de *Quercus pyrenaica* en estado de regeneración, acompañado de *Fraxinus excelsior*, *Q. ilex*, *Acer granatense* y *A. monspeliense* entre otras especies arbóreas. El estrato arbustivo está formado mayoritariamente por *Adonocarpus decorticans*, Rosáceas (*Rosa* sp., *Crataegus monogyna*; *Rubus ulmifolius*) y otras especies arbustivas (*Lonicera arborescens*, etc.). El bosque se encuentra a veces interrumpido por roquedos, pequeños arroyos y parcelas aclaradas.

1.700 m.—El robledal está muy degradado, predominando fundamentalmente un pastizal de *Artemisia campestris* con grupos dispersos de *Q. pyrenaica*, *A. decorticans*, *Berberis hispanica* y Rosáceas. Al igual que en el caso anterior, aparecen algunas formaciones rocosas.

2.200 m.—Enebrall-piornal formado por *Juniperus communis* y *Genista bastica*. Otras especies arbustivas menos abundantes son *B. hispanica*, *J. sibirica* y *Pulsatilla nuttalliana*. Como degradación de este matorral se forma un tomillar-pastizal compuesto por *Thymus serpyllifolius* y *Festuca indigesta*. En este sector de la sierra, los roquedos y praderas constituyen un elemento importante del paisaje.

2.900 m.—En los escasos lugares en donde la edafogénesis se ve favorecida, se forma un pastizal muy ralo compuesto sobre todo por Gramíneas y *Arenaria corymbosa*. A esta altitud, lo que predominan son los pedregales más o menos móviles y las morrenas y canchales de origen glaciar. Este último es el aspecto exclusivo del área de estudio situada a 3.100 m.

Con el fin de obtener datos de un gradiente altitudinal más amplio, se realizaron censos de aves en un encinar de *Q. rotundifolia* en estado de regeneración situado a pocos Km del área principal de estudio, a 800 m s.n.m. El estrato arbustivo está compuesto mayoritariamente por *Clatrus* spp. y *Ulex parviflorus*.

Para más información sobre la vegetación y flora de Sierra Nevada, se pueden consultar los trabajos de RIVAS MARTÍNEZ (1961), RIVAS GODAY y RIVAS MARTÍNEZ (1971) y FERNÁNDEZ CASAS (1974, 1975).

En el Cuadro 1 se muestran las características climatológicas del área de estudio. La delimitación de los pisos bioclimáticos (mesomediterráneo, supramediterráneo, oromediterráneo y crioromediterráneo) se ha realizado según RIVAS MARTÍNEZ (1980).

Cuadro 1

Climatología del área de estudio según registros de los últimos 20 años. La temperatura media anual (T^a) se ha calculado para cada altitud utilizando el gradiente térmico de MESSERLI (1977). t^a =media de las temperaturas mínimas del mes más frío; P(mm)=precipitación; N=número de días al año que permanece el hábitat cubierto por la nieve.

Climatology of the study area according to the last 20 years recording. Mean annual temperature (T^a) has been calculated, for every level, using the MESSERLI'S (1977) thermic gradient. t^a =minima mean temperatures of the coolest month; P(mm)=precipitation; N=number of days, in the year, with the habitat covered by the snow.

Pisos bioclimáticos	Mesomediterráneo	Supramediterráneo	Oromediterráneo	Crioromediterráneo		
Altitud	800	1.300	1.700	2.180	2.900	3.100
T^a	15,1°C	11,6°C	8,9°C	5,4°C	0,6°C	-0,7°C
t^a	de 3,°C a 0°C	de 0°C a -3°C		de -3°C a -6°C	menos de -6°C	
P(mm)	350-650 mm	650-1.000 mm		1.000 mm	1.000-1.600 mm	
N		14-21 días		150 días	240 días	

MÉTODOS

Muestreo del hábitat

Realizar un análisis objetivo de la estructura de la vegetación en un gradiente altitudinal amplio lleva consigo serios problemas, ya que los cambios morfológicos que aparecen en la vegetación relacionados con la altitud son muy considerables. Por ello se ha buscado un esquema fácil de aplicar a las diferentes comunidades vegetales que aparecen en cada nivel altitudinal aunque tenga el inconveniente de ser demasiado simplista.

El muestreo de la vegetación se llevó a cabo en el momento de mayor desarrollo de la misma en cada altitud (junio-agosto). A lo largo de los 6 itinerarios de muestreo se situaron a intervalos regulares de 8 a 15 círculos de 25 m de radio. En cada círculo se trazaron 6 radios, situados a 60° cada uno con respecto del otro. Una cinta métrica de 25 m se extendía a manera de radio desde el centro del círculo hasta la periferia. Estos 25 m se subdividieron en 5 unidades de 5 m cada una. La estructura del hábitat era

cuantificada midiendo linealmente en cada tramo de 5 m la extensión superficial de todas las estructuras físicas (árboles, arbustos, pastizal y rocas o pedregal). Finalmente se sumaban por separado las mediciones obtenidas de cada estructura física en cada círculo completo, expresando el resultado en porcentaje.

Para el análisis de la estructura vertical de la vegetación, se diferenciaron 4 estratos: de 0-0,4 m (herbáceo), de 0,4-2 m y de 2-4 m (arbustivo), y de 4-15 m (arbóreo). La cobertura de cada uno de los estratos se cuantificó como la proyección vertical sobre el suelo de la extensión superficial de los diferentes estratos en cada unidad de 5 m. Con esta metodología no se tiene en cuenta la densidad del follaje. La división del estrato arbustivo en 2 clases según la altura (de 0,4-2 m y de 2-4 m) está relacionada con las marcadas diferencias estructurales entre ambos tipos de arbustos, representados mayoritariamente por *A. decoricans* (perennifolio) y *C. monogyne* (caducifolio). Los arbustos de 2 a 4 m, que sólo aparecen a 1.300 y 1.700 m, tienen una gran importancia para muchas aves desde el punto de vista de la reproducción y la alimentación.

Se calcularon 2 parámetros fundamentales de la estructura de la vegetación:

a) La diversidad de la estratificación vegetal se obtuvo mediante la fórmula de Shannon (MACARTHUR y MACARTHUR, 1961; PEET, 1974).

$H = -\sum p_i \log_e p_i$, donde p_i es la fracción total de superficie correspondiente al estrato i .

b) La cobertura total de la vegetación se calculó como la suma de las coberturas de los diferentes estratos sobre el plano horizontal.

En el Cuadro 2 aparecen algunos aspectos relacionados con la estructura del hábitat.

Cuadro 2

Cuantificación de los principales elementos del hábitat en cada uno de los niveles altitudinales. La separación vertical de los 4 estratos aparece en el texto. CT=cobertura total; HV=diversidad de la estratificación vertical, obtenida según se indica en el texto. Todos los datos del Cuadro (salvo HV) están expresados en %.

Quantification of the main items in every altitudinal levels. Vertical separation of the four layers, as in the text. CT=total coverage; HV=vertical stratification diversity obtained as in the text. All dates (except for HV) are expressed in %.

	Roca	E. herbáceo	E. arbustivo 1	E. arbustivo 2	E. arbóreo	CT	HV
800	0,5	40,5	23,4	—	14,2	78,?	1,01
1.300	6,2	75,5	26,7	14,8	38,9	155,9	1,05
1.700	19,6	49,5	10,1	2,5	10,6	72,7	0,84
2.180	17,5	25,3	38,5	—	—	63,8	0,67
2.900	74,1	10,5	2,5	—	—	13	0,48
3.100	88,9	1,1	—	—	—	1,1	0

Censos de aves

El método de muestreo empleado para realizar los censos de aves ha sido el transecto lineal (line transect: EBERHARDT, 1978), fijando la anchura de la banda de conteo en 25 m a izquierda y derecha del observador. En el análisis de los resultados sólo se han tenido en cuenta los contactos registrados en el interior de dicha banda, en la que se supone igual probabilidad de detección. Esta misma metodología ha sido empleada en trabajos anteriores (ZAMORA y CAMACHO, 1983; ZAMORA y CAMACHO, 1984).

Se trazaron 5 itinerarios de muestreo que estaban situados altitudinalmente a 1.300, 1.700, 2.180, 2.900 y 3.100. Cada uno de estos se recorrió 3 veces al mes durante los meses de mayo, junio y julio (1.300, 1.700 y 2.180 m), junio y julio (2.900 m) y julio (3.100) de 1982. Durante este período de tiempo se desarrolla fundamentalmente la actividad reproductora de las aves en el área de estudio. También se determinó la composición específica de la comunidad de aves que aparece en el encinar situado a 800 m, durante los meses de mayo y junio. En total se realizaron 42 muestreos en los 6 niveles altitudinales anteriores. La longitud de los itinerarios osciló entre 1,5 Km a 2.900 m y 4 Km a 2.180 m. La velocidad de recorrido fue de 1,5 Km/hora a 800 m y a 1.300, 1,7 Km/h a 1.700 m, 2 Km/h a 2.180, y 2,8 Km/h a 2.900 y 3.100 m. Esta diferencia en la velocidad de recorrido estuvo relacionada con la mayor o menor complejidad del medio y con la desigual densidad de aves que aparece en los diferentes niveles altitudinales anteriores estudiados. Los recorridos se llevaron a cabo siempre durante las 4 primeras horas del día, en condiciones meteorológicas óptimas.

Conviene señalar que algunos jóvenes y grupos familiares de determinadas especies que realizan desplazamientos postreproductores aparecen a finales de julio en altitudes superiores a aquéllas en las que se reproducen, por lo que son censados en los itinerarios situados a niveles altitudinales superiores. Estas especies no han sido incluidas en el presente trabajo.

Clasificación de las especies

La clasificación de las especies atendiendo a su status ha sido la siguiente: se ha considerado que una especie es sedentaria cuando permanece durante 9 o más meses en el área de estudio. El resto de las especies son de presencia temporal en sentido amplio. Esta clasificación se ha basado en estudios realizados anteriormente sobre la dinámica temporal de las comunidades de aves en el piso supramediterráneo (ZAMORA y CAMACHO, 1983; ZAMORA y CAMACHO, 1984), en el piso oromediterráneo (en preparación) y en el piso crioromediterráneo (en preparación). Esta clasificación se puede establecer sin dificultad para cada uno de los niveles altitudinales, pero se complica al considerar los tres pisos conjuntamente, ya que una especie que puede ser sedentaria a 1.300 m no lo es a 2.180 m. Para evitar esta dificultad, se ha realizado la clasificación anterior en cada altitud por separado, para observar mejor los cambios cuantitativos que tienen lugar a lo largo del gradiente entre los porcentajes de especies sedentarias y temporales en las diferentes comunidades.

Análisis de los datos

a) A partir de los muestreos realizados se obtuvo una lista de especies para cada nivel altitudinal.

Con el fin de realizar comparaciones específicas entre las diferentes comunidades de aves encontradas a cada altitud, se midió la afinidad cualitativa existente entre cada una de ellas mediante el coeficiente de Czeckanowsky (MARGALEF, 1977):

$$I A = \frac{2C}{A+B} \times 100$$

donde C = núm. de especies comunes que aparecen en las dos listas de especies comparadas (A y B), y A y B = núm. total de especies encontradas en esas dos listas. Una vez obtenidos los valores de este índice, se calculó una matriz de similitud específica entre las diferentes comunidades de aves comprendidas en el gradiente altitudinal estudiado.

b) Con el método de muestreo empleado se pudo determinar también el número de individuos de la gran mayoría de las especies, expresado en densidad/10 Ha. Estas cifras corresponden a los valores medios. Se calculó igualmente la biomasa bruta de todas las especies, multiplicando el número de individuos obtenidos para cada una de ellas por su peso, sumando posteriormente todas las biomásas individuales. Los pesos medios se obtuvieron de GEROUDET (1973, 1974).

c) Se ha calculado un índice de diversidad mediante la función de Shannon. A partir de este índice se han obtenido tres tipos de diversidad ($H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$), de acuerdo con WHITTAKER (1972).

d) Se ha calculado también un índice de equitabilidad mediante la expresión de PIELOU (1975):

$$J = H/\log_e S$$

donde S = núm. de especies.

e) Asimismo se obtuvo un índice de dominancia simple (MAY, 1975):

$$I D = (P_i) \text{ máxima,}$$

donde (P_i) máxima representa la proporción de la especie que con más individuos contribuye a la densidad total.

f) Las correlaciones entre los parámetros de la comunidad y las variables físicas y de la vegetación se realizaron según SOKAL y ROHLF (1979).

RESULTADOS

Mediante los censos realizados en los 6 niveles altitudinales, se encontraron 50 especies de aves (Cuadro 3). Otras especies que nidifican en pequeños hábitats marginales no fueron censadas en el curso de los muestreos (l. g. *Typpolais polyglotta*, *S. undata*, *O. hispanica* y *Pica pica*), al igual que las aves nocturnas o crepusculares (*Otus scops* y *Caprimulgus europaeus*).

Cuadro 3

Especies censadas en los 6 lugares de muestreo durante el período de reproducción (mayo-julio de 1982) con sus densidades/10 Ha correspondientes. Las especies cuya densidad no pudo ser calculada aparecen en el Cuadro con una X. Las especies sedentarias (S) aparecen indicadas en cada nivel altitudinal, salvo a 800 m. Tipos faunísticos: AM=Antiguo mundo; M=Mediterráneo; ET=Euroturquestano; P=Paleártico; E=Europeo; PXM=Palaeoxeromontano; H=Holártico; TM=Turquestano-mediterráneo; PM=Paleomontano.

Observed species in the six sampling stations during the reproductive period (May-July 1982) and their corresponding densities/10Ha. X mean those species whose densities could not be calculated. Sedentary ones (S) are shown in each altitudinal level, except for 800 m. Faunistic types: AM=Old World; M=Mediterranean; ET=European-turkestanian; P=Palearctic; E=European; PXM=Palaeoxeromontane; H=Holartic; TM=Turkestanian-mediterranean; PM=Palaeomontane.

Especies	Tipo faunístico	800m	1.300m	1.700m	2.180m	2.900m	3.100m
Falco tinnunculus	VM			X			
Alectoris rufa	M			5,6 (S)	2,7 (S)		
Columba palumbus	ET	X	1,1 (S)	0,6 (S)			
Streptopelia turtur	ET	X	0,8	X			
Cuculus canorus	P		X	0,3			
Apus apus	P	X				X	X
Upupa epops	AM	X					
Picus viridis	E	X	0,1 (S)	X (S)			
Lullula arborea	E			1,2 (S)			
Alauda arvensis	P				1,1	X	
Hirundo rupestris	PXM		0,5 (S)	X	0,6		0,1
Delichon urbica	P	X				0,3	0,1
Hirundo rustica	H	X					
Anthus campestris	P				0,5		
Motacilla cinerea	P		0,2 (S)				
Lanius senator	M	X		X			
Troglodytes troglodytes	H		3,6 (S)	1,8 (S)	2		
Prunella collaris	PM					4,3	2,1
Sylvia atricapilla	E		8,4 (S)	0,8 (S)			
Sylvia communis	ET				1,9		
Sylvia melanocephala	TM	X					
Sylvia cantillans	M			0,3			
Phylloscopus bonelli	E	X	3	2,8			
Muscicapa striata	ET	X	0,4				
Oenanthe oenanthe	P				12,9	3,8	1,3
Oenanthe leucura	M		0,1 (S)				
Monticola saxatilis	PXM			0,3	0,6		
Monticola solitarius	PXM		0,2 (S)	X			
Phoenicurus ochruros	PXM		0,8 (S)	1,6	3,2	3,6	0,6
Eritacus rubecula	E		4,4 (S)	0,3 (S)			
Luscinia megarhynchos	E		0,5	X			
Turdus merula	P	X	6,9 (S)	2,5 (S)	0,2		
Turdus viscivorus	ET		0,6 (S)	1,8 (S)	X		
Parus ater	P		0,8 (S)	0,4 (S)			
Parus caeruleus	E	X	13,6 (S)	5,5 (S)			
Parus major	P	X	4,0 (S)	0,6 (S)			
Certhia brachydactyla	E	X	1,5 (S)	X			
Emberiza calandra	ET			X			
Emberiza cia	P		5,6 (S)	9,5 (S)	7,2		
Emberiza hortulana	ET				0,4		
Emberiza citrulus	M	X	0,4				
Fringilla coelebs	E	X	10,2 (S)	2,3 (S)			
Serinus serinus	M	X	2,2 (S)	2,4 (S)			
Carduelis chloris	ET	X					
Carduelis carduelis	ET	X	2	0,6			
Acanthis cannabina	ET			4,2	5,8		
Coccothraustes coccothraustes	P		1,5 (S)				
Oriolus oriolus	AM		3	X			
Garrulus glandarius	P	X	2,6 (S)	0,4 (S)			
Pyrhocorax pyrrhocorax	PM		X	X	0,4	0,4	
Número de censos		6	9	9	9	6	3

En la Fig. 1 se ha representado el número de especies censadas frente al número de muestreos realizados en cada nivel altitudinal.

Grado de afinidad específica altitudinal

En el Cuadro 4 se muestra la matriz de similitud cualitativa correspondiente a las comunidades de aves encontradas desde los 800 m a los 3.100 m de altitud. Si examinamos los valores obtenidos para cada par de niveles altitudinales sucesivos, comprobamos que la mayor afinidad específica aparece entre las comunidades de aves situadas a 1.300-1.700 m y a 2.900-3.100 m. El primer grupo tiene en común fundamentalmente el contingente de aves forestales, mientras que el segundo está formado en su mayoría por las especies que colonizan la alta montaña de Sierra Nevada. Por el contrario, los valores más bajos aparecen entre las comunidades situadas a 1.700-2.180 m y 2.180-2.900 m. Ambos valores se relacionan con importantes cambios altitudinales en la estructura de la

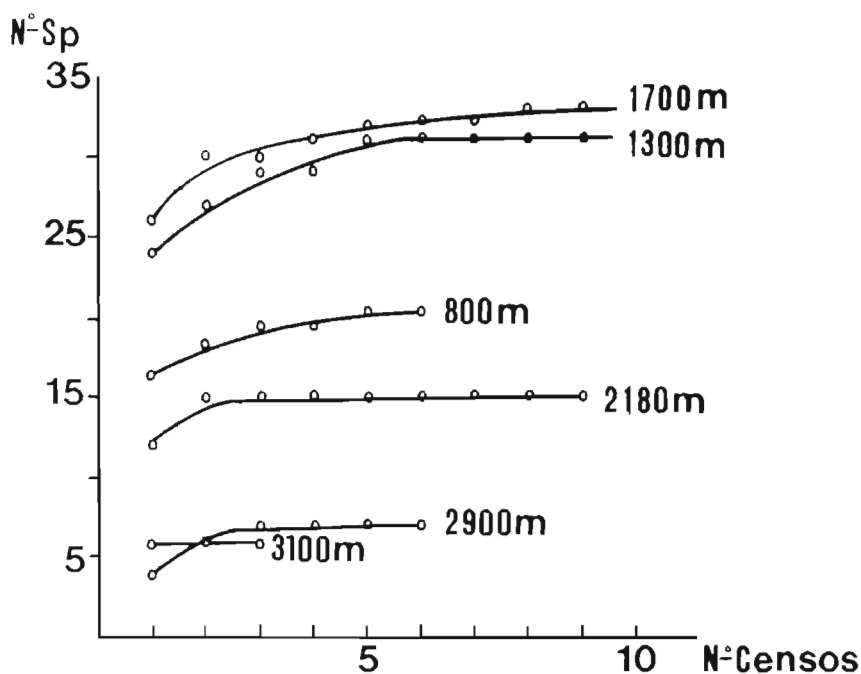


Fig. 1. Curvas de riqueza específica acumulada.
Plot of cumulative species richness.

vegetación: la desaparición del estrato arbóreo en el primer caso y del arbustivo en el segundo.

Cuadro 4

Matriz de similitud específica obtenida mediante la aplicación del índice de Czeckanowsky, a partir de datos de presencia-ausencia de todas las especies censadas en cada nivel altitudinal

Similitude matrix (Czeckanowsky index) obtained from presence-absence dates of all sampled species in every altitudinal level.

	800	1.300	1.700	2.180	2.900	3.100
800	—	0,53	0,48	0,05	0,14	0,14
1.300		—	0,81	0,34	0,10	0,10
1.700			—	0,41	0,10	0,10
2.180				—	0,36	0,28
2.900					—	0,77
3.100						—

Variación cuantitativa: relación entre especies sedentarias y temporales

En la Fig. 2 se muestra la variación cuantitativa altitudinal (en densidad y biomasa), y los cambios que aparecen entre las proporciones relativas de las especies sedentarias y temporales. En dicha gráfica se observa que el número de individuos disminuye progresivamente al ascender en altitud ($r=-0,97$, $p<0,05$). Este parámetro se correlaciona también con la diversidad de la estratificación vertical ($r=0,92$, $p<0,05$). Los perfiles de la densidad y la biomasa en el figura 2 siguen un curso paralelo ($r=0,98$, $p<0,05$).

La relación cuantitativa encontrada para las especies sedentarias y temporales a 1.300 y 1.700 m es comparable con las proporciones obtenidas anteriormente por ZAMORA y CAMACHO (1983, 1984) en un encinar y en un robleal de Sierra Nevada, y con los resultados obtenidos en trabajos realizados en la mitad meridional de la Península por GARCÍA y PURROY (1973), HERRERA (1978b, 1980) y HERRERA y SORIGUER (1977). A 2.180 m sólo *A. rufa* permanece durante 9 o más meses en el medio (en preparación). Por otra parte, el piso crioromediterráneo (2.900 y 3.100 m) es utilizado exclusivamente por especies de presencia temporal (en preparación).

En la Fig. 2 aparece un cambio brusco en la proporción relativa de las especies sedentarias y temporales al pasar de los 1.700 (72 %) a los 2.180 m

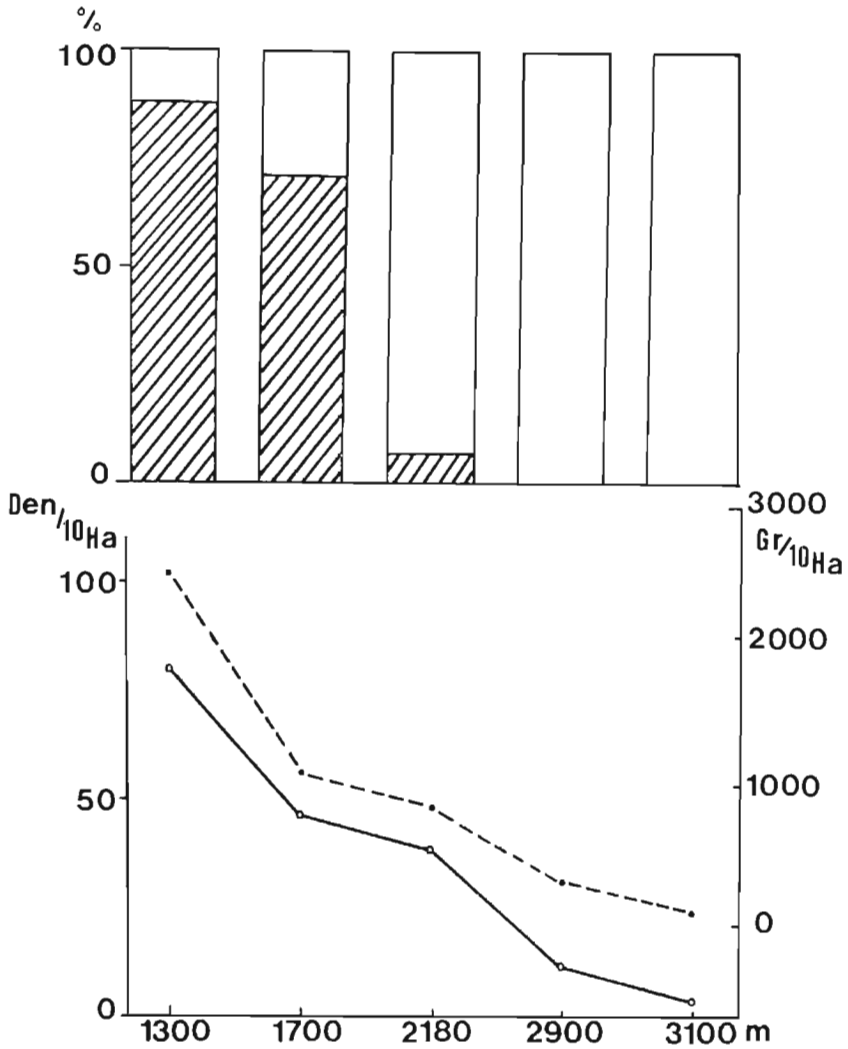


Fig. 2. Variación altitudinal cuantitativa expresada en número de individuos (Den/10 Ha, línea continua) y en biomasa (gr/10 Ha, línea discontinua. Esta última medida se ha calculado sólo para Passeriformes, excluyendo también a *P. pyrrhonorax*. En la parte superior de la figura se han representado unas barras en las que la zona rayada corresponde a la proporción de especies sedentarias, y la zona sin rayar a la proporción de especies temporales.

Quantitative altitudinal variations both in number of individuals (Den/10 Ha, solid line) as in biomass (grZ/10 Ha, dash line). The later has been calculated only for Passeriformes, excluding P. pyrrhonorax. In the top of the figure, the shaded portion of the bars shows the proportion of sedentary species and the rest, the temporary ones.

(6,8%). Dicho cambio lo relacionamos con el número de días en que permanece el hábitat cubierto por la nieve, que de ser unos pocos a 1.300 y 1.700, pasa a aproximadamente 150 en el enebro-piornal situado a 2.180 m (Cuadro 2). La presencia de nieve es por consiguiente un factor que determina la relación cuantitativa existente entre las especies sedentarias y temporales en las comunidades de aves de Sierra Nevada, ya que imposibilita el aprovechamiento trófico del hábitat para la gran mayoría de las especies, en una estación de elevadas necesidades energéticas.

La proporción relativa encontrada para los dos grupos de especies anteriores a lo largo del gradiente altitudinal es comparable a los resultados obtenidos por HERRERA (1977, 1978a) al estudiar las variaciones latitudinales que aparecen en los porcentajes de las especies sedentarias y temporales en Europa. En Sierra Nevada, el porcentaje de especies temporales en las comunidades nidificantes es tanto más elevado cuanto mayor es la fluctuación estacional experimentada por el hábitat (HERRERA 1978a, 1981).

Diversidad y parámetros asociados

En la Fig. 3 aparecen representadas las variaciones altitudinales que tienen lugar en la riqueza específica y la equitabilidad. El número de especies se correlaciona con la diversidad de la estratificación vertical ($r=0,81$, $p<0,05$), y con la altitud ($r=-0,78$, $p<0,05$). A 3.100 m ya sólo nidifican 3 especies: *P. collaris*, *Ph. ochruros* y *O. oenanthe*. La aparición del estrato arbóreo en la serie altitudinal produce un aumento considerable en la riqueza específica (WILSON, 1974).

Los valores obtenidos para el índice de equitabilidad (Fig. 3) son elevados en casi todos los niveles altitudinales. El comportamiento territorial de la mayoría de las aves presentes durante el período de estudio estaría relacionado con ese hecho (TRAMER, 1969; KRICHER, 1972). El valor encontrado para este parámetro (0,8) a 2.900 m sería consecuencia de la heterogénea estructura horizontal del hábitat a esta altitud, lo que posibilita la presencia de un número similar de parejas de *P. collaris*, *Ph. ochruros* y *O. oenanthe*. Esta heterogeneidad del hábitat se reduce a 3.100 m, por lo que la dominancia de *P. collaris* aumenta.

En la Fig. 4 se han representado los cambios altitudinales que tienen lugar en los índices de diversidad ($H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$) y de dominancia. La pendiente obtenida al calcular el índice de diversidad α sigue un curso descendente conforme aumenta la altitud, ya que ambos se correlacionan negativamente ($r=-0,99$,

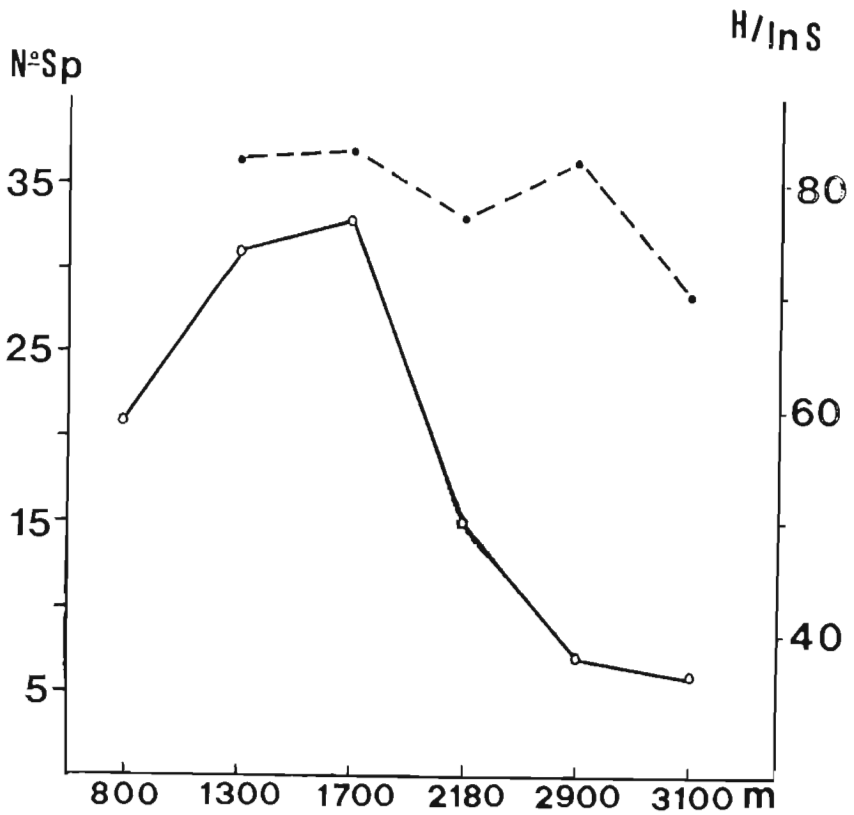


Fig. 3. Variación altitudinal de la riqueza específica (N.º Sp, línea continua) y de la equitabilidad (H/lnS, línea discontinua).

Plot of species richness (N.º Sp, solid lines) and evenness (H/lnS, dashed lines) with elevation.

$p < 0,05$). Este índice se correlaciona positivamente con la diversidad de la estratificación vertical ($r = 0,93$, $p < 0,05$).

Los valores calculados para el índice de diversidad β son más elevados entre las comunidades de aves situadas a 2.900 y 2.180 m, y entre esta última y la que se reproduce a 1.700 m. Estos valores nos demuestran, al igual que los obtenidos en el Cuadro 4, que los cambios que tienen lugar en la composición y abundancia relativa de las comunidades de aves de Sierra Nevada son más importantes entre los 1.700 y los 2.990 m, correspondiéndose esto con la franja

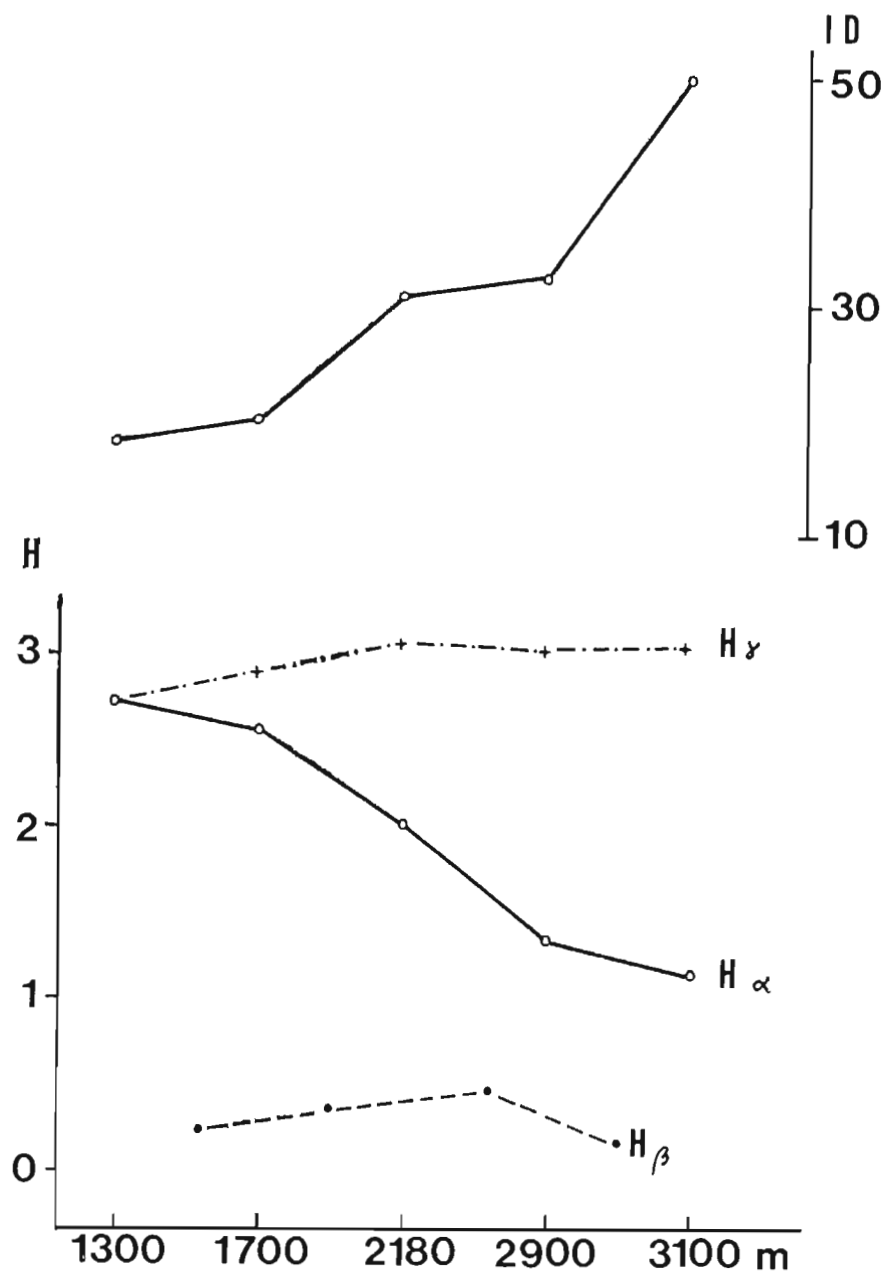


Fig. 4. Variación altitudinal del índice de diversidad (H_{σ} , H_{β} , H_{γ}) y del índice de dominancia.

Plot of diversity (H_{σ} , H_{β} , H_{γ}) and dominance (ID) with elevation.

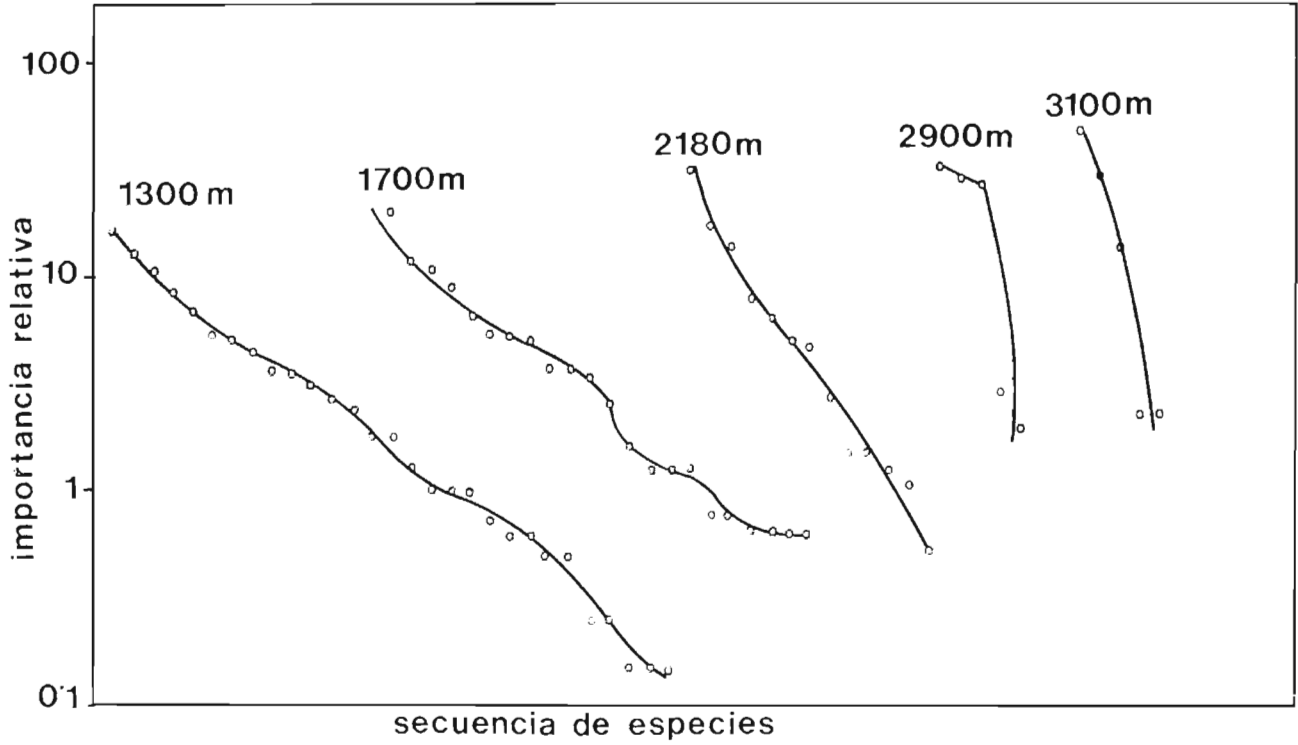


Fig. 5. Curvas de importancia obtenidas en cada nivel altitudinal. Cada especie está representada por su proporción cuantitativa en la muestra (importancia relativa).
Dominance-diversity curves for selected elevations. Each species is represented by its proportional abundance in the sample.

altitudinal en la que desaparecen progresivamente los estratos arbóreo y arbustivo de la vegetación.

Otra forma de expresar la relación diversidad-dominancia característica de cada comunidad es la de representar en una escala logarítmica las abundancias relativas de las especies que aparecen en los diferentes niveles altitudinales, ordenándolas desde la más abundante a la más escasa (curvas de importancia: WHITTAKER, 1972, 1975; MAY, 1975). Se obtienen así en la Fig. 5 curvas que muestran un claro gradiente cuyos límites son las dos curvas situadas en los extremos (1.300 y 3.100 m), que se aproximan respectivamente a un modelo lognormal, lo que sugiere un determinado grado de complejidad en la estructura de la comunidad (WHITTAKER, 1975), y a una distribución de serie geométrica, caracterizada por una elevada dominancia (WHITTAKER, 1972),

La forma de la curva correspondiente a la comunidad de aves situada a 2.900 m es consecuencia de la considerable equitabilidad encontrada en la misma, hecho ya comentado anteriormente.

DISCUSIÓN

MACARTHUR (1972) revisa varias hipótesis sobre los modelos de diversidad de especies, relacionándolos fundamentalmente con el grado de heterogeneidad espacial, estabilidad climática y productividad del ecosistema. Aunque en el presente estudio no se ha cuantificado este último factor, es evidente que los recursos aprovechables van disminuyendo en número y abundancia a lo largo del gradiente, muy probablemente a partir del piso de bosque caducifolio. En este trabajo se ha comprobado que al progresar en altitud, se incrementa la estacionalidad climatológica y disminuye la complejidad estructural de la vegetación. Este gradiente bioclimático produce unos cambios generalmente paralelos en los parámetros de las comunidades de aves (densidad, biomasa, diversidad y riqueza específica), de tal forma que se pasa de comunidades de aves relativamente complejas y organizadas, a otras muy empobrecidas en especies y poco estructuradas. Esto último es propio de las comunidades de aves características de medios que sufren un considerable grado de adversidad y/o inestabilidad climatológica (WIENS, 1974, 1977; WIENS y ROTENBERRY, 1980).

La composición específica, el número de especies presentes y su variación a lo largo del gradiente merece un análisis más detallado:

1) *Número de especies presentes en el gradiente altitudinal*

En dos estudios similares al presente trabajo WARTMANN y FURRER (1977, 1978) y AFFRE y AFFRE (1981) encontraron 100 especies de aves en los Alpes y 88 en los Pirineos respectivamente. Comparando estos resultados con los obtenidos en este estudio

(50 especies), se aprecia un empobrecimiento específico en Sierra Nevada con respecto a los dos sistemas montañosos anteriores. Al analizar este hecho, hay que tener en cuenta ciertos aspectos biogeográficos: si consideramos a todas las aves sedentarias que aparecen en el conjunto del gradiente altitudinal, se aprecia que buena parte de ellas tienen una amplia distribución por el Continente Europeo (VOOUS, 1960), y que Sierra Nevada representa para ellas un lugar muy cercano a su límite de máxima expansión meridional. Por consiguiente, muchas especies europeas no llegan a Sierra Nevada debido a que su área de distribución no alcanza la mitad meridional de la Península. Por otra parte, las especies mediterráneas en sentido amplio no superan en la mayor parte de los casos el obstáculo que suponen las adversas condiciones bioclimáticas que van apareciendo progresivamente con la altitud, salvo excepciones (*Pb. ocellatus* y *A. rufa* son las dos más notables).

Se ha demostrado anteriormente que la riqueza específica y la diversidad de las comunidades de aves están relacionadas con la diversidad y la complejidad estructural de la vegetación a lo largo del gradiente estudiado. Esta relación ha sido comprobada por un buen número de investigadores (MACARTHUR y MACARTHUR, 1961; MACARTHUR *et al.*, 1966; CODY, 1968; KARR y ROTH, 1971; BLONDEL *et al.*, 1973; ROTH, 1976, y otros). Hay que considerar también este hecho al comparar el número de especies de Sierra Nevada, Pirineos y los Alpes, ya que en Sierra Nevada los medios forestales estudiados están en proceso de regeneración, mientras que los sistemas forestales en las otras dos montañas europeas son principalmente medios climáticos. La ausencia de coníferas arbóreas en el piso oromediterráneo de Sierra Nevada lleva consigo la desaparición de especies ligadas a este estrato.

2) Composición específica del piso oromediterráneo: aspectos ecológicos

Podemos estudiar la comunidad de aves que aparece en el piso oromediterráneo de Sierra Nevada considerando a este sector como un medio con características insulares, y analizar la composición de su comunidad a la luz de la teoría biogeográfica de MACARTHUR y WILSON (1967), corroborada en muchos aspectos por trabajos posteriores realizados en aves por VUILLEUMIER (1970), DIAMOND (1973, 1975), JOHNSON (1975) y DIAMOND y MAY (1981).

Si consideramos como centro de expansión ("source region") de las especies paleomontanas que aparecen en Sierra Nevada a los Alpes, comprobamos que hay 3 factores que condicionan la presencia solitaria de *P. collaris* (también se podría incluir a *P. pyrrhocorax*) en la alta montaña de esta sierra: 1) la considerable distancia geográfica que separa a ambos macizos; 2) La reducida superficie del piso oromediterráneo; 3) Su pobre heterogeneidad física, relacionada con características geológicas y bioclimáticas. Por todo lo anterior, Sierra Nevada carece de este grupo de especies bien adaptadas a las adversas condiciones climatológicas de la alta montaña, y diferenciadas del resto de las demás comunidades de aves que aparecen a menor altitud, como en el caso de los Alpes (WARTMANN y FURRER, 1977, 1978; LEBRETON y BROYER, 1981; LUDER, 1981a y b) y los Pirineos (AFFRE y AFFRE, 1981). Dichas aves montanas están a su vez lo suficientemente diversificadas desde el punto de vista ecológico como para ocupar cada una un nicho característico en el seno de la comunidad.

Durante el último período glacial, gran parte de las especies que son propias de la alta montaña alpina y pirenaica colonizarían Sierra Nevada. Al ir variando las condiciones macroclimáticas hacia un aumento de las temperaturas y una paulatina disminución de las precipitaciones, el tamaño de la "isla montana" aprovechable para dichas especies iría disminuyendo progresivamente teniendo que iniciar estas aves una subida altitudinal para compensar los cambios climatológicos, por lo que la relación existente entre el número de especies y el área que ocupan daría lugar a un incremento en las tasas de extinción de dichas especies, en especial las menos abundantes, tal y como predice la teoría de MACARTHUR y WILSON (1967). No es de extrañar, pues, que en 1871 Saunders (citado en VAUGHAN, 1955) encontrara todavía en Sierra Nevada a *Trybodroma muraria*, *Montifringilla nivalis* y *Pyrrhocorax graculus*, especies que hoy en día no se reproducen en esta sierra.

Recientes trabajos en biogeografía de aves están demostrando que la especie o especies que persisten en medios de naturaleza insular muestran una serie de características (BLONDEL, 1979, 1981): 1) Presentan una amplia distribución geográfica, 2) son en general aves de reducido tamaño, 3) son especies generalistas. El ave paleomontana que mejor reúne estos requisitos es *P. collaris*, siendo esta la especie que parece estar mejor "equipada ecológicamente" para sobrevivir en la alta montaña de Sierra Nevada.

Si realmente existe una atenuación en la exclusión competitiva interespecífica como consecuencia del bajo número de especies (MACARTHUR *et al.*, 1972; RICKLEFS y COX, 1972, 1978; DIAMOND y MARSHALL, 1977) es de esperar que algunas de ellas ensanchen su nicho, fundamentalmente en la dimensión espacial del mismo (MACARTHUR y WILSON, 1967; YEATON, 1974; CODY, 1975; DIAMOND y MARSHALL, 1977), lo que conlleva en este caso un aumento en el gradiente altitudinal. Esto es lo que encontraron TERBORGH y WESKE (1975) al comparar las comunidades de aves que aparecían en un sector de la Cordillera de los Andes (Cordillera de Vilcabamba), con las de una montaña separada unos 100 km del macizo anterior (Cerros del Sira). Los posibles nichos que queden vacíos en la alta montaña nevadenses pueden ser ocupados en parte por *P. ochruros* y *O. oenanthe*, y terminado el período de reproducción, por algunos granívoros (*C. carduelis* y *A. cannabina*) que ascienden altitudinalmente (obs. pers.). El caso más claro de expansión altitudinal es el de *A. rufa*, especie mediterránea (VOOUS, 1960) que sin embargo ha sido encontrada nidificando en el presente trabajo a 2.750 m de altitud. A. TINAUT (com. pers.) observa un nido situado a 3.000 m, al pie de la cara norte de la Alcazaba (3.366 m). En los Pirineos, AFFRE y AFFRE (1981) encuentran que *A. rufa* no se reproduce más allá de los 1.250 m, apareciendo a partir de los 1.850 m la perdiz nival (*Lagopus mutus*). En Sierra Nevada, la ausencia de esta última especie podría ser la causa del considerable incremento observado en la distribución altitudinal de *A. rufa*. Casos similares han sido encontrados por diferentes autores (e.g. DIAMOND, 1973, 1975; DIAMOND y MARSHALL, 1977; TERBORGH y WESKE, 1975; NOON, 1981). Además, *A. rufa* es la única especie sedentaria a 2.180 m de altitud, siendo capaz de escarbar en la nieve durante el invierno para acceder a los frutos de *J. communis* de los que se alimenta en esta estación (obs. pers.), comportamiento más propio de *L. mutus* que de una especie mediterránea. Resulta cuanto menos llamativo el hecho de que la comunidad invernal que aparece a 2.180 m esté formada básicamente por *T. torquatus*, *P. collaris* y *A. rufa* (en preparación).

3) *Patrones de distribución altitudinal*

En 1971, Terborgh indicaba que la distribución de las aves a lo largo de un gradiente altitudinal en los Andes estaría relacionada fundamentalmente con 3 factores: 1) factores físicos y bioclimáticos que varían a lo largo del gradiente, 2) exclusión competitiva interespecífica, 3) ecotonos. De estos 3 factores, TERBORGH (1971, 1977) y TERBORGH y WESKE (1975) encontraron que la distribución de las 2/3 partes de las especies que aparecen a lo largo del gradiente altitudinal se debe a la competencia interespecífica. Estos estudios son corroborados por los trabajos de DIAMOND (1973) en Nueva Guinea, en donde también este autor observa como en el caso anterior un elevado empaquetamiento específico a lo largo de los ejes de recursos, lo que produce una fuerte competencia entre especies simpátricas. Sin embargo, este hecho que parece válido para medios tropicales, no lo es en medios templados, como comprobaron ABLE y NOON (1976), en donde aparecen los cambios en la estructura de la vegetación como el principal factor que condiciona la distribución altitudinal de las aves. Por otra parte, se ha comprobado en todos los estudios de esta naturaleza realizados hasta la fecha que, conforme se incrementa la altitud, va disminuyendo progresivamente la riqueza específica y la diversidad de la comunidad de aves (TERBORGH, 1971, 1977; KIKAWA y WILLIAMS, in MACARTHUR, 1972; DIAMOND, 1973; ABLE y NOON, 1976; LACK, 1976; WARTMANN y FURRER, 1977; LUDER, 1981a). La mayoría de estos autores (e.g. LACK, 1976) señalan que este hecho ocurre debido fundamentalmente a que al aumentar la altitud, disminuye la complejidad estructural de la vegetación en su dimensión vertical. Este último autor ofrece datos de diferentes trabajos en los que se aprecia que el bosque montano tropical sólo presenta un 50 % del número de especies que aparecen en el bosque situado al pie de la montaña.

En medios mediterráneos ocurre en general el mismo proceso anterior, pero con una interesante diferencia: ya BLONDEL (1970, 1978) en Mont Ventoux encuentra en el piso supramediterráneo una riqueza específica algo superior al nivel altitudinal inmediatamente inferior. THEVENOT (1982a y b), estudiando en Marruecos diferentes medios subclimáticos y climáticos en un gradiente altitudinal de 220 a 1.750 m, encuentra que la mayor riqueza específica y la densidad más elevada aparece precisamente en la comunidad de aves que habita en el bosque semicaducifolio de *Q. faginea*, que se sitúa altitudinalmente sobre los 1.600 m. En Sierra Nevada, el mayor número de especies aparece también en la franja de caducifolios (*Q. pyrenaica*). Aunque buen número de las especies que se encuentran a 1.300 m no son propias de medios forestales (Cuadro 3), aparece sin embargo un número de aves típicas de bosque en el robledal (unas 19) mayor que en el encinar (unas 11).

Las diferencias bioclimáticas existentes entre el encinar del piso mesomediterráneo y el robledal del piso supramediterráneo se reflejan en las avifaunas respectivas en la incorporación de 4 nuevas especies (*T. troglodytes*, *E. rubecula*, *S. atricapilla* y *C. vociferans*) a la comunidad de aves del bosque caducifolio. Este tipo de bosque es más complejo estructuralmente que los encinares y matorrales que encontramos a menor altitud, y que se suceden en la catena altitudinal (RIVAS GODAY y RIVAS MARTÍNEZ, 1971). Por otra parte, la desaparición de las especies más termófilas que tiene lugar al ascender en altitud (*S. melanocapilla*) se ve sobradamente compensada por la aparición de nuevas

especies que se reproducen en Sierra Nevada sólo a partir de un determinado nivel altitudinal (*E. cia*, *P. ochrinos* y otras).

Podemos comprobar de esta manera cómo en Sierra Nevada no aparece una relación perfectamente paralela entre el aumento de la altitud y la disminución en el número de especies, sino que la riqueza específica aumenta en principio con la altitud, hasta alcanzar su máximo en el piso supramediterráneo, disminuyendo a partir de ahí el número de especies progresivamente. A la vista de lo anterior se puede pensar que el patrón global en la distribución altitudinal de las especies en Sierra Nevada, al igual que en otros medios templados y mediterráneos, responde más fuertemente a la estructura del hábitat que a cualquier otro factor, aunque la situación de pares de especies o gremios particulares puede ser distinta (CODY, 1970; NOON, 1981). En el presente estudio, esta segregación espacial interespecífica podría ocurrir entre las dos especies del Género *Monticola*.

AGRADECIMIENTOS

Los Dres. Carlos M. Herrera y Pedro Jordano leyeron y criticaron una primera versión de este manuscrito. M.^{ta} Luz Hernández me acompañó en el campo y me ayudó en el análisis de los datos. La labor de campo de este trabajo no hubiera podido realizarse sin una ayuda económica concedida por la Excm. Diputación Provincial de Granada.

RESUMEN

Se ha estudiado la distribución de las comunidades de aves nidificantes a lo largo de un gradiente altitudinal en Sierra Nevada (Sur de España). Los censos de aves fueron realizados a 800, 1.300, 1.700, 2.180, 2.900 y 3.100 m s.n.m. El método de muestreo empleado ha sido el transecto lineal. A partir de los 1.300 m, la densidad y la biomasa disminuyen al ascender en altitud. La proporción cuantitativa de especies de presencia temporal aumenta progresivamente con la altitud; a 2.900 y 3.100 forman ya el 100 % de la comunidad. La riqueza específica y la diversidad α presentan un valor máximo a 1.700 y 1.300 m respectivamente (piso de bosque caducifolio), disminuyendo a partir de aquí progresivamente hasta alcanzar los valores mínimos a 3.100 m. Los parámetros anteriores se correlacionan con la altitud y la diversidad de la estratificación vertical. Las curvas de importancia obtenidas presentan un claro gradiente cuyos límites son las dos curvas situadas a 1.300 y 3.100 m, que se aproximan respectivamente a un modelo log-normal y a una distribución de serie geométrica. Se compara el número de especies presentes en el gradiente altitudinal de Sierra Nevada con otros estudios similares realizados en los Alpes y Pirineos, analizando posteriormente la composición específica del piso crionomediterráneo según la teoría de MACARTHUR y WILSON (1967). Igualmente se citan las posibles causas que originan el fenómeno de expansión de nicho que aparece en

algunas especies (*A. rufa* y otras). Finalmente se compara el patrón de distribución altitudinal de las especies en Sierra Nevada con los obtenidos por diferentes autores en medios tropicales, templados y mediterráneos.

SUMMARY

A study on the distribution of avian communities has been carried out along an elevational gradient in Sierra Nevada (South of Spain), at 800, 1,300, 1,700, 2,180, 2,900 and 3,100 m a.s.l. The sampling procedure used was the line transect. From 1,300 m, the density and biomass decrease as much as the altitude rises. The quantitative rate of species with a temporary presence increases progressively with the altitude and therefore at 2,900 and 3,100 m they constitute the 100% of the community. The number and diversity α of species offer a maximum value at 1,700 and 3,100 m (level of deciduous forest), decreasing gradually from here until 3,100 m, where minimum values are reached. Previous parameters are correlated with the altitude and the vertical stratification of vegetation. The dominance-diversity curves obtained show a clear gradient whose limites are those curves placed at 1,300 and 3,100 m, approaching to a lognormal model and to a geometric series, respectively. Besides, the number of species in the elevational gradient has been compared to other similar studies made in the Alpes and the Pyrenees, trying to analyse, after that, the specific composition of the euriomediterranean level according to MACARTHUR & WILSON (1967) theory. Possible causes which determine the phenomenon of niche shift observed in some species (*A. rufa* and others) are also commented. Finally, the pattern of altitudinal distribution of species observed in Sierra Nevada is compared to those obtained by several authors in tropical, temperate and mediterranean habitats.

BIBLIOGRAFÍA

- ABLE, K. P. y B. R. NOON (1976): Avian community structure along elevational gradients in the Northeastern United States. *Oecologia* 26: 275-294.
- AFFRE, R. y L. AFFRE (1981): Distribution altitudinales des oiseaux dans l'est des Pyrénées françaises. *L'Oiseau et R.F.O.* 50: 1-22.
- BLONDEL, J. (1970): Biogéographie des oiseaux nicheurs en Provence Occidentale, du Mont-Ventoux à la mer Méditerranée. *L'Oiseau et R.F.O.* 40: 1-17.
- (1978): L'avifaune du Mont-Ventoux, essai de Synthèse Biogéographique et Ecologique. *Terre et Vie*, supplément 1978: 111-145.
- (1979): *Biogéographie et Ecologie: Synthèse sur l'estructure, le dynamique et l'évolution des peuplements de Vertébrés terrestres*. Masson, París. 173 pp.
- (1981): Structure and dynamics of bird communities in mediterranean habitats in *Mediterranean-Type Shrublands*. Ed. by F. di Castri, D. W. Goodall and R. L. Specht, págs. 361-385, Elsevier, Amsterdam.

- C. FERRY y B. FROCHOT (1973): Avifauna et vegetation: essai d'analyse de la diversité. *Alaudæ* 41: 63-84.
- CODY, M. L. (1968): On the methods of resource division in grassland bird communities. *Amer. Natur.* 102: 107-147.
- (1970): Chilean Bird distribution. *Ecology* 51: 455-464.
- (1975): Towards a theory of Continental Species Diversity. *Ecology and Evolution of communities* (Ed. por M. L. Cody y J. M. Diamond), págs. 214-257. Belknap press, Cambridge.
- CHAPMAN, A. y N. J. BUCK (1910): *Unexplored Spain*. London.
- DIAMOND, J. M. (1973): Distributional Ecology of New Guinea Birds. *Science* 179: 759-769.
- (1975): Assembly of species Communities. *Ecology and Evolution of Communities* (Ed. por M. L. Cody y J. M. Diamond), págs. 342-444. Belknap press, Cambridge.
- y A. G. MARSHALL (1977): Niche shifts in New Hebridean Birds. *Emu* 77: 61-62.
- y R. M. MAY (1981): Island Biogeography and the design of Natural Reserves. *Theoretical Ecology, Principles and Applications* (Ed. por R. M. May, segunda edición), págs. 228-252. Blackwell, Oxford.
- EBERHARDT, L. L. 1978): Transect method for population studies. *J. Wildl. Manage.* 42: 1-31.
- FERNÁNDEZ CASAS, J. (1974): Vegetación y Flora de Sierra Nevada. Los Borreguiles. *Bol. Est. Cent. Ecol.* 3 (5): 29-42.
- (1975): Vegetación y Flora de Sierra Nevada. Los Cascajares. *Bol. Est. Cent. Ecol.* 4 (7): 21-29.
- GARCÍA, L. y F. J. PURROY (1973): Evaluaciones de comunidades de aves por el método de la parcela. Resultados obtenidos en el matorral mediterráneo de la Punta del Sabinar, Almería. *Bol. Est. Cent. Ecol.* 2: 41-49.
- GEROUDET, P. (1973-74): *Les Passereaux* (3 vol.). Delachaux et Niestlé, Neuchatel.
- HERRERA, C. M. (1977): *Composición y estructura de dos comunidades mediterráneas de Passeriformes en el sur de España*. Tesis doct. Univ. Sevilla. 390 pp.
- (1978a): On the breeding distribution pattern of European migrant Birds: MacArthur's theme reexamined. *Auk* 95: 496-509.
- (1978b): Ecological correlates of Residence and Non-Residence in a Mediterranean Passerine Bird community. *Journall of Animal Ecology* 47: 871-890.
- (1980): Evolución estacional de las comunidades de Passeriformes en dos encinares de Andalucía Occidental. *Ardeola* 25: 143-180.
- (1981): Organización temporal en las comunidades de aves. *Doñana, Acta Vertebrata* 8: 79-101.
- y R. SORIGUER (1977): Composición de las comunidades de Passeriformes en dos biotopos de Sierra Morena Occidental. *Doñana Acta Vertebrata* 4: 127-138.
- JARVINEN, O. (1979): Geographical gradients of stability in european land bird communities. *Oecologia* 38: 51-69.

- JOHNSON, N. K. (1975): Controls of number of bird species on montane island in the Great Basin. *Evolution* 29: 545-567.
- JOURDAIN, F. C. R. (1936): The birds of Southern Spain, Part. I. Passeres. *Ibis* 725-763.
- (1937): The birds of Southern Spain, Part II. Passeres. *Ibis* 110-152.
- KARR, J. R. y R. R. ROTH (1971): Vegetation structure and avian diversity in several New World Areas. *Amer. Natur.* 105: 423-435.
- KRICHER, J. C. (1972): Bird species diversity: the effect of species richness and equitability on the diversity index. *Ecology* 53: 278-282.
- LACK, D. (1976): *Island Biology illustrated by the land Birds of Jamaica*. Blackwell, Oxford. 445 pp.
- LEBRETON, P. y J. BROYER (1981): Contribution à l'étude des relations avifaune-altitude I. - Au niveaux de la région Rhône-Alpes. *L'Oiseau et R.F.O.* 51: 265-285.
- LUDER, R. (1981a): Qualitative und quantitative untersuchung der Avifauna als Grundlage für die ökologische landschaftsplanung im berggebiet. *Orn. Beob.* 78: 137-192.
- (1981b): Die avifauna der Gemeinde Lenk. *Orn. Beob.* 78: 193-208.
- MACARTHUR, R. H. (1959): On the Breeding distribution pattern of North American Migrant Birds. *Auk* 76: 318-325.
- (1972): *Geographical Ecology, patterns in the distribution of species*. Harper y Row, New York. 269 pp.
- y J. W. MACARTHUR (1961): On Bird species diversity. *Ecology* 41: 594-598.
- y E. O. WILSON (1967): *Tb. Theory of Island Biogeography*. Princeton Univ. Press Princeton. 203 pp.
- H. RECHER y L. CODY (1966): On the relation between habitat selection and species diversity. *Amer. Natur.* 100: 319-332.
- J. M. DIAMOND y J. R. KARR (1972): Density compensation in Island Faunas. *Ecology* 53: 330-342.
- MARGALEF, R. (1973): *Ecología*. Omega, Barcelona. 951 pp.
- MAY, R. M. (1975): Patterns of species abundance and diversity. *Ecology and evolution of communities*. (Ed. por M. L. Cody y J. M. Diamond), págs. 81-120. Belknap Pres. Cambridge.
- MESSERLI, B. (1977): *Beträge zur Geomorphologie der Sierra Nevada (Andalusien)*. Zurich.
- NIETHAMMER, G. (1957): Zur Vogelwelt der Sierra Nevada. *Bonn. Zool. Beitr.* 230-247.
- NONN, B. R. (1981): The distribution of an avian guild along temperate elevational gradient: the importance and expression of competition. *Ecological monographs*. 51: 105-124.
- PEET, R. K. (1974): The measurement of species diversity. *Am. Rev. Ecol. Syst.* 285-307.
- PIANKA, F. R. (1966): Latitudinal gradients in species diversity: A review of concepts. *Amer. Natur.* 100: 33-46.
- PIELOU, E. C. (1975): *Ecological diversity*. Wiley, New York. 165 pp.

- RABENOLD, K. N. (1979): A reversed Latitudinal diversity gradient in Avian communities of Eastern Deciduous Forest. *Amer. Natur.* 114: 275-286.
- RIKLEFS, R. E. y G. W. COX (1972): Taxon cycles in the West Indian Avifauna. *Amer. Natur.* 106: 195-219.
- (1978): Stage of taxon cycle, habitat distribution, and population density in the avifauna of the West Indies. *Amer. Natur.* 112: 875-895.
- RIVAS GODAY, S. y S. RIVAS MARTÍNEZ (1971): Vegetación potencial de la provincia de Granada. *Trab. Dep. Bot. y F. Vegetal*, 4: 3-85.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1961): Los pisos de vegetación de la Sierra Nevada. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* (B) 59: 55-61.
- (1980): Les étages bioclimatiques de la végétation de l'Espagne. *Conferencia leída en el III Congreso de Optima*. Madrid.
- ROTBERRY, J. T. (1978): Components of avian diversity along a multifactorial climatic gradient. *Ecology* 59: 693-699.
- ROTH, R. (1976): Spatial heterogeneity and bird species diversity. *Ecology* 57: 773-782.
- SHORT, J. J. (1979): Patterns of alpha-diversity and abundance in breeding bird communities across North America. *Condor* 81: 21-27.
- SOKAL, R. R. y F. G. ROHLF (1979): *Biometría*. Blume, Madrid. 832 pp.
- TERBORGH, J. (1971): Distribution on environmental gradient theory and a preliminary interpretation of distributional patterns in the avifauna of the Cordillera Vilcabamba (Perú). *Ecology* 52: 23-40.
- (1977): Bird species diversity on an Andean elevation gradient. *Ecology* 58: 1.007-1.019.
- y J. S. WESKE (1975): The role of competition in the distribution of Andean Birds. *Ecology* 56: 562-576.
- THEVENOT, M. (1982a): Contribution à l'étude écologique des Passereaux forestiers du Plateau Central et de la corniche du Moyen Atlas (Maroc). *L'oiseau et R.F.O.* 52: 97-152.
- TRAMER, E. J. (1969): Bird species diversity: components of Shannon's formula. *Ecology* 50: 927-929.
- (1974): On Latitudinal gradients in avian diversity. *Condor* 76: 123-130.
- VAUGHAN, R. (1955): A note on the Birds of the Sierra Nevada, South Spain. *Ibis* 97: 159.
- VOOUS, K. H. (1960): *Atlas of european Birds*. Nelson, Londres.
- VUILLEUMIER, F. (1970): Insular Biogeography in Continental Regions. I. The Northern Andes of South America. *Amer. Natur.* 104: 373-388.
- WARTMANN, B. y R. K. FÜRER (1977): Zur struktur der Avifauna eines Alpenteales entlang des Höhengradienten. I. Veränderungen zur Brutzeit. *Orn. Beob.* 74: 137-160.
- y — (1978): Zur struktur der Avifauna eines Alpenteales entlang des Höhengradienten. II. Okologische Gilden. *Orn. Beob.* 75: 1-9.
- WHITTAKER, R. H. (1972): Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-251.

- (1975): *Communities and Ecosystems*. (2.^a Ed.) Macmillan, Londres" 385 pp.
- WIENS, J. A. (1974): Climatic instability and the "ecological saturation" of bird communities in North American Grasslands. *Condor* 76: 385-400.
- (1977): On competition and variable environments. *American Scientist* 65: 590-597.
- y J. T. ROTENBERRY (1980): Bird community structure in cold shrub deserts: Competition or chaos? Proc. XVII Congressus Internationalis Ornithologici (Berlín): 1.063-1.070.
- WILSON, M. F. (1974): Avian community organization and habitat structure. *Ecology* 55: 1.017-1.029.
- (1976): The breeding distribution of North American Migrant Birds: A critique of MacArthur (1959) *Wilson Bull.* 88: 582-587.
- YEATON, R. I. (1974): An ecological analysis of chaparral and pine forest bird communities on Santa Cruz Island and mainland California. *Ecology* 55: 959-973.
- ZAMORA, R. e I. CAMACHO (1983): Evolución estacional de la comunidad de aves en un encinar de Sierra Nevada. *Doñana Acta Vertebrata* 11 (1): 25-43.
- y — (1984): Evolución estacional de la comunidad de aves en un robledal de Sierra Nevada. *Doñana Acta Vertebrata* 11 (2): 129-150.

(Recibido 9, sep. 1983)

Ecomorfología de una comunidad de Passeriformes en la Sierra de Cazorla, SE de España

JOSÉ RAMÓN OBESO

Estación Biológica de Doñana. Apartado 1056. 41013 Sevilla

INTRODUCCIÓN

El análisis ecomorfológico se fundamenta sobre la premisa de que las adaptaciones morfológicas de las especies reflejan sus condiciones ecológicas y la biometría de éstas permite su caracterización ecológica hasta determinar la posición que ocupan dentro del espacio ecológico (FINDLEY 1973, KARR y JAMES 1975, HERRERA 1978, RICKLEFS y TRAVIS 1980, JAMES 1982, MILES y RICKLEFS 1984, LEISLER y WINKLER 1985, entre otros).

El análisis ecomorfológico se ha utilizado en estudios de segregación ecológica (LACK 1971), de relaciones filogenéticas entre taxones (PAYNE y RISLEY 1976) y de reparto de recursos (KARR y JAMES 1975, HERRERA 1978, WIENS y ROTENBERRY 1980, por citar algunos). FINDLEY (1973), mediante análisis multivariante, trató de demostrar que las comunidades de murciélagos que albergan más especies son las más estrechamente empaquetadas en sus nichos morfológicos. Con el mismo método GALZ (1979), concluyó que las comunidades de peces que contienen más especies no son las que se estructuran más ceñidamente, mientras que KARR y JAMES (1975) afirman que los resultados en este sentido dependen parcialmente de los caracteres seleccionados en el estudio. La correlación entre morfología y ecología ha sido demostrada en algunos estudios de morfología funcional (PARTRIDGE 1976). A nivel de comunidad, KARR y JAMES (1975), y MILES y RICKLEFS (1984) comprobaron fuertes correlaciones entre

la posición de las especies en el espacio ecológico y morfológico. No obstante, WIENS y ROTENBERRY (1980) no encuentran apenas correlación entre la morfología y la dieta de una comunidad de pájaros de matorral.

En este caso se aborda el estudio morfológico de una comunidad de Passeriformes, con la intención de cubrir el vacío de información existente para las comunidades ibéricas al tiempo que se realizan comparaciones con otras comunidades ya descritas.

AREA DE ESTUDIO

La comunidad estudiada se localiza en un enclave de la Sierra del Pozo (Parque Natural de las Sierras de Cazorla y Segura y Las Villas) denominado Roblehondo, en el E de la provincia de Jaén (02-48 E, 37-5 N). Está situado a 1.300 m s.n.m. y tiene un clima de montaña dentro del dominio mediterráneo: media anual de precipitación de 1.527 mm con un período de sequía estival, las temperaturas medias del mes más frío y más cálido son 2,9 y 22,5 °C (OBESO 1985).

La vegetación está constituida por un bosque de *Pinus nigra* ssp. *salzmanii* con sotobosque disperso de *Quercus ilex*, *Juniperus* spp., *Crataegus* spp., *Rosa* spp., *Rubus ulmifolius* y *Berberis hispanica* (OBESO 1986).

Detalles sobre la composición y abundancia de la comunidad de passeriformes en esta localidad pueden verse en OBESO (op. cit.).

MÉTODOS

Los pájaros se capturaron mediante redes japonesas, se midieron y pesaron según los métodos convencionales utilizados en anillamiento (por ej. SVENSSON 1975), descartándose aquellos individuos que presentaban caracteres juveniles (aún en crecimiento) o anomalías. Las variables registradas han sido: ala (ALA), cola (COL), tarso (TAR), pico (PIC), desde el extremo a la base del cráneo, culmen (CUL) desde el extremo del pico al comienzo de las plumas, ancho (ANC) y alto (ALT) del pico en el borde posterior de las narinas, y peso (PES). Se añadió además la variable volumen del pico (VP) estimada según la expresión: $VP = ((ANC \times ALT) / 2) \times CUL / 3$. Para el análisis de la morfología de la comunidad se han considerado 32 especies (apéndice 1), descartando las que pueden considerarse ocasionales en el área de estudio. El anillamiento permitió medir 870 individuos correspondientes a 26 especies; la biometría de las especies restantes se realizó sobre ejemplares de la colección de la Estación Biológica de Doñana.

El espacio morfológico de la comunidad se ha descrito mediante un análisis de componentes principales (PCA) (DIXON 1983) de la matriz original de datos. Para realizar el análisis morfológico a nivel de comunidad hemos utilizado la distancia euclidiana

entre pares de especies (SNEATH y SOKAL 1973, ver también HERRERA 1978, RICKLEFS y TRAVIS 1980 para una aplicación similar del método).

Con el fin de evitar el efecto del tamaño diferencial de las especies sobre los valores y de las diferentes contribuciones de las variables al valor de la distancia euclidiana calculada, se utilizaron dos procedimientos, por una parte se estandarizó la matriz original de datos (de forma que cada variable tenga $X=0$ y d.t.=1) y una vez obtenida la matriz de distancia euclidianas se estandarizó teniendo en cuenta los valores máximo y mínimo (distancia — valor mínimo/valor máximo — valor mínimo). A partir de la matriz de distancias estandarizadas se calculó la distancia media al vecino más próximo (NND) como una media del grado de empaquetamiento de las especies y la desviación típica de este valor (DTNND) como medida de la homogeneidad del empaquetamiento observado. También se determinó la distancia al centroide para cada especie, el valor medio (DMC) y su desviación típica (DTDMC).

RESULTADOS

Ecomorfología de especies constantes y temporales

Cuando se considera el espacio morfológico de toda la comunidad se comprueba que los valores de distancia al centroide para los bloques de especies constantes y temporales no difieren del calculado para la comunidad completa (Cuadro 1), ni tampoco entre los dos grupos considerados ($U=111,0$; $p>0,1$; Test de la U de Mann-Whitney). El análisis efectuado sugiere que las especies constantes no están más "especializadas" que las temporales a pesar de que a priori pueden suponerse más diversificadas morfológicamente como consecuencia de la mayor amplitud taxonómica que ocupan sus componentes. Si se analizan ambos bloques por separado, calculando dos matrices de distancias, el de especies constantes presenta un valor superior para la DMC de esta subcomunidad pero las diferencias no son significativas. Más aún, tienden a atenuarse debido a que las especies temporales tienden a espaciarse entre ellas mismas más que del resto de la comunidad.

Las NND también nos indican que no se presentan diferencias entre los dos grupos dentro del conjunto de la comunidad ($U=114,5$, $p>0,1$). En cambio, considerando las matrices de las subcomunidades las NND de las especies temporales son casi significativamente mayores ($U=151$, $0,1 > p > 0,05$), sugiriendo que están relativamente más espaciados entre sí que las especies constantes. La dispersión del grupo de especies temporales sólo es apreciable si se separan del conjunto, dentro del cual presentan valores de NND más bajos, dando idea de estar más próximas a las especies constantes que entre sí mismas. En cualquier

Cuadro 1

Resumen de los parámetros obtenidos a partir de los vectores filas de las matrices de distancias estandarizadas. Se indican la distancia media al centroide (DMC), distancia al vecino más próximo (NND) y sus desviaciones típicas (DTDMC, DTNND). En primer lugar se exponen los resultados procedentes de la matriz de comunidad completa y después los obtenidos de las matrices calculadas independientemente para cada grupo.

Mean values of centroid distance (DMC) and nearest neighbour distance (NND) from standardized euclidean distances matrix. Above, calculations include whole community; below, calculations was made separately for resident and non-resident species.

CÁLCULO INCLUYENDO TODAS LAS ESPECIES DE LA COMUNIDAD

	Comunidad anual	Especies residentes	Especies temporales
N.º de especies	32	22	10
DMC	1,644	1,861	1,165
DTDMC	1,987	2,365	0,412
NND	0,058	0,067	0,039
DTNND	0,085	0,099	0,036

CÁLCULOS POR SEPARADO PARA ESPECIES CONSTANTES Y TEMPORALES

DMC	1,810	1,682
DTDMC	1,917	0,677
NND	0,059	0,178
DTNND	0,099	0,191

caso debe resaltarse la uniformidad entre ambos grupos para estos parámetros, aunque sí pueden encontrarse otro tipo de diferencias.

La distribución de las especies constantes y temporales en el plano definido por los dos primeros componentes principales sigue pautas diferentes (Cuadro 1). En el análisis de PCA se usaron las variables divididas por la raíz cúbica del peso, excepto la variable PES que se hizo igual a $\log(\text{PES})$. Este análisis reveló que los dos primeros ejes pueden explicar cerca del 60% de la varianza original (los cinco primeros ejes absorben el 90% de la varianza) (Cuadro 2) de manera que pueden reflejar las principales tendencias que presenta la variación morfológica de las especies estudiadas. El primer factor calculado viene determinado por el tamaño del pico (valores altos para PIC y CUL) y por el del ala en la parte negativa, aunque con menor incidencia. En el segundo factor inciden fundamentalmente el peso de manera positiva y de forma negativa la longitud del tarso. El tercer factor está influido principalmente por la longitud de la cola. Sobre el plano determinado por los PCA I y II se representaron las elipses de confianza al 95% para los grupos de especies constantes y temporales

(fig. 1). El grado de solapamiento para ambas elipses es relativamente pequeño si se considera su superficie total, con lo que se establece una diferencia morfológica entre ambas submuestras: las especies temporales tienden a poseer picos más pequeños y pesos más reducidos que las constantes.

Cuadro 2

Factores de carga de los tres primeros componentes principales para las nueve variables transformadas que caracterizan morfológicamente a las principales especies de la comunidad (abreviaturas en el texto).

Variance explained by each factor and the proportion of cumulative variance. Factor loadings on the first three principal components used to characterize morphologically the passerine species.

		FACTORES DE CARGA ROTADOS		
		Factor 1	Factor 2	Factor 3
Ala	1	-0,505	0,178	0,637
Cola	2	-0,067	-0,279	0,815
Tarso	3	0,643	-0,503	-0,090
Pico	4	0,921	0,020	0,023
Culmen	5	0,942	0,216	0,013
Ancho	6	0,273	0,326	0,649
Alto	7	-0,229	0,752	-0,211
Peso	8	0,048	0,899	0,066
VOP	9	0,205	0,797	0,171
Varianza explicada		2,651	2,502	1,528
Proporción de varianza acumulada		0,292	0,572	0,742

Según KARR y JAMES (1975) el área de las elipses puede utilizarse como una estima de la variabilidad de la covariación morfológica. En este sentido, las especies temporales muestran una variabilidad mayor que representa una elevada varianza morfológica entre especies, manifiesta sobre todo el tamaño del pico y atribuible en gran medida a la presencia de Hirundinidae, que con sus cortísimos picos producen un alargamiento de la elipse en la dirección del eje I.

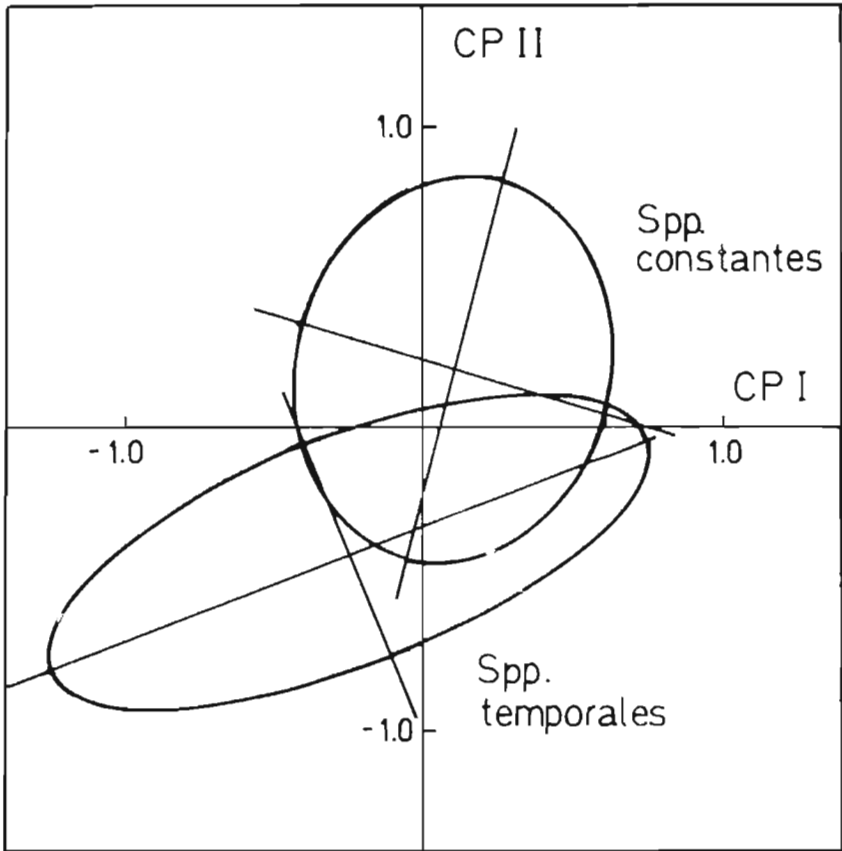


Fig. 1. Elipses de confianza al 95 % para los grupos de especies constantes y temporales sobre el plano definido por los dos primeros ejes o componentes principales. Nótese la pequeña superficie de intersección a pesar del elevado nivel de confianza.

Ninety five per cent confidence ellipses for resident (Spp. constantes) and non-resident (Spp. temporales) in the plane defined by PC I and PC II. It must be noted the low relative overlap between two ellipses.

A pesar de que las especies temporales no difieren de las constantes en la DMC ni en la NND, de manera que muestran grados de especialización y empaquetamientos similares, ocupan espacios morfológicos diferentes como se manifiesta en las elipses de confianza. Salvo en la pequeña zona de solapamiento las especies temporales ocupan espacios morfológicos distintos, que deben co-

responderse con nichos tróficos que no suelen estar ocupados por las especies constantes. Esto es evidente en el caso de los Hirundinidae que cazan en el aire, pero no es tan patente en los *Phylloscopus* spp. que también están bien diferenciados del resto.

División del espacio morfológico, coexistencia y competencia

Si se atiende a la distancia que separa a cada especie del hipotético taxón medio de la comunidad o centroide, puede comprobarse que *S. atricapilla*, *Phoenicurus* spp., *P. major*, *E. rubecula* y *F. coelebs* representan los tipos morfoló-

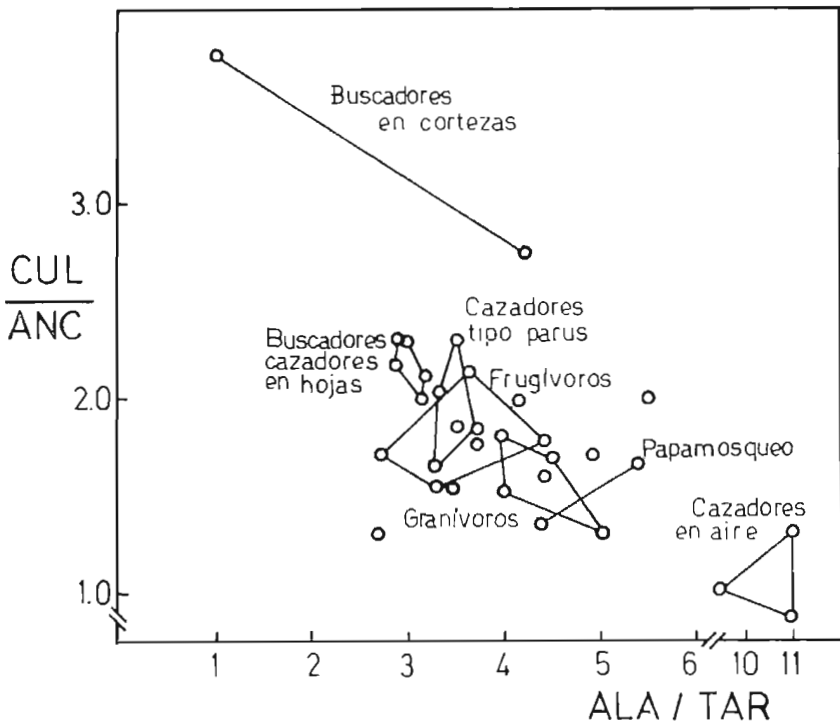


Fig. 2. Representación de los valores de ala/tarso frente a culmen/anchura del pico, según el planteamiento de KARR y JAMES (1975). Las líneas reúnen especies que tienen similares estrategias o categorías alimenticias.

Segregation by morphological character ratios (KARR y JAMES 1975): wing/tarsus (ALA/TAR) and culmen bill width (CUL/ANC). Species with similar feeding strategies or categories are linked by lines.

gicos menos diferenciados. Las especies que presentan las NND más pequeñas dentro de la matriz de distancias estandarizadas tenderán a formar pequeñas asociaciones en base a un parecido morfológico. Valores bajos los presentan *P. ater*, *P. caeruleus* y *P. cristatus*, formando el bloque de páridos; por otra parte los *Phylloscopus* spp. y por otra *S. atricapilla* y *Phoenicurus* spp., que aglutinarían otros dos grupos de especies.

Una forma adecuada de diferenciar estos grupos morfológicos es siguiendo el planteamiento de KARR y JAMES (1975) que relaciona ALA/TAR y CUL/ANC. Representando ambas relaciones (fig. 2) se pueden diferenciar más o menos claramente algunos grupos que pueden relacionarse con estrategias o categorías alimenticias. Se separan de forma neta las especies de la familia Hirundinidae como cazadores del aire y en el extremo opuesto de la figura *C. brachydactyla* y *S. europaea* formando el grupo de buscadores en las cortezas y también muy diferenciados morfológicamente. Puede considerarse también un grupo de granívoros que comen en el suelo la mayor parte de las ocasiones y que integrarían las familias Emberizidae y algunos Fringilidae. El resto de los grupos que pueden separarse ya no tienen delimitaciones tan claras, presentándose intersecciones entre ellos. Son de una parte los frugívoros (*T. merula*, *T. viscivorus*, *S. atricapilla*, *E. rubecula* y los *Phoenicurus* spp., por ej. HERRERA 1984) y de otra un grupo muy amplio que integran páridos y sílvidos de pequeño tamaño. Este conjunto podría disgregarse a su vez en dos grupos: el género *Parus*, con diversos tipos de "cazadores", y los géneros *Regulus* y *Phylloscopus* con buscadores de la vegetación.

DISCUSIÓN

Se ha analizado la comunidad estudiada según los planteamientos de COX (1968), que analizó las características de migrantes y residentes para documentar la incidencia de la competencia en la evolución de la migración. HERRERA (1978) en una comunidad mediterránea y GUTIÁN (1984) en una comunidad del N. de España encuentran que el grupo de especies residentes ocupa un espacio morfológico menos "empaquetado" que las especies temporales. El resultado de este empaquetamiento en las especies residentes sería la posibilidad de coexistencia durante todo el ciclo anual en la utilización de recursos fluctuantes que inducen necesariamente a la especialización. Las especies temporales, por el contrario, utilizan recursos temporales excedentes e impredecibles temporalmente, modelo de explotación que precisa tendencias generalista y hace innecesaria la especialización.

En la comunidad estudiada no se han detectado las diferencias señaladas anteriormente sino que aparecen ambos grupos de especies con un grado similar de "empaquetamiento" dentro del conjunto comunitario. Si se compara esta comunidad con las dos anteriores a las que he hecho referencia podemos observar un gradiente. La comunidad mediterránea con diferencias muy claras entre especies constantes y temporales posee un 36,7 % de especies residentes. Para la comunidad de montaña del N. peninsular representan el 50,0 % y las diferencias para estos grupos alcanzan sólo apretadamente el nivel de significación (incluso para algunos parámetros no existen diferencias). Como extremo opuesto se sitúa la comunidad de Roblehondo, sin diferencias en el grado de empaquetamiento entre estos dos grupos, aunque se aproxima a la significación estadística que presentaría al bloque de residentes, que representan el 68,8 %, como el más "empaquetado". El creciente número de residentes repercute en un aumento del empaquetamiento si consideramos que la diversificación morfológica puede estar hasta cierto punto limitada. Por otra parte, las especies temporales no muestran la uniformidad esperada por no ser generalistas como lo demuestra el hecho de no estar más próximas al centroide que las constantes, así como la utilización de recursos que no suelen emplear las constantes. Las diferencias morfológicas que existen entre ambos grupos ratifican esta segregación. Un caso diametralmente opuesto es el de una comunidad de alta montaña en Sierra Nevada que sólo recibe especies temporales (R. Zamora, com. pers.). El valor medio de distancia al centroide es $2,304 \pm 1,061$, indicando una diversidad morfológica muy elevada.

Un número reducido de especies residentes es posible que no puedan ocupar todos los nichos o posibilidades de explotación del medio. Quedarían por tanto libres la mayor parte de estas posibilidades, que son explotadas de una forma oportunista por un conjunto amplio de especies temporales sin especialización trófico-morfológica. Por el contrario, un número elevado de especies residentes acapara la mayoría de las posibilidades de explotación del medio. Sólo aparecen determinados tipos de recursos temporales que únicamente pueden utilizar especialistas que son especies temporales.

A la vista de los grupos formados en la fig. 2, dentro de los cuales se incluyen la mayoría de los pájaros de nuestra comunidad pueden extraerse algunas consideraciones:

1.—La mayoría de las especies se aglutina en un núcleo central cuya peculiaridad biométrica es la escasa diversificación morfológica. Está constituido en su mayor parte por especies sedentarias que coinciden temporalmente en el uso del hábitat, que también deben basar su segregación en el uso diferencial del espacio y en la diversificación del comportamiento alimenticio.

2.—Existen grupos muy diferenciados como los "buscadores en la corteza" dentro de las sedentarias y los "cazadores del aire" entre los temporales. El primero utiliza un tipo de recursos que no ofrece especiales restricciones a lo largo del año, y el segundo un recurso estacional. En ambos casos la coincidencia con el resto de las especies es mínima.

3.—A pesar de la agrupación central, dentro de los dos subconjuntos o gremios que tienden a utilizar los recursos de forma similar siempre existen diferencias morfológicas para facilitar la segregación. La coincidencia más relevante se presenta entre *R. igni-*

capillus y *R. regulus*, pero la segunda es temporal y además la coexistencia está facilitada por diferencias en la ecología alimenticia (LEISLER y THALER 1982).

RESUMEN

Se han estudiado las características morfológicas de una comunidad de passeriformes en la Sierra de Cazorla, SE de España. Con los métodos de análisis empleados, basados en el cálculo de las distancias euclidianas, se han calculado las distancias al centroide o tipo morfológico medio de la comunidad (DC) y las distancias al vecino más próximo (DNN). No han aparecido diferencias entre estos parámetros para las especies "constantes" y "temporales" que componen la comunidad, pero se demuestra que ambos subgrupos ocupan espacios morfológicos diferenciados. Se propone que un número creciente de especies "constantes" conduce a un aumento en el empaquetamiento morfológico de la comunidad, debido probablemente a la limitación existente para la diversidad morfológica.

La mayoría de las especies de la comunidad se aglutinan en torno al centroide, pero siempre existen diferencias morfológicas que facilitan la segregación.

SUMMARY

Ecology of a passerine community in Cazorla Mountains, SE Spain

The morphological organization of a passerine bird community was studied in SE Spain. Distance to faunal centroid (DC) and distributions of nearest neighbour distances were calculated by means of analysis of euclidean distance statistics. Resident and non resident species have similar morphological diversity, the species of these two groups being also similarly densely packed; however, these groups show different morphological spaces, as indicated by a principal components analysis.

I propose that an increase in the number of resident species generates a rise in species packing density, probably because morphological diversity has a limitation.

The majority of community members are placed around faunal centroid, but morphological differences could provide ecological segregation.

AGRADECIMIENTOS

C. M. Herrera escribió los programas FORTRAN que se utilizaron para el cálculo de las distancias euclidianas. Regino Zamora me dio la información biométrica sobre la

comunidad de Sierra Nevada. Juan Amat corrigió el resumen en inglés. Durante la mayor parte del período de realización de este trabajo fui becario del P.F.P.I.

BIBLIOGRAFÍA

- COX, G. (1968): The role of competition in evolution of migration. *Evolution* 22: 180-192.
- DIXON, W. J. (1983): *BMDP Statistical Software*. Univ. California Press, Berkeley.
- FINDLEY, J. S. (1973): Phenetic packing as a measure of faunal diversity. *Am. Nat.* 110: 129-139.
- GATZ, A. J., Jr. (1979): Community organization in fishes as indicated by morphological features. *Ecology* 60: 711-718.
- GUITIÁN, J. (1984): *Ecología de una comunidad de passeriformes en un bosque montano de la Cordillera Cantábrica*. Tesis doctoral. Univ. Santiago.
- HERRERA, C. M. (1978): Ecological correlates of residence and non-residence in a Mediterranean passerine bird community. *J. Anim. Ecol.* 47: 871-890.
- (1984): A study of avian frugivores, bird-dispersed plants and their interaction in a Mediterranean shrublands. *Ecol. Monogr.* 54: 1-23.
- JAMES, F. C. (1982): The ecological morphology of birds: A review. *Ann. Zool. Fenni.* 19: 265-275.
- KARR, J. R. y F. C. JAMES (1975): Ecomorphological configurations and convergent evolution. In M. L. Cody y J. M. Diamond (eds.). *Ecology and evolution of communities*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. pp.: 258-291.
- LACX, D. (1971): *Ecological isolation in birds*. Univ. Harvard Press.
- LEISLER, B. y E. THALER (1982): Differences in morphology and foraging behaviour in the goldcrest *Regulus regulus* and the firecrest *R. ignicapillus*. *Ann. Zool. Fenni.* 19: 277-284.
- y H. WINKLER (1985): Ecomorphology. *Current Ornithology* 2: 155-179.
- MILES, D. B. y R. E. RICKLEFS (1984): The correlation between ecology and morphology in deciduous forest passerine birds. *Ecology* 65: 1.629-1.640.
- OBESO, J. R. (1985): *Comunidades de Passeriformes y frugivorismo en altitudes medias de la Sierra de Cazorla*. Tesis Doctoral. Univ. Oviedo.
- (1986): Comunidades de Passeriformes en bosques mixtos de altitudes medias de la Sierra de Cazorla. *Ardeola* 33 (2): 000-000.
- PARTRIDGE, L. (1976): Some aspects of morphology of Blue tits (*Parus caeruleus*) and Coal tits (*P. ater*) in relation to their behaviour. *J. Zool. Lond.* 179: 121-133.
- PAYNE, R. B. y C. J. RISLEY (1976): Systematics and evolutionary relationships among the herons (Ardeidae). *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Michigan.* 150.

- RICKLEFS, R. E. y J. TRAVIS (1980): A morphological approach to the study of avian community organization. *Auk* 97: 321-338.
- SNEATH, P. H. y R. R. SOKAL (1973): *Numerical taxonomy*. Freeman, San Francisco.
- SVENSSON, L. (1975): *Identification guide to European passerines*. Naturhistoriska Riksmuseet, Stockholm. 184 pp.
- WIENS, J. A. y J. T. ROTENBERRY (1980): Patterns of morphology and ecology in grassland and shrubsteppe bird populations. *Ecol. Monogr.* 50: 287-308.

(Recibido 15, ab. 1986)

Apéndice 1

Valores medios de las 8 variables registradas inicialmente para las 32 especies de pájaros con más incidencia en la comunidad (véase texto para detalles de las variables). Se indica la distancia media al centroide (DMC) y la distancia al vecino más próximo (NND) obtenidas a partir de los cálculos realizados con la comunidad completa. Status: c) especie constante; v) presencia estival; i) invernante; p) presencia en los pasos otoñales.

Mean values of morphological variables, centroid distance (DMC) and nearest neighbour distance (NND) for 32 passerine species. Status: c) resident; v) breeding; i) overwintering; p) fall migrant.

Especie	Status	Ala	Cola	Tarso	Pico	Culmen	Ancho	Alto	Peso	DMC	NND
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	c	126,73	53,64	11,46	12,29	5,93	2,73	4,40	24,56	1,585	0,038
<i>Hirundo rustica</i>	p	120,60	91,60	10,93	12,28	7,83	10,07	2,83	12,05	1,785	0,120
<i>Delichon urbica</i>	p	104,30	55,20	11,07	9,61	4,59	2,77	4,37	11,54	1,681	0,079
<i>Lullula arborea</i>	c	90,90	48,20	20,58	15,01	11,00	6,81	4,29	25,85	0,620	0,038
<i>Garvulus glandarius</i>	c	181,18	152,18	43,94	36,25	30,66	15,48	12,47	169,64	5,719	0,220
<i>Corvus corone</i>	c	323,80	167,33	58,53	54,11	47,58	23,70	18,88	495,00	11,029	0,465
<i>Troglodytes troglodytes</i>	c	48,67	36,00	17,37	14,93	11,33	4,58	2,53	8,87	1,381	0,031
<i>Sylvia atricapilla</i>	c	70,56	60,84	21,30	15,83	10,61	6,75	3,54	15,47	0,532	0,014
<i>Phylloscopus trochilus</i>	p	63,73	48,89	19,79	13,17	8,78	4,15	2,37	9,62	1,076	0,005
<i>P. collybita</i>	i	58,15	48,35	19,95	12,42	8,90	4,05	2,08	6,78	1,201	0,006
<i>P. bonelli</i>	v	62,25	47,04	19,54	13,43	9,23	4,73	2,43	7,25	1,072	0,021
<i>Regulus regulus</i>	i	54,30	39,20	17,78	11,53	8,57	3,72	1,92	4,88	1,494	0,025
<i>R. ignicapillus</i>	c	52,70	39,22	17,78	12,04	8,89	3,83	2,05	4,84	1,464	0,024
<i>Ficedula hypoleuca</i>	p	79,70	52,40	18,16	13,02	8,86	6,44	3,18	13,22	0,829	0,031
<i>Muscicapa striata</i>	p	84,67	59,83	15,60	17,00	11,97	7,13	3,73	14,60	0,658	0,047
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	v	78,00	57,50	22,55	15,15	11,35	7,20	3,40	13,40	0,564	0,014
<i>P. ochrurus</i>	c	88,50	66,75	24,05	16,45	12,35	6,85	3,30	16,55	0,453	0,035
<i>Erithacus rubecula</i>	c	70,82	57,75	25,81	15,07	10,73	6,20	3,20	15,06	0,753	0,028
<i>Turdus viscivorus</i>	c	148,58	107,67	33,43	27,50	21,28	12,08	7,03	98,83	2,994	0,045
<i>T. merula</i>	c	123,89	112,24	34,02	29,18	23,54	10,99	6,97	81,90	3,005	0,045
<i>Aegithalos caudatus</i>	c	57,14	74,51	17,26	8,79	6,42	3,91	2,97	6,49	1,443	0,072
<i>Parus cristatus</i>	c	63,82	49,29	18,97	12,66	8,86	4,41	3,41	9,90	1,031	0,012
<i>P. ater</i>	c	61,20	45,14	17,47	12,77	9,11	3,90	3,29	8,08	1,182	0,012
<i>P. caeruleus</i>	c	62,85	50,60	17,09	10,59	7,78	4,18	3,92	9,57	1,230	0,021
<i>P. major</i>	c	73,79	57,58	20,04	14,03	10,43	5,61	4,41	16,89	0,598	0,025
<i>Sitta europaea</i>	c	85,12	45,05	20,03	21,85	16,98	6,16	4,21	19,11	1,006	0,071
<i>Certhia brochydactyla</i>	c	62,97	61,09	16,38	19,62	15,87	4,22	2,52	8,59	1,027	0,066
<i>Fringilla coelebs</i>	c	82,91	61,74	18,40	16,01	11,87	6,98	6,75	18,97	0,757	0,028
<i>Serinus serinus</i>	v	70,30	49,80	13,93	11,17	8,07	5,92	5,81	12,50	1,294	0,040
<i>Loxia curvirostra</i>	c	91,69	55,61	18,57	22,15	18,03	10,58	10,25	36,51	1,895	0,109
<i>Emberiza cia</i>	c	80,75	75,88	20,36	15,19	11,33	6,20	5,45	21,25	0,583	0,042
<i>E. cirius</i>	c	79,29	71,58	19,81	16,09	11,90	7,83	5,93	24,54	0,660	0,024

NOTAS

LA DISTRIBUCIÓN DEL PEZ-SOL (*Lepomis gibbosus* L.) EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

El Pez-Sol (*Lepomis gibbosus* L.) es un Centrárquido norteamericano introducido en Europa a finales del siglo pasado. Tan lejos como sabemos la primera referencia de esta especie en el Viejo Continente, data de 1887 y le corresponde a Alemania (ARNOLD 1983). A partir de esta fecha, su área de colonización se amplía considerablemente, llegando a cubrir en la actualidad la práctica totalidad de las grandes cuencas europeas (véase, por ejem. BORCEA (1933), MAITLAND (1972) y LADIGES y VOGT (1979), entre otros).

En España y a pesar de que la fauna introducida es bien conocida (SOSTOA *et al.* 1984), esta especie ha pasado bastante desapercibida. De hecho, algunos autores no incluyen a la Península Ibérica dentro del área de distribución actual de esta especie (WHEELER 1983). Como consecuencia de este vacío de información básica, escribimos esta nota, cuyo principal objetivo es actualizar y dar a conocer la distribución de esta especie en la Península, información que se basa en capturas y referencias obtenidas por los autores en los últimos años.

La primera vez que en nuestro país reconocimos a esta especie, fue en 1964, cuando uno de los autores de esta nota (V.F.C.) capturó un ejemplar en el Lago de Bañolas (Gerona). Cinco años más tarde, otro de los autores (A.S.) tuvo la oportunidad de observarla en el embalse de Can Borrell (Barcelona), situado a unos 100 Km al sur del mencionado lago y publicó, de forma somera, su referencia, al tratar la ictiofauna catalana (SOSTOA 1976). Algunos años más tarde, en 1980, el Dr. I. Doadrio, volvió a capturar, esta vez tres ejemplares, en el lago geronés mencionado, que fueron depositados en la colección del M.N.C.N. (C.S.I.C., Madrid). Hasta esta fecha y como se puede ver, todas las citas de esta especie correspondían a masas de agua cerradas (lagos y embalses) del noreste peninsular.

Recientemente, durante unos muestreos generales llevados a cabo en buena parte del territorio nacional, hemos localizado individuos de esta especie en varios ríos del noreste y en algunas charcas del centro de España (Villalba, Madrid), a la vez que ALMAÇA (1983) y LOPE-REBOLLO y DE LA CRUZ (1985) la han encontrado en Portugal y Extremadura respectivamente, ampliando su distribución unos 1.000 Km hacia el suroeste. Todas las referencias de esta especie conocidas por nosotros hasta la fecha, se incluyen en el Cuadro 1.

Por último, es valioso hacer notar que las vías utilizadas por esta especie para colonizar nuestro país, han sido distintas en el noreste y en el suroeste. Creemos que en el área catalana estos ejemplares han entrado al haber sido importados por acuarófilos y

Cuadro 1

Localidades conocidas del Pez-Sol (*Lepomis gibbosus* L.) en la Península ibérica. Los ejemplares correspondientes a citas nuevas se encuentran depositados en la colección del Departamento de Zoología (Universidad de Barcelona).

Area geográfica	Tipo de agua	Fecha	N _t	Autor
Cataluña				
Bañolas	Lago	1964	1	Datos propios
"	"	1980	3	Doadrio (com. per.)
Manol	Río	7/8/82	7	Datos propios
"	"	3/8/80	15	"
Fluviá	"	4-6/8/82	28	"
Muga	"	2-6/8/82	37	"
Rec Molí	Canal	6/8/82	1	"
Rec Salinas	"	27/10/82	1	"
Vilajuiga	Embalse	11/10/81	1	"
Can Borrell	"	6/6/78	1	"
Portugal	?	?	?	Almaça (1983)
Guadiana	Río	?	?	Coelho (com. per.)
Extremadura				
Guadiana	"	?	?	Lope-Rebollo y de la Cruz (1985)
Madrid	Charcas	1984	"	Datos propios

aficionados que, posteriormente, los han ido soltando en las aguas libres, mientras que en el suroeste, ejemplares de esta especie han entrado mezclados con individuos de *Micropterus salmoides* (Lac.) importados de Francia para su cría en charcas y balsas donde también —o independientemente— se crían Tencas (*Tinca tinca* L.).

BIBLIOGRAFÍA

- ALMAÇA, C. (1983): Contemporary changes in Portuguese freshwater fish fauna and conservation of autochthonous Cyprinidae. *Rocz. nauk Rol.* 100 (3): 9-15.
- ARNOLD, A. (1983): Zum Vorkommen des Gemeinen Sonnenbarsches, *Lepomis gibbosus* (L.), in Sachser (Benzirke Leipzig, Karl-Max-Stadt, Dresden). *Faun. Abhandl.* 10 (7): 159-162.
- BORCEA, I. (1983): Sur la présence du poisson soleil américain (common sunfish): *Eupomotis gibbosus* Linnaeus dans le bas Danube. *Annl. Scient. Univert. Jassy* 19: 232-235.
- LADIGES, W. y D. VOGT (1979): *Die süßwasserfische Europas*. Paul Parey, Hamburg.
- LOPE-REBOLLO, F. y C. DE LA CRUZ (1985): Nueva especie en la ictiofauna del Guadiana. *Lepomis gibbosus* L. (Perciformes, Centrarchidae). *Doñana Acta Vertebrata* 12 (1): 165.

- MAITLAND, P. (1972): *A key to the freshwater fishes of the British isles*. Freshw. Biol. Assoc. Scient. Public. 27.
- SOSTOA, A. DE (1976): Peixos. En: *Geografía física dels Països catalans*. págs. 168-171. Ketrel. Barcelona.
- F. J. DE SOSTOA, J. LOBÓN-CERVIÁ, B. ELVIRA, I. DOADRIO, J. A. HERNANDO y M. AVILA (1984): Atlas y distribución de los peces de agua dulce de España: El proyecto, métodos y resultados preliminares. *Bol. Est. Cent. Ecol.* 13 (25): 75-81.
- WHEELER, A. (1983): *Freshwater fishes of Britain and Europe*. Collins. London.

(Recibido 7, ene. 1985)

A. DE SOSTOA *, J. LOBÓN-CERVIÁ **
 V. FERNÁNDEZ-COLOMÉ * y F. J. DE SOSTOA *
 * Departamento de Zoología (Vertebrados).
 Facultad de Biología
 Universidad de Barcelona.
 Diagonal, 635.
 08028 BARCELONA
 ** Museo Nacional de Ciencias Naturales. C.S.I.C.
 José Gutiérrez Abascal, 2
 28006 MADRID

SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE *Barbus haasi* (OSTARIOPHYSI: CYPRINIDAE)

El roquerol o culirroyo (*Barbus haasi* Mertens, 1924) se venía considerando tradicionalmente como una forma de transición entre *Barbus barbuis* Linnaeus, 1758 y *Barbus bocagei* Steindachner, 1865 (KOLLER, 1926) o entre *Barbus barbuis barbuis* y *Barbus barbuis bocagei* (LOZANO REY, 1935). Sin embargo, ALMAÇA (1971) en su revisión de esta especie concluye que *Barbus haasi* es idéntica a *Barbus barbuis bocagei* para posteriormente (ALMAÇA 1982) incluirla en la especie italiana *Barbus plebejus* Valenciennes, 1829, como una de sus subespecies (*Barbus plebejus haasi*). Nosotros hemos demostrado (DOADRIO, 1984) que *Barbus haasi* debe considerarse como una especie válida ya que difiere en numerosos caracteres de las otras formas del género *Barbus*, estando filogenéticamente más relacionada con *Barbus meridionalis* Risso, 1826, que con *Barbus plebejus* o *Barbus bocagei*.

Hasta el presente, la única localidad que se conocía para *Barbus haasi* era el río Noguera-Pallaresa en Poble de Segur (Lérida) (MERTENS, 1924). Nosotros la hemos encontrado a lo largo de toda la cuenca del Ebro, principalmente en ríos de montaña, y además ampliamos su distribución a las cuencas de los ríos Llobregat, Francolí, Mijares y Palancia (Fig. 1).

Las localidades donde hemos encontrado a *B. haasi*, cuyos ejemplares se conservan en las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales y de la Unidad de Zoología Aplicada, figuran a continuación:

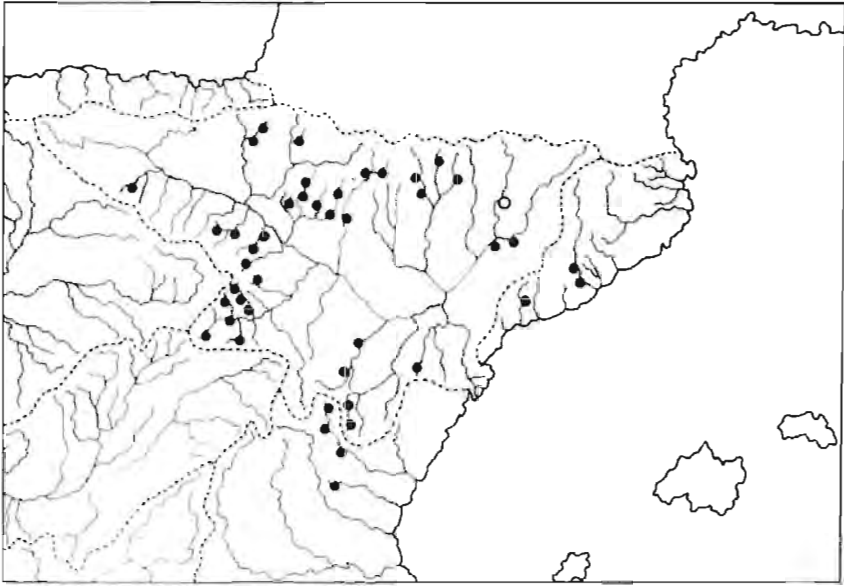


Fig. 1. Localidades de *Barbus haasi*. Punto blanco: localidades existentes. Punto negro: nuevas localidades.

— Cuenca del río Llobregat: río Llobregat, Martorell y Olesa de Montserrat (Barcelona).

— Cuenca del río Francolí: río Anguera, Barberá de la Couca (Tarragona).

— Cuenca del río Ebro: río Tirón, Fresno del río Tirón (Burgos). En la provincia de Zaragoza: río Queiles, Tarazona; Monasterio de Piedra, Nuévalos; Río Gabarri, Salvatierra de Esca; río Riguel, Uncastillo; río Arba de Luesia, Malpica y Rivas; río Agonías, Asín; río Arba de Biel, El Frago y Luna; río Gállego, El Molinar; río Aguas Vivas, Letux y Samper del Salz; río Moliner, Magallón; río Isuela, Cálceña y Aranda del Moncayo; río Manubles, Villarroya de la Sierra, Villaluenga, Bijuesco y Ateca; río Jalón, Ateca y Ariza; río Piedras, Cimballa, río Mesa, Ibdes; río Huerva, Mozota, Cerveruela y Badules; río Matarraña, Valderrobres (Teruel); río Esca, Garde (Navarra). En la provincia de Huesca: río Yesa, Puyarruego; río Gállego, Yebra; río Cinca, Ainsa y La Fortunada; río Ara, Ainsa; río Esera, Graus; río Segre, Collfret y Balaguer (Lérida).

— Cuenca del río Mijares. Todos en la provincia de Teruel: Río Mora, Mora de Rubielos; río Valbona, Valbona; Embalse de Valbona, Valbona; río Mijares, Mora de Rubielos y Olba.

— Cuenca del río Palancia: río Rasinero, El Toro (Castellón).

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a B. Arano y B. Sanchiz por la revisión crítica de este manuscrito. También estamos agradecidos a M. Merino por los dibujos. Este trabajo ha sido realizado en parte dentro del proyecto 608/211 del C.S.I.C., Museo Nacional de Ciencias Naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMAÇA, C. (1971): Sur la collection de Barbeaux (genre et sous genre *Barbus*) ibériques et nord-africains du Forschungsinstitut Senckenberg (Franckfurt a. M.). *Arq. mus. boc.* Lisboa, 3 (21): 1-5.
- (1982): Re-examination of types of *Barbus haasi* Mertens, 1924 (Pisces, Cyprinidae). *Senckenberg biol.*, Franckfurt a. M., 63 (1/2): 33-38..
- DOADRIO, I. (1984): Relaciones filogenéticas y biogeográficas de los barbos (*Barbus*, Cyprinidae) de la Península Ibérica y aportes corológicos y biogeográficos a su ictiofauna continental. *Tesis Doctoral. Publ. Univ. Compl.*: 1-1.146.
- KOLLER, O. (1926): Eine Kritische Übersicht über die bisher beschriebenen mittel und südeuropäischen Arten der Cyprinidengattung *Barbus* Cuv. *Sber. bayer Akad. Wiss.*, 135: 167-202.
- LOZANO REY, L. (1935): Los peces fluviales de España. *Mems. R. Acad. Cienc. exact. fis. nat.* Madrid (Serie Ciencias Naturales), 5: 1-390.
- MERTENS, R. (1924): Fische aus dem nördlichen und östlichen Spanien. *Arch. Naturgesch.*, Berlin, 90 (11): 1-4.

(Recibido 21, Ab. 1986)

I. DOADRIO * y P. GARZÓN **

* Museo Nacional de Ciencias Naturales
José Gutiérrez Abascal, 2
28006 MADRID

** Unidad de Zoología Aplicada.
Comunidad Autónoma de Madrid.
El Encín, Alcalá de Henares (MADRID)

LA DISTRIBUCIÓN DE *Barbus bocagei* STEINDACHNER, 1865
(OSTARIOPHYSI: CYPRINIDAE) EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

El barbo común (*Barbus bocagei* Steindachner, 1865) es una especie endémica de la Península Ibérica. Se diferencia de otros barbos por presentar el último radio sencillo de la aleta dorsal sin denticulaciones o con denticulaciones pequeñas y numerosas, y tener sólo 4 dientes faríngeos en la fila externa.

En la Península se reconocen en la actualidad (DOADRIO, 1984) tres subespecies: *B. bocagei bocagei* Steindachner, 1865, *B. bocagei graellsii* Steindachner, 1866, y *B. bocagei sclateri* Günther, 1868, diferenciándose unas de otras por el número de denticulaciones que se observan en el último radio sencillo de la aleta dorsal. La confusión entre estas subespecies ha sido un hecho muy frecuente, siendo la distribución de todas ellas muy mal conocida. En esta nota se pretende aclarar la distribución de cada una de las subespecies de *B. bocagei*.

B. bocagei graellsii se distingue de las otras subespecies por carecer de denticulaciones en el último radio sencillo de la aleta dorsal. Su distribución en un principio quedaba restringida a las cuencas de los ríos Ebro y Nervión (STEINDACHNER, 1866a y 1866b). Posteriormente otros autores (STEINDACHNER, 1866c; CISTERNAS, 1866; LOZANO REY, 1919; MERTENS, 1924; KOLLER, 1926; UGARTE, 1929; DE BUEN, 1930; PELLEGRIN, 1930; VÉLAZ DE MEDRANO y UGARTE, 1930; BERG, 1932; DE BUEN 1935) amplían su distribución a las cuencas del Júcar, Tajo, Duero, Guadiana y Oria. Sin embargo después del análisis crítico realizado por LOZANO REY (1935) y ANÓNIMO (1952) sólo se admiten las localidades pertenecientes a las cuencas del País Vasco, Cataluña, Ebro, Júcar y Duero. ALMAÇA (1983) amplía la distribución a la cuenca del río Besós.

Nosotros después de consultar las colecciones de la Facultad de Biología de Barcelona (FCBB), Unidad de Zoología Aplicada (UZA), Colección privada de J. Alvarez (CPA) y Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN), basadas estas dos últimas mayoritariamente en nuestras propias capturas, la hemos encontrado en las cuencas de los ríos: Oria, Nervión, Artibai, Oca, Ter, Besós, Llobregar y Ebro. Son nuevas localidades para esta subespecie las cuencas de los ríos Llobregat, Ter, Artibai y Oca (Fig. 1). Las citas para *Barbus bocagei graellsii* en la cuenca del Júcar no deben admitirse, ya que son debidas a la consideración de que *B. guiraonis* Steindachner, 1866, es idéntica a *B. bocagei graellsii* cuando debe ser considerada sinónima de *B. bocagei bocagei* (DOADRIO, 1984). En la cuenca del Duero sólo se han encontrado ejemplares de la subespecie típica, lo que hace dudar de su presencia en este área.

Barbus bocagei bocagei se diferencia de las otras subespecies por tener, los ejemplares adultos, el último radio sencillo de la aleta dorsal denticulado en una pequeña zona, que está situada por debajo de la mitad del radio (algunos ejemplares viejos pueden carecer de denticulaciones). Los ejemplares jóvenes presentan siempre denticulaciones a lo largo de todo el radio.

El barbo común *B. bocagei bocagei* ha sido citado abundantemente por toda la Península Ibérica (STEINDACHNER, 1865, 1866c y d; GÜNTHER, 1868; CISTERNAS, 1877; NOBRE, 1909; LOZANO REY, 1919, 1935; PÉREZ ARCAS, 1923; KOLLER, 1926; VÉLAZ DE MEDRANO y UGARTE, 1930; BERG, 1932; PARDO, 1934; DE BUEN, 1935; VÉLAZ DE MEDRANO, 1947; ANÓNIMO, 1952; KARAMAN, 1971; ALMAÇA, 1981). Sin embargo, después de las revisiones de LOZANO REY (1935), VÉLAZ DE MEDRANO (1947) y ANÓNIMO (1952), no se consideran como válidas aquellas citas pertenecientes a localidades del sur de España donde vive *B. bocagei sclateri* Günther, 1868. Por tanto el área de distribución de *B. bocagei bocagei*, que se viene considerando por los diferentes autores, ocuparía en España las cuencas de los ríos: Miño, Limia, Duero, Tajo, Palancia, Barranco de Carraixet, Turia, Albufera de Valencia, Júcar, Serpis y Ebro.

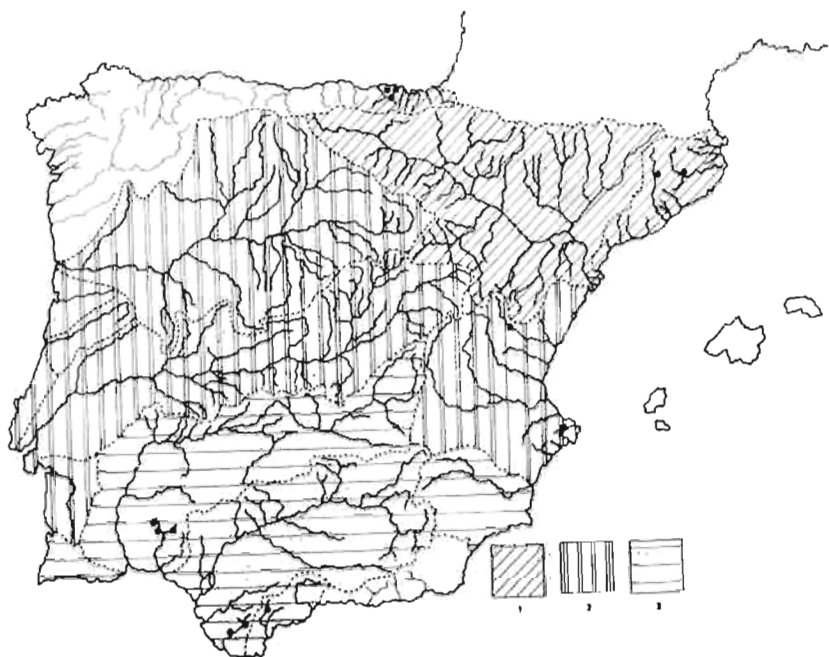


Fig. 1. Distribución geográfica de *Barbus bocagei graellsii* (1); *Barbus bocagei bocagei* (2) y *Barbus bocagei sclateri* (3). El círculo negro indica las nuevas citas que se aportan en este trabajo.

En cuanto a las localidades mencionadas por LOZANO REY (1935) y VÉLAZ DE MEDRANO (1947) en la cuenca del río Ebro, que se encuentran en las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales y de la Unidad de Zoología Aplicada, no pertenecen a *Barbus bocagei* sino a la especie *Barbus haasi* Mertens, 1924, que presenta a veces el último radio sencillo de la aleta dorsal denticulado de la misma forma que *Barbus bocagei bocagei*. Igualmente suponemos que la cita dada por VÉLAZ DE MEDRANO y UGARTE (1930) del Monasterio de Piedra (cuenca del Ebro) debe rechazarse ya que en esta localidad sólo se encuentran los taxones *B. bocagei graellsii* y *Barbus haasi*.

Nosotros ampliamos la distribución de *B. bocagei bocagei* a las cuencas de los ríos Mijares y Bullent, que constituyen las localidades más septentrionales y meridionales de entre todas las localidades del Mediterráneo. Además se ha comprobado la existencia de esta subespecie en las demás cuencas fluviales citadas excepto en las del río Miño y Barranco de Carraixet. En esta última localidad es posible que todavía exista *B. bocagei bocagei*. En cambio, desde STEINDACHNER (1866a) no se ha vuelto a capturar esta sub-

especie en la cuenca del Miño, pese al abundante muestreo en la misma (CALLEJO *et al.*, 1982).

Por lo tanto, el área de distribución conocida para *Barbus bocagei bocagei* se extiende en la región mediterránea desde el río Mijares al río Bullent y en la atlántica desde el río Limia al Sado en Portugal.

Barbus bocagei sclateri se diferencia de las otras subespecies por tener los individuos adultos el último radio sencillo de la aleta dorsal denticulado en dos tercios de su longitud, con unas denticulaciones pequeñas y muy numerosas (más de dos por milímetro).

B. bocagei sclateri se distribuye por las cuencas de los ríos Guadiana, Guadalquivir, Segura, Guadalhorce, Guadalete Mira y Arade (LOZANO REY, 1935; ANÓNIMO, 1952; ALMAÇA, 1967; LUCENA *et al.*, 1979; CASTELLÓ, 1981). Las nuevas cuencas que se amplían en este trabajo son las del Guadiaro, Barbate y Odiel.

A continuación se mencionan las nuevas localidades en las que se ha encontrado cada una de las subespecies:

BARBUS BOCAGEI GRAELLSII

Cuenca del río Ter

Río Ter, La Sellera del Ter (Gerona) (Colección MNCN).

Cuenca del río Llobregat

Riera Rubí, Rubí (Barcelona).(FCBB).

Cuenca del río Artibai

Río Artibai, Amalloa (Vizcaya). (CPA).

Cuenca del río Oca

Río Oca, Astelarra (Vizcaya). (CPA).

Río Oca, Guernica (Vizcaya). (CPA).

BARBUS BOCAGEI BOCAGEI

Cuenca del río Mijares

Río Mijares, Ribesalbes (Castellón). (MNCN).

Cuenca del río Bullent

Río Bullent, Oliva (Valencia). (MNCN).

Doñana, Acta Vertebrata, 14, 1987

*BARBUS BOCAGEI SCLATERI**Cuenca del río Guadiaro*

Río Guadiaro, Cortes de la Frontera (Málaga). (MNCN y UZA).

Cuenca del río Barbate

Río Barbate, Casas Viejas (Cádiz). (UZA).

Río Rocinejo, Alcalá de los Gazules (Cádiz). (UZA).

Cuenca del río Odiel

Río Odiel, Campofrío (Huelva). (MNCN).

Río Tamuja, Calañas (Huelva). (MNCN).

Río Cascabelero, Villanueva de las Cruces (Huelva). (MNCN).

BIBLIOGRAFÍA

- ALMAÇA, C. (1967): Estudo das populações portuguesas do gen. *Barbus* Cuvier, 1817 (Pisces, Cyprinidae). *Rev. Fac. Cien.* Lisboa, 14 (2): 151-400.
- (1981): La collection de *Barbus* d'Europe du Muséum d'Histoire Naturelle (Cyprinidae, Pisces). *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 3 (1): 277-307.
- (1983): Notes on *Barbus graellsii* Steindachner, 1866. *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 85/B: 1-7.
- ANÓNIMO (1952): Las colecciones de peces de la sección de Biología de las aguas continentales. *Pub. Inst. For. de Investigaciones y Exp.* Madrid, 6 (11): 1-136.
- BERG, L. S. (1932): Übersicht der Verbeitung der Süßwasserfische Europas. *Zoogeograph.* 1: 107-208.
- BUEN, F. DE (1930): Notas sobre la fauna ictiológica de nuestras aguas dulces. *Boln. Inst. Esp. Oceogr. Notas y Resúmenes*, 2 (46): 1-62.
- (1935): Fauna ictiológica; Catálogo de los peces ibéricos de la planicie continental, aguas dulces, pelágicas y de los abismos próximos. *Bol. Inst. Esp. Oceogr. Notas y Resúmenes*, 88: 1-89.
- CALLEJO, A., F. CALVIÑO y J. GUITIÁN (1982): Datos provisionales sobre la distribución de los ciclostomos y peces en las aguas continentales de Galicia. *Boln. Est. Gen. Ecol.* Madrid, 11 (21): 49-54.
- CASTELLÓ, V. (1981): Relación longitud-peso y condición del Barbo de Sclater (*Barbus barbus sclateri* G.) en el río Guadiaro. Córdoba España. *Doñana Acta Vertebrata* 8: 5-13.
- CISTERNAS, R. (1877): Ensayo descriptivo de los peces de agua dulce que habitan en la provincia de Valencia. *An. Soc. esp. Hist. Nat.* Madrid: 70-130.

- DOADRIO, I. (1984): Relaciones filogenéticas y biogeográficas de los barbos (*Barbus*, Cyprinidae) de la Península Ibérica y aportes corológicos y biogeográficos a su ictiofauna continental. *Tesis Doctoral Pub. Univ. Compl.* Madrid: 1-1.146.
- GÜNTHER, A. (1868): *Catalogue of the fishes of the British Museum*. Londres (Volumen VII), 512 págs.
- KARAMAN, M. (1971): Süßwasserfische der Türkei. Revision der Barben Europas Vorderasiens und Nordafrikas. *Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst.* 67: 175-254.
- KOLLER, O. (1926): Eine Kritische Übersicht über die bisher beschriebenen mittel- und südeuropäischen Arten der Cyprinidengattung *Barbus* Cuv. *Sber. Bayer. Akad. Wiss.* 135: 167-202.
- LOZANO REY, L. (1919): Los peces de la fauna ibérica en la colección del Museo el 1 de Enero de 1919. *Trab. Mus. nac. Cien. nat.* Madrid (Ser. Zool.) (39): 1-112.
- (1935): Los peces fluviales de España. *Mems. R. Acad. Cienc. exact. fis. nat.* Madrid (Serie Ciencias Naturales), 5: 1-390.
- LUCENA, J., M. BLASCO e I. CAMACHO (1979): Estudio del crecimiento en peso y longitud del *Barbus barbatus selateri* Gthr. del embalse de cubillas. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.* (Biol.) 77: 479-488.
- MERTENS, R. (1924): Fische aus dem nördlichen und östlichen Spanien. *Arch. Naturgesch.*, Berlín, 90 (11): 1-4.
- NOBRE, A. (1909): Fauna aquícola de Portugal. *Bolm. Div. gen. Agric. serv. flois.* 1904-1905, Lisboa: 73-112.
- PARDO, L. (1934): La Albufera de Anna (Valencia). *Butll. Inst. Catal. Hist. nat.*, Barcelona 34.
- PELLEGRIN, J. (1930): Les barbeaux d'Espagne. *Bull. Mus. natn. Hist. nat.* París: 510-515.
- PÉREZ ARCAS, L. (1923): Ictiología Ibérica. *Revta. Acad. Cienc. exact. fis. nat.* 19 (4): 1-155.
- STEINDACHNER, F. (1865): Catalogue préliminaire des poissons d'eau douce de Portugal. *Mems. R. Acad. Sci.*, Lisboa, 3 (2): 1-5.
- (1866a): Ichthyologischer Bericht über eine nach Spanien und Portugal unternommene Reise. I Zur fischfauna der Albufera-Sees bei Valencia in Spanien. *Sber. Akad. Wiss. Wien*. 52: 483-491.
- (1866b): Ichthyologischer Bericht über eine nach Spanien und Portugal unternommene Reise II Über die Fische der Ebro und der Flüsse bei Bilbao. *Sber. Akad. Wiss. Wien*, 53: 198-205.
- (1866c): Ichthyologischer Bericht über eine nach Spanien und Portugal unternommene Reise. III Über die fische der Tajo, Duero, Miño deren Nebenflüssen und aus dem Jucar bei Cuenca. *Sber. Akad. Wiss. Wien*. 54: 6-27.
- (1866d): Ichthyologischer Bericht über eine nach Spanien und Portugal unternommene Reise IV Zur Flussfisch-fauna der südlichen Theile von Spanien und Portugal. *Sber. Akad. Wiss. Wien*. 54: 261-272.
- (1866e): *Allgemeine Bemerkungen über die Süßwasserfische Spanien und Portugal und Revision der einzelnen Arten*. Viena 15 págs.

- UGARTE, J. (1929): Contribución al estudio de los peces de agua dulce de España. *Revta. Biol. For. limnol.* Madrid: 128-163.
- VÉLAZ DE MEDRANO, L. (1947): Dos notas sobre ictiología fluvial española. *Pub. Inst. For. de Investigaciones y exp.* Madrid, 18 (36): 1-46.
- y J. UGARTE (1930): Contribución a la formación del catálogo ictiológico de nuestras aguas continentales. *Revta. Biol. for. Limnol.* Madrid, 37: 25-52.

(Recibido 19, Feb. 1985)

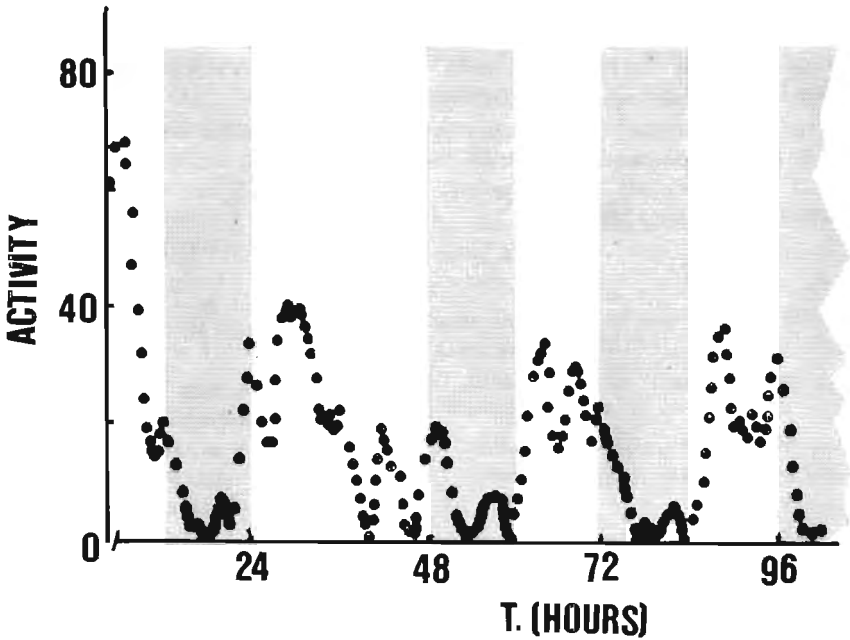
I. DOADRJO, * P. GARZÓN, **
 J. ALVAREZ *** y P. BARRACHINA *
 * Museo Nacional de Ciencias Naturales
 José Gutiérrez Abascal, 2
 28006 MADRID
 ** Unidad de Zoología Aplicada
 Comunidad Autónoma de Madrid
 El Encín. Alcalá de Henares (MADRID)
 *** C/. Ruiz de Alda, 2
 31004 PAMPLONA (Navarra)

LIGHT EFFECTS ON CIRCADIAN LOCOMOTOR ACTIVITY OF *Lacerta lepida* UNDER CONSTANT TEMPERATURE

A circadian rhythm in the locomotor activity of *Lacerta lepida* was described in the natural life situation (ALVAREZ *et al.*, 1983). In summer, these animals present a high activity in the day and a reduced one at night. The goal of the present experiment has been to check whether light could work as a cue for the locomotor activity of *L. lepida* in a controlled environment, including the temperature.

Two young male lizards (28 and 30 grs, respectively) were used in the present experiments. Both of them were subjected to the same experimental procedure. Each animal was placed in a temperature controlled (± 1 °C) —light cycle regulable chamber—. The animal box was placed on a locomotor activity counter (Panlab) controlled by a microprocessor. This device allowed a continuous recording of the locomotor activity. A 12-12 h. light-dark cycle (25 lux) was imposed on the animals during a week of accommodation. The experiment continued under this condition for three days, and then the 12-12 h. light-dark cycle was inverted, imposing a continuous 24 h. lightness period on the animal (Figure). The animals remained for a week under this new condition. The same experimental procedure was repeated with two different temperatures, 24° and 32 °C. The animals were fed every third day in the light-dark transition.

Results showed the presence of a circadian rhythm in the locomotor activity of the lizards, with a maximum of activity during the light period and a minimum during the dark one. This fact was specially clear when the lower temperature was used. When the temperature chamber was at 32 °C, the total locomotor activity computed during the dark periods was 15% of the activity in the light periods. When the temperature was



24 °C this value was 2 %, and total activity was a half of the activity at 32°C. When the light-dark cycle was inverted a drastic change in the lizard's activity took place, so the animal's activity cycle changed to be synchronized with the new light-dark cycle (Figure 1). This phase shift of the lizard's locomotor activity occurred in a 24 hours period. On the other hand, the diurnal locomotor activity presented two activity peaks in some cases (Figure 1), this aspect will not be considered in the present paper but it clearly suggests an ultradian rhythmicity with a period of 6 hours in the locomotor activity of *L. lepida*.

It is clear from our results that *L. lepida* has a strong dependence light on for its locomotor activity, as it was shown in other lizards (UNDERWOOD, 1977). It is specially interesting that animals immediately synchronized their activity to the new light-dark cycle after the inversion. These results suggest that light can work as a trigger for activity in the natural environment. However, a temperature influence on activity cannot be discarded, given the strong dependence on temperature shown by the animals in the present experiment, and the thermal fluctuations in the wild (EVANS, 1966). On the other hand, the lizard showed activity during the dark period at high temperature (32 °C), but activity in the dark was very reduced at lower temperatures (24 °C), so it does not seem likely that *L. lepida* lizards can have an important activity during the night in their natural habitats.

REFERENCES

- ALVAREZ, F., F. BRAZA, T. AZCÁRATE, E. AGUILERA y R. MARTÍN (1983): Circadian activity rhythms in a vertebrate community of Doñana National Park. Actas XV Congreso Int. Fauna cinegética y silvestre 1981 (Ed. J. Castroviejo) pp. 379-387.
- EVANS, K. J. (1966): Responses of the locomotor activity rhythms of lizards to simultaneous light and temperature cycles. Comp. Biochem. Physiol. 19: 91-103.
- UNDERWOOD, H. (1977): Circadian organisation in lizards: The role of the pineal organ. Science 195: 587-589.

(Recibido 10, ene. 1986)

C. GÓMEZ, L. M. CORROCHANO,
C. RODRÍGUEZ-BAREA, A. VILLAMARÍN
Dept. Fisiología Animal
Facultad de Biología
Avda. de Reina Mercedes s/n.
41012 SEVILLA (España)
J. A. MATEO
Estación Biológica de Doñana
Avda. de María Luisa s/n.
41013 SEVILLA (España)

EVALUACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS PARA ESTIMAR EL ÁREA DE CAMPEO DE DOS ESPECIES DE IGUÁNIDOS SIMPÁTRIDOS

INTRODUCCIÓN

Son muchos los factores que pueden influir en la estimación del área de campeo o actividad de los animales, ya que el tamaño de tal área varía por aspectos intrínsecos al individuo (SCHOENER, 1971; TURNER *et al.*, 1969), por parámetros que son propiedades de la población a la que pertenece el organismo (BROWN, 1969; KREBS, 1971) y por las características y variaciones de los recursos y restricciones del hábitat (SIMON, 1975). El área de campeo difiere asimismo de acuerdo al método empleado para estimarla. Aunque todos ellos se basan en datos de localización de uno o varios animales en alguna unidad de espacio y tiempo, los resultados se modifican de acuerdo al procedimiento utilizado para ubicar tales puntos (observación directa, radio-rastreo o por trampas), y en el caso del empleo de trampas, de su espaciamiento y distribución. Sobre todo, los resultados varían en función del tipo de tratamiento elegido para procesar los puntos de localización (JENRICH y TURNER, 1969; MOHR y STUMPF, 1966; ROSE, 1982; STICKEL, 1954; WALDSCHMIDT, 1979).

En el trabajo aquí presentado se comparan los resultados obtenidos para el área de campeo de *Sceloporus grammicus* Wiegmann (Sauria: Iguanidae) en la Reserva de la

Biósfera de la Michilia, utilizando en su cálculo varios de los métodos más comúnmente utilizados en la literatura para analizar los puntos de recaptura. En este estudio además de comparar la eficacia de los distintos métodos en la evaluación del área de campo para esta especie en esa zona, también estos mismos resultados se comparan con los obtenidos para otra especie estrechamente emparentada y coexistente en la localidad, pero con patrones por completo distintos de uso del espacio. Ambas comparaciones permiten determinar la influencia de uno de los factores que afectan la estimación del área de campo, (la tridimensionalidad del hábitat) y, sobre todo, permiten susentar con mayor solidez los argumentos que nos llevan a recomendar el uso de dos de los métodos analizados en preferencia a los otros.

AREA DE ESTUDIO Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la Reserva de la Biósfera de la Michilia, (que es parte del programa el Hombre y la Biósfera (MAB) de la UNESCO), en el Estado de Durango, México (23° 20'-23° 30' N; 104° 10'-104° 20' W). La elevación del área es de aproximadamente 2.480 m, la precipitación anual varía entre 525 y 609 mm y la temperatura media entre 17,4 °C y 20,4 °C. A pesar de que la vegetación de la zona es muy diversificada, pudiéndose distinguir 11 unidades fisonómico-florísticas (MARTÍNEZ y SALDIVAR, 1978), la comunidad vegetal más importante es el bosque de encino-pino.

En una zona abierta de tal bosque, localizada a 5 km al Norte de la estación de campo del Instituto de Ecología en la Reserva, se marcó un rectángulo de 50 × 200 m, por medio de estacas separadas una de otra por 10 m, y cada una señalada por un número distintivo. Dentro de tal rectángulo se capturaron a mano y se marcaron por el doble método de pequeñas manchas de pintura (temporal) y corte de dedos (permanente), 47 individuos adultos de *Sceloporus grammicus*. Una vez marcados se procedió a recorrer sistemáticamente el transecto durante 4 a 6 horas por día durante 21 días, iniciando cada vez el recorrido desde un punto diferente de tal forma que todas sus acciones fueron visitadas a todas las horas posibles. De cada individuo recapturado se anotaba —entre otros datos— su localización exacta, tomada como una medida bicoordenada a la estaca más cercana. Es necesario mencionar que debido a que las recapturas son visuales y a que sólo se toma el primer punto observado cada día para cada individuo, la técnica no altera la conducta de los mismos tanto como para sesgar los resultados.

Los datos de los individuos con menos de 3 puntos de localización, y los de aquellos cuya área de actividad quedara en las zonas limítrofes del transecto, se desearon; así, se trabajó con los puntos de recaptura de 34 individuos, que fueron pasados a mapas a escala de la zona en un sistema bicoordenado en papel milimétrico. El área de campo se determinó utilizando los siguientes métodos:

a) Métodos estadísticos: función denso-probabilística o de radio recaptura (HAYNE, 1949; CALHOUN y CASBY, 1958; DICE y CLARK, 1953), función elíptica de covarianza (JENRICH y TURNER, 1969), modelo bivariado por componentes (KOEPL *et al.*, 1975) y

el bivariado por componentes del 68 % (AGUIRRE *et al.*, 1984). b) Métodos poligonales: polígono convexo (SOUTHWOOD, 1966), polígono mínimo (MOHR, 1947; STICKEL, 1954), y polígono mínimo modificado (HARVEY y BARBOUR, 1965).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, es posible comparar los resultados obtenidos, en metros cuadrados, para el área de campeo por cada uno de los métodos; así, de los métodos poligonales, tiende a encontrarse el área más grande con el del polígono convexo, una intermedia con el mínimo y la más reducida con el mínimo modificado. Para los métodos probabilísticos, en general, el área resultante de la función densoprobabilística es más extensa que la de la función elíptica de covarianza y que la del modelo bivariado por componentes del 68 %, pero menor que la del bivariado por componentes del 95 %.

Como se puede apreciar en el mismo Cuadro 1, con los procedimientos probabilísticos se tiende a obtener valores más grandes del área utilizada por los individuos en relación a la obtenida por los procedimientos poligonales. Ello se debe a que los primeros asignan la probabilidad de encontrar un animal donde en realidad nunca fue observado. Además, estos métodos se basan en la suposición de que la distribución de los puntos de localización de los organismos se ajusta a una determinada configuración y que dentro de ella la probabilidad de desplazamiento es la misma. En condiciones naturales prácticamente nunca acontece lo anterior, debido a la heterogeneidad del hábitat y a las presiones sociales.

Previamente muchos autores han discutido las ventajas y desventajas de utilizar métodos probabilísticos o poligonales para calcular el área de campeo. Ambos tienen beneficios e inconveniencias que han sido reiteradamente planteadas (MILSTEAD, 1972; ROSE, 1982; WALDSCHMIDT, 1979). En nuestro caso, al contrastar los resultados obtenidos por los diferentes métodos utilizados con aquellos que recabamos al seguir ininterrumpidamente, por 8 días consecutivos, todos los movimientos de varios individuos de esta especie y sin interferir su conducta normal (desde lejos y con binoculares), encontramos que el método más apropiado para evaluar el área más utilizada por los organismos —asociado incluso a las perchas de asoleo y sitios de refugio— es el del polígono mínimo y que el procedimiento que estima con mayor exactitud los desplazamientos en el área recorrida es el del modelo bivariado por componentes del 68 %.

Comparando los resultados obtenidos con los de otra especie del mismo género y coexistente en la zona, *S. scalaris* (GUTIÉRREZ y ORTEGA, 1985), es posible observar diferencias que son interesantes de analizar. Los individuos de ambas especies en la Michilía exhiben los mismos tamaños corporales, se alimentan de iguales clases y tallas de presas y presentan ciclos de actividad muy similares (ORTEGA, 1986). A pesar de tales analogías el área de campeo de *Sceloporus scalaris* es varias veces más extensa —no importa el método empleado para estimarla, (Cuadro 2)— que la de *S. grammicus*. Además, los machos de *S. scalaris* muestran, en todos los casos, áreas de campeo más extensas que las de las hembras.

Sceloporus scalaris es una especie que se encuentra estrechamente asociada al sustrato suelo, particularmente cuando exhibe una densa cobertura de pastos. En cambio los

Cuadro 1

Promedio de las áreas de campeo (m²) de *Sceloporus grammicus*, separados en grupos por número de recaptura y sexo (entre paréntesis aparece el número de individuos).

Numero de recapturas	METODOS POLIGONALES			METODOS PROBABILISTICOS			
	Poligono convexo	Poligono minimo	Poligono modificado	Func denso-probabilist	Elíptico matriz cov	Bivariado por componentes 95% 68%	
3 ♀ (6) ♂ (6)	7.80	7.80	7.80	824.91	203.71	7764.12	275.01
	29.20	29.20	29.20	318.87	614.87	3066.19	8.9
4 ♀ (8) ♂ (5)	62.93	62.93	62.93	1022.79	754.38	5670.82	255.23
	67.60	67.60	67.60	1841.50	1135.79	559.60	68.73
5 ó más ♀ (9)	42.74	34.45	24.38	242.02	294.95	361.15	131.12

individuos de *S. grammicus* pasan la mayor parte del tiempo sobre troncos, tocones y árboles (ORTEGA *et al.*, 1982). Indudablemente es más fácil y exacto estimar la superficie del área de actividad de los organismos que habitan en un lugar plano, que la de aquellos que viven en un hábitat tridimensional. Aunque se han propuesto algunos métodos para calcular con más precisión el área de campeo de organismos que viven en paredes de cañones, árboles y rocas (MILSTEAD, 1971; KOEPL *et al.*, 1977), la realidad es que, en la práctica, es un problema aún no resuelto. Es necesario realizar estudios más profundos en este sentido para determinar en qué proporción las divergencias observadas

Cuadro 2

Promedio de las áreas de campeo (m²) para los individuos de los dos sexos de *Sceloporus grammicus* obtenidos por los diferentes métodos utilizados y los de *S. scalaris* tomados de GUTIÉRREZ y ORTEGA (1985).

ESPECIE	SEXO	METODOS POLIGONALES			METODOS PROBABILISTICOS			
		Poligono convexo	Poligono minimo	Poligono modificado	Func denso-probabilist	Elíptico matriz cov	Bivariado por componentes 95% 68%	
<i>S. grammicus</i>	♀ ♂	43.99	35.06	31.70	696.57	417.68	4592.69	312.12
		48.40	48.40	48.40	1080.33	875.33	1812.89	38.81
<i>S. scalaris</i>	♀ ♂	76.81	55.61	29.34	1356.23	827.09	14161.13	736.34
		144.51	112.55	94.35	1872.27	1856.07	199,428.34	1,084.44

entre ambos *Sceloporus* se pueden explicar por la tridimensionalidad de los desplazamientos de *S. grammicus*. Sin embargo, a pesar de tales diferencias en las dos especies, los métodos que más eficazmente evalúan el área de campeo son los mismos en ambas, resultando que contribuye a fortalecer la evidencia de su utilidad.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Dr. Robert Barbault por la discusión y revisión crítica del manuscrito; al biólogo Ricardo Rodríguez Estrella por su ayuda en el campo.

Este trabajo, llevado a cabo en la Reserva de la Biósfera La Michilía del programa Hombre y Biósfera (MAB)-UNESCO, fue realizado con el apoyo económico del Instituto de Ecología de México y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, G., G. ADEST and D. MORAFKA (1984): Home range and movements of the Bolson tortoise *Gopherus flavomarginatus*. *Acta Zoológica Mexicana* (NS). 1: 1-28.
- BROWN, J. L. (1969): Territorial behavior and population regulation in birds. *Wilson Bull.* 81: 293-329
- CALHOUN, J. B. and J. U. CASBY (1958): Calculation of Home Range and Density of small mammals. *U. S. Public. Health Monograph*. No. 55.
- DICE, L. R. and P. J. CLARK (1953): The statistical concept of home range as applied to the recapture radius of the deer mouse (*Peromyscus*). *Contrib. Lab. Vert. Biol. Univ. Mich.* 62: 1-15.
- GUTIÉRREZ, A. y A. ORTEGA (1985): Comparación de métodos para calcular el área de actividad de *Sceloporus scalaris*. *Acta Zoológica Mexicana*, en prensa.
- HARVEY, J. M. and R. W. BARBOUR (1965): Home range of *Microtus ochrogaster* as determined by a modified minimum area method. *J. Mamm.* 46 (3): 398-406.
- HAYNE, D. W. (1949): Calculation of size of Home Range. *J. Mamm.*, 30: 1-18.
- JENRICH, R. I. and F. B. TURNER (1969): Measurement of noncircular home range. *J. Theoret. Biol.* 22: 227-237.
- KOEPL, J. W., N. A. SLADE and R. S. HOFFMAN (1975): A bivariate home range model with possible application to ethological data analysis. *J. Mamm.* 56 (1): 81-90.
- K. S. HARRIS and R. S. HOFFMAN (1977): A three dimensional home range model. *J. Mammal.* 58: 213-220.
- KREBS, J. R. (1971): Territory and breeding density in the great tit *Parus major* L. *Ecology* 52: 2-22.
- MARTÍNEZ, E. y M. SALDIVAR (1978): Unidades de vegetación en la Reserva de la Biósfera de la Michilía, Durango: Reservas de la Biósfera en el Estado de Durango. Publicación núm. 4 del Instituto de Ecología, México, 198 pp.
- MILSTEAD, W. W. (1971): On the problems of home range measurement and individual recognition in lizard ecology studies. *Herpetol. Rev.* 3 (1): 17.

- (1972): More on lizard home ranges. *Herpetol. Rev.* 4 (3): 83.
- MOHR, C. O. (1947): Table of equivalent populations of North American small mammals. *Amer. Midl. Nat.* 37: 223-249.
- and W. A. STUMPF (1966): Comparison of methods for calculating areas of animal activity. *J. Wildlife Mgmt.* 30: 293-304.
- ORTEGA, A. (1986): Dinámica y estrategias demográficas de dos poblaciones de iguánidos simpátricos en la Reserva de la Biósfera de la Michilía; Tesis Doctoral. Instituto Politécnico Nacional, México. 319 pp.
- M. MAURY and R. BARBAULT (1982): Spatial organization and habitat partitioning in a mountain lizard community of México. *Acta Ecológica. Ecol. Gener.* 3 (3): 323-330.
- ROSE, B. (1982): Lizard home ranges: Methodology and functions. *J. Herpetol.* 16 (3): 253-269.
- SCHOENER, T. W. (1971): Theory of feeding strategies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 2: 369-404.
- SIMON, C. A. (1975): The influence of food abundance on territory size in the iguanid lizard *Sceloporus jarrovi*. *Ecology* 56: 993-998.
- SOUTHWOOD, T. R. (1966): *Ecological Methods*. Methuen & Co., Ltd. London.
- STICKEL, L. F. (1954): A comparison of certain methods of measuring ranges of small mammals. *J. Mammal.* 35: 1-15.
- TURNER, F. B., R. I. JENRICH and J. D. WEINTRANB (1969): Home ranges and body sizes of lizards. *Ecology* 50: 1.076-1.081.
- WALDSCHMIT, R. S. (1979): The effect of statistically based models on home range size estimate in *Uta stansburiana*. *Amer. Mid. Nat.* 101 (1): 236-240.

(Recibido 21, ene 1985)

ALFREDO ORTEGA * y AMÉRICA GUTIÉRREZ
 Instituto de Ecología, A. C.
 Apdo. Postal 18-845.
 MÉXICO 11800, D. F.
 † Centro de Investigaciones Biológicas
 de Baja California Sur, A. C.
 Apartado Postal 128
 LA PAZ 23060, B.C.S., (México)

UN CASAL DE CARTAXO-NORTENHO (*Suxicola rubetra*) A CRIAR EM PORTUGAL

No planalto da Mourela, próximo de Pitões das Júnias (Montalegre), e dentro do Parque Nacional da Peneda-Gerês, foi encontrado a criar com êxito um casal de Cartaxo-nortenho, em Julho de 1984. Este dado diz respeito a um local muito próximo da área de nidificação da espécie na Galiza, onde, entre 1970 e 1979, foram efectuados cinco registos de criação confirmada e dois de criação provável, na sua totalidade refe-

ridos à província de Orense (BEIRAS e RIVERA, 1983). Em relação a Portugal, os presumivelmente únicos anteriores registos de nidificação devem-se a COVERLEY (1933; *c.* 1945), tendo sido obtidos nos anos de 1933 e 1936, igualmente na região de Montalegre.

BIBLIOGRAFIA

- BEIRAS, Z. L. e J. G. RIVERA (coords.) (1983): *Atlas Provisional de los Vertebrados Terrestres de Galicia, Años 1970-1979, Parte II — Aves nidificantes*. Universidade de Santiago de Compostela, 177 pp.
- COVERLEY, H. W. (1933): Nesting notes from Portugal. *Ibis* 18: 782-785.
- (*c.* 1945): *Bird notes* (iné., dact.). Direcção-Geral dos Serviços de Caça, Lisboa. 191 pp.

(Recibido 4, jun.. 1985)

FRANCISCO CAMPINHO; JOAO M. LOURENÇO
Cristelo
4750 BARCELOS (Portugal)

NIDIFICACIÓN DE *Passer hispaniolensis* EN ANTIGUOS NIDOS
DE *Dendrocopos major thanneri*

Durante un estudio en un bosque de *Pinus canariensis* en la isla de Gran Canaria (NOGALES, 1985), se pudo constatar la nidificación de tres parejas de Gorrión Moruno en sendos nidos abandonados de Pico Picapinos, en madera seca de troncos de Pino Canario. Tras observar aportes de material en abril de 1985, el 3-V-86 se confirmó su nidificación, al haber visto pollos que estaban siendo cebados por los adultos. La zona de observación queda situada en el ecotono del pinar de Pajonales (Gran Canaria), concretamente en dos localidades: Pino del Rayo (una pareja nidificante) y Cruz de San Antonio (dos parejas), ambas a 950 m de altitud. En la primera localidad el nido estaba ubicado a unos 4,5 m de altura aproximadamente; mientras que en la segunda los nidos se encontraban a unos 11 y 12 m respectivamente, en un pino de unos 14 m.

Por lo que se deduce de las conversaciones mantenidas con personas del lugar, el asentamiento de esta pequeña población de Gorrión Moruno en este área parece relativamente reciente, habiendo sido observados en esta zona individuos de dicha especie tan sólo en los últimos 7-10 años aproximadamente. Hasta la fecha se desconocía la nidificación de *Passer hispaniolensis* en nidos de Pico Picapinos, resultando además interesante el hecho de la presencia de una pequeña población de gorriones (cinco parejas) en otra localidad próxima (Vivero de Ñameritas) a las dos anteriormente citadas, y en el mismo borde del pinar. En esta última, los nidos estaban ubicados en el techo de un vijeo almacén.

MARTÍN (1985) afirma que la especie en Canarias se halla muy ligada al hombre, coincidiendo generalmente su distribución con la de los núcleos urbanos, contrariamente

a lo que es normal en la mayor parte de su área de cría (ALONSO, 1984). CUYAS ROBINSON (1971) al igual que MARTÍN (*op. cit.*), comentan el hecho de que la expansión de *Passer hispaniolensis* ha provocado la regresión de *Petronia petronia*, a la cual ha desplazado de enclaves densamente poblados. También, el último autor constata la esporádica independencia de los recursos humanos por parte del Gorrión Moruno, establecido como nidificante en algunas zonas del Sur de Tenerife en pequeñas colonias con menos de 20 parejas, utilizando paredes de barrancos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, J. C. (1984): *Contribución a la biología del Gorrión Moruno, Passer hispaniolensis (TEMM.) en la Península Ibérica y sus relaciones ecológicas con el Gorrión Común, Passer domesticus (L.)*. Ed. Universidad Complutense de Madrid. 316 pp.
- CUYAS ROBINSON, J. (1971): Algunas notas sobre aves observadas en tres visitas a las islas Canarias (1964 y 1967). *Ardeola* vol. especial: 103-153.
- MARTÍN, A. (1985): Atlas de las aves nidificantes en la isla de Tenerife (Islas Canarias). Tesis Doctoral inédita." Dpto. de Zoología. Univ. La Laguna. 415 pp
- NOGALES, M. (1985): Contribución al estudio de la flora y fauna en los montes de Pajonales, Ojeda e Inagua en la isla de Gran Canaria. Tesina de Licenciatura inédita. Dptos. de Zoología y Botánica. Univ. La Laguna. 330 pp.

(Recibido 18, jul. 1986)

M. NOGALES, F. SANTANA y M. MARRERO **

* Departamento de Zoología

Facultad de Biología

Universidad de La Laguna

38206 TENERIFE (Islas Canarias)

** c/. Guerra del Río, 101-1.º

LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

OBSERVACIÓN DE UN LINCE IBÉRICO (*Lynx pardina*)
EN LA PROVINCIA DE LUGO, NORTE DE ESPAÑA

El área de distribución del lince ibérico (*Lynx pardina*) ha disminuído drásticamente en los últimos 120 años. Con una distribución antigua que abarcaba la práctica totalidad de la Península Ibérica (GRAELLS, 1897), ha quedado hoy reducido a núcleos aislados en el cuadrante suroeste peninsular (DELJIBES, 1979). En los últimos veinticinco años las citas de la especie en la Iberia septentrional son muy escasas y nunca han sido acompañadas de la observación directa de la especie. Así, PALMA (1980) informa del

hallazgo en 1973 de un cráneo de *Lynx pardina* en la zona portuguesa de Morais, en Braganca, cerca de la frontera con Zamora. GARZÓN-HEYDT (1978), por su parte, considera posible la existencia de lincees en tierras zamoranas, hecho que parecen confirmar las observaciones de huellas y excrementos por GRANDE DEL BRÍO y HERNANDO (1982). Recientemente, por fin, se ha insinuado la posibilidad de que el lince haya sobrevivido en el Parque Nacional de Covadonga e incluso en otras zonas de Asturias (NORES y VÁZQUEZ, 1984). En esta nota se informa sobre una observación reciente y directa de lince en Galicia, junto al límite de la provincia de León.

El 10 de septiembre de 1985, a las 9 horas (7 hora solar) y con una mañana despejada, recorría en coche la carretera provincial número 723. Aproximadamente a 1,6 Km al sur del pueblo de Castillo de Doiras (aprox. 42° 46'N, 3° 18'O), en el valle de Vilarello (Lugo), observé a un lince a diez metros del coche, justo al salir de una curva. El animal se hallaba en el centro de la vía pública, a corta distancia de un conejo (*Oryctolagus cuniculus*), y ante la cercanía del vehículo desapareció de un salto en el matorral del talud próximo a la cuneta, mientras el conejo arrancaba con un giro completo en dirección opuesta.

El valle de Vilarello está constituido por un mosaico de diferentes hábitats. El fondo del valle lo forman arboledas ribereñas de chopos (*Populus* spp.) y castaños (*Castanea sativa*) y praderas de siega que bordean el río Vilarello. La observación tuvo lugar en la ladera occidental del valle, a unos 100 m por encima del cauce fluvial. Se trata de una ladera cubierta por matorral de piornos y escobas (*Cytisus* spp., *Genista* spp.) con mezcla de brezos (*Erica* spp.) y proliferación de zarzales (*Rubus* spp.) en los bordes de la carretera. En la proximidad del punto de observación los arbustos alcanzaban un porte de uno a dos metros y una cobertura muy superior a la del matorral clareado de la parte alta. La vertiente opuesta del valle está cubierta por un robledal (*Quercus robur*) abierto con sotobosque de brezos en las zonas bajas y una mezcla de pastizales y matorral en las altas.

El lince ibérico ocupa hoy en España áreas de bosque y matorral de tipo mediterráneo (DELIBES, 1979). Esta observación se encuadra en una zona correspondiente a la región fitogeográfica Eurosiberiana, superprovincia Atlántica, con hábitats de diferente constitución florística pero parecidos estructuralmente a los que albergan al lince en la región Mediterránea. La diversidad paisajística perceptible en este valle y sus inmediaciones sugiere la existencia de una elevada diversidad de presas potenciales para la especie, cuya dieta en España se basa en el consumo de conejos (DELIBES, 1980). Las áreas de piornal y zarzal proporcionan refugio a este lagomorfo, que encuentra en los pastizales contiguos fácil alimento. Aunque se desconoce la dieta del lince en la región, es posible que la presencia estable y abundante de conejos haya provocado la persistencia local de una pequeña población reliquia del predador, aunque también podría tratarse de un individuo en dispersión desde alguna pequeña población estable en otra zona. En cualquier caso, esta observación, unida a otros indicios registrados en el cuadrante noroeste peninsular y a los que ya nos hemos referido, confirma la supervivencia de unos pocos ejemplares de *Lynx pardina* en esta región, lo que debería estimular el estudio del tamaño y distribución de esta población y de sus posibilidades de conservación.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a Francisco Purroy la lectura de la primera versión del manuscrito y a Miguel Delibes su crítica y ayuda con la bibliografía.

BIBLIOGRAFÍA

- DELIBES, M. (1979): Le lynx dans la Peninsule Iberique. I: Repartition et regression. *Bull. mens. Office Nat. Chasse*, no. sp. Scient. Tech. Le Lynx: 41-46.
- (1980): Feeding ecology of the Spanish lynx in the Coto Doñana. *Acta theriol.*: 309-324.
- GARZÓN-HEYDT, J. (1978): Die Situation des Luchses in Spanien. pp. 161-169 in A. Festetics (ed.), *Der Luchs in Europa. Verbreitung, Wiedereinbürgerung, Rauber-Beute-Beziehung*. Kilda Verlag, Greven.
- GRAEFLS, M. DE LA P. (1897): *Fauna mastodológica ibérica*. Memorias de la Real Academia de Ciencias, XVII. Madrid, 806 pp.
- GRANDE DEL BRÍO, R. y A. HERNANDO (1982): Localizadas dos nuevas áreas de lince. *Quercus*, 3: 20-21.
- NORES, C. y V. M. VÁZQUEZ (1984): Datos sobre la presencia del lince en Asturias (norte de España) desde el siglo XVII. *Ecosystems d'altitude des montagnes d'Europe et d'Himalaya Occidentale*. Univ. Pau.
- PALMA, L. A. (1980): Sobre distribucáo, ecología e conservacáo do lince ibérico em Portugal. *Actas I Reunion Iberoamer. Zoólogos Vert.*: 569-586.

(Recibido 28, jul. 1986)

A. P. CLEVINGER
 Universidad de León
 Facultad de Biología
 Departamento de Biología Animal
 24071 LEÓN (España)

EL VISÓN AMERICANO, *Mustela vison* SCHREBER, 1777 (MAMMALIA, MUSTELIDAE)
 EN CATALUÑA, N.E. DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

La presencia del visón americano (*Mustela vison*) ha sido señalada recientemente en el centro y N.O. de la península ibérica (DELIBES, 1983). Sin embargo, la existencia de esta especie en Cataluña ha permanecido inédita hasta el presente.

Para determinar el estatus de la especie en este área se ha prospectado un amplio territorio (Fig. 1), totalizándose 14 días de campo desde marzo hasta julio de 1985. El método ha consistido en prospectar las orillas de la práctica totalidad de las masas de

agua existentes en busca de deyecciones o huellas claras de esta especie. La ausencia de turón (*Mustela putorius*) en la mayor parte del área estudiada ha facilitado esta labor. Paralelamente, se ha recopilado toda la información posible referente a esta especie (capturas y avistamientos seguros).

En la Fig. 1 se representa el área de distribución actual de *M. vison* en Cataluña. Se observa que el visón americano se distribuye por la mayor parte del Macizo del Montseny, por la zona más oriental de la comarca de Osona (más boscosa y tranquila, aunque ocasionalmente accede a las más habitadas) y por el este de la comarca del Bages, evidenciándose un proceso de expansión en tres direcciones: hacia el norte, este-sureste (habiendo atravesado determinados collados a 1.100 y 1.200 m) y oeste.

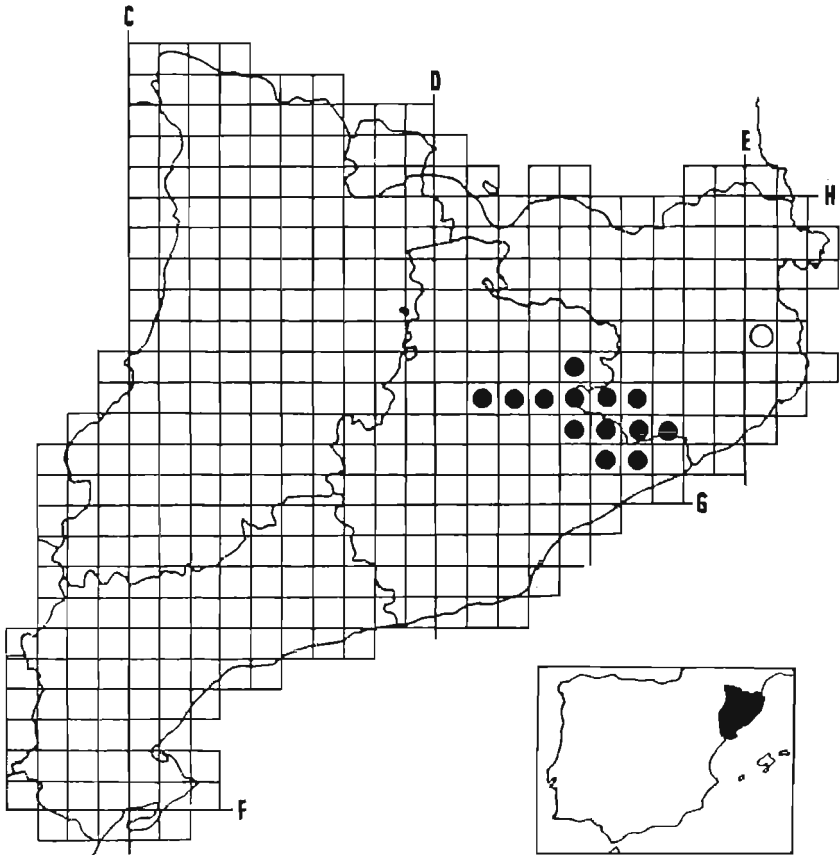


Fig. 1. Distribución del visón americano (*Mustela vison*) en Cataluña, representada en cartografía U.T.M. (Huso 31 T, cuadrículas de 10 × 10 Km). El círculo vacío indica la situación de las dos únicas granjas aun en funcionamiento, focos potenciales de expansión.

Los primeros ejemplares capturados datan del año 1982 en Taradell (3 individuos). Actualmente, el número de ejemplares capturados se puede considerar elevado. En el presente, se sabe de al menos 36, en las siguientes localidades: Arbúcies (2), Folgueroles-Tabernoles (1), Espinelves (1), Hostalrich (2), Moià (1), Montseny (1), Pla de Sta. Maria (1), St. Feliu de Buixalleu (1), St. Sadurn de Noya (1), Taradell (19), Vallgorguina (1), Viladrau (1) y Vilalleons (1). También es elevado el número de avistamientos, propiciados por el comportamiento conñado y bastante diurno que manifiestan estos animales.

Los ejemplares proceden de dos granjas peleteras ubicadas en el Macizo del Montseny (términos municipales de Taradell y Viladrau) que han sido visitadas. Estas son las responsables del actual estatus de esta especie en el área de estudio, fundamentalmente la de Taradell, a raíz del incendio que asoló el término y destruyó la granja en 1983. Posteriormente, al reconstruirse, accedieron a la libertad 10 hembras más, en avanzado estado de gestación (1984). Las dos granjas restantes, se hallan en la comarca del Baix Empordà, Girona (términos municipales de Ullastret y Serra de Daró, 31 T EG 05). Pese a que por el momento no han escapado ejemplares, constituyen focos potenciales de expansión para la especie.

También se ha verificado la reproducción en libertad, al comprobarse, en Taradell, la existencia de una hembra que fue avistada repetidas veces en compañía de seis crías. El elevado número de éstas se considera que es una de las principales causas de la rápida expansión de la especie. En este sentido, un factor también decisivo lo constituye el vacío ecológico con que se ha encontrado *M. vison* en el Macizo del Montseny, donde las especies autóctonas de carnívoros con las que se podía haber planteado una relación de competencia prácticamente han desaparecido: el turón (*Mustela putorius*) está extinto en la actualidad y únicamente sobrevive una exígua población de nutrias (*Lutra lutra*) (RUIZ-OLMO, 1985).

Se ha tenido ocasión de analizar el contenido gástrico de un ejemplar capturado en Vallgorguina (Barcelona) en Diciembre de 1985, en el que se ha hallado:

1 *Notonecta* sp (Heteroptera), 1 Arvicolidae (=Microtidae) no det.

También se ha analizado 5 deyecciones constituidas por:

Restos de origen vegetal, 1 *Salamandra salamandra*, 1 *Natrix maura*, 1 *Garrulus glandarius*, 3 Paseriformes no det.

AGRADECIMIENTOS

A Martí Boada por su ayuda y consejos, los cuales han contribuido a la realización del presente trabajo.

Este estudio ha sido subvencionado por Servei de Protecció de la Natura de la Direcció General del Medi Rural de la Generalitat de Catalunya.

BIBLIOGRAFÍA

- DELIBES, M. (1983): Distribution and ecology of the Iberian Carnivores: a short review. *XV Int. Cong. Game Biol.*, Trujillo (Spain), 1981.
- RUIZ-OLMO, J. (1985): Distribución, requerimientos ecológicos y alimentación de la nutria (*Lutra lutra* L., 1758) en el NE de la Península Ibérica. Tesis de Licenciatura. Universidad de Barcelona.

(Recibido 16, dic. 1986)

JORDI RUIZ-OLMO
Departamento de Zoología (Vertebrados)
Facultad de Biología
Universidad de Barcelona
Avda. Diagonal, 645
08028 BARCELONA (España)

DOÑANA - ACTA VERTEBRATA

Volumen XIV

Diciembre 1987

I N D I C E

ROJO, A.: The osteology of <i>Barbus bocagei</i> (Steindachner, 1866) (Pisces: Cyprinidae). <i>La osteología del Barbus bocagei</i> (Steindachner, 1866) (Pisces: Cyprinidae)	5
LOBÓN-CERVIÁ, J. y A. DE SOSTOA: El crecimiento del Cacho (<i>Leuciscus cephalus pyrenaicus</i> Günther, 1862) en el río Jarama (cuena del Tajo). <i>Growth of chub</i> (<i>Leuciscus cephalus pyrenaicus</i> Günther, 1862 in the Jarama river (Basin of the Tagus)	41
ROJO, A. y P. RAMOS: Contribución al estudio de la bermejuela <i>Rutilus arcasi</i> , Steindachner 1866 en la cuenca del Júcar (Osteichthyes: Cyprinidae). I. Morfometría. <i>Contribution to the study of the roach, Rutilus arcasi, Steindachner 1866, of the Júcar basin</i> (Osteichthyes: Cyprinidae). I. <i>Morphometry</i>	53
SOLER, M.: Dimensiones, estructura, forma y disposición en la cavidad de los nidos de <i>Corvus monedula</i> . <i>Dimensions, structure, shape and hole-nest disposition in jackdaw nests</i>	67
ZAMORA RODRÍGUEZ, R.: Variaciones altitudinales en la composición de las comunidades nidificantes de aves de Sierra Nevada (Sur de España). <i>Altitudinal variations in the composition of the nesting bird communities of Sierra Nevada</i> (South of Spain)	83
OBESO, J. R.: Ecomorfología de una comunidad de Passeriformes en la Sierra de Cazorla, SE de España. <i>Ecomorphology of a passerine community in Cazorla Mountains, SE Spain</i>	107
NOTAS	
DE SOSTOA, A., J. LOBÓN-CERVIÁ, V. FERNÁNDEZ-COLOMÉ y F. J. DE SOSTOA: La distribución del Pez Sol (<i>Lepomis gibbosus</i> L.) en la Península Ibérica. <i>The distribution of Lepomis gibbosus L. in the Iberian Peninsula</i>	121

DOADRIO, I. y P. GARZÓN: Sobre la distribución de <i>Barbus haasi</i> (Ostariophysi: Cyprinidae). <i>On the distribution of Barbus haasi (Ostariophysi: Cyprinidae)</i>	123
DOADRIO, I., P. GARZÓN, J. ALVAREZ y P. BARRACHINA: La distribución de <i>Barbus bocagei</i> Steindachner, 1865 (Ostariophysi: Cyprinidae) en la Península Ibérica. <i>The distribution of Barbus bocagei Steindachner 1865 (Ostariophysi: Cyprinidae) in the Iberian Peninsula</i>	125
GÓMEZ, C., L. M. CORROCHANO, C. RODRÍGUEZ-BAREA, A. VILLAMARÍN y J. A. MATEO: Light effects on circadian locomotor activity of <i>Lacerta lepida</i> under constant temperature. <i>Efectos de la luz sobre la actividad locomotora circadiana en Lacerta lepida a temperatura constante</i> . 131	131
ORTEGA, A. y A. GUTIÉRREZ: Evaluación de diferentes métodos para estimar el área de campeo de dos especies de iguánidos simpátridos. <i>Evaluation of different methods to estimate the home range of two sympatric iguanid species</i>	133
CAMPINHO, F. y J. M. LOURENÇO: Un casal de Cartaxo-nortenho (<i>Saxicola rubetra</i>) a criar em Portugal. <i>Un caso de Saxicola rubetra criando en Portugal</i>	138
NOGALFS, M., F. SANTANA y M. MARRERO: Nidificación de <i>Passer hispaniolensis</i> en antiguos nidos de <i>Dendrocopos major thanneri</i> . <i>Nesting of Passer hispaniolensis in old nests Dendrocopos major thanneri</i> ...	139
CLEVENGER, A. P.: Observación de un lince ibérico (<i>Lynx pardina</i>) en la provincia de Lugo, Norte de España. <i>Observation of a Spanish lynx (Lynx pardina) in the province of Lugo, northern Spain</i>	140
RUIZ-OLMO, J.: El visón americano, <i>Mustela vison</i> Schreber, 1777 (Mammalia, Mustelidae) en Cataluña, NE de la Península Ibérica. <i>The American Mink, Mustela vison Schreber, 1777 (Mammalia, Mustelidae) in Cataluña, NE Iberian Peninsula</i>	142

A lo largo de 1987 han revisado manuscritos para DOÑANA Acta Vertebrata las personas que seguidamente se relacionan, a quienes el Comité Editor agradece su colaboración:

E. AGUILERA; L. J. ALBERTO; C. ALMAÇA; J. A. AMAT; J. C. ALONSO; F. ALVAREZ; L. M. ARIAS; D. BARCELÓ; F. BRANÑA; F. BRAZA; J. CALDERÓN; E. COLLAIDO; J. R. CONTRERAS; E. DE JUANA; F. DE LOPE; M. DELIBES; I. DE LA RIVA; C. DÍAZ-PANIAGUA; I. DOADRIO; J. A. DONAZAR; V. ENA; I. FALIU; F. FAUS; R. FERNÁNDEZ; M. FERNÁNDEZ CRUZ; X. FERRER; R. GARCÍA; P. GONZÁLEZ; J. GOSÁLBEZ; C. GRANADOS; J. A. HERNANDO; C. M. HERRERA; F. HIRALDO; A. JHONSON; P. JORDANO; J. LOBÓN; C. LÓPEZ ALADOS; L. F. LÓPEZ JURADO; M. P. MARTÍN MATEO; J. P. MARTÍNEZ-RICA; S. MORENO; J. MUÑOZ COBO; V. PÉREZ MELLADO; J. POTTI; J. M. REY; X. RUIZ GABRIEL; F. B. SÁNCHEZ; V. SANZ COMA; C. SANZ-ROYUELA; R. C. SORIGUER; F. J. SOSTOA; J. L. TELLERÍA; J. A. VALVERDE; M. VARGAS; J. P. VEIGA.

NORMAS PARA LOS AUTORES DE TRABAJOS A PUBLICAR
EN DOÑANA ACTA VERTEBRATA

1. Doñana Acta Vertebrata está abierta a trabajos que traten cualquier aspecto de la zoología de vertebrados.
2. Los originales deberán presentarse por triplicado; el texto mecanografiado a doble espacio, con amplios márgenes y por un solo lado del papel.
3. Las figuras (dibujos o fotografías) así como los cuadros, se presentarán aparte del texto, indicando al dorso o al margen nombre del autor, título del trabajo y número de referencia en el texto. Cada uno de ellos debe llevar un encabezamiento y/o pie, que se presentará en folio aparte con la correspondiente numeración. Los dibujos, deben realizarse preferentemente con tinta negra sobre papel vegetal; las líneas y símbolos deben ser suficientemente gruesos para permitir la reducción, así como las letras y números que se harán de plantilla.
4. Al margen del texto se indicará el lugar aproximado que se desea ocupen los cuadros o figuras.
5. Los trabajos originales, con excepción de las notas breves, han de ir acompañados por un resumen en castellano y otro, incluyendo el título, en inglés. Se permitirá un tercer resumen en otro idioma. En ellos se indicará de forma escueta lo esencial de los métodos, resultados y conclusiones obtenidas. Las notas breves también deben incluir el título en inglés.
Igualmente pueden ir en dos idiomas los pies de las figuras y el encabezamiento de los cuadros.
6. Además del título original, el autor debe proporcionar un título resumido y suficientemente explicativo de su trabajo que no debe ocupar más de 35 espacios de mecanografía, destinado a encabezar las páginas.
7. El apartado "Agradecimiento", si lo hubiera, debe figurar tras el texto y antes de la lista de referencias bibliográficas.
8. Cuantas palabras en el texto deseen resaltarse de una forma especial, así como los nombres científicos de géneros y especies, deben figurar subrayados en el original. Los nombres de los autores que aparecen en el texto y figuran asimismo en la lista bibliográfica final deben llevar doble subrayado.
9. La lista de referencias bibliográficas, que debe incluir todas las citadas en el texto y sólo éstas, ha de disponerse según el orden alfabético de los autores citados. Varios trabajos de un mismo autor deben disponerse por orden cronológico, sustituyendo a partir del segundo de ellos el nombre del citado autor por una línea recta. Si se recogen varios trabajos de un mismo autor y año se indicarán con las letras a, b, c..., ej.:

CARRIÓN, M. (1975 a)...
— (1975 b)...

El nombre de la revista (con la abreviatura reconocida oficialmente) se indicará subrayado, así como el título de los libros. Tras éstos debe citarse la editorial, el nombre de la ciudad en que se han publicado y el número de páginas. A continuación se ofrecen algunos ejemplos:

Cabrera, A. (1905): Sobre las ginetas españolas. *Bol. Soc. Esp. Híst. Nat.* 5: 259-267.

Valverde, J. A. (1967): Estructura de una comunidad de vertebrados terrestres.

C. S. I. C., Madrid. 217 pp.

Witschi, E. (1961): Sex and secondary sexual characters. pp. 115-168 in Marshall

A. J. (ed.). *Biology and Comparative Physiology of Birds*. Vol. 2. Academic Press, New York and London.

10. Tanto el apartado "Material y Métodos" como los resúmenes, apéndices y cualquier otra porción que los autores consideren oportuno, haciéndolo constar, se publicarán en letra pequeña (cpo. 8).
11. El nombre del autor/es irá al principio del trabajo, bajo el título, con doble subrayado. La dirección/es, bajo el nombre de los autores, subrayado una sola vez.
12. El número de separatas que se entregarán gratuitamente a los autores de los trabajos publicados en D.A.V. será de 25.

DOÑANA - ACTA VERTEBRATA

Volumen XIV

Diciembre 1987

I N D I C E

ROJO, A.: The osteology of <i>Barbus bocagei</i> (Steindachner, 1866) (Pisces: Cyprinidae). <i>La osteología del Barbus bocagei</i> (Steindachner, 1866) (Pisces: Cyprinidae)	5
LOBÓN-CERVIÁ, J. y A. DE SOSTOA: El crecimiento del Cacho (<i>Leuciscus cephalus pyrenaicus</i> Günther, 1862) en el río Jarama (cuena del Tajo). <i>Growth of chub</i> (<i>Leuciscus cephalus pyrenaicus</i> Günther, 1862 in the Jarama river (Basin of the Tagus)	41
ROJO, A. y P. RAMOS: Contribución al estudio de la bermejuela <i>Rutilus arcasi</i> , Steindachner 1866 en la cuena del Júcar (Osteichthyes: Cyprinidae). I. Morfometría. <i>Contribution to the study of the roach, Rutilus arcasi, Steindachner 1866, of the Júcar basin</i> (Osteichthyes: Cyprinidae). I. <i>Morphometry</i>	53
SOLER, M.: Dimensiones, estructura, forma y disposición en la cavidad de los nidos de <i>Corvus monedula</i> . <i>Dimensions, structure, shape and hole-nest disposition in jackdaw nests</i>	67
ZAMORA RODRÍGUEZ, R.: Variaciones altitudinales en la composición de las comunidades nidificantes de aves de Sierra Nevada (Sur de España). <i>Altitudinal variations in the composition of the nesting bird communities of Sierra Nevada (South of Spain)</i>	83
OBESO, J. R.: Ecomorfología de una comunidad de Passeriformes en la Sierra de Cazorla, SE de España. <i>Ecomorphology of a passerine community in Cazorla Mountains, SE Spain</i>	107
N O T A S	121