

# CONTRIBUCION A LA PALEOICTIOLOGIA DE LA CUENCA DE MEXICO

JOSE ALVAREZ\*

MA EUGENIA MONCAYO

## INTRODUCCION

Con el fin de adentrarse en el conocimiento de las pasadas condiciones ambientales y culturales del Valle de México, el Departamento de Prehistoria del Instituto Nacional de Antropología e Historia ha realizado exploraciones en áreas cercanas al cerro de Tlapacoya, inmediato al poblado del mismo nombre perteneciente al Estado de México —a unos 25 Km al oriente del centro de la ciudad de México—.

La vieja carretera a la ciudad de Puebla bordea el cerro por el norte y la moderna autopista que va a igual destino, pasa muy cerca, al sur de la eminencia.

Al oriente del cerro, durante parte de 1968 y de 1969, se excavó una trinchera de 1 m de ancho y 30 de longitud, perpendicular a la falda y sensiblemente de oriente a poniente. La trinchera se consideró dividida en superficies sucesivas de 1 m; así que, dada la anchura de la excavación, cada área resultó de 1 m<sup>2</sup>.

Sin duda, el cerro de Tlapacoya fue una isleta o una península enclavada en el viejo lago Bárcena, reducido ahora al somero lago de Texcoco, de suerte que la trinchera en su extremo distal se adentra en lo que era faja ribereña y el opuesto remonta por la ladera. De esta manera, la zanja exploratoria atraviesa lo que fuera el borde lacustre desde hace unos 14 000 años hasta la desecación total de la zona —a fines del siglo pasado o principios del presente—.

Las áreas se numeran del 1 al 30 y de oriente a poniente; los números menores corresponden, por lo tanto, a la parte inundada en tiempos remotos, y los números superiores a lugares que quizá estuvieron —por lo menos en tiempos relativamente recientes— siempre sobre el nivel del agua.

En cada área se determinaron “capas” de acuerdo con la naturaleza del material encontrado y con todo cuidado fueron recogidos los restos o indicios de vida que aparecieron. Una vez etiquetados y separados a primera vista, de acuerdo con el grupo zoológico, botánico o cultural correspondiente, se pusieron en manos de especialistas, con el fin de ser estudiados e identificados, y de acuerdo con los resultados, establecer diversas conclusiones ecológicas.

Al Laboratorio de Cordados de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, entre otros materiales, fueron encomendados los correspondientes a ictiofauna, cuyo estudio realizaron los autores del presente artículo.

## MATERIAL Y METODOS

Desde luego se procedió a separar los restos esqueléticos del sustrato orgánico o inorgánico que los contenía, conservando en cada muestra los datos de área y capa consignados en la etiqueta correspondiente. Al seleccionar los restos, se tuvo cuidado de separar los que no pertenecen a peces, con el fin de pasarlos a otros especialistas. Dicha separación primaria fue realizada por el Sr Manuel Díaz, a quien agradecemos su colaboración.

Así se obtuvieron restos que —sin contar las escamas y vértebras muy abundantes en algunas capas de ciertas áreas— llegan a un número superior a 5 000 piezas más o menos bien conservadas y que, por lo tanto, fueron identificadas de acuerdo con el género o la especie a que corresponden.

\* Becario de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas del Instituto Politécnico Nacional (COFAA).

En primer término se separaron —de cada lote— los huesos más fácilmente reconocibles: mandíbulas dentadas, opérculos, huesos faríngeos, escamas, vértebras y otros. Se continuó la selección con los que ofrecieron alguna dificultad para su clasificación original y así progresivamente, hasta que quedó un cúmulo de fragmentos cuya identificación no fue posible o necesaria para determinar la composición de la ictiofauna representada en cada muestra.

Con el fin de contar con material comparativo entre los fósiles y las especies actuales del Valle de México, se buscaron en la colección de peces de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas las que según Alvarez y Navarro (1957) son originarias de la región que nos ocupa. Dichas especies son cinco ciprínidos: *Notropis aztecus*, *Algansea tincella*, *Evarra eigenmanni*, *Evarra bustamantei* y *E. tlahuaensis*; tres aterínidos incluidos en *Chirostoma*: *Ch. humboldtianum*, *Ch. regani* y *Ch. jordani*; por último, los goodeidos que están representados sólo por *Girardinichthys viviparus*.

Varios ejemplares de cada una de las especies fueron sometidos a maceración de los tejidos blandos y tinción del esqueleto, siguiendo el método de Hollister (1934). Además, se hicieron algunas disecciones directas.

Así, la identificación osteológica propiamente dicha se realizó con base en las piezas óseas de los peces actuales y con la bibliografía especializada en el tema, como Gregory (1959); Bertin, en Grassé (1958); Harrington (1955); Weitzman (1954 y 1962); Moncayo (en prensa), y otros más.

Después de la identificación anatómica y taxonómica de los fósiles, se procedió a describir cada unidad osteológica, haciendo hincapié en las semejanzas y diferencias encontradas entre las especies, los géneros y las familias. En esto, la descripción sigue cierto orden anteroposterior del esqueleto; en primer lugar se discuten los huesos del cráneo, después los de la columna vertebral y por último los del esqueleto apendicular.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo desean hacer público su agradecimiento al Departamento de Prehistoria del Instituto Nacional de Antropología e Historia por haber proporcionado el valioso material fósil; a la Biól Celia Guerra y al Sr Manuel Díaz por su colaboración en seleccionar y clasificar dicho

material; al Biól Joaquín Arvizu y al Sr Francisco de Lachica por su ayuda en la elaboración de fotografías; a la Srita Lourdes Vázquez por el trabajo mecanográfico, y muy especialmente al Departamento de Educación Audiovisual del Instituto Politécnico Nacional por su siempre meritoria labor de fotografía. Los dibujos fueron hechos por los autores del estudio.

## DESCRIPCION OSTEOLÓGICA

### I. Esqueleto axial

#### A. Cráneo

a) Región olfatoria. Formada por los huesos que rodean la cápsula olfatoria.

Los *etmoides laterales* (Lám 1) son un par de huesos que se encuentran entre el foramen nasal y el orbital.

En los ciprínidos cada uno de los dos etmoides laterales está constituido por una lámina sagital anterior, una lámina horizontal posterior y una estructura condilar en el ángulo antero-ventral. En *Algansea tincella* la lámina sagital tiene una muesca muy pronunciada, y la horizontal —hacia el margen externo— está doblada cerca de la parte ventral.

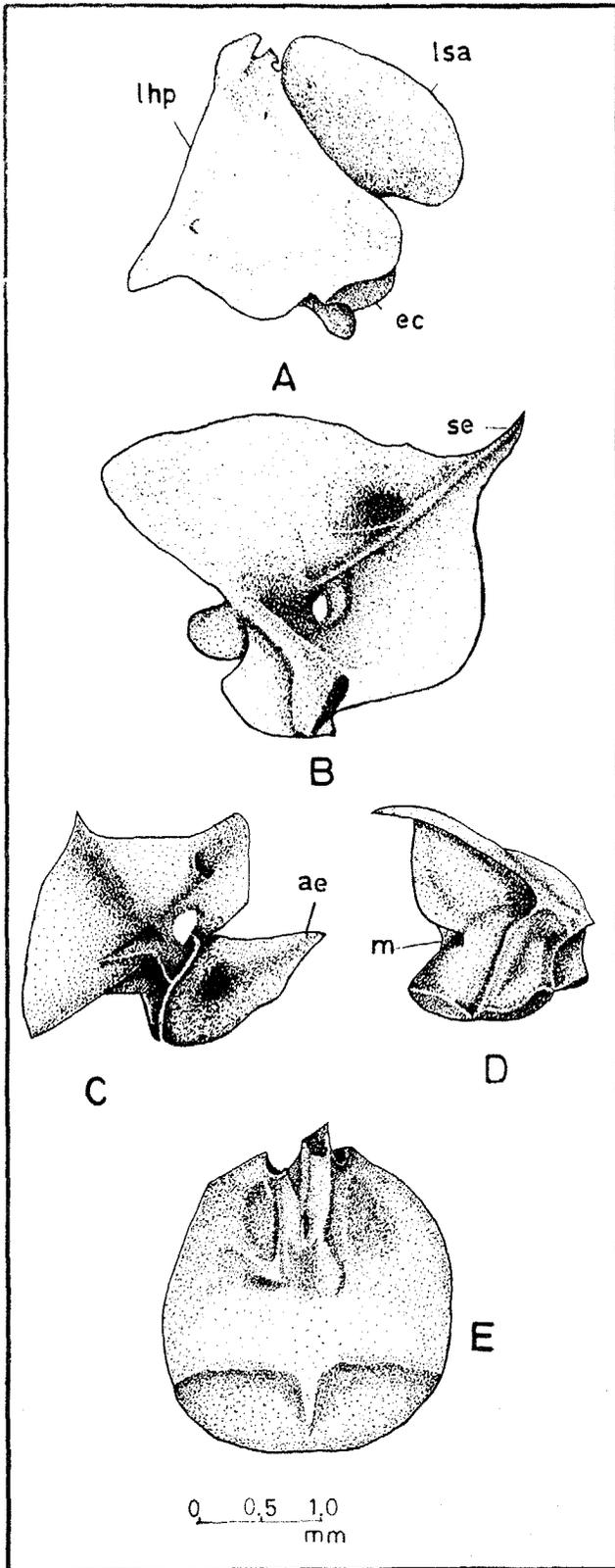
En el material de Tlapacoya sólo se encontró un etmoide lateral de ciprínido, en el que no se distinguen los caracteres mencionados para *Algansea tincella*; se observó que la muesca de la lámina sagital es poco pronunciada y no hay doblez en la lámina horizontal y externa. Estas características concuerdan con los ejemplares actuales de *Notropis aztecus*.

En los goodeidos los etmoides laterales afectan la forma de abanico abierto, con el vértice hacia el plano de simetría craneal, y la porción amplia del abanico hacia las caras externas de la cabeza. Cerca de la porción medial del hueso hay un orificio y más hacia el extremo distal y amplio del abanico, se encuentra una gran saliente espiniforme.

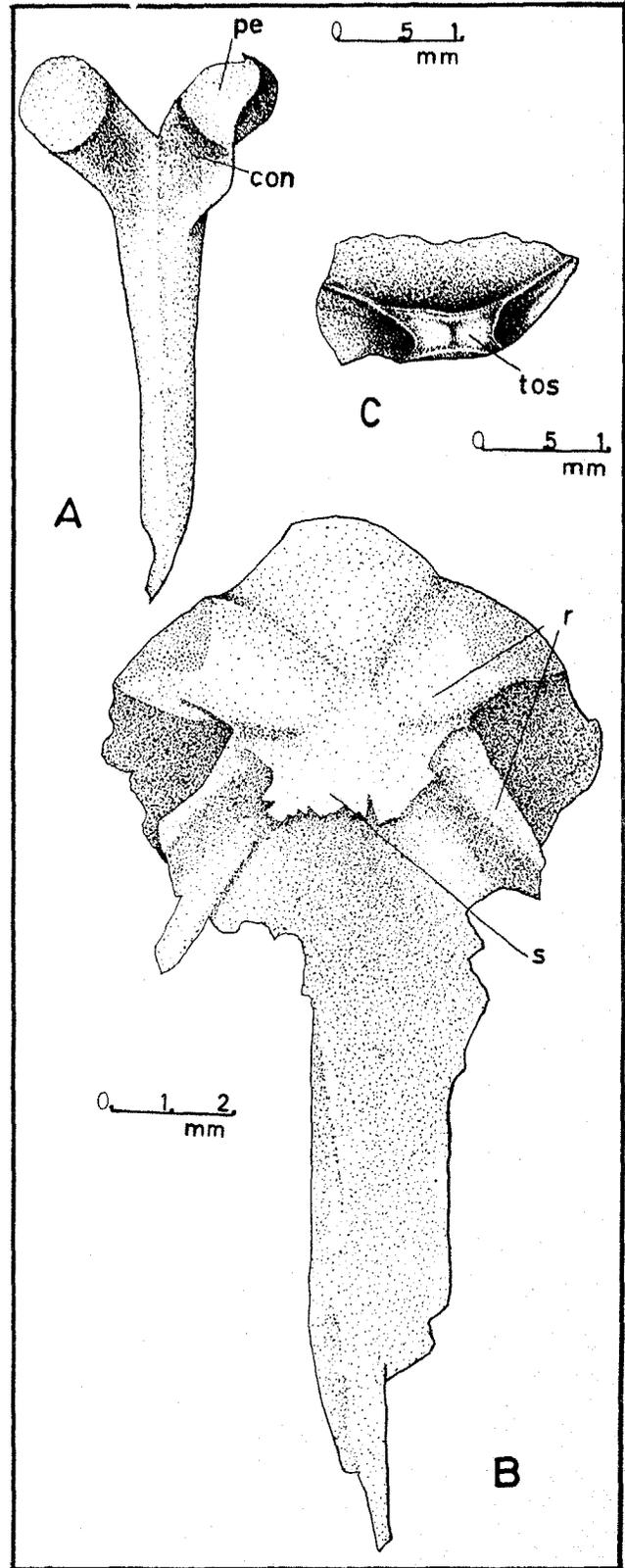
Se identificaron 29 etmoides laterales que corresponden con los de *Girardinichthys viviparus*.

Los etmoides laterales de aterínidos son huesos laminares, de forma poligonal y superficie irregular. De la cara anterior se proyecta una apófisis espiniforme, en cuya parte basal se puede localizar un orificio.

A pesar de que los 13 restos estudiados son identificables con el género *Chirostoma*, no es factible determinar la especie que cada uno representa.



LAM 1



LAM 2

El *etmoides* (Lám 1) es un hueso impar que se encuentra en la parte anterior del plano sagital medio del neurocráneo.

En los ciprínidos actuales está formado por dos regiones, una dorsal —algo engrosada— y la otra ventral —ensanchada hacia los lados—. En el margen anterior de la región ventral, se puede distinguir una invaginación y por lo que toca a *Notropis aztecus*, en el margen posterior y entre las dos regiones mencionadas se acusa una muesca bastante notable, no perceptible o muy somera en los demás ciprínidos que habitan ahora en el Valle de México.

En el material revisado fue posible identificar un etmoides de *Notropis aztecus* y otro en que solamente se puede asegurar que pertenece a un pez de la misma familia.

En los aterfínidos el hueso que nos ocupa es una pieza discoidal, de bordes irregulares, localizada en la región terminal o anterior del cartílago etmoidal. Sólo se encontraron 2 de estas piezas, que pueden atribuirse a *Chirostoma*, pero no es posible indicar la especie a que corresponden.

No se hallaron etmoides de goodeidos.

El *prevómer* (Lám 2) es un hueso impar que se encuentra en la línea media por debajo del etmoides y del cartílago etmoidal.

En los ciprínidos es laminar, cardiforme y presenta dos concavidades en la cara dorsal de la región anterior y una prolongación posterior, larga y angosta. Sólo se encontraron 2 de estas piezas, una de ellas presenta a los pretmoides sobre las concavidades mencionadas.

En los aterfínidos el *prevómer* presenta dos regiones: una anterior muy ancha y algo corta; la otra es posterior, muy larga y angosta. En la cara dorsal de la región anterior hay dos refuerzos óseos anteriores, dos posteriores y una saliente vertical en la parte central. En los ejemplares actuales, los rebordes posteriores de la región anterior se prolongan hacia la parte posterior en forma de cintas delgadas; en los restos fósiles dichas cintas se perdieron totalmente.

Es posible establecer diferencias entre las tres especies vivientes del Valle de México, ya que en *Ch. humboldtianum* el *prevómer* tiene la prolongación central y la región anterior relativamente cortas, además, la anterior es algo ensanchada y de bordes redondeados; en cambio, en *Ch. regani*, tanto la región anterior, como la prolongación central de la región posterior del hueso que nos

ocupa, son más largas y comparativamente angostas, a más de esto, la región anterior tiene bordes rectos.

En *Ch. jordani* la región anterior y la prolongación posterior de esta pieza ósea, son largas y angostas, aunque la región anterior tiene bordes redondeados como *Ch. humboldtianum* y una prolongación central en el borde anterior.

De las 49 piezas que sin dudar lo representan a *Chirostoma* en el material revisado, solamente es probable que a *Ch. humboldtianum* pertenezcan 4 huesos y a *Ch. jordani*, 2.

Con toda certeza se distinguieron 12 huesos de *Ch. humboldtianum* y solamente 1 de *Ch. jordani*, que presenta una saliente en la parte media del margen anterior.

Los *nasales* (Lám 2) son dos pequeñas láminas cuadrangulares, una a cada lado de la región dorsal anterior del cráneo, provistas de tubo óseo del aparato sensorial cefálico correspondiente a la llamada línea lateral.

Sólo se encontró un nasal que pertenece a *Chirostoma*.

b) Región orbital. Formada por los huesos que rodean la cápsula óptica.

Los *orbitoesfenoides* (Lám 3) son dos huesos laminares que se encuentran formando el piso de la región más anterior de la cavidad encefálica. En los Cyprinidae muestran superficie cuadrangular y están unidos —entre sí— en la línea media. Es posible distinguir los de *Algansea tincella* y de *Notropis aztecus*, pues en la primera especie las caras del orbitoesfenoides ostentan numerosas estriaciones, en cambio la segunda tiene superficies completamente lisas.

En el material fósil se encontraron 3 de estos huesos que pertenecen a *Notropis aztecus* y 1 más del que sólo podemos decir que es de ciprínido.

Los orbitoesfenoides de los goodeidos son alargados y al unirse en la línea media, semejan la forma de una mariposa, de alas grandes, angostas, con tres ramificaciones principales y algunas secundarias en la parte distal.

Los Atherinidae presentan los huesos de que tratamos muy semejantes a los de goodeidos, sólo que en el margen posterior y a los lados de la región central hay una saliente, seguida hacia el exterior por una ondulación. El margen anterior de los huesos forma una gran concavidad y en la porción distal de las alas se observan algunas estriaciones.

Fue posible distinguir las tres especies de *Chirostoma*, la descripción dada corresponde a *Ch. humboldtianum*; *Ch. regani* es muy semejante a la

primera especie, sólo que tanto las dos cavidades posteriores, como la anterior son menos pronunciadas. En *Ch. jordani* no se presentan las proyecciones óseas posteriores ya mencionadas, en su lugar hay un par de pequeñas prominencias; las alas de la mariposa son casi rectangulares y con varias estriaciones. La concavidad anterior es poco pronunciada.

Los *pteroesfenoides* (Lám 3) son láminas óseas de caras poligonales, algo irregulares; se pueden encontrar por detrás o al lado de los orbitoesfenoides.

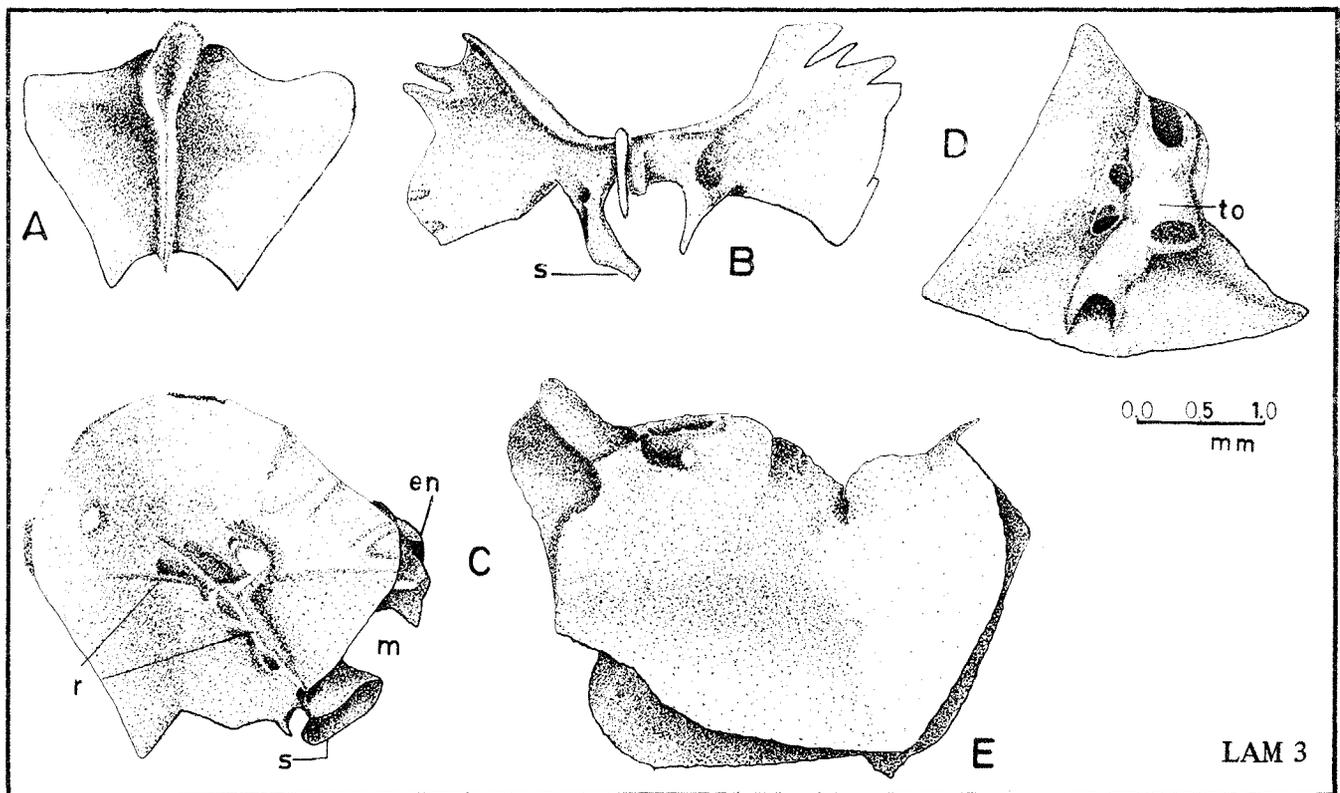
En los ciprínidos cada uno está representado por dos láminas delgadas, poligonales, en posición casi sagital, que se fusionan fuertemente en su porción central, de manera que los márgenes anterior, dorsales y posterior están formados por las dos lamelas; en cambio, el margen ventral sólo por una. Otro carácter importante de este hueso lo constituye la presencia de un engrosamiento, una muesca y una saliente en el margen posteroventral; por medio del engrosamiento y la saliente se une al proótico; la muesca por su parte, se localiza frente a otra que hay en el proótico y entre ambas, circundan un orificio por el que pasa el V nervio craneal (Harrington, 1955).

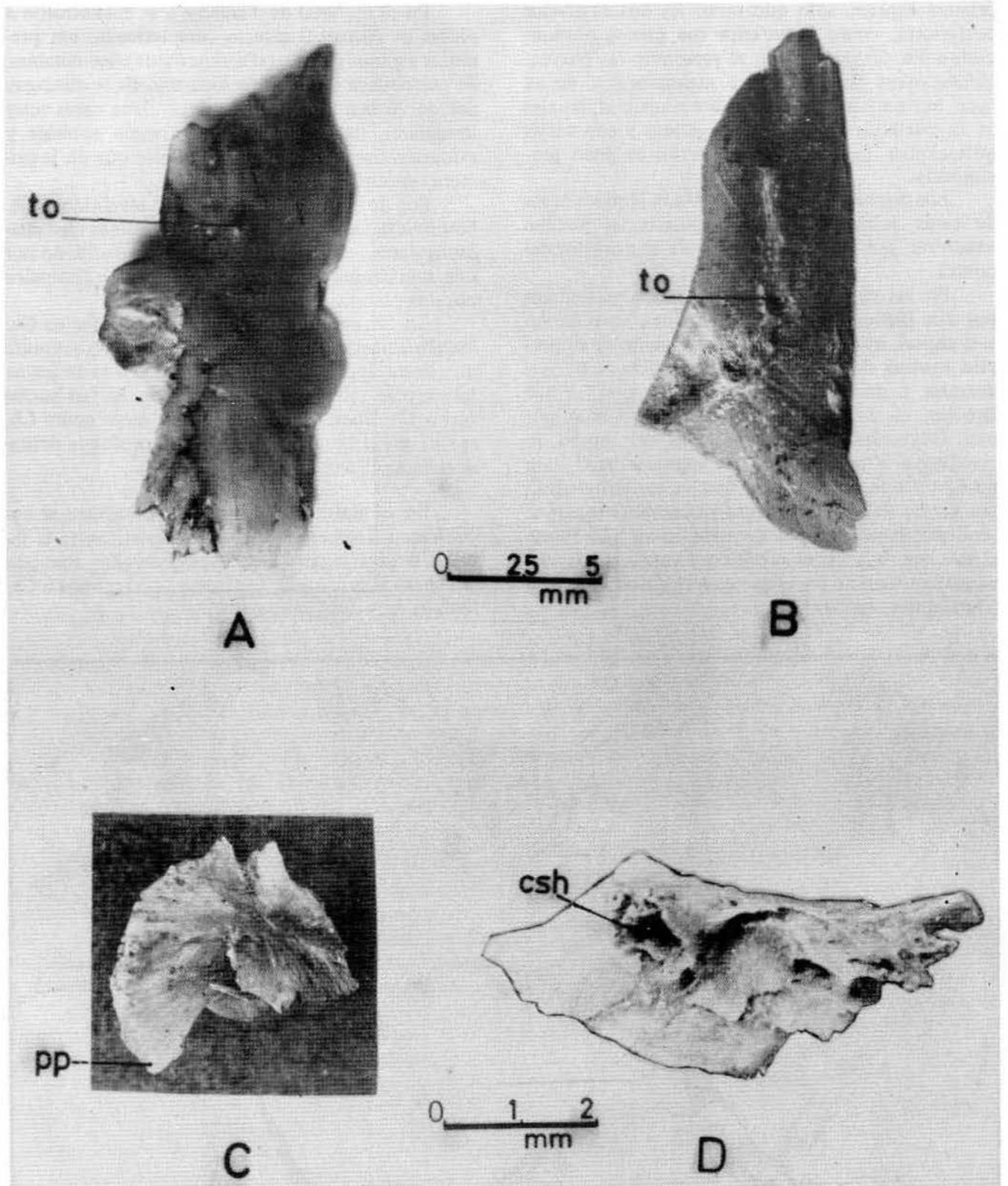
En el material de Tlapacoya se encontraron 3 piezas de *Notropis aztecus* caracterizadas por presentar algunos poros y refuerzos óseos poco notables. El pteroesfenoides de *Algansea tincella* se distingue del de *Notropis aztecus* en que tiene caras muy irregulares, una muesca en el margen anterior y refuerzos óseos mucho más notables que en la primera especie.

Por lo que se refiere a los aterfnidos, *Ch. humboldtianum* tiene los pteroesfenoides algo cuadrangulares, con un lado más grueso y formado por una sola lámina; los otros tres lados están formados por dos placas.

En *Ch. regani* es algo más alargado que en *Ch. humboldtianum*; además, el lado engrosado presenta una ligera depresión. El de *Ch. jordani* es de forma intermedia entre los dos anteriores, ni tan ancho como *Ch. humboldtianum*, ni tan largo como *Ch. regani*; en el borde grueso hay una profunda depresión hacia el centro.

En el material de Tlapacoya estudiado se encontraron 3 piezas con las características de la familia. No fue posible identificar 2 de ellas, sino con el género *Chirostoma*; la tercera corresponde a *Ch. jordani*.





LAM 4

Los lagrimales (Lám 3) pertenecientes a *Chirostoma* tienen figura triangular, con un refuerzo en forma de Y por la cara interna y por la externa una suave depresión al centro; a un lado se encuentra el tubo óseo del canal sensorial correspondiente. No fue posible distinguir las especies a pesar de los 17 huesos de *Chirostoma* incluidos en el material de Tlapacoya.

Sólo se encontró un lagrimal de *Girardinichthys viviparus* que es rectangular, con la superficie externa convexa y la interna cóncava; lleva el tubo óseo bordeando al margen externo.

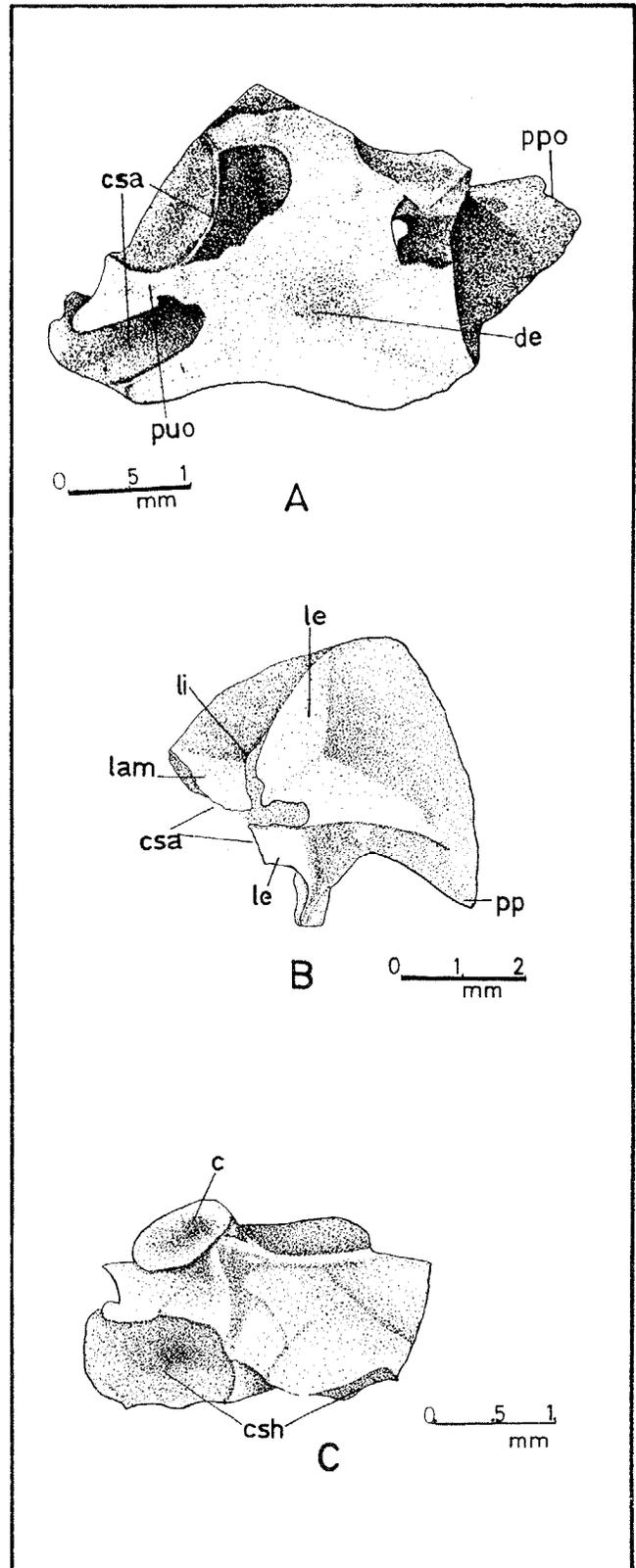
Los frontales (Lám 4) son laminares y alargados; se encuentran en la región dorsal formando parte del techo del neurocráneo. En el borde externo de cada hueso hay una lámina que techa el área orbital y parte de la fosa temporal. Con excepción de *Girardinichthys*, en los otros géneros estudiados, los frontales llevan una porción del tubo óseo sensorial supraorbital.

En los Cyprinidae el tubo sensorial asociado al hueso de que se trata es único y no presenta ramificaciones. Los frontales de *Notropis aztecus* se caracterizan por tener en el margen anterior una bien marcada depresión; además, la lámina externa antes mencionada, tiene la cara ventral cóncava y en el borde externo una depresión somera. *Algansea tincella* se diferencia de *N. aztecus* en que el margen anterior es oblicuo y algo irregular. La lámina externa es recta, ostenta un refuerzo medio y el margen externo tiene una marcada depresión en ángulo casi recto.

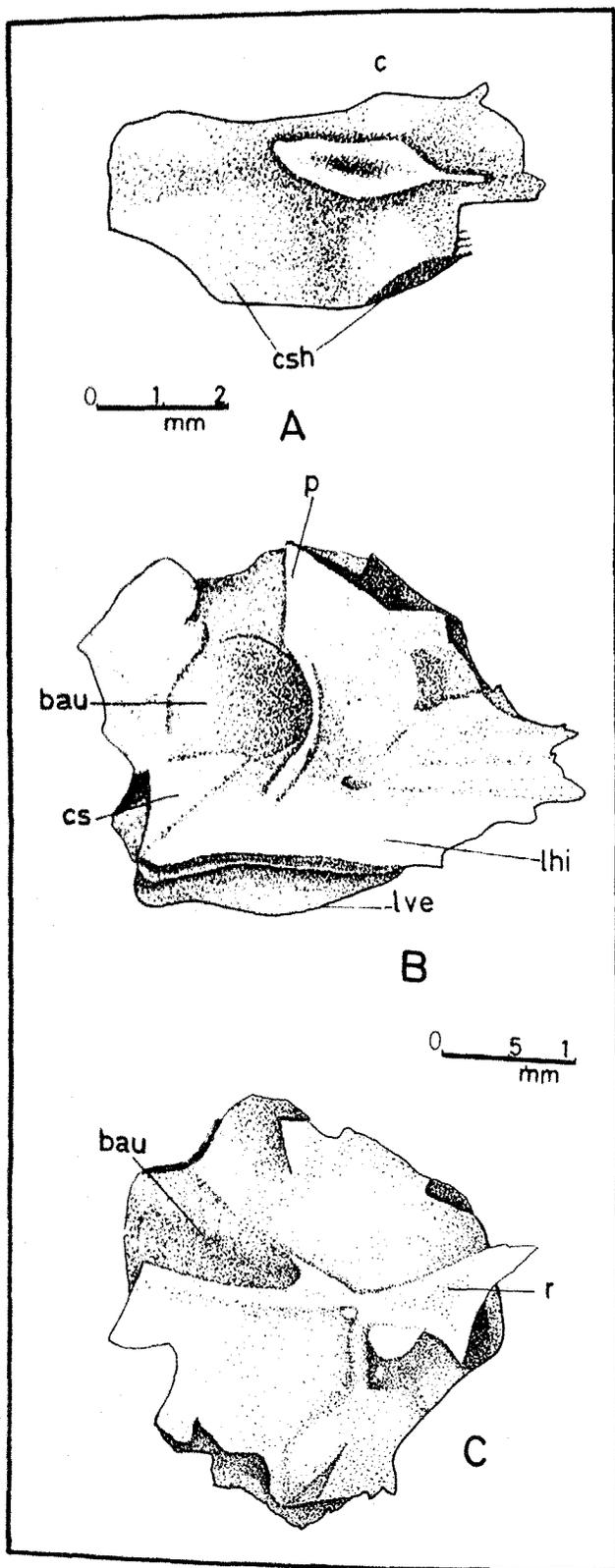
En los Goodeidae este hueso es menos alargado, más rectangular, tiene el margen anterior ligeramente oblicuo; sobre la lámina externa hay una estructura ósea de forma oval; el margen posterior del hueso es más o menos redondeado.

Los Atherinidae presentan el tubo óseo del canal sensorial sin ramificaciones y muy amplio en la región anterior. La lámina externa es larga. En *Ch. humboldtianum* el borde externo de la lámina es muy recto y *Ch. regani* presenta una suave curvatura.

En el material de Tlapacoya fueron muy abundantes los frontales, pues tomando en cuenta los que se reconocieron y los que sólo se acusaron por fragmentos dudosamente identificables, se contaron alrededor de 500 piezas. De ellas, 5 representan a *Notropis aztecus*; 24 a *Algansea tincella*; 116 corresponden a *Girardinichthys viviparus*; 109 son de *Chirostoma* sin que fuese factible su asignación hasta especie; 12 son de *Ch. humboldtianum*; 11 de



LAM 5



LAM 6

*Ch. regani* y el resto, poco más de 100, son los fragmentos antes aludidos.

c) Región ótica. Formada por los huesos que rodean a la cápsula ótica.

El *esfenótico* (Lám 4-5) es par. Se encuentra en la región posterior de la órbita y está formado por dos regiones, una laminar dorsal y otra masiva en la región ventral.

El reconocimiento de las piezas correspondientes a los ciprínidos fue muy sencillo, debido a que la región dorsal de estos huesos ostenta una depresión bien marcada hacia la parte anterior, y forma el proceso postorbital rectangular; además, en la región ventral posterior de estos huesos, se localiza la cavidad tubular que alberga al canal semicircular anterior; la pared ventral de la cavidad se reduce a un puente óseo bastante angosto. Sólo se encontraron 2 esfenóticos de ciprínidos, que concuerdan con los actuales de *Notropis aztecus*, ya que son huesos algo anchos y con la cavidad abierta y tubular en posición inclinada.

Los esfenóticos de *Girardinichthys viviparus* representados en nuestro material por 36 piezas, son semejantes a los de ciprínidos, aunque es fácil reconocerlos, debido a que éstos poseen contorno rectangular, proceso postorbital largo y de bordes redondeados, y cavidad tubular algo más amplia y sin pared ventral; en este caso, el canal semicircular anterior queda en contacto directo con la cavidad craneal.

Los esfenóticos de aterínidos, presentan las dos regiones ya mencionadas y son diferentes de los anteriores, porque la región dorsal tiene el contorno de la mitad anterior semicircular, la depresión es central, carece de proceso postorbital y en cambio, muestra un proceso posterior en el ángulo posterior externo. La región masiva ventral en este caso está formada por dos láminas paralelas al plano sagital, externa e interna respectivamente; la primera se dobla en la parte media y forma un refuerzo óseo; de la mitad de la segunda lámina se desprende una tercera laminilla en sentido transversal, de tal modo, que llega a la orilla interna del hueso. Entre esta tercera laminilla y la región dorsal se forma una cavidad posterior sin pared ventral, que aloja al canal semicircular anterior. Como el margen dorsal externo del esfenótico es algo diferente en las tres especies de *Chirostoma* que viven en el Valle de México, fue posible asignar 20 piezas fósiles de margen dorsal externo recto a *Ch. humboldtianum*, 12 de margen curvo a *Ch. regani* y 10 más a *Chirostoma*.

El pterótico según Devillers (1958) (Lám 4-6), está formado por un elemento endocondral o verdadero autopterótico y generalmente por uno sensorial de origen dérmico. El endocondral aloja al canal semicircular externo u horizontal en un tubo óseo. Es hueso par, localizado en el ángulo postero lateral del neurocráneo.

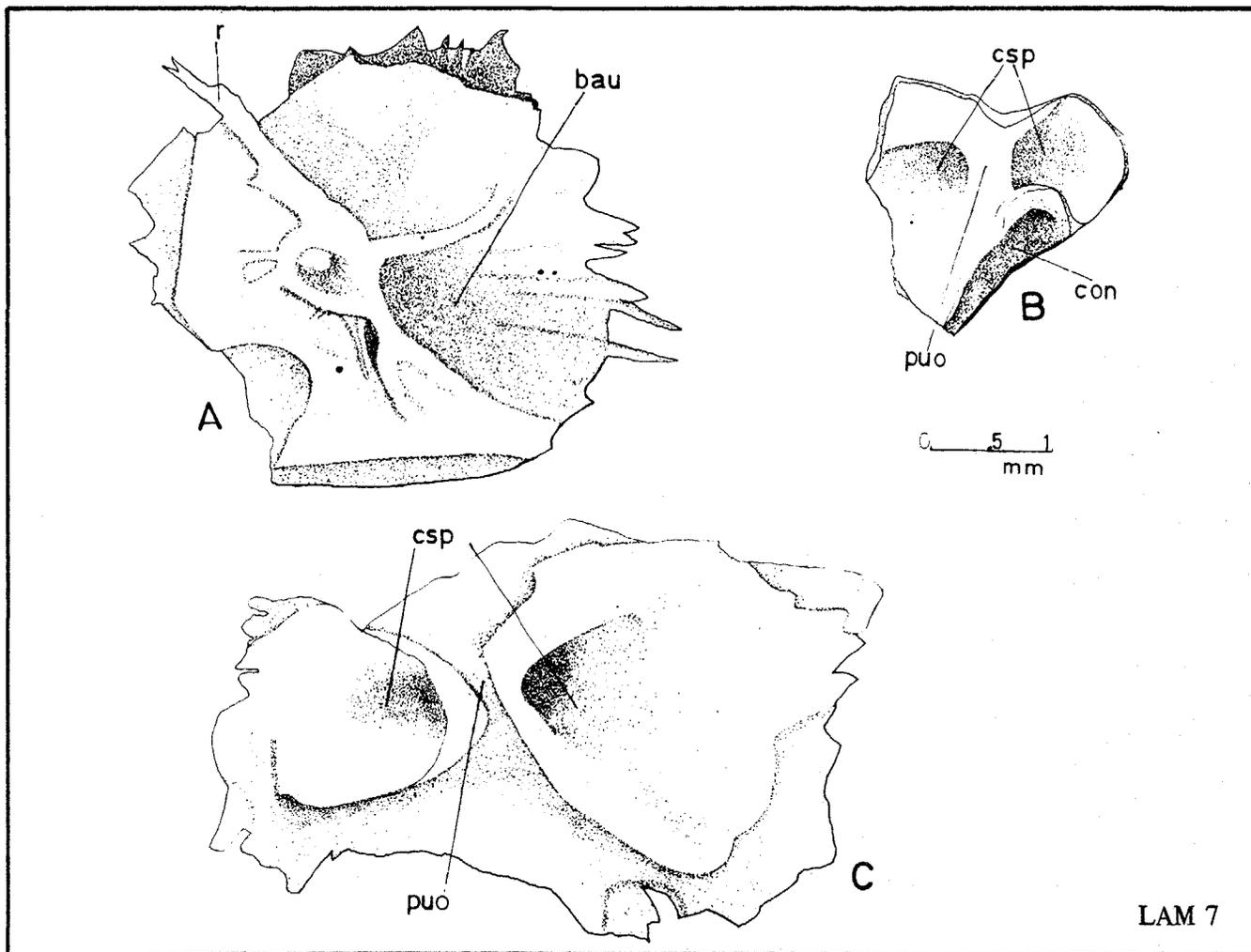
En los restos de Tlapacoya pertenecientes a ciprínidos se distinguen los componentes mencionados, sólo que la parte dérmica se encuentra muy destruida, en cambio, la endocondral está bien conservada.

En los ciprínidos actuales el conducto semicircular externo u horizontal, es en forma de tubo algo curvado hacia el margen lateral. De las 7 piezas identificadas como pertenecientes a esta familia, sólo una de ellas pudo determinarse como de *Notropis aztecus*, debido a que el canal semicircular es más amplio en el extremo anterior que en el poste-

rior; en otros 2 ejemplares, se observó que dicho canal tiene la misma amplitud en ambos extremos, característica que corresponde con los pteróticos de *Algansea tincella* actual. Los demás huesos no pudieron ser identificados debido al mal estado en que se encuentran.

En los 13 restos de goodeidos hallados no fue posible distinguir el elemento de origen dérmico, ni siquiera se observan los poros que corresponden a los neuromastos de la región; en cambio, el elemento endocondral es muy claro y presenta el tubo óseo que aloja al canal semicircular horizontal muy curvado y con los extremos ensanchados. Por el dorso, este hueso tiene una fuerte depresión entre los extremos del canal mencionado. En la cara ventral y hacia el margen lateral, hay una cavidad a manera de cráter.

Se identificaron 74 pteróticos que indudablemente corresponden a *Chirostoma*, en éstos, los



elementos dérmico y endocondral están fuertemente fusionados, pues en la superficie dorsal se pueden mirar los poros que corresponden a los neuromastos de esa región, y en la ventral, se observa el tubo óseo portador del canal semicircular horizontal, que en este caso, es menos curvado que el de *Girardinichthys viviparus*; entre las dos ramas del tubo se forma una suave depresión y hacia la parte externa del mismo se encuentra una cavidad en forma de cráter ovalado.

En *Ch. jordani* actual la cavidad en forma de cráter es más alargada, y la región posterior del hueso es aguzada. En la parte dorsal, los poros de la línea lateral son muy notables. Sólo se encontraron 2 ejemplares con las características referidas.

*Ch. regani* tiene en la época actual la cavidad mencionada algo ensanchada, el extremo posterior aguzado y los poros de la línea lateral bastante notables. Se encontraron 7 ejemplares que concuerdan con estas características.

En *Ch. humboldtianum* la cavidad en forma de cráter es ensanchada, el extremo posterior sufre una fuerte ondulación y termina truncado; en la región dorsal los poros de la línea lateral son menos notables que en las otras especies de *Chirostoma*. Sólo 3 piezas fósiles se pudieron identificar como de *Ch. humboldtianum*.

Las piezas restantes sólo se identificaron como de *Chirostoma*, sin que fuese posible determinar la especie, debido al mal estado de los restos estudiados.

El proótico (Lám 6-7) es un hueso par de contorno poligonal que se apoya en el paraesfenoides. En los proóticos de ciprínidos distinguidos en el material de Tlapacoya, se encontró que son de contorno irregular e internamente presentan una gran concavidad en la región dorsal correspondiente a la *bulla acustica utricularis*; en el margen anterior de la parte media del hueso, se localizan uno o dos orificios y en el posterior la cavidad sacular. La región ventral del hueso a que nos referimos está formada por dos láminas, una vertical y externa, y la otra horizontal e interna; además, entre la *bulla acustica utricularis* y los orificios mencionados, hay un proceso óseo laminar.

Entre los restos fósiles se encontraron sólo 3 piezas que pertenecen a proóticos de ciprínidos. De éstas, 2 presentan la *bulla acustica utricularis* localizada al centro de la región dorsal del hueso y la cavidad sacular es relativamente corta. En la región media de las piezas de que tratamos, hay un orificio y el borde ventral e interno es de contorno regular.

Estos caracteres concuerdan con los de *Notropis aztecus* actual. En cambio, en la tercera pieza encontrada, la *bulla acustica utricularis* es un poco más profunda y desplazada hacia la región posterior y la cavidad sacular se prolonga hacia el centro. En la región media de este hueso, hay dos o tres orificios y el borde ventral de la lámina interna es irregular; estos caracteres corresponden perfectamente con los de *Algansea tincella*.

Se encontraron en abundancia proóticos de goodeidos, pues se identificaron 126 piezas que sin duda pertenecen a esta familia. Se caracterizan por el contorno circular —aunque irregular— de sus bordes, las caras bastante planas y un refuerzo que los atraviesa por la línea media en sentido horizontal. Por debajo del refuerzo y hacia el margen anterior hay dos o tres orificios; en cambio, hacia el margen posterior y por encima del refuerzo aludido, existe una concavidad notable, que corresponde a la *bulla acustica utricularis*. En una de las piezas se encontró sobre la *bulla* el otolito correspondiente.

De las 126 piezas mencionadas, 2 se distinguen de las restantes por presentar la *bulla* citada notablemente más angosta que las demás; esto sugiere la posibilidad de que éstas correspondan a algún goodeido que ha desaparecido del Valle de México.

En los ejemplares fósiles de aterfnidos los proóticos son polígonos irregulares, con la *bulla acustica utricularis* en el ángulo ventral posterior; la región dorsal del hueso tiene una sinuosidad pronunciada y un refuerzo lo atraviesa, del ángulo ventral posterior al ángulo dorsal anterior. Por delante de este refuerzo, el proótico presenta algo de tejido canceroso, y en la región ventral las dos láminas que lo forman se hacen divergentes.

Estos proóticos que corresponden a *Chirostoma* se encontraron en abundancia, pues llegaron a 82 piezas que no fue posible diferenciar en las especies respectivas.

El epiótico (Lám 7) es hueso par que se localiza en el ángulo posterolateral dorsal del cráneo y encierra parte del canal semicircular posterior.

La cara externa de los epióticos de ciprínidos es convexa y en la parte más prominente tiene un refuerzo óseo, que protege al canal semicircular posterior. En la porción posterior hay una depresión bien marcada. La cara interna es cóncava y dentro de ella se encuentra un conducto óseo —paralelo al margen posterior del hueso— que aloja al canal semicircular mencionado, parcialmente aislado de la cavidad craneana por un puente óseo.

En esta misma cara y hacia el margen anterior del hueso hay una concavidad secundaria.

El epiótico de cada género tiene características propias fácilmente perceptibles, así, en *Notropis aztecus*, el puente es más alto y ancho y la concavidad secundaria ocupa la cuarta parte de la cavidad general del hueso; en *Evarra* el puente es menos alto y la concavidad secundaria ocupa la mitad de la cavidad general; en *Algansea tincella* el puente está muy reducido y la concavidad secundaria ocupa mucho más de la mitad de la cavidad general del hueso.

En el material estudiado se encontraron 3 piezas que corresponden con las características de *Notropis aztecus* y 2 más con las de *Evarra*.

Además de las piezas indicadas, se hallaron otras 2 que no fue posible asignar a ningún género, pues una de ellas está bastante deteriorada y la otra, aunque se parece mucho a la propia de *Notropis aztecus*, presenta en lugar de la concavidad secundaria una estructura tubular con los extremos abiertos y paralela al canal óseo.

Los epióticos de *Girardinichthys viviparus* son muy similares a los de ciprínidos, pues por la cara externa son convexos y presentan el refuerzo óseo ya referido; además, hay una proyección laminar en el ángulo posterolateral, una suave depresión en el margen anterior y dos más en el posterior.

Por la parte interna se localizan el conducto y el puente muy reforzado; entre ellos se encuentra el canal semicircular posterior. En este caso no hay concavidad secundaria.

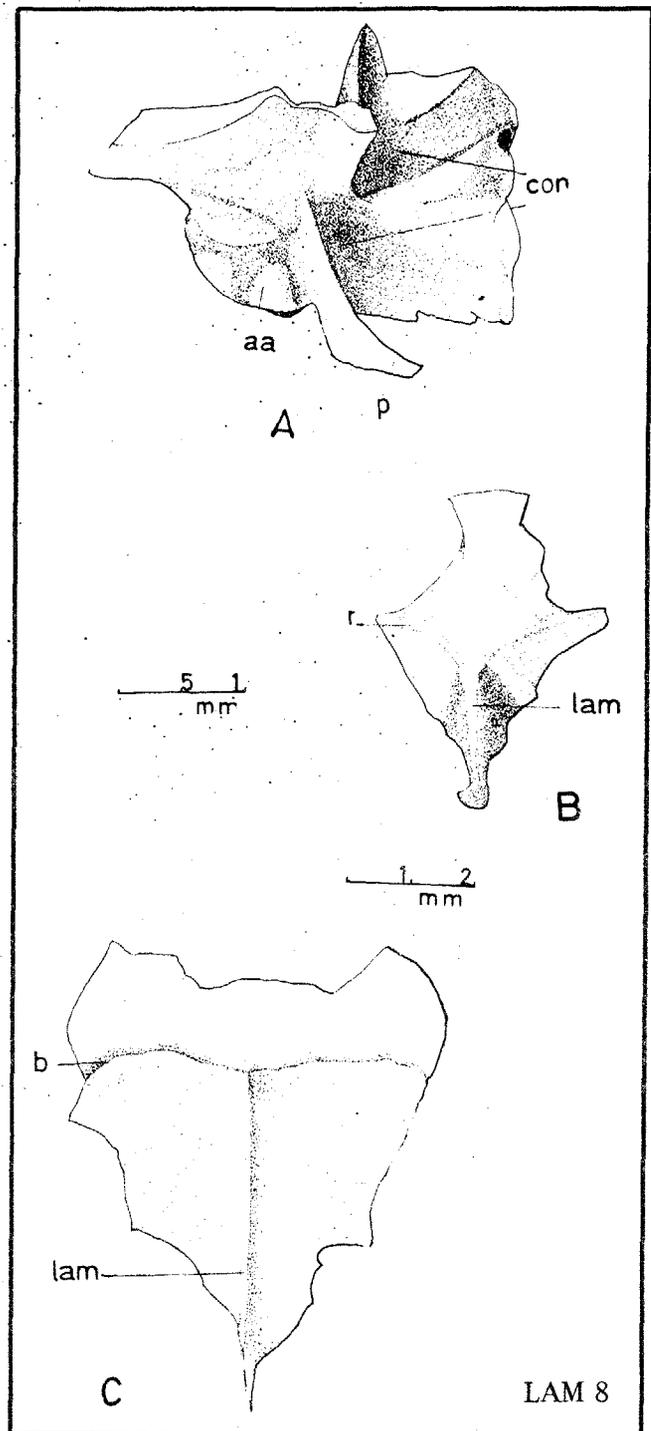
La cara externa del epiótico de aterínidos tiene dos porciones: la dorsal, más o menos plana, con una ligera depresión al centro; y la ventral, convexa, con una depresión bien marcada hacia el margen interno del hueso. El borde posterodorsal es redondeado en la parte interna, aplanado en la externa y con una proyección ósea en la región media ventral.

Por la parte interna este hueso presenta una cavidad muy profunda, en el fondo de la cual se observan el conducto y el puente que alojan y protegen al canal semicircular posterior. En esta familia el conducto es muy amplio y no hay concavidad secundaria.

No es posible diferenciar claramente a las tres especies de aterínidos actuales que viven en el Valle de México, por lo tanto, los 27 huesos encontrados en el material de Tlapacoya sólo se incluyen en el género *Chirostoma*. De los huesos mencio-

nados 2 son de tamaño bastante grande, por lo que se podría asegurar que pertenecen a *Ch. humboldtianum*.

Los *exoccipitales* u *occipitales laterales* (Lám 8) son huesos de contorno irregular que limitan en la parte lateral y superior al *foramen magnum* y se



encuentran en la línea media, por encima del foramen.

Aunque en el material estudiado se halló gran cantidad de estos huesos, ninguno corresponde a los de ciprínidos actuales; todos tienen semejanza con los de goodeidos y aterínidos recientes.

Los exoccipitales de goodeidos —vistos por su aspecto externo— dan la impresión de un copón en posición horizontal con dos amplias salientes laminares, una ventral y la otra dorsal. Por la parte interna, estos huesos están divididos en dos regiones por un proceso óseo vertical, que se prolonga bastante más abajo del borde ventral del hueso. Por delante del proceso mencionado, los exoccipitales son laminares; cada uno tiene una gran concavidad sinuosa, con un foramen central. Por detrás del proceso el hueso tiene en el margen ventral una gruesa apófisis articular, y la mitad dorsal es ligeramente inclinada.

En el material de Tlapacoya se encontraron 32 piezas que corresponden a goodeidos y por lo tanto a *Girardinichthys viviparus*.

Los exoccipitales de aterínidos presentan una superficie exterior muy accidentada y de contorno poligonal. Por el interior son semejantes a los de goodeidos, aunque es fácil diferenciarlos. En este caso, el proceso óseo vertical es más largo, pues atraviesa todo el hueso y sobresale del margen ventral; por delante del proceso, esta pieza ósea también es laminar y menos sinuosa, pues presenta sólo una concavidad dorsal y otra ventral. En los goodeidos se menciona un foramen central en la región laminar; en los aterínidos el foramen central es posterior al proceso óseo vertical. En el ángulo posteroventral también hay una apófisis articular. La mitad dorsal, posterior al proceso, es más inclinada que en el caso anterior.

En los aterínidos actuales es más o menos fácil diferenciar los exoccipitales correspondientes a cada especie. Así, *Ch. regani* se caracteriza por tener el exoccipital relativamente más alargado y con las concavidades de la región anterior mucho más marcadas que en *Ch. jordani* y *Ch. humboldtianum*. En esta última especie el proceso óseo interno del exoccipital presenta notables estructuras ganchudas en los extremos dorsal y ventral. En *Ch. jordani* el hueso de que tratamos es muy similar al de *Ch. humboldtianum*, sólo que las estructuras ganchudas están muy poco desarrolladas.

Como se dijo antes, estas piezas óseas se encontraron en abundancia, pues se identificaron 115 exoccipitales que corresponden sin duda al

género *Chirostoma*, pero de tal manera deterioradas que sólo 7 de ellas se identificaron con seguridad como de *Ch. humboldtianum* y 8 como *Ch. regani*.

El supraoccipital (Lám 8) es un hueso impar que se localiza sobre el foramen magnum. Es laminar, con la cara dorsal algo convexa y provista de una laminilla perpendicular en la línea media.

Los supraoccipitales de ciprínidos se diferencian de los de las demás familias porque son de contorno cardiforme y la laminilla perpendicular recorre más de tres cuartas partes de la cara dorsal. En la mitad anterior del hueso hay un borde óseo que marca el sitio de inserción del parietal correspondiente. En la cara ventral de estos huesos y por debajo del reborde citado, se halla una depresión bien marcada. En los ciprínidos actuales no es posible diferenciar los supraoccipitales de los géneros, por lo que tampoco se identificaron genéricamente las 3 piezas fósiles de ciprínidos encontradas.

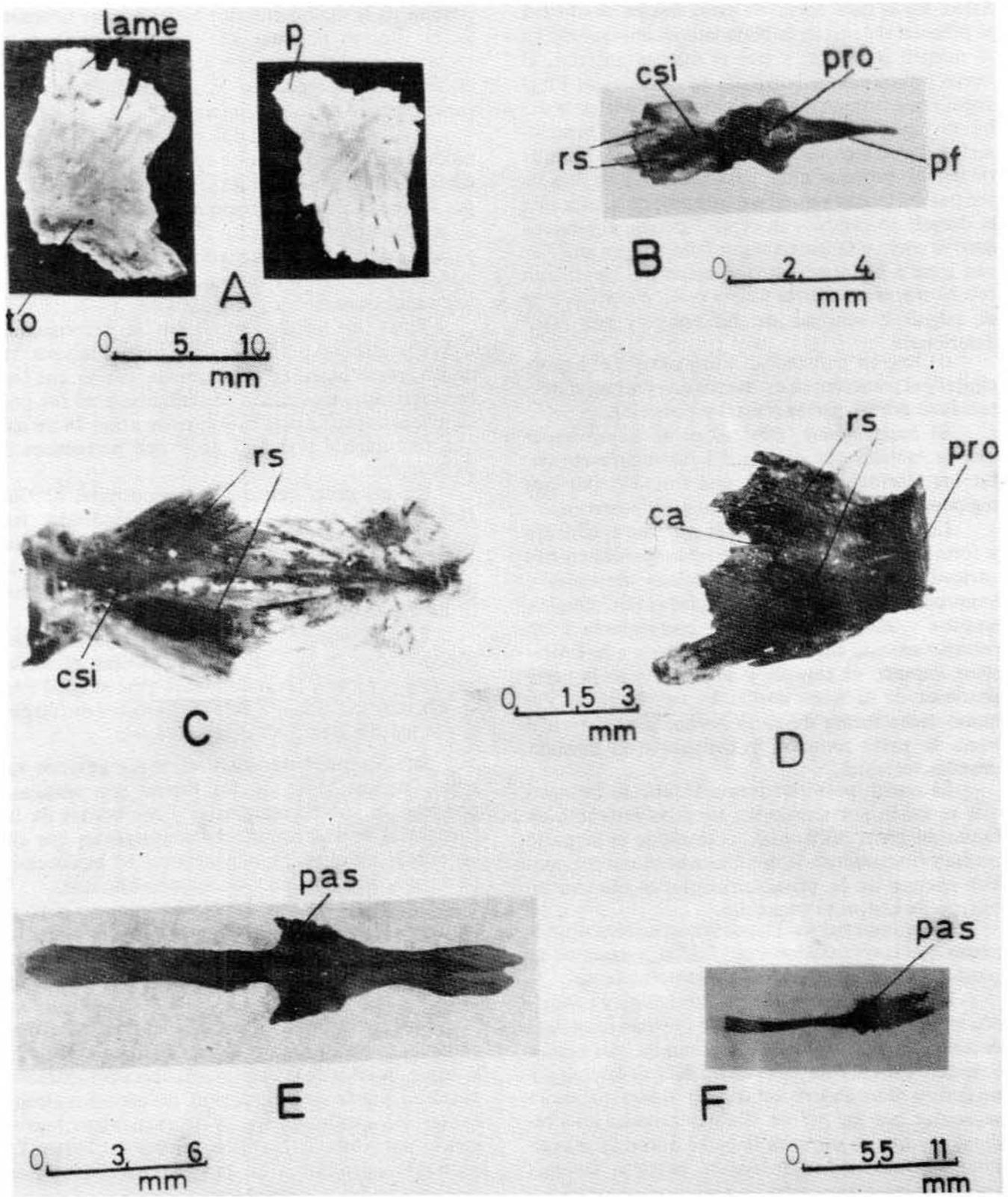
En goodeidos y aterínidos el supraoccipital es muy similar, pues además de compartir los caracteres mencionados en la descripción general, tienen contorno romboidal, con el margen anterior romo y el posterior terminado en punta, la laminilla perpendicular de la línea media sólo ocupa la mitad posterior del hueso.

En los goodeidos el supraoccipital se caracteriza porque en la cara dorsal presenta un reborde que atraviesa el hueso transversalmente; dicho borde tiene forma de V muy abierta y se encuentra sobre el ángulo posterodorsal del hueso; la cara ventral tiene tres depresiones notables, la más evidente es longitudinal y está en la mitad posterior de la línea media, las otras dos son semicirculares y se localizan a los lados. El margen anterior de las depresiones laterales está formado por el borde en forma de V. En el material de Tlapacoya se encontraron 27 de estos huesos.

En los aterínidos el supraoccipital es diferente del de goodeidos, porque la superficie dorsal es más o menos lisa, sin rebordes, sólo presenta la laminilla perpendicular, que en este caso es algo más desarrollada; la superficie ventral está provista de una cavidad en forma de cono hueco a cada lado y una más en el margen anterior. En el material aquí estudiado se localizaron 18 de estas piezas.

Los parietales (Lám 9) son un par de huesos laminares, ligeramente convexos por la cara externa y cóncavos por la interna. Ambas caras son por lo general cuadrangulares.

En el material fósil se encontraron 8 piezas que se identificaron con los parietales de los ciprínidos.



LAM 9

nidos. En la cara dorsal de estos huesos se observa el tubo del sistema de la línea lateral, implantado en el margen posterior, y por el margen anterior, el hueso parece estar subdividido en dos lamelas. En el ángulo que forman los lados externo y posterior del hueso hay un proceso óseo. De los restos mencionados 4 corresponden a *Algansea tincella*, ya que tienen el proceso muy desarrollado y la lamela ventral del margen anterior bastante más larga que la dorsal; en cambio, en otras 3 piezas, el proceso óseo es corto y la lamela ventral del margen anterior casi igual a la dorsal; estos caracteres se identifican con *Notropis aztecus*; la última pieza encontrada no se asignó a ninguna de las especies por estar deteriorada.

d) Región basicraneal. Formada por el basioccipital y el paraesfenoides, huesos que limitan al neurocráneo por las partes ventral y posterior.

El *basioccipital* (Lám 9) es un hueso impar que se localiza por debajo del *foramen magnum*. En los ciprínidos actuales está formado por tres regiones principales: anterior, media y posterior.

La cara dorsal de la región anterior es cóncava y forma una gran cavidad que está separada en tres cavidades menores por dos láminas verticales y longitudinales. Dos de estas cavidades son laterales, amplias y alargadas; cada una corresponde a un *recessus sacculi*. La tercera cavidad, o sea la *cavum sinus imparis*, es angosta y se localiza en la parte posterior de la línea media. La región media del hueso tiene forma de cono hueco, con el vértice hacia la parte anterior y constituye el llamado proatlas vertebral.

La región posterior forma el proceso faríngeo que se inicia por debajo del proatlas vertebral, en figura de placa horizontal, ensanchada en la parte media y fuertemente deprimida en la última porción. Por encima de la placa horizontal se observa un orificio de contorno triangular.

En el material de Tlapacoya se encontraron 9 piezas que corresponden a ciprínidos, aunque no es posible determinar el género a que pertenecen.

Los basioccipitales de los aterfnidos y goodeidos estudiados, son muy parecidos y están formados únicamente por el proatlas vertebral y una región anterior, provista de dos *recessa sacculi* laterales y un *cavum sinus imparis* central, cavidades que están separadas por un par de láminas oblicuas longitudinales y que se unen en la parte dorsal al exoccipital adyacente. Los márgenes laterales de esta región anterior convergen hacia el proatlas vertebral. Los 52 basioccipitales de *Girardinichthys viviparus* encontrados, son diferentes a los de los aterfnidos,

porque en la región anterior los márgenes laterales y las láminas oblicuas son paralelas entre sí y recorren casi toda esta porción; el margen anterior es fuertemente convexo y las cavidades de los *recessa sacculi* son algo someras.

La región anterior del basioccipital de aterfnidos se caracteriza porque las láminas oblicuas son cortas y convergen en la parte media de esta región, por lo que el *cavum sinus imparis* es muy reducido; el margen anterior es recto o suavemente convexo y las cavidades de los *recessa sacculi* están bien marcadas. En la cara ventral, este hueso presenta una canaladura media y longitudinal.

Entre los fósiles estudiados se encontraron con abundancia piezas de esta clase, aunque la mayor parte bastante deterioradas, por lo que las características específicas se perdieron y no fue posible separarlas. En este caso se encuentran 74 de las que únicamente podemos decir que pertenecen a *Chirostoma*.

En los peces actuales, el basioccipital de *Ch. jordani* tiene el borde anterior redondeado; las cavidades de los *recessa sacculi* son amplias y la canaladura ventral tiene bordes convergentes en la parte posterior. Sólo fue posible reconocer 4 piezas fósiles con estas características.

En *Ch. regani* el hueso es más alargado, las concavidades de los *recessa* son angostas, el borde anterior es recto y la canaladura ventral es igual que en *Ch. jordani*. Fueron 8 los ejemplares de Tlapacoya identificados con estos caracteres.

En *Ch. humboldtianum* el borde anterior es recto, las cavidades de los *recessa* son amplias, provistas de estrías marginales y los bordes de la canaladura ventral son menos convergentes que en las demás especies. Se encontraron 16 basioccipitales que corresponden a *Ch. humboldtianum*.

El *paraesfenoides* (Lám 9) es un hueso largo e impar que recorre la mayor parte de la línea media ventral del neurocráneo. En la región central de este hueso, o ligeramente hacia atrás, hay un par de procesos ascendentes.

En los ciprínidos dicho hueso es de márgenes paralelos y está provisto de una quilla que recorre la mitad anterior de la línea media dorsal; el extremo posterior puede estar bifurcado, los procesos ascendentes son cuadrangulares y se encuentran ligeramente por atrás de la región central del hueso. El segmento posterior a los procesos ascendentes es algo más ancho que el anterior.

En el material de Tlapacoya se encontraron 5 paraesfenoides de ciprínidos bastante destruidos,

por lo que no fue posible diferenciar los géneros y las especies.

El paraesfenoides de *Girardinichthys viviparus* es bastante plano, sólo tiene una quilla corta en la región central; los márgenes de este hueso son divergentes hacia los extremos; los procesos ascendentes son angostos y estriados.

En los fósiles estudiados se encontraron 17 que se identifican plenamente con *Girardinichthys viviparus*.

En los aterfnidos la región anterior a los procesos ascendentes es bastante larga, plana en la parte distal y de sección transversal oval en la proximal. Los procesos se continúan con la porción posterior sin interrumpirse, formando una placa dorsalmente cóncava, un poco más angosta en la parte posterior y que termina en dos puntas. No fue posible diferenciar las tres especies de *Chirostoma* que hay en la región y por ello sólo podemos afirmar que se encontraron 82 piezas que sin duda pertenecían al género citado.

e) Región oromandibular. Formada por los huesos que rodean a la cavidad oral por las partes anterior, ventral y lateral.

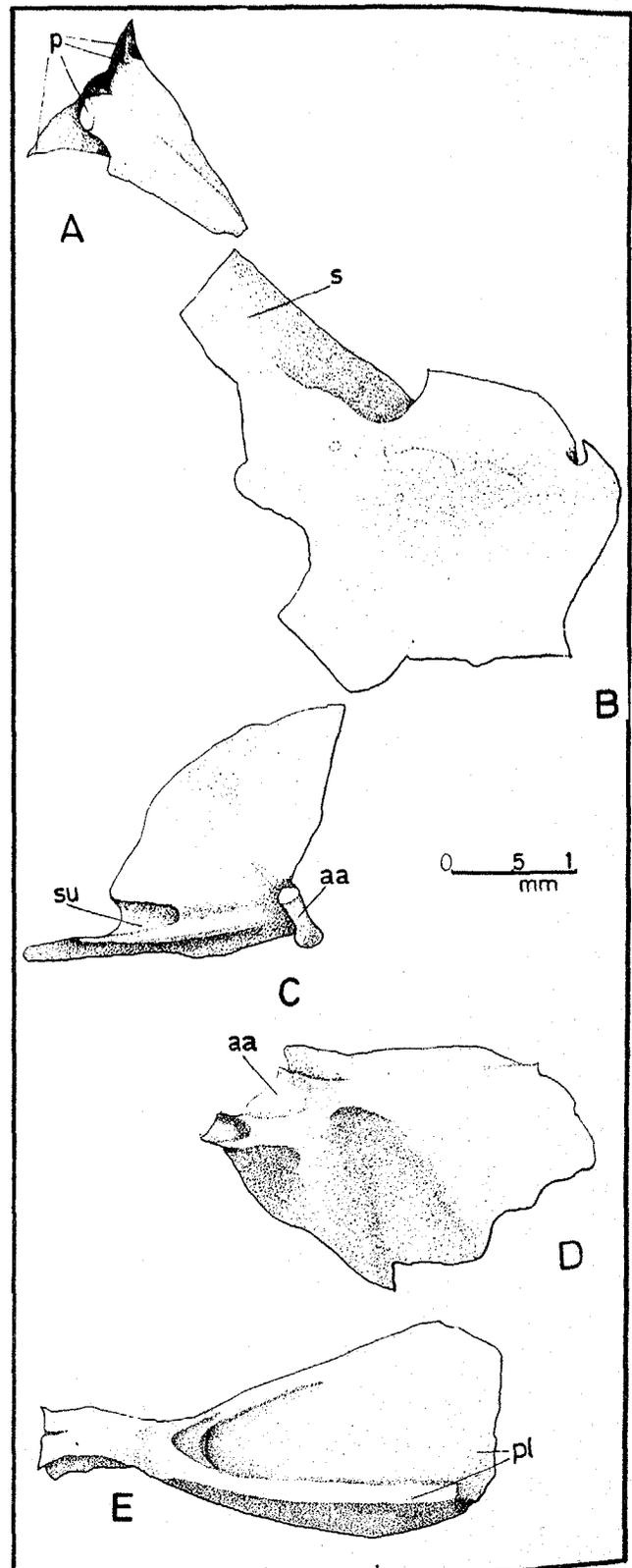
Los *autopalatinos* (Lám 10-11) son un par de huesos que se encuentran en la región anterior del cráneo por detrás de los maxilares.

En el material estudiado, el autopalatino está poco representado y sólo fue posible identificar 1 con los de ciprínidos, 24 con los de *Chirostoma* y ninguno de goodeido.

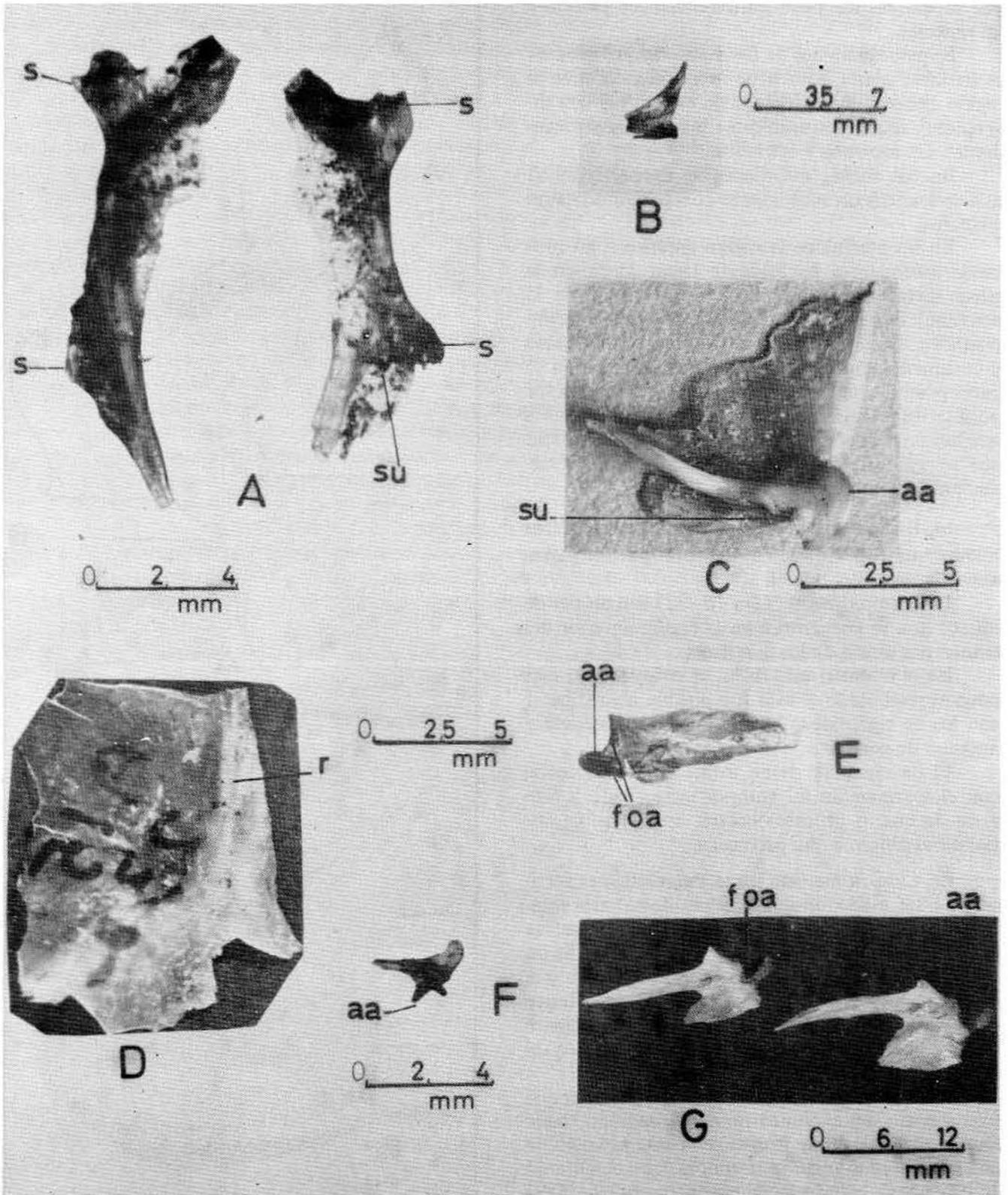
El de ciprínido tiene forma de varilla corta, con el extremo dorsal anterior ensanchado y provisto de cuatro procesos breves; no es posible distinguir el género a que pertenece.

En *Chirostoma* esta pieza esquelética es vertical, de tal modo que el extremo dorsal está relacionado con la región etmoidea y el ventral se prolonga hasta el borde dorsal del cuadrado. Es un hueso angosto con el margen anterior cóncavo y el posterior convexo. Además, este margen posterior está provisto en el extremo dorsal de una saliente ósea, y en la mitad ventral de otra saliente de un surco bien marcado.

El *metapterigoides* (Lám 10) es un hueso par que forma parte del conjunto pterigo-cuadrado, tiene caras poligonales muy irregulares y está provisto de una saliente en el ángulo anterodorsal. En el material de Tlapacoya estudiado se encontraron 2 de estas piezas que pertenecen a la familia Cyprinidae, sin que sea posible asignarlas a ningún género en especial.



LAM 10



El cuadrado (Lám 10-11) es par y también forma parte del conjunto pterigo-cuadrado.

En los peces actuales tiene la porción dorsal en forma de abanico y una estructura basal a manera de barra horizontal.

El cuadrado en ciprínidos y aterínidos es muy similar; las dos regiones —dorsal y basal— están separadas por un surco en la cara externa. Sin embargo, los cuadrados de estas dos familias se pueden separar fácilmente debido a que en los ciprínidos el borde posterior del abanico es redondeado, el surco está bien marcado y la barra horizontal se encuentra formada por dos prolongaciones laminares: interna y externa, de las cuales la primera es bastante mayor que la segunda. En los aterínidos el borde dorsal del abanico es recto o muy poco curvo, el surco se inicia poco después de la apófisis articular del hueso en una concavidad bien definida y se continúa hacia la parte posterior en forma de una simple depresión; la barra horizontal también está formada por dos prolongaciones laminares, sólo que en este caso las dos son iguales y forman una hendidura en la región ventral.

De los cuadrados de ciprínidos encontrados en Tlapacoya se identificaron 17 piezas que pertenecen a *Notropis aztecus*, 12 de *Algansea tincella* y 2 más que por deterioro no es posible asignar a ninguna especie.

En *Notropis aztecus*, el hueso de que aquí se trata presenta convexo el margen posterior de la porción en abanico; el surco que separa las dos porciones es más ancho en la región posterior y se inicia muy por detrás de la apófisis articular del hueso.

En *Algansea tincella*, el cuadrado tiene el margen posterior algo más recto o ligeramente cóncavo y el surco —que es de la misma anchura en toda su longitud— se inicia poco después de la apófisis articular.

Las características específicas de este hueso en los aterínidos, son poco sobresalientes y sólo después de una observación minuciosa se encontró que en *Ch. humboldtianum* el cuadrado tiene el surco que separa la porción en abanico de la barra horizontal, poco profundo y con bordes completamente llanos o lisos; en *Ch. regani* y *Ch. jordani* el surco es más profundo y presenta un refuerzo óseo longitudinal, que se localiza hacia el margen dorsal en *Ch. regani* y en la línea media en *Ch. jordani*. De este modo, fue posible distinguir 49 piezas correspondientes a *Ch. humboldtianum*, 58 a *Ch. regani*, 7 a *Ch. jordani* y 17 más —algo deterioradas— que fueron identificadas con *Chirostoma*.

Dentro de todo el material revisado se encontraron 4 piezas que corresponden a *Girardinichthys viviparus*, en donde la porción en forma de abanico y la estructura basal —a manera de barra horizontal— son casi continuas, pues el surco que las separa es muy somero. Además, la porción en forma de abanico tiene el margen dorsal recto o un poco convexo y una saliente en el ángulo anterodorsal muy característica. Por otra parte, la barra horizontal presenta un par de refuerzos óseos paralelos entre sí y con respecto a la misma barra.

Los endopterigoides (Lám 10-11) son un par de huesos laminares y de contorno poligonal, que se encuentran en la parte anterior y dorsal de la región pterigoidea.

Solamente 3 endopterigoides de ciprínidos y 12 de aterínidos se encontraron entre los restos estudiados.

El endopterigoides de los ciprínidos se diferencia por la presencia de una apófisis articular bien marcada en el ángulo anterodorsal; el de los aterínidos carece por completo de la apófisis articular de los ciprínidos, en cambio, presenta en el borde anterior un refuerzo óseo muy marcado, que se continúa menos perceptible por el margen ventral. Este refuerzo óseo no se observa en los ciprínidos.

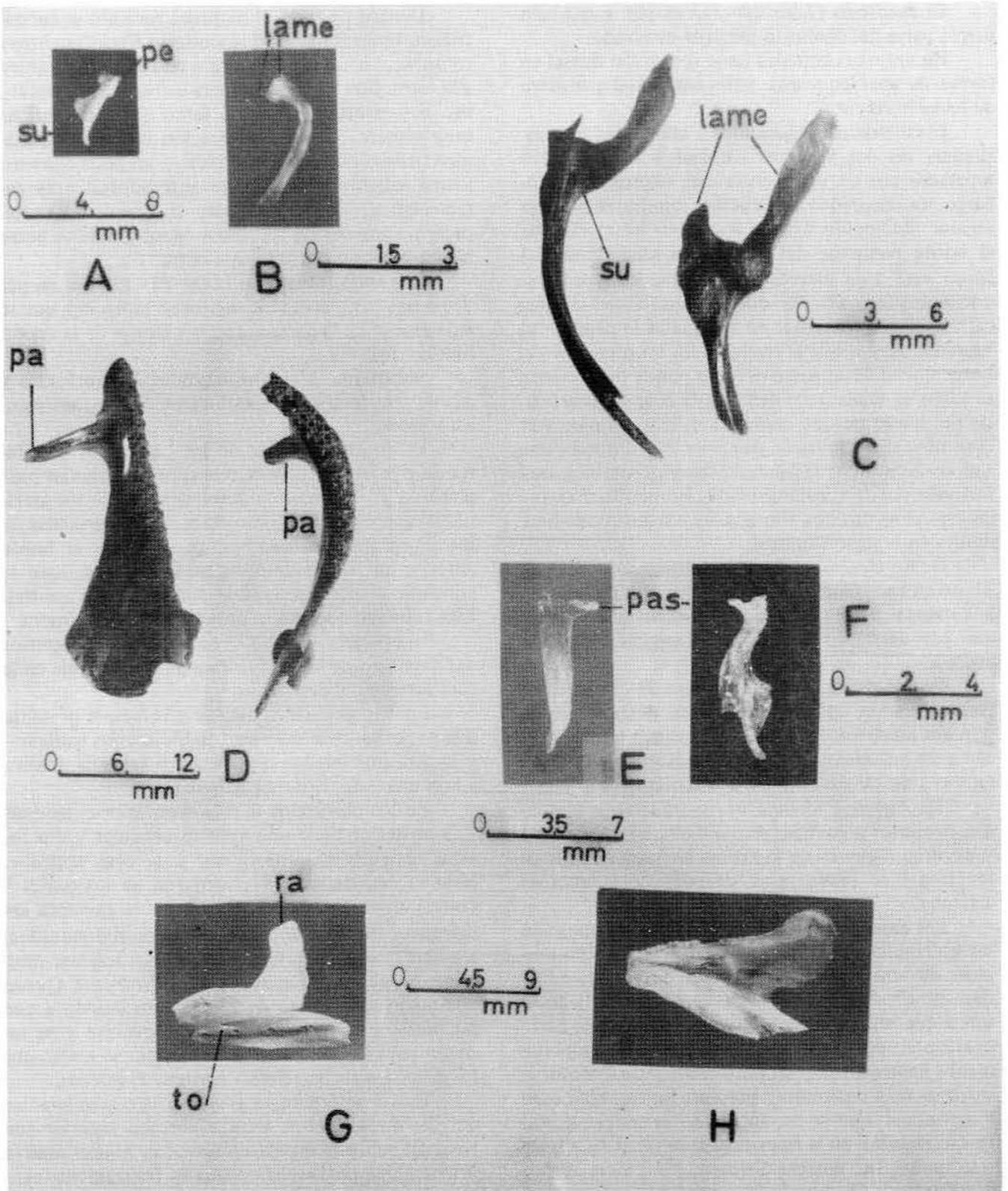
El articular (Lám 11) es el extremo posterior del cartílago de Meckel osificado, que se aloja en la cara interna del dentario.

En los peces estudiados este hueso presenta dos regiones, una anterior —más o menos laminar— y la otra que puede ser posterior o ventral —masiva y con una o dos apófisis articulares.

En los ciprínidos la región anterior es laminar y la posterior tiene una apófisis articular y dos fosetas articulares —una dorsal y la otra ventral—. Sólo se encontraron 3 articulares, de los cuales 1 corresponde a *Algansea tincella*, pues presenta los márgenes de la región laminar poco redondeados; los otros dos tienen el margen dorsal laminar muy convexo, peculiar de *Evarra* y de *Notropis*. Queda eliminado el primero de los géneros debido a que las piezas estudiadas sobrepasan bastante a su tamaño peculiar; se puede asegurar, por lo tanto, que los 2 huesos pertenecieron a *Notropis aztecus*.

En *Girardinichthys viviparus* la región laminar de este hueso ocupa toda la porción superior que tiene el margen dorsal cóncavo; la región masiva provista de apófisis articulares es francamente ventral. En los restos estudiados se encontraron 3 de estas piezas.

El articular de los aterínidos tiene la región



LAM 12

anterior constituida por tres láminas: dorsal, media y ventral; la media es mucho más larga, bastante angosta y gruesa; la ventral lleva parte del tubo óseo de la línea lateral. La porción posterior y masiva tiene una apófisis y una fosa articulares.

El articular de *Ch. humboldtianum* se diferencia de las otras dos especies de aterínidos, en que el margen anterior de la lámina dorsal es bastante recto o muy poco inclinado y la lámina media forma una barra casi cilíndrica. En *Ch. regani* y *Ch. jordani* la lámina media es más plana que en *Ch. humboldtianum*.

*Ch. jordani* presenta la lámina dorsal como *Ch. humboldtianum*; en cambio, en *Ch. regani* el margen de la dorsal tiene un suave declive, de tal modo que no hay separación marcada entre ésta y la central.

En el material trabajado se encontraron 70 piezas, que por estar en mal estado sólo se puede decir que pertenecen al género *Chirostoma*, 54 restos más que son de *Ch. humboldtianum*, 28 de *Ch. regani* y 51 de *Ch. jordani*.

Los maxilares (Lám 12) son huesos planos que se localizan por detrás de los premaxilares.

En los ciprínidos están formados por una lámina alargada, en donde la mayor medida corresponde a la altura del hueso. Esta lámina es convexa por la cara externa y cóncava por la interna; en el extremo ventral posee un pequeño surco vertical y en el dorsal un proceso espiniforme dirigido a la región etmoidal; el margen anterior es recto y el posterior irregular debido a un ensanchamiento del hueso en la parte media. Dicho ensanchamiento puede ser cuadrangular o triangular según el género de que se trate.

En el material estudiado se encontraron 2 de estas piezas. Una corresponde a *Notropis aztecus*, puesto que el ensanchamiento de la parte media y posterior es cuadrangular y algo corto; la cara interna de la región basal del proceso espiniforme presenta una cavidad oval un tanto profunda. En la otra pieza, el ensanchamiento es triangular y en la cara interna de la región basal del proceso espiniforme sólo hay un pequeño poro. Estas características corresponden a los maxilares de *Algansea tincella*.

En aterínidos y goodeidos este hueso es menos plano que en ciprínidos. Tiene forma de barra sensiblemente deprimida y curva, que en la región dorsal se bifurca en dos lamelas lanceoladas, externa e interna.

En *Girardinichthys viviparus* la barra es algo engrosada, sobre todo en el margen anterior; la

curvatura es abrupta a la altura del tercio superior dorsal y las lamelas son cortas. En el material mencionado se encontraron 4 de estas piezas.

En los aterínidos la barra es bastante aplanada y con curvatura uniforme de un extremo al otro; las lamelas lanceoladas están muy desarrolladas y forman un surco profundo. La lamela externa es ancha y la interna angosta, con un reborde en la base. No se encontró carácter alguno mediante el cual fuera posible diferenciar las especies de esta familia, por lo que se puede afirmar que los 83 restos encontrados en el material son de *Chirostoma*.

Los premaxilares (Lám 12) son huesos pares y planos que forman parte de la mandíbula superior. Sus caras, una anterior o externa y posterior o lingual la otra, quedan en posición vertical con respecto al perfil de la boca; son amplias y redondeadas en la porción proximal o posterior y van angostándose hacia el centro de la boca. En el borde superior, muy cerca del plano de simetría craneal, se encuentra un proceso llamado ascendente. Es fácil distinguir por una parte los premaxilares de los ciprínidos de los de aterínidos y goodeidos, pues los de ciprínidos carecen de dientes y los de las otras familias mencionadas son dentados.

En *Ch. humboldtianum*, como en las otras especies del género, el proceso ascendente es largo, angosto, espiniforme y de base reducida; los dientes son más o menos grandes, implantados por lo general en tres series longitudinales de las cuales la externa o labial está formada por piezas mayores. Tal disposición es variable, pues en algunos ejemplares la serie media presenta formación irregular, de manera que parece haber más series, y en la parte distal de la banda dentada los dientes forman un conjunto irregular y relativamente numeroso.

Se encuentran ejemplares en que los dientes de la serie externa no son mayores que los demás o sólo son un poco más grandes.

En *Ch. regani* los dientes son pequeños y están débilmente implantados en el premaxilar; la serie externa sólo tiene arraigo en tejido blando próximo al borde del hueso.

*Ch. jordani* tiene numerosos dientes delgados y pequeños, todos muy semejantes en cuanto a forma y tamaño.

La implantación de los dientes determina que en los huesos, una vez eliminadas las piezas, queden los alveolos en disposición particular para cada especie.

En todos los ejemplares de *Ch. humboldtianum*

se notan los de la serie externa y los de la interna muy regulares y notables. Los alveolos de la serie labial mayores aun cuando sea poco. Los que componen la serie media se encuentran por lo general alineados con regularidad en la parte proximal del hueso, pero en la región distal con frecuencia la disposición lineal sufre alteraciones, de manera que parece haber más de tres series desde la porción próxima a la base del proceso ascendente hasta el ápice anterior.

Cuando se observaron los primeros premaxilares fósiles, se supuso que entre los de mayor tamaño había dos tipos diferentes, uno con tres series regulares de alveolos —más o menos iguales— y otro con alveolos más numerosos, dispuestos en forma irregular, sobre todo en cuanto a la serie media —en la región próxima al proceso ascendente—. Al estudiar de manera minuciosa más de 70 piezas y contar los alveolos, se encontró que no es posible formar grupos distintos en cuanto al número y disposición de los alveolos. Por lo tanto, teniendo en cuenta la semejanza de los fósiles con los premaxilares de peces actuales, se consideró que todos los de gran tamaño a que nos hemos aquí referido pertenecen a *Ch. humboldtianum*.

Es un poco difícil distinguir las diferencias entre premaxilares de *Ch. humboldtianum* pequeños y de *Ch. jordani*, pero con cuidado es posible identificarlos, ya que los primeros tienen menos de 100 alveolos en todo el premaxilar y *Ch. jordani* siempre presenta más de 110, todos ellos de tamaño más uniforme y algo menores.

Los premaxilares de *Ch. regani* se pueden identificar porque la banda dentada es muy angosta, debido a que en los restos encontrados en Tlapacoya no hay ni siquiera vestigios de la serie externa o labial, pues como antes se dijo, está implantada en tejido relativamente blando. Además, todos los premaxilares de esta especie muestran las series de alveolos muy deterioradas, ya que en los ejemplares actuales y quizá así fue en los conocidos sólo por sus restos, están débilmente adheridos a la parte compacta del hueso.

Dadas las diferencias encontradas en cuanto al número y disposición de los alveolos en los premaxilares, se supuso que había diversas proporciones en la forma de dichos huesos con respecto a las especies. Por tal motivo, fueron medidos con minuciosidad los 22 premaxilares enteros de que se dispuso, en cuanto a la longitud total del hueso, la anterior al proceso ascendente, la posterior a dicho proceso, la banda dentada, longitud del proceso y

la altura del premaxilar inmediatamente detrás del mencionado proceso. Luego, se establecieron proporciones de las medidas con respecto a la longitud total del hueso y entre ellas mismas, con el fin de investigar si la morfología del premaxilar correspondía a las diferencias en la dentición; todas las relaciones son tan variables que no es posible formar "grupos" y mucho menos establecer correspondencia con los tipos de dentición.

En los ciprínidos, los premaxilares son placas delgadas, de caras curvas con la porción ventral o posterior muy angosta y la dorsal ancha; además, tienen el proceso ascendente un poco corto. Sólo se identificaron 2 piezas fósiles que presentan los caracteres mencionados, quizá pertenecientes a ciprínidos.

*Girardinichthys* tiene los premaxilares laminares curvados, proporcionalmente un poco más gruesos que los ciprínidos y con el extremo ventral ancho. El proceso ascendente es espiniforme, su base se ensancha en el sentido longitudinal del premaxilar por medio de laminillas muy delgadas que en los huesos fósiles han desaparecido.

El borde anterior del hueso que nos ocupa lleva varias hileras de dientes; la más externa compuesta por piezas mayores ligeramente laminares, y las series posteriores son de dienteillos menores. Casi todos los 33 ejemplares fósiles estudiados han perdido los dientes, pero quedan los alveolos indicadores de que tuvieron la disposición encontrada en los ejemplares actuales.

Los dentarios (*Lám 12*) son un par de huesos que forman parte de la mandíbula inferior. En los ciprínidos carecen de piezas dentarias, pero tanto en los aterínidos como en los goodeidos están armados de dientes en el borde superior.

De los dentarios de *Chirostoma*, que son algo curvados, puede decirse más o menos lo mismo que de los premaxilares. Presentan una banda formada por varias series longitudinales de dientes —tan angosta en la parte posterior— que frecuentemente consta sólo de una hilera; a medida que la zona dentada se aproxima a la región mentoneana va ensanchándose, de modo que en la porción anterior es posible contar hasta cinco dientes entre el borde labial y el lingual del dentario.

Las series marginales en *Ch. humboldtianum* están formadas por dientes mayores, y entre ellas pueden encontrarse otras piezas de tamaño inferior arregladas en una fila media o con cierto desorden, que se hace más perceptible en la zona mentoneana. En *Ch. regani*, como sucede en los premaxilares,

la serie labial de dientes no se implanta de manera directa en el hueso compacto y por lo tanto es deleznable. Los dientes de *Ch. jordani* son de tamaño uniforme, pequeños y aparentemente numerosos.

La somera relación de los dentarios de aterridos actuales sólo sirve como dato para hacer referencia a las piezas fósiles de Tlapacoya, en que fue posible separar las pertenecientes a cada especie—con margen de seguridad aceptable—, basándonos en la disposición de los alveolos. Cabe decir, sin embargo, que se intentó diferenciarlas por el número de alveolos, contando los de 54 dentarios en que la banda se mostraba completa y sin hacer discriminación alguna por otros caracteres. Se obtuvo el siguiente resultado: 70–79 (13); 80–89 (11); 90–99 (11); 100–109 (10); 110–119 (8), y 120–129 (1). Los dos primeros números marcan los límites de la clase, y el que está entre paréntesis indica la frecuencia. Como se observa, no es posible formar grupos de frecuencia, puesto que los números determinan una curva monomodal.

Sin duda las piezas mayores, por su tamaño y por la disposición de los alveolos, representan a *Ch. humboldtianum*, pero no son, respecto a este último carácter, uniformes. Algunas muestran tres series lineales de alveolos grandes; en la hilera externa y en la interna, los cálices son mayores; en otros sólo las series antes aludidas son lineales y entre ellas se alojan alveolos irregularmente dispuestos, sobre todo en la región mentoneana, donde suelen contarse hasta cuatro y quizá cinco alveolos desde el borde posterior hasta el anterior. En total e incluyendo aun los de menor tamaño, se encontraron 83 dentarios que pueden asignarse a la especie aquí referida.

Los dentarios de *Ch. regani*, debido a la implantación de los dientes externos en tejido menos compacto y al débil arraigo del tejido alveolar al hueso propiamente dicho, aparecen muy desprovistos de alveolos; a veces muestran una sola serie bastante corta y con frecuencia dos hileras en la parte más angosta de la banda. En vista de que se consideró como indicio de identificación la escasez de alveolos, es posible que se hayan tomado como *Ch. regani* algunas piezas deterioradas que en realidad correspondan a otra especie. Asimismo, a esta causa puede atribuirse que los dentarios de *Ch. regani* sean los más abundantes, ya que se hallan 136. En las piezas bien conservadas se perciben tres series más o menos regulares de alveolos subiguales.

En los 40 dentarios de *Ch. jordani* que se sepa-

raron en el material de Tlapacoya, los alveolos son notablemente pequeños, iguales y numerosos.

Los dentarios de goodeidos, como antes se indicó, están dotados de dientes; en *Girardinichthys viviparus* se observan varias series de piezas; la externa, formada por unidades un poco mayores, cónicas, lanceoladas o ligeramente bífidas; las series internas, más o menos paralelas a la anterior, son de dientes menores. Cada hueso, en general, consta de la rama que lleva los dientes y forma la mitad del perfil inferior de la boca y otra rama laminar descendente.

Entre los fósiles estudiados se distinguieron 17 dentarios de *Girardinichthys viviparus*, en los que son perfectamente visibles los alveolos mayores de la serie externa y los menores de las hileras interiores.

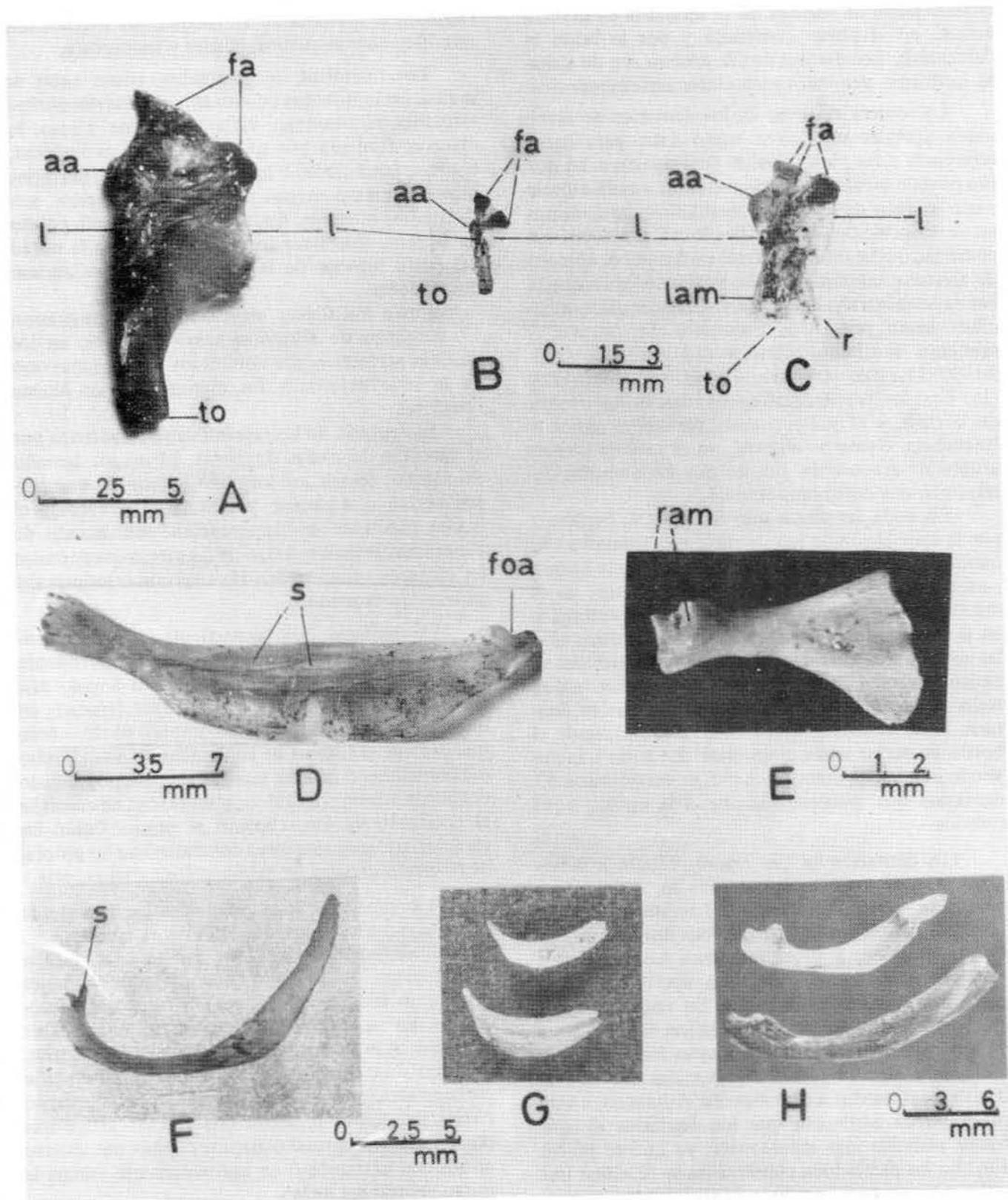
El dentario de los ciprínidos se caracteriza por la carencia de piezas dentarias. El mayor tamaño de algunos fósiles proporcionó indicio de que pertenecerían a *Algansea*, y más tarde se ratificó el hecho mediante la comparación con huesos de ejemplares actuales. Así, 6 de las piezas encontradas en Tlapacoya fueron identificadas como propias del género mencionado.

Un dentario, con las particularidades de ciprínido, se encontró en 13/15, pero la rama ascendente forma con el cuerpo del dentario un ángulo casi recto, a diferencia de lo que ocurre en *Algansea*, en que tal ángulo es un poco más amplio. El tubo óseo que protege al sistema de la línea lateral mandibular del mencionado género, queda más o menos alejado del borde inferior del hueso, y en el fósil en cuestión el conducto va más cercano al borde. Como las características de esta pieza coinciden con las propias de *Notropis aztecus*, se asigna el fósil a tal especie.

f) Región hioidea. Formada por los huesos que constituyen a los aparatos hioideo y opercular.

El *hiomandibular* (Lám 13) es par, más o menos plano, alargado y algo engrosado; comunica el aparato hioideo con la región ótica del neurocráneo. Es característica de este hueso, una apófisis articular en la parte superior del margen posterior, un tubo óseo vertical y una lámina relativamente corta en el margen anterior. En ciprínidos, el margen dorsal del hueso presenta dos facetas articulares poco notables; el tubo óseo, que puede estar abierto en los dos extremos o en uno solamente, ocupa la mitad ventral del hueso.

En el único goodeido que se ha estudiado aquí, el margen dorsal de la pieza que se trata tiene dos



LAM 13

facetas articulares muy notables, y el tubo óseo recorre todo el hueso.

En los hiomandibulares de aterínidos el tubo es igual que en el goodeido, aunque en el margen dorsal hay tres facetas articulares: dos de ellas muy grandes, y la de posición más posterior, bastante pequeña.

En el material estudiado se encontraron 15 piezas que presentan los caracteres generales ya mencionados y se diferencian de otras similares porque en éstas el margen dorsal es un poco más amplio, con una suave depresión central que separa los dos engrosamientos referidos; el anterior está formado por una lámina un tanto corta que nunca llega al borde ventral del hueso; el posterior está constituido por una lámina muy reducida e igualmente corta. Todas estas características, sumadas al hecho de que las 15 piezas tienen el tubo vertical interrumpido en la región dorsal y abierto en uno o en ambos extremos, identifican a los hiomandibulares de ciprínidos actuales; sin embargo, en todo el material de fósiles o de ejemplares actuales revisado, no fue posible encontrar ningún carácter osteológico que permita diferenciar las especies.

El hiomandibular de *Girardinichthys viviparus*, único goodeido que habita la región que nos interesa, está representado por 70 piezas fósiles halladas en Tlapacoya que se caracterizan por tener el margen dorsal corto, el posterior ligeramente convexo, el anterior recto y constituido por una lámina muy amplia y larga, que llega al extremo ventral del hueso. La apófisis articular y el tubo óseo corresponden a la descripción inicial, sólo que en esta especie el tubo se resuelve en dos ramas, que en el margen dorsal forman las dos fosetas articulares mencionadas, una anterior y oblicua, la otra posterior y vertical. La abertura dorsal del tubo se localiza en la cara interna de la pieza; en la externa hay una lámina muy corta y perpendicular al hueso mismo.

En Tlapacoya abundan, entre los fósiles, los hiomandibulares de aterínidos, pues se encontraron cerca de 225. En estos restos el margen dorsal es amplio, recto y provisto de las tres fosetas articulares citadas. El posterior, algo convexo, y el anterior, formado por una lámina amplia y de contorno rectangular en la que se observa un refuerzo diagonal que puede sobrepasar el margen ventral del hueso. El apófisis articular es igual a las otras apófisis descritas, pero el tubo óseo se diferencia de los demás restos en que las ramificaciones son totalmente dorsales y las aberturas del tubo se localizan

en la cara externa del hueso. Por esta misma cara se desprende una laminilla triangular perpendicular, cuyo ápice casi llega al extremo ventral del hueso.

En los ejemplares actuales por lo general es posible diferenciar las especies a que estos huesos pertenecen; sin embargo, en la gran mayoría de los restos fósiles, no fue posible hacerlo, debido a lo maltratado del material. Así, sólo se distinguieron 36 piezas de *Chirostoma humboldtianum*, que se caracterizan por presentar el refuerzo óseo de la lámina anterior con fuertes estriaciones, la abertura ventral del tubo óseo lateral y localizada hacia la mitad posterior del tubo. Otras 4 piezas se identificaron con *Ch. regani*, debido a que el refuerzo óseo de la lámina anterior es en sumo terso; el orificio ventral del tubo óseo es terminal y la luz del mismo está relacionada con el refuerzo. Es difícil separar los huesos de esta especie de los de *Ch. jordani*, pues sólo se diferencian en que el refuerzo de la lámina anterior en *Ch. jordani* termina en punta y en que la luz del tubo no se relaciona con el refuerzo. No fue posible identificar ninguna estructura fósil con estas características.

El arco hioideo se encuentra en la parte anterior de los arcos branquiales. Está constituido por los huesos interhial, epihial, ceratohial, basihial e hipohiales.

El epihial (*Lám 13*) es un hueso que en aterínidos y goodeidos es grueso, pequeño y triangular. Se une al margen posterior del ceratohial por medio de cartílagos, y la unión está reforzada por salientes óseos que se entrecruzan y alojan en canales adecuados.

El epihial del goodeido es de contorno triangular y sus márgenes son rectos. En el ángulo anterodorsal tiene una saliente espiniforme y en el posterodorsal una foseta articular algo profunda. Entre los fósiles sólo se encontró una de estas piezas.

En *Chirostoma*, el hueso que nos ocupa tiene el margen ventral curvo, el anterior recto y provisto en la mitad dorsal de un par de salientes espiniformes a cada lado, de las cuales la ventral está más desarrollada. Separando estas dos salientes hay un canal ancho y otro por debajo de la saliente ventral. En el ángulo posterodorsal se ve una foseta articular más o menos profunda. Como se dijo al describir el hueso anterior, en las piezas fósiles todos los epihiales están fuertemente unidos a los ceratohiales.

No se encontraron epihiales de ciprínidos.

Los ceratohiales (*Lám 13*) de los peces aquí estudiados son huesos gruesos y largos que presentan una fuerte constricción en la región media; son

deprimidos y muy amplios en la parte posterior, cortos y engrosados en la anterior. En los ciprínidos estos huesos tienen los márgenes dorsal y posterior rectos o ligeramente cóncavo el primero y convexo el segundo, el anterior irregular y el ventral fuertemente cóncavo. La región anterior se resuelve en un par de ramificaciones laterales.

En el material de Tlapacoya se encontraron 4 de estas piezas que no fue posible asignar a ningún género o especie.

En el goodeido este hueso tiene contorno cuadrangular, con una estructura masiva en el ángulo anterodorsal, la cual es de contorno oval y está provista de una cavidad pequeña a cada lado; en la superficie dorsal hay una canaladura en la que se aloja una saliente del epihial. Por último, en el ángulo posterodorsal de este ceratohial hay una saliente espiniforme. Entre las piezas fósiles se encontraron 8 ceratohiales de *Girardinichthys viviparus*.

En los aterínidos el ceratohial tiene el margen dorsal algo cóncavo, el ventral describe una S muy suave, el posterior es recto y presenta dos pares de salientes espiniformes, de las cuales la dorsal es la más gruesa y larga. Las caras interna y externa de este hueso presentan dos refuerzos óseos que se continúan hacia atrás en las salientes ya mencionadas. Por encima de cada refuerzo hay un canal en el que se aloja una saliente ósea del epihial.

La cara anterior del hueso tiene un par de cavidades de contorno oval.

Los ceratohiales de *Chirostoma* encontrados en el material de Tlapacoya llegaron a 255 piezas que no fue posible separar por especies. Todos estos huesos están unidos al epihial correspondiente.

El urohial (Lám 10) es impar y su desarrollo está en relación con el músculo esternohioideo y no con el arco hioideo (Bertin Leon, 1958).

El urohial de ciprínidos está formado por dos placas perpendiculares entre sí, ambas de forma triangular con el borde posterior generalmente redondeado. La placa vertical es la más desarrollada. El extremo anterior de este hueso tiene forma de barra cilíndrica bifurcada en la región distal.

En el material de Tlapacoya sólo se encontró un urohial en que el extremo anterior es más o menos corto, pues cabe hasta 6 veces en la longitud total de hueso, como corresponde al urohial de *Algansea tinella* y no a las demás especies en donde el extremo anterior sólo cabe cuando más 4.5 veces en la longitud total del hueso.

Los radios branquiostegos (Lám 13) se localizan en la región ventral del cráneo; son huesos lami-

nares muy alargados, relativamente anchos en la porción anterior y muy angostos en la posterior o viceversa.

En los ciprínidos hay tres pares de estos huesos, anchos en comparación con los de otras familias. Es posible diferenciarlos entre sí y por género, sobre todo el par anterior que se caracteriza por una saliente ósea en el ángulo anterodorsal, con peculiaridades genéricas y que no se observa en los otros dos radios branquiostegos.

En *Notropis* la saliente ósea aludida es recta; en *Algansea* es ganchuda, y en *Evarra* está poco desarrollada. En el material de Tlapacoya sólo se identificó una de estas piezas que pertenece a *Notropis aztecus*.

Los radios branquiostegos de *Girardinichthys viviparus* son cuatro pares de huesos angostos, de los cuales el más anterior es filamentosos y corto, los tres posteriores son progresivamente más largos y poco más anchos. El extremo anterior de estas piezas está provisto de una muesca muy somera, que en los tres primeros radios se localiza inmediatamente por detrás del ápice anterior y en el último se encuentra en el extremo.

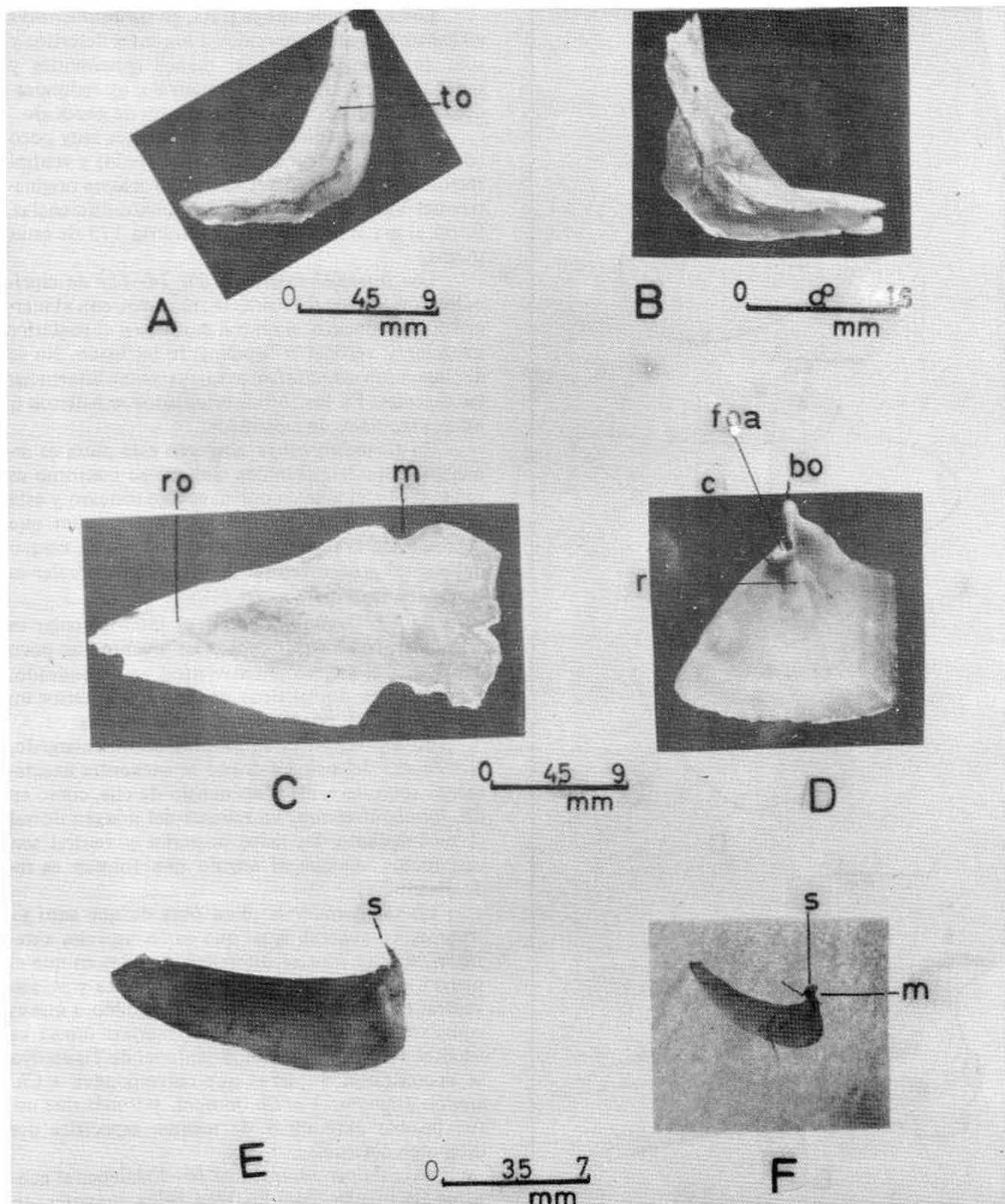
Entre las piezas fósiles se identificaron 5 radios branquiostegos de *Girardinichthys viviparus*.

En los aterínidos los radios branquiostegos son seis pares de huesos planos, bastante angostos, y aun filamentosos sobre todo en la tercera parte posterior del hueso.

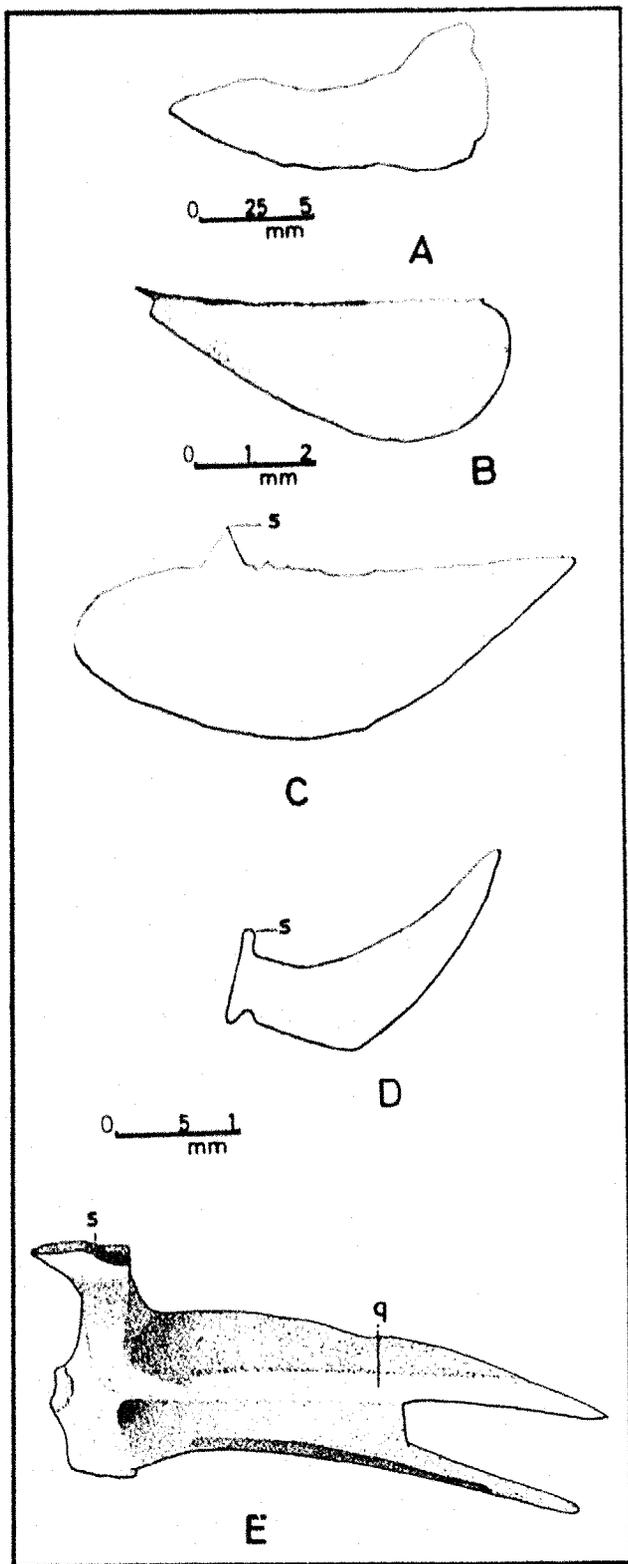
El primer radio branquiostego es el más angosto y los posteriores son progresivamente poco más anchos, y en el extremo anterior presentan una muesca bien marcada. Al observar el material fósil se identificaron 27 piezas que pertenecen a esta familia, sin poder distinguir la especie.

Los huesos de la región opercular protegen la cavidad branquial del cráneo y forman un conjunto de piezas laminares con la superficie externa convexa y la interna cóncava.

Los preoperculares (Lám 14) son estructuras laminares planas en forma de triángulo rectángulo, pues los márgenes posterior y ventral forman un ángulo más o menos recto. Sobre estos huesos se observa el tubo preopercular del sistema de la línea lateral craneana. Los preoperculares de ciprínidos son huesos un tanto consistentes, con los márgenes posterior y ventral redondeados. En los ejemplares actuales no es posible distinguir la especie a que pertenecen, por lo cual tampoco fue factible en los 23 preoperculos de ciprínidos encontrados entre los fósiles.



LAM 14



LAM 15

Los huesos de que se trata, en *Girardinichthys viviparus* son muy parecidos a los antes descritos y sólo se distinguen por ser menos consistentes y tener los bordes posterior y ventral muy redondeados. Se encontraron 3 preoperculares de goodeido.

En los aterínidos el preopercular es muy poco consistente y tiene los márgenes posterior y ventral rectos. Entre las tres especies de *Chirostoma* originarias del Valle de México no percibimos diferencias. Entre el material fósil se encontraron 173 de estas piezas.

Los *interoperculares* (Lám 14-15) de ciprínidos son huesos con caras triangulares, con el margen dorsal cóncavo, el ventral convexo y el posterior irregular y vertical o ligeramente inclinado. No se distinguieron características que permitan diferenciar las especies. En los fósiles estudiados se hallaron 6 interoperculares de ciprínidos.

En *Girardinichthys viviparus* esta pieza es semejante a la de ciprínidos, aunque su contorno es redondeado; el margen dorsal es algo cóncavo y está provisto de un refuerzo en la mitad anterior que sobresale de la región laminar del hueso. El margen del ángulo posteroventral de este interopercular es completamente curvo.

En *Ch. humboldtianum* el interopercular es triangular, con los lados posterior y ventral un poco convexos; el ángulo anteroventral es redondeado. En el margen dorsal tiene por la parte anterior un refuerzo óseo y por la posterior una muesca.

En *Ch. regani* es en proporción más alargado, el refuerzo del margen dorsal se encuentra exactamente sobre la orilla y no debajo de ella, como en *Ch. humboldtianum*. La muesca del margen dorsal es rectangular y los lados posterior y ventral son casi rectos, aunque el ángulo que forman es redondeado.

En *Ch. jordani* la pieza ósea de que aquí se trata es, en general, igual que en las especies anteriores, únicamente se diferencia de ellas en que el margen dorsal del hueso no tiene muesca y el lado ventral es más largo que el dorsal, debido a que es convexo. El refuerzo óseo del margen dorsal es igual al de *Ch. regani*. En el material de Tlapacoya se encontraron 9 piezas que corresponden a *Ch. humboldtianum*; 1 a *Ch. jordani*, y 9 más que no fue posible determinar de manera específica por estar algo destruidas.

Los *suboperculares* (Lám 14-15) tienen el contorno triangular con los dos lados mayores en posición horizontal. En los suboperculares de *Notropis aztecus* el margen dorsal es cóncavo, el ventral

convexo y el anterior recto; el ángulo posterior es redondeado. En el material fósil se encontró 1 pieza con estas características.

Los suboperculares de *Evarra* y *Algansea* presentan los caracteres mencionados, y además tienen una saliente ósea en el ángulo anterodorsal de la que carece *Notropis aztecus*.

En *Girardinichthys viviparus* los huesos que aquí se tratan tienen el margen dorsal algo cóncavo y provisto de una pequeña saliente en la mitad anterior; el margen anterior y el ventral forman una gran curvatura que llega al extremo posterior del hueso. Entre las piezas fósiles se encontraron 27 que corresponden a esta descripción.

En *Ch. humboldtianum* los suboperculares son huesos muy alargados, con el margen dorsal cóncavo, el ventral convexo y el anterior recto; el ángulo posterior es redondeado. El ángulo anterodorsal está provisto de una saliente que presenta una muesca en el margen anterior. En las piezas de Tlapacoya estudiadas se encontraron 7 huesos que están perfectamente acordes con estas características.

La diferenciación específica de estas piezas entre *Ch. regani* y *Ch. jordani* no es posible, pues las dos especies presentan las mismas variantes: tienen la saliente ósea del ángulo anterodorsal menos desarrollada que en la de *Ch. humboldtianum* y suelen tener muesca en el margen anterior de la misma saliente.

En los fósiles de Tlapacoya se encontraron 24 suboperculares de *Chirostoma* que no fue posible clasificar específicamente.

Los operculares (*Lám 14-16*) son los huesos más grandes del cráneo, están formados por placas muy amplias, cuadrangulares o triangulares. En el ángulo anterodorsal tienen una saliente llamada brazo opercular, en cuya base hay una foseta articular apoyada en un refuerzo óseo de la cara interna del hueso.

En los ciprínidos, los operculares son cuadrangulares con los márgenes rectos; el anterior es el más grueso y está provisto de un surco que es largo cuando recorre todo el margen y corto cuando sólo se encuentra en parte del margen. El brazo opercular es fuerte, la foseta articular es somera y, especialmente en esta familia, el refuerzo está bien desarrollado. Por debajo de la foseta generalmente hay un orificio y una cavidad. Las caras interna y externa de esta pieza están provistas de algunos túbulos abiertos por el extremo ventral.

En los opérculos de ciprínidos actuales las características del género *Evarra* son bastante nota-

bles y fáciles de distinguir, en cambio las de *Notropis aztecus* y *Algansea tincella* son muy semejantes; es necesario, por lo tanto, que todos los caracteres concuerden correctamente para poder decidir la especie a que corresponden.

En *Evarra* los opérculos tienen el surco del margen anterior corto o largo; el refuerzo casi siempre es ancho y corto (la mayor longitud del refuerzo observada en este género es igual a la del brazo opercular); el ángulo posterodorsal presenta una saliente laminar. El hueso es más ancho que alto sobre todo en *E. eigenmanni*.

En *Notropis aztecus* este hueso se identifica porque el surco del margen anterior puede ser corto o largo; el refuerzo óseo es angosto y, por lo menos, tan largo como el brazo opercular; el hueso es más alto que ancho.

En *Algansea tincella* el surco del margen anterior es largo; el refuerzo es ancho o delgado y corto; por debajo de la fosa articular puede faltar el orificio o cavidad ya mencionados. El hueso es más alto que ancho, aunque ambas dimensiones suelen ser más o menos iguales.

Los operculares de ciprínidos hallados en el material fósil fueron abundantes. Se encontraron 37 piezas que corresponden a *Algansea tincella*; 2 al género *Evarra*, sin que haya sido posible asignarlas específicamente, y 23 piezas más, bastante destruidas, de las que sólo podemos decir que son de ciprínidos.

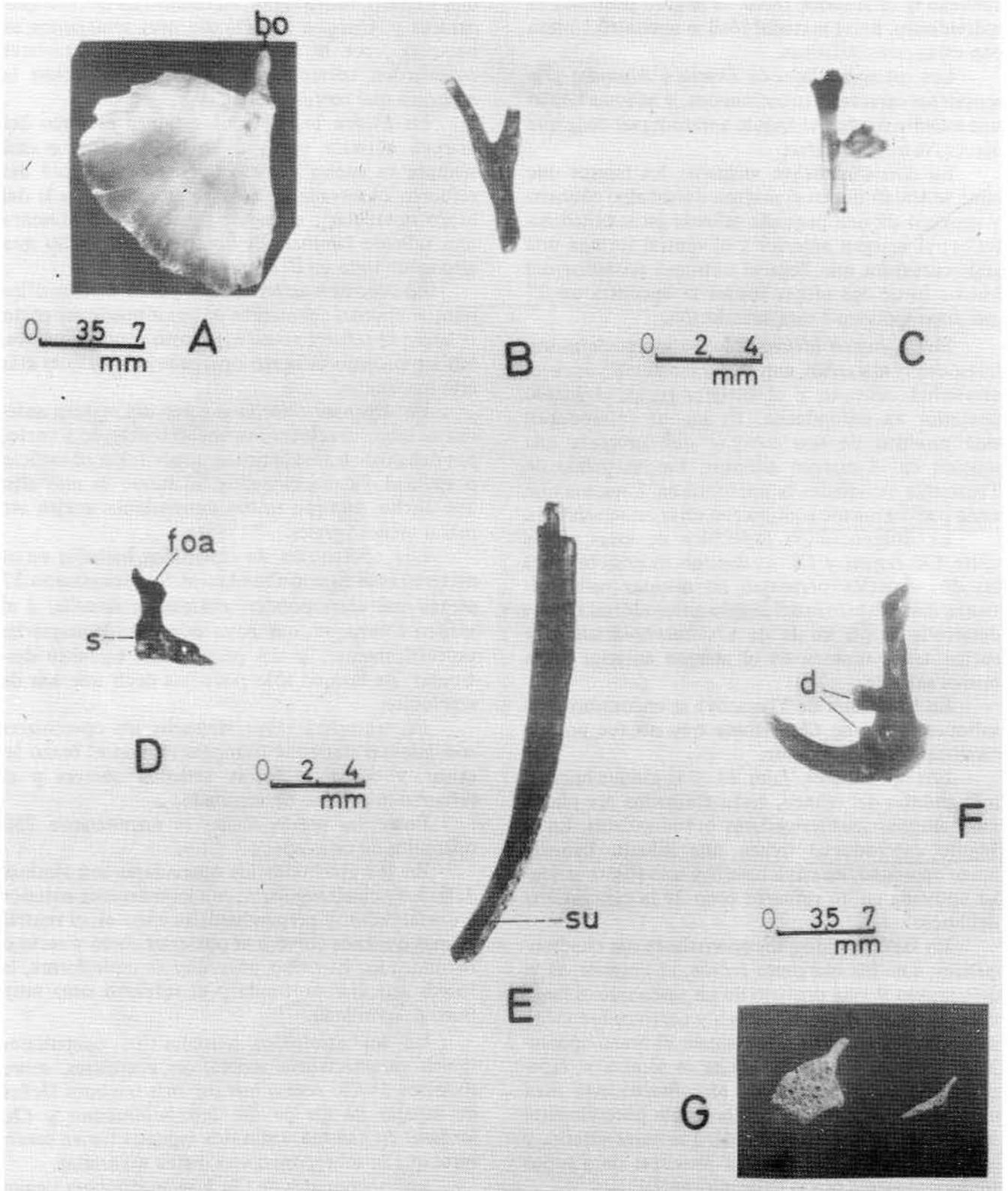
En *Girardinichthys viviparus* los operculares son láminas delgadas triangulares, con el brazo laminar y corto, la foseta articular somera y el refuerzo muy poco desarrollado.

Entre las piezas fósiles se encontraron 250 opérculos de esta especie.

En los aterínidos los operculares son láminas delgadas y cuadrangulares, con los márgenes anterior y dorsal rectos y perpendiculares entre sí; el ventral es más o menos curvo y el posterior corto y recto o redondeado. El brazo opercular es espiniforme, la foseta articular profunda y el refuerzo óseo muy poco desarrollado.

En los aterínidos actuales los operculares tienen características específicas peculiares, sobre todo los de *Ch. regani* que son más o menos fáciles de separar de los de *Ch. humboldtianum* y *Ch. jordani*; en cambio, estas dos especies tienen caracteres que se sobreponen y es difícil separarlas.

Los operculares de *Ch. humboldtianum* tienen el margen ventral ligeramente muy curvado o casi recto; el ángulo anteroventral es casi de 90° y la



LAM 16

anchura máxima del hueso puede ser mayor o menor que la altura. En *Ch. regani* tiene el margen ventral bien redondeado, el ángulo anteroventral con amplitud cercana a los 60° y la anchura máxima siempre es menor que la altura.

En el opercular de *Ch. jordani* el margen ventral es redondeado, el ángulo anteroventral puede tener amplitud de 60° a 90° y la mayor altura es igual a la anchura máxima.

Los operculares encontrados en el material fósil están muy destruidos, por lo que, a pesar de su abundancia, no fue posible distinguir específicamente a la mayor parte de las piezas. Así, 300 se identificaron como de *Chirostoma*, 21 con *Ch. regani* y 1 con *Ch. humboldtianum*.

g) Región branquial. Formada por los huesos que integran los arcos branquiales.

Los huesos faríngeos constituyen en conjunto el sostén de la canasta branquial; de la región dorsal a la ventral se encuentran sucesivamente los faringobranquiales, epibranquiales, ceratobranquiales, hipobranquiales y basibranquiales.

Los *epibranquiales* (Lám 16) son cuatro piezas diferentes entre sí y muy peculiares respecto a cada familia.

En las piezas fósiles procedentes de Tlapacoya sólo se identificaron el tercero y cuarto epibranquiales.

En *Chirostoma* el tercer epibranquial es un huesecillo en forma de Y en que el extremo ventral corresponde al rasgo inferior de la letra, es deprimido y corto; el extremo dorsal del hueso es comprimido, corto y bifurcado.

El cuarto epibranquial en el material fósil está representado por 6 piezas de ciprínidos y 7 de *Chirostoma*. En los ciprínidos este hueso tiene forma de Y, con los extremos de las ramas dorsales ensanchados y la rama ventral única y bien desarrollada.

En *Chirostoma* el huesecillo tiene forma de L, en que el extremo del brazo más largo es ventral y el extremo del brazo corto es dorsal y termina en un ensanchamiento, en el que se encuentra una foseta articular. En la zona donde ambas ramas del hueso forman ángulo hay una saliente más o menos pronunciada. El extremo ventral es laminar y triangular.

Entre las piezas procedentes de Tlapacoya se encontraron 26 *ceratobranquiales* (Lám 16) de *Chirostoma*. Estos huesos son largos, delgados y curvos, con la cara ventral recorrida por un surco, excepto en el extremo anterior. En los ejemplares actuales los tres primeros ceratobranquiales son

semejantes entre sí y diferentes al cuarto hueso; sin embargo, en las piezas fósiles no fue posible separarlos por estar algo destruidos.

Los *huesos y dientes faríngeos*, quinto ceratobranquial o últimos ceratobranquiales (Lám 16), son estructuras muy peculiares que ayudan en la masticación o bien la realizan por completo. En los ciprínidos, las mandíbulas superior e inferior están desprovistas de dientes, pero esta ausencia está compensada por la presencia de procesos dentiformes en los quintos ceratobranquiales denominados huesos faríngeos. En las especies del Valle de México los dientes faríngeos se disponen en una sola serie, por lo general de cuatro dientes largos, cilíndricos en la parte basal y un poco laminares y ganchedos en la distal.

Es francamente acertado determinar que los huesos de gran tamaño corresponden a *Algansea* y en especie a *A. tincella*, puesto que es la única existente en la región objeto de este trabajo. Por lo que se refiere a las de menor tamaño, es muy difícil distinguir los géneros y mucho menos las especies, cuando en teoría deberían encontrarse dos, como en el caso de *Evarra*.

Los huesos faríngeos de los aterínidos se localizan fácilmente en la parte posterior del esplagnocráneo, pues son los epibranquiales y ceratobranquiales del quinto arco branquial. Están dotados de placas algo horizontales de hueso esponjoso, provistas de numerosos dientes en la cara que mira hacia la luz del tubo digestivo. Dos de estas placas, que se denominan suprafaríngeas, se encuentran unidas a los epibranquiales, y dos más, llamadas infrafaríngeas debido a su posición relativa, se asientan en los ceratobranquiales; hay además pequeñas placas suplementarias en la región superior que quizá puedan referirse al cuarto arco branquial.

Las placas infrafaríngeas son alargadas, más anchas en la zona media y aguzadas hacia los ápices. El eje mayor de cada placa converge en su extremo anterior hacia el plano general de simetría, de manera que los huesos faríngeos que las soportan se encuentran, adosan y unen por medio de ligamentos. En conjunto, puede decirse que las ramas inferiores del arco faríngeo o huesos del mismo nombre que llevan la placa infrafaríngea, afectan la disposición de una V invertida.

Las placas suprafaríngeas son redondeadas, sus caras dentadas tienen perímetro ovoideo y, a pesar de que sus ejes mayores convergen hacia adelante, no llegan a juntarse.

En los aterínidos actuales que se estudiaron fue posible notar diferencias a nivel específico. *Ch.*

*humboldtianum* presenta dientes grandes y gruesos en el borde interno de las placas infrafaríngeas y mayores los implantados en la parte anterior del borde. A esta serie interna siguen otras más o menos lineales y definidas y con piezas progresivamente menores, hasta que las del borde externo de la placa son delgadas y pequeñas. No se percibe diferencia abrupta entre una serie y la subsiguiente.

El eje menor de la placa, o sea su mayor anchura, cabe tres veces en la longitud de la zona dentada.

Los suprafaríngeos de esta especie tienen la superficie dentada más o menos oval, con el eje mayor igual a dos veces el menor. Los dientes son cónicos, un poco gruesos y subiguales, excepto los de la parte anterior del hueso, que son notablemente menores.

En *Ch. regani* los dientes del borde interno de los infrafaríngeos son mayores que el resto, delgados, un poco ganchudos y comprimidos de tal manera que no pueden llamarse cónicos. El tamaño de estas piezas es menor en la parte posterior del borde.

Cada una de las placas o huesos infrafaríngeos es alargada, la anchura de la zona dentada cabe cuatro veces en la longitud de la propia zona.

Las placas dentadas suprafaríngeas son ovales; el eje menor cabe dos veces en el mayor; tienen dientes un tanto comprimidos y algo ganchudos que presentan una muesca subapical muy notable, más acusada que en *Ch. humboldtianum*. El tamaño de los dientes es progresivamente menor hacia la región anterior.

*Ch. jordani* tiene los dientes de la serie interna mucho mayores que los demás, algo comprimidos y con muesca un poco definida; forman una serie de piezas progresivamente menores hacia el ápice anterior de la zona dentada.

Inmediata a la serie interna de dientes hay una zona alargada y paralela desprovista de piezas dentarias, y luego cuatro o cinco series más o menos definidas de dientes menores.

Las placas son alargadas, más anchas en la mitad anterior que en la posterior. La mayor anchura cabe cuatro veces en la longitud de la zona dentada.

Las suprafaríngeas tienen dientes grandes, algo comprimidos y con muesca, que ocupan los dos tercios posteriores de la placa. El tercio anterior está ocupado por dientes mucho menores.

Debido a la consistencia esponjosa de las placas faríngeas son piezas muy deleznable y, por lo tanto, en los restos de Tlapacoya, fueron pocas las que se encontraron completas, no obstante que

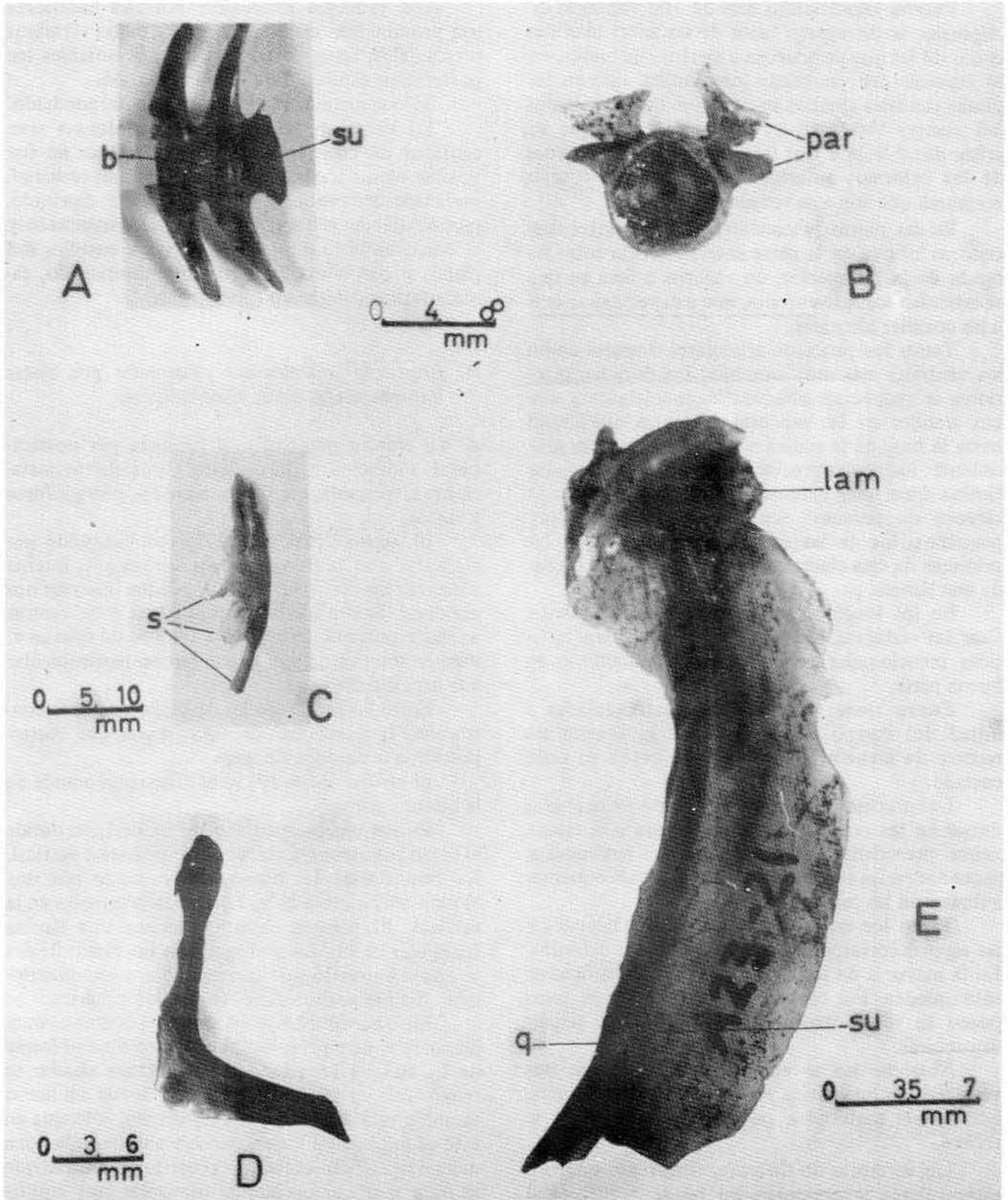
llegaron a 101 las infrafaríngeas y poco más de 90 las suprafaríngeas rescatadas en el material sometido a estudio; además, sólo en muy pocos casos fue posible percibir en los restos fósiles las características específicas. En 1/22 se encontraron 2 infrafaríngeas que sin duda pertenecen a *Ch. humboldtianum*; 1 de estas placas, atribuible a *Ch. regani*, apareció en 8/16-19 y se localizaron en 22/23 infrafaríngeos que conservaron algunos dientes cónicos y gruesos, lo que permite asignar esas placas a *Ch. humboldtianum*.

## B. Columna vertebral

Las vértebras (Lám 17) son uno de los elementos más abundantes en el material fósil estudiado y a la vez más útil para identificar las especies. La mayor parte de las piezas encontradas son cuerpos o centros vertebrales en que las apófisis han sido destruidas; quedan, sin embargo, algunas vértebras con todas o casi todas las estructuras anexas. Es fácil advertir cuándo una pieza es caudal y cuándo se trata de una precaudal; es posible determinar en la mayoría de los casos la posición de cada vértebra, mas como la finalidad del presente trabajo se limita a relacionar la ictiofauna pretérita del lugar, sólo se hace alusión a los caracteres diferenciales que permitieron la identificación.

Las vértebras de aterínidos, en este caso de *Chirostoma*, se distinguen de las otras en que el cuerpo o centro se acerca más a la forma cilíndrica, menos estrangulada en la parte media, en lo particular si se trata de las piezas cercanas al cráneo. Además, en la porción ventral de los centros de *Ch. humboldtianum* y de *Ch. regani* se perciben surcos y bordos longitudinales; en las de la primera especie mencionada, a la que se asignan 457 piezas, tanto los bordos como los surcos son pocos pero bastante consistentes, por lo general hay dos o tres bordos, cuando más cuatro. Se encontraron 370 vértebras de *Ch. regani*; las que corresponden a la parte anterior del tronco tienen el cuerpo más cilíndrico y con numerosos surcos y bordos delgados que suelen unirse en alguna parte de su longitud, de una manera muy notable en las más cercanas al cráneo.

Los centros vertebrales de *Ch. jordani* carecen de surcos y bordos en la región ventral o dichas ornamentaciones son muy poco considerables; además, son más estrangulados en la zona media que los de los otros aterínidos. De éstas se hallaron 301.



LAM 17

Fueron identificadas más de 700 vértebras de *Algansea*; se distinguen tanto de las antes aludidas como de las que pertenecen a ciertos ciprínidos, en lo especial por un borde longitudinal que en las piezas caudales aparece en cada uno de los costados del cuerpo vertebral; es tan prominente que su arista distal llega o casi llega a enrasar los márgenes de los extremos anterior y posterior del cuerpo vertebral, que son a su vez elevados.

En las piezas precaudales el borde antes descrito se bifurca en la parte anterior y deja entre las ramas de la bifurcación un espacio o fosa en que se articulan los basiventrales, que a su vez dan sostén a las costillas pleurales.

Tanto los procesos articulares dorsales como los ventrales son muy notables; los dorsales anteriores se proyectan oblicuos hacia adelante y son tan grandes en las primeras vértebras que llegan hasta la base de la espina neural de la vértebra precedente; los posteriores se localizan al final de una lámina ósea muy extensa. Las piezas precaudales carecen de procesos ventrales o son éstos muy pequeños; los de las caudales, sobre todo en las primeras de esta clase, están también en el extremo de una lámina.

En los fósiles estudiados es más fácil identificar las vértebras de *Algansea*, pues las características mencionadas se conservan totalmente o en buena parte.

*Evarra* tiene vértebras muy estranguladas a mitad del cuerpo vertebral y por lo general las recorre de manera longitudinal un borde en cada costado.

Los procesos articulares anteriores de la región dorsal en las primeras vértebras llegan a la espina neural precedente; las posteriores son laminares y pequeñas en las vértebras del tronco y más o menos extensas en las caudales.

Tanto los arcos neurales como los hemales y las espinas correspondientes son débiles y delgados. En la mayoría de las 7 piezas fósiles identificadas, sólo quedan los centros y únicamente en unos pocos se ven vestigios de los procesos y demás estructuras.

*Notropis* no se encuentra representado por vértebras en los huesos procedentes de Tlapacoya, que son el material a que esta comunicación se refiere.

Las vértebras de *Girardinichthys* son también estrangulares y presentan un borde longitudinal lateral muy perceptible, sobre todo en las piezas caudales y las últimas precaudales.

Los procesos articulares dorsales anteriores son prominentes en la mayor parte de las vértebras precaudales; en las caudales son más notables los posteriores, tanto dorsales como ventrales.

Sólo se reconocieron 11 vértebras del goodeido.

En el mismo material se encontraron gran cantidad de *costillas*, que por estar rotas no fue posible identificarlas con las familias. Sin embargo, podemos decir que 8 de ellas son de ciprínido, porque tienen el extremo proximal ensanchado y el borde externo muy grueso; otras 8 costillas son planas y con el extremo proximal puntiagudo, características del género *Chirostoma*.

II. *Esqueleto apendicular*. Formado por aletas impares, aletas pares y sus cinturas.

A. La *cintura pectoral* está formada por postemporal, supracleitro (hipercleitro), postcleitro (metacleitro), escápula, cleitro, coracoides, pterigióforos y radios.

El *supracleitro* (Lám 17) es un huesecillo par alargado, con la cara externa convexa y la interna cóncava. En esta pieza ósea se pueden observar dos regiones: la dorsal, bastante angosta y la ventral, ancha y provista de tres salientes, dos de ellas en el margen anterior del hueso y la tercera perpendicular a la cara interna.

Entre las piezas fósiles de Tlapacoya se encontraron 27 supracleitros de *Chirostoma* que corresponden a la descripción dada.

El *cleitro* (Lám 17) es el hueso más grande de la cintura pectoral.

En los ciprínidos tiene forma de L, en donde el brazo anterior es horizontal y el posterior vertical. La cara dorsal del hueso está formada por una lámina ancha en la zona horizontal y angosta en la vertical. El margen externo sostiene una lámina triangular de bordes rectos. Entre las piezas fósiles se encontraron 15 que corresponden a esta descripción. No fue posible darles asignación genérica.

En *Girardinichthys viviparus* el cleitro es muy parecido al de ciprínidos, pues también tiene forma de L, aunque en este caso la abertura angular es mayor que en el anterior. La cara dorsal del hueso también está formada por una lámina, sólo que en éste es angosta en los extremos y amplia en la zona media. El margen externo y posterior del hueso que se trata sostiene una lámina triangular muy amplia y con bordes redondeados. En el material de Tlapacoya se hallaron 15 de estas piezas.

En *Chirostoma* el cleitro es un hueso muy diferente a los descritos con anterioridad; está formado por una lámina larga en donde el extremo anterior y ventral termina en punta y el dorsal y posterior es ensanchado. La cara externa de este hueso tiene dos lados oblicuos entre sí y una quilla en la línea media. En la cara interna hay un surco longitudinal, que en la región posterior y dorsal del hueso se interrumpe por una laminilla paralela a la lámina externa. En la región ventral y anterior hay otra laminilla paralela a la lámina externa. Entre los restos fósiles se encontraron 250 piezas que corresponden a esta descripción. A pesar de tal abundancia y de todo el material de aterínidos actuales revisado no fue posible sorprender caracteres específicos.

El *coracoides* (Lám 18) es largo y se encuentra por debajo del cleitro.

En los ciprínidos presenta dos regiones: una anterior, muy angosta y algo ensanchada en la punta; y la otra posterior, rectangular o triangular y muy engrosada en el extremo. La cara externa del hueso es convexa y la interna cóncava.

El *escapular* (Lám 18) es pequeño y se encuentra en la región ventral del cleitro. En los ciprínidos es semicircular, triangular o rectangular con bordes curvos, gruesos y algo irregulares. Al centro del hueso hay un orificio más o menos pequeño y oval. La cara externa es convexa; la interna, cóncava, está provista de una saliente espiniforme ventral en la parte media del margen posterior.

En los peces actuales el escapular de *Notropis aztecus* es semicircular y con el orificio oval pequeño; en *Algansea tincella* es triangular, con orificio oval pequeño, y *Evarra* lo tiene rectangular, con orificio casi circular y grande. Entre las piezas fósiles se hallaron 2 escapulares de *Notropis aztecus* y 2 más que pueden ser de esta misma especie o de *Algansea tincella*.

En *Chirostoma* el hueso de que aquí se trata es laminar, con perímetro poligonal e irregular y márgenes redondeados. El margen dorsal posterior es muy engrosado y presenta tres depresiones bien marcadas; en la parte central del margen anterior hay un orificio grande. Entre las piezas fósiles de Tlapacoya se encontraron 41 escapulares de *Chirostoma* que no fue posible asignar específicamente.

En *Girardinichthys viviparus* el escapular es muy semejante al de los aterínidos, y sólo se diferencia de ellos en que es de contorno triangular y bordes redondeados. Al centro del margen anterior presenta un orificio oval. El margen posterior es reforzado y en la parte ventral ese refuerzo se inte-

rumpe dos veces, formándose así tres pequeños eslabones. En el material de Tlapacoya se encontró una de estas piezas.

B. La *cintura pélvica* está formada por los *basipterigios* (Lám 15 y 18), que sostienen a las aletas pélvicas y a los radios correspondientes.

En los ciprínidos estos huesos son grandes, delgados y largos. En el extremo anterior tienen un par de prolongaciones óseas delgadas. Las prolongaciones presentan en la cara ventral una quilla longitudinal que corresponde a un canal en la cara dorsal. El extremo posterior de este hueso tiene hacia la parte interna una saliente engrosada y en el margen posterior una superficie articular. Entre los fósiles mencionados se encontraron 2 basipterigios.

En *Chirostoma* estos huesos son triangulares, en donde el extremo anterior corresponde al ápice y el posterior a la base. Este hueso es atravesado por una quilla media longitudinal un poco cargada hacia la mitad interna del hueso. La base del triángulo es muy peculiar, la mitad interna tiene una lámina más o menos ancha perpendicular a la quilla longitudinal; dicha lámina tiene dos procesos espiniformes: uno en el margen anterior, muy corto y el otro, largo, en el posterior. La mitad externa de la base presenta en la porción proximal una muesca más o menos marcada y en la distal una lámina en forma de lancita. En el material fósil se encontraron 54 de estos huesos. No fue posible observar caracteres específicos.

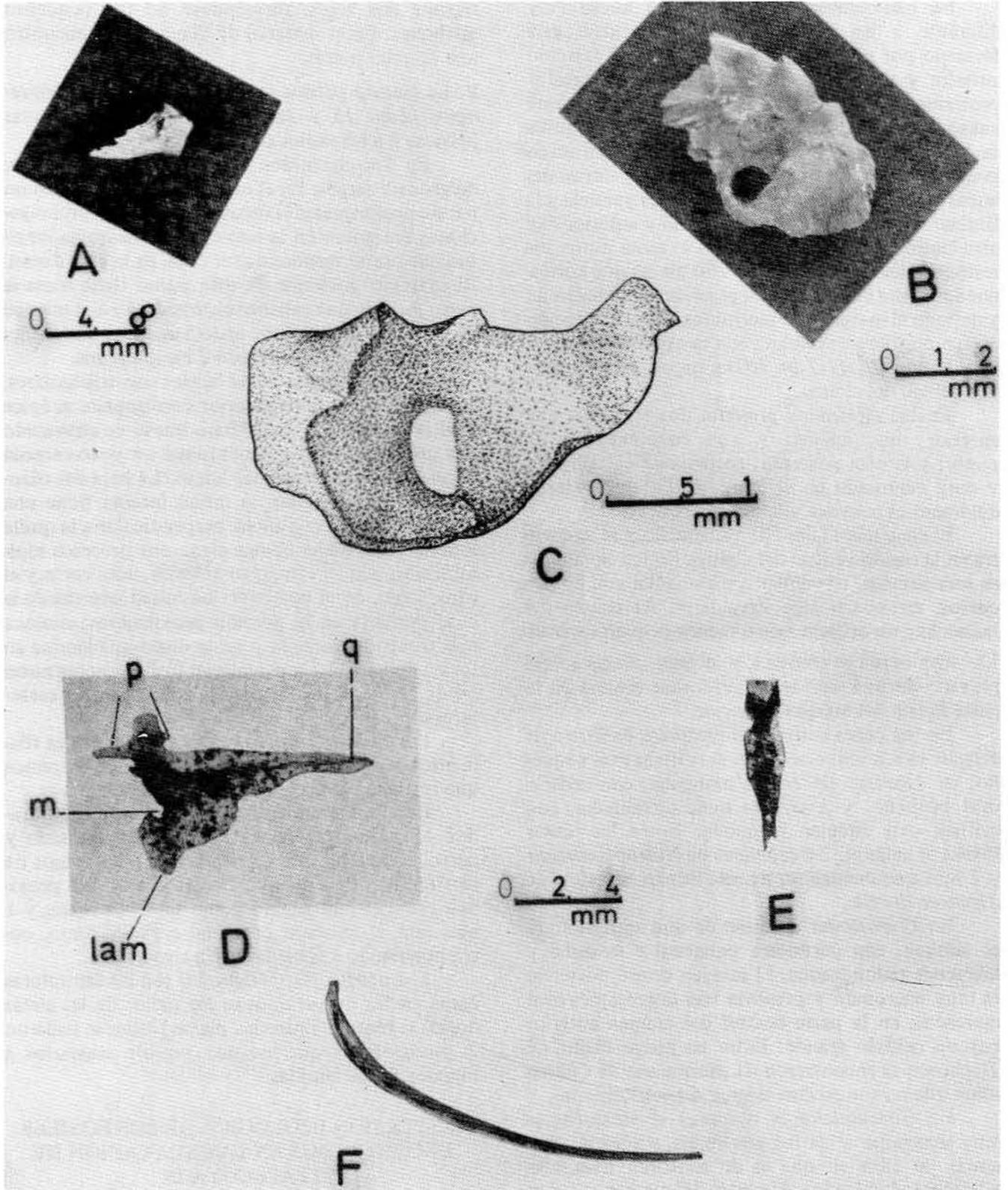
Los *radios* o *lepidotriquia* son las piezas filamentosas, segmentadas y bifurcadas en los extremos que sostienen la parte externa de las aletas.

En el material de Tlapacoya fueron encontrados 45 radios con el extremo basal engrosado y curvo, caracteres que corresponden a los radios de ciprínidos; otros 25 que tienen el extremo proximal recto y puntiagudo como en *Chirostoma*, y 1 más con el extremo proximal curvo y romo, correspondiendo a *Girardinichthys viviparus*.

Los *pterigióforos* (Lám 18) son las estructuras óseas en las que se apoyan los radios de las aletas dorsal y ventral. Entre las piezas fósiles se hallaron 2 pterigióforos que no fue posible asignarlos a ninguna de las familias.

#### DISPERSION ECOLOGICA DE LOS FOSILES ENCONTRADOS EN LA EXCAVACION DE TLAPACOYA IV

Para interpretar la dispersión ecológica de los fósiles encontrada en Tlapacoya IV, es necesario aclarar



LAM 18

que fueron obtenidos en una excavación con intereses fundamentalmente antropológicos. A pesar de esto, el muestreo biológico realizado durante la excavación fue muy cuidadoso, sobre todo el de las piezas macroscópicas y el de las zonas en donde el material fue más abundante. Sin embargo, es posible que la pobreza entre los fósiles de Tlapacoya, de *Evarra* y un poco menos de *Notropis* y *Girardinichthys*, representados en el Valle de México por especies pequeñas, se debe aunque sea de manera parcial, a que los restos muy pequeños sólo se muestrearon en las unidades de notable abundancia y en las que había restos macroscópicos.

Por otra parte, es necesario tomar en cuenta que se trata de piezas sueltas, totalmente desarticuladas unas de otras y que no fue posible identificar muchas de ellas debido a que son trozos muy pequeños o deteriorados; este hecho nos sugiere que los organismos a que pertenecieron los huesos no murieron en el sitio en que ahora se encontraron los restos, sino que al morir los peces, después de flotar en el agua, fueron transportados por el viento hacia la orilla, ahí se desintegraron las partes blandas y los esqueletos se desarticulaban y depositaron junto con otros materiales en el fondo de la zona ribereña.

Por otro lado, en vista de que la proporción entre los trozos pequeños o deteriorados no identificados y los materiales útiles en cada unidad excavatoria fue muy semejante, se considera válido analizar la dispersión de los restos, tomando en cuenta exclusivamente a los fósiles identificados, sin que por ello se introduzca error apreciable en los resultados generales.

La *Tabla 1* presenta el total de huesos encontrados e identificados por unidad excavatoria en Tlapacoya IV y el porcentaje que representan con respecto al total de huesos. Con estos datos se construyó la *Gráfica 1*, en la cual cada casilla corresponde a una unidad excavatoria o sea a una área y capa determinadas.

La proporción de huesos encontrados e identificados por unidad excavatoria se representa en la *Gráfica 1* por la zona sombreada que hay en cada casilla.

La suma de todas las zonas sombreadas es igual a una área de 10 cm<sup>2</sup>, que representa el 100 por ciento de los huesos encontrados e identificados en la excavación.

En la gráfica citada pueden distinguirse tres zonas bien delimitadas que corresponden a tres épocas muy diferentes entre sí. La primera, más

antigua, corresponde a las capas inferiores, por debajo de la capa Núm 25, que han sido fechadas en 7 000 años y más; en ellas casi no se encontraron restos, pues las 2 piezas que se localizan en el área 20, de la capa Núm 29 no pueden tomarse en cuenta debido a que están completamente aisladas y la proporción que representan en estadísticas es despreciable. La segunda época incluye de la capa Núm 21 a la 25 y abarca un período de 1 000 años; el material ictiológico que contiene se caracteriza por: a) ser el más antiguo regularmente depositado; b) encontrarse en gran abundancia, pues en tan sólo estas cinco capas se obtuvo más del 65 por ciento de las piezas y, c) tener distribución continua en todas las áreas de la excavación.

La concentración de los restos delimita tres zonas: interna, media y externa. La interna abarca del área 1 a la 12; en ella hay bastantes restos, aunque en ninguna unidad sobrepasaron al 5 por ciento. La media comprende de las áreas 13 a la 16, y en ellas las piezas fueron en proporción muy escasas, sobre todo las de aterínidos y goodeidos, pues las de ciprínidos son un poco más abundantes (*Gráficas 3-5*). Por último la externa, que empieza en el área 17 y alcanza la 24; en ésta hubo unidades en que se localizó hasta un 11 por ciento del total de huesos.

Esta zonación sugiere la posibilidad de que las condiciones ecológicas de las zonas interna y externa del lago hayan sido en esa época más o menos semejantes, pero diferentes a las de la zona intermedia. Así, es probable que un sustrato de tipo limoso o la presencia de vegetación arraigada, o ambos factores, en las zonas interna y externa, hayan ofrecido resguardo y alimento a los peces o por lo menos permitieron la acumulación de los esqueletos en tales zonas y no en la intermedia. Además, también es posible que los peces que morían en lugares desprovistos de vegetación hayan sido arrastrados por el viento hasta detenerse en alguna barrera, como la misma vegetación arraigada. También es notable que esta zonación se observa con claridad en la dispersión de aterínidos y goodeidos, pero no en la de ciprínidos (comparar *Gráficas 3-5*). Esto sólo puede explicarse si se toma en cuenta que los ciprínidos aquí estudiados parecen tener mayor restricción para ciertos factores ecológicos, como son la transparencia, temperatura, etc. Dicha restricción también se observa en las poblaciones actuales, las cuales se desarrollan en ecosistemas muy diferentes a los originales.

Los lagos del Valle de México en la actualidad

son muy reducidos, turbios, algunos casi lodosos. En ellos sólo han prosperado aterínidos y goodeidos, que son relativamente abundantes; en cambio los ciprínidos son muy escasos; *Notropis aztecus*, que es el más abundante de estos peces, se encuentra en muy pocas localidades; *Algansea tincella* en menos, y el género *Evarra* reducido a muy pobres poblaciones que habitan aguas cristalinas de corrientes rápidas, localizadas en las cercanías de Teotihuacan.

La tercera época abarca a todas las capas superiores a partir de la Núm 20 y corresponden a un período de 5 000 años aproximadamente. En estas capas superiores (de la Núm 20 a la Núm 1) los huesos fueron muy poco abundantes, pues en todas ellas sólo se alcanzó poco más del 34 por ciento del total. Asimismo, la distribución de esos restos estuvo restringida a unas cuantas unidades excavatorias aisladas, dado que en la mayoría de las unidades no se localizó ninguna pieza esquelética, e incluso hubo capas como las de los Núm 14, 12, 10, 8, 6, 4, 3 y 1 en las que no se encontró ningún fósil.

En la mayoría de las unidades en que se localizó material la cantidad fue mínima, pues corresponde a unas cuantas piezas; en cambio, hubo cuatro unidades en las que la acumulación fue muy notable. La primera de éstas es la que corresponde al área Núm 8 de la capa Núm 19, en donde se encontró algo más del 4 por ciento del total; la segunda es el área Núm 13 de la capa Núm 15, en la que se localizó el mayor porcentaje por unidad de toda la excavación, pues se alcanzó cerca del 17 por ciento del total; la tercera es el área Núm 13 de la capa Núm 5, en donde se halló cerca del 6 por ciento del total, y por último, el área Núm 4 de la capa Núm 2, en donde se obtuvo casi el 5 por ciento.

En esta misma gráfica se puede observar que en la tercera época la primera y segunda acumulaciones están acompañadas por otras poco notables, pero en unidades más o menos cercanas; además, es muy curioso ver que las acumulaciones segunda y tercera en que se encontró gran abundancia, se localizan exactamente sobre la misma área Núm 13 y que la mayor parte de estos restos son de *Chirostoma*, peces muy apreciados en la alimentación humana, conocidos como pescado blanco y charal.

Así, la dispersión de los fósiles encontrados en las diferentes capas de la excavación nos sugiere la posibilidad de fluctuaciones climáticas que seguramente han influido en la extensión y producti-

vidad del lago en las diversas épocas. De este modo, podemos afirmar con cierta seguridad que hace 7 000 años se inició la sedimentación del material ictiológico junto con arena y materia orgánica en casi todas las áreas de estas capas.

A partir de esa época hasta hace 6 000 años aproximadamente, parece que el lago tuvo su mayor extensión, pues como ya se dijo, los restos ictiológicos muestran distribución continua desde el área Núm 1 hasta el área Núm 24. Es importante señalar, que tanto en la capa Núm 25 como en la Núm 24 hubo sedimentación de arena y materia orgánica, lo que indica alta productividad en el lago, que seguramente propició el florecimiento de la fauna ictiofauna llegó en este tiempo a un máximo de densidad, pues sólo en este estrato se recogió poco más del 30 por ciento de restos. En esta misma capa, 23 y en las siguientes 22 y 21, la sedimentación fue de arcilla, arena y pómez y la fauna ictiológica empezó a decrecer poco a poco hasta la capa 20, donde las piezas óseas están representadas muy pobremente.

Las diferencias encontradas en las tres zonas de las capas de la segunda época del lago indican que quizá la cantidad de vegetación arraigada y el tipo de sustrato fueron algo diferentes. Así, en las zonas interna y externa pudo haber mucha vegetación arraigada (aunque posiblemente más en la externa que en la interna) y el sustrato debió ser apropiado a ella; en cambio, en la intermedia, si hubo vegetación arraigada, fue muy escasa y el fondo es posible que haya sido pedregoso o rocoso. De esta manera, en las dos primeras zonas, la flora favoreció la acumulación y sedimentación de restos, y al contrario, la falta de flora en la zona intermedia determinó que los esqueletos existentes en ella fueran arrastrados hacia otras partes. También, es notable que esta zonación se observa con claridad en la dispersión de aterínidos y goodeidos, pero no en la de ciprínidos (comparar Gráficas 3-5). Esto puede explicarse si se considera que la dispersión de los peces pudo haber estado afectada por alguna barrera ecológica de tipo selectivo, que en algunas zonas favorecía la acumulación de determinados peces.

En la capa 20 hubo deposición de turba, lo que seguramente favoreció un segundo florecimiento de la fauna ictiológica que está representado en varias áreas de las capas (de la Núm 19 a la Núm 15), no tan copioso como el anterior, pero sí más o menos considerable, sobre todo en el área 13 de la capa 15. Junto con estos restos hubo sedimentación de turba,

la cual indica que, como en la época anterior, pudo existir vegetación flotante, arraigada o ambas en la orilla, y por lo tanto, el lago era medianamente productivo y menos extenso. Estas capas abarcan el lapso comprendido entre hace más de 3 300 y 4 250 años.

De la capa Núm 14 a la Núm 1 la sedimentación fue esencialmente inorgánica, con excepción de la capa Núm 13 en donde hubo deposición de turba; en todas ellas los fósiles son muy pocos y se encuentran acumulados en unas cuantas unidades excavatorias totalmente aisladas. Estos tres hechos concomitantes nos indican que en esa época, comprendida entre la actual hasta hace un poco más de 3 300 años, hubo una gran sequía, que tal vez disminuyó un poco en el período de la capa 13, pero que volvió a recrudecerse en las superiores. Es notable que en el área 15 de la capa 5 hubo una acumulación de restos fósiles que alcanzó casi el 6 por ciento del total, a pesar de que la sedimentación de esta capa y de las que la rodean fue completamente de material inorgánico. Además de ese 6 por ciento de piezas depositadas, el 94 por ciento corresponden a pescados blancos y charales, que son muy apreciados en la alimentación. Estos tres hechos permiten pensar que la referida acumulación no fue producto de sedimentación natural de los restos como en los casos anteriores, sino que fue depositada ahí, tal vez por seres humanos. También es notorio que esta acumulación se encuentra en la misma área que la mayor acumulación de toda la excavación, o sea la del área 13 en la capa 15; esto puede indicar que en esa área las condiciones ecológicas pudieron favorecer la acumulación de los restos; posiblemente la presencia de una fosa o el paso de algún riachuelo que bajara del cerro y permitiera la vida de los peces en ella; también que la zona haya sido lugar propicio a la anidación de algunas aves ictiófagas o algún otro factor extrínseco.

Los restos encontrados e identificados en el área 4 de la capa 2, aunque casi llegan al 5 por ciento con respecto al total de huesos, quizá se acumularon por causas extrínsecas a las condiciones acuáticas, pues están en su totalidad aislados de otros y corresponden a capas en las que la deposición geológica fue eminentemente inorgánica. Sin embargo, también pueden ser restos de una fauna que en el momento de una creciente del lago invadió alguna fosa aislada en esa área.

En la *Tabla y Gráfica 2* se muestra la proporción de huesos encontrados e identificados por familia en cada unidad excavatoria. En dicha gráfica

se ve claramente que en todas las épocas investigadas hubo dominio completo de los aterínidos, después de ellos los goodeidos y por último los ciprínidos, que fueron bastante menos frecuentes que los de las otras familias.

Las *Gráficas 3-5* y las *Tablas* de los mismos números corresponden al porcentaje de piezas encontradas e identificadas en cada una de las unidades excavatorias con respecto al total de piezas encontradas e identificadas de cada familia en toda el área investigada.

Las *Gráficas 3-4* muestran que los restos de aterínidos y goodeidos siguen en general las pautas de la distribución del total de piezas; en cambio, en la *Gráfica 5*, que corresponde a los ciprínidos, a pesar de que la mayor abundancia de estos restos se encuentra en las capas de la Núm 25 a la Núm 21, la distribución por áreas de estas capas, como se ha dicho, es algo diferente, puesto que la mayor concentración de ciprínidos se localiza en la zona intermedia y no en los extremos como sucede con las otras dos familias. En estas capas se identificó a más del 61 por ciento del total de los ciprínidos. Otra capa abundante en ciprínidos fue la Núm 15, pues se alcanzó más del 25 por ciento con respecto al total de ciprínidos.

## CONCLUSIONES

I. La mayoría de los restos encontrados en Tlapacoya IV fueron depositados en el sitio en que se les encontró por sedimentación en el lago. Otros más por la mano del hombre o de algún otro agente extraño al lago.

II. La mayor o menor acumulación de sedimentos en las diferentes zonas de una época y en las distintas épocas, fue favorecida o inhibida por algunos factores ecológicos que afectaban las condiciones intrínsecas o extrínsecas del lago.

III. El estudio osteológico permitió reconocer con toda claridad las familias y géneros a que pertenecen las especies de peces que vivieron en esta región y en esas épocas; en cambio, el reconocimiento de especies en los géneros que están representados por dos o más especies fue un poco más difícil. Así, por ejemplo, en el género *Evarra*, no fue posible sorprender ninguna diferencia osteológica que permitiera identificar específicamente a los fósiles que de ese género se encontraron; esto quizá fue debido a que dicho género estuvo muy pobre-

mente representado en los fósiles. En el género *Chirostoma*, que está representado por tres especies, las características específicas de algunas piezas se sobreponen, mientras en otras las diferencias son más o menos marcadas y permitieron reconocer la especie de que se trata; tales huesos fueron en su mayoría orbitoesfenoides, frontal, dentario, interopercular, opercular, subopercular, suprafaríngeos y vértebras. En los ejemplares actuales fue posible separar algunos otros huesos, pero las características específicas están en estructuras endebles que se han perdido en los fósiles y, por lo tanto, no pudieron separarse.

Sin embargo el porcentaje de huesos identificados a nivel de especie resultó muy bajo y sólo indica que en esa época las especies ya estaban bien establecidas y que la gran mayoría de los restos corresponden a las mismas especies que viven actualmente en el Valle de México.

Empero, la presencia de 2 proóticos de goodeido, muy diferentes de los proóticos de *Girardinichthys viviparus*, sugiere la posibilidad de que en esa región haya existido algún otro goodeido que en la actualidad ha desaparecido del Valle de México. Esto sólo podría comprobarse mediante estudios más detallados en la misma región.

IV. La sedimentación de fósiles empezó hace 7 000 años aproximadamente.

La forma en que se encontraron distribuidos los fósiles y el tipo de sedimentos que los acompañaron indican tres épocas climáticas muy diferentes entre sí. En la primera de ellas, que corresponde a una antigüedad de 7 000 años o más, el lago no existía en la zona de la excavación; en la segunda,

entre los 6 000 a los 7 000 años, el lago llegó a su máxima amplitud y productividad. La tercera quizá empezó hace 6 000 años y llega a nuestros días; en ésta predomina fundamentalmente la sequía, con una pequeña fluctuación hacia mayor humedad en las capas de la 15 a la 19. La presencia de dos acumulaciones muy importantes en dos capas diferentes del área 13, sugiere la posibilidad, por un lado, de condiciones ecológicas muy favorables a la fauna ictiológica, como la presencia de alguna fosa o riachuelo, y por otro, a la influencia de factores externos como la anidación de aves ictiófagas o el consumo humano. Esto mismo puede argumentarse al explicar la acumulación del área 4 de la capa 2.

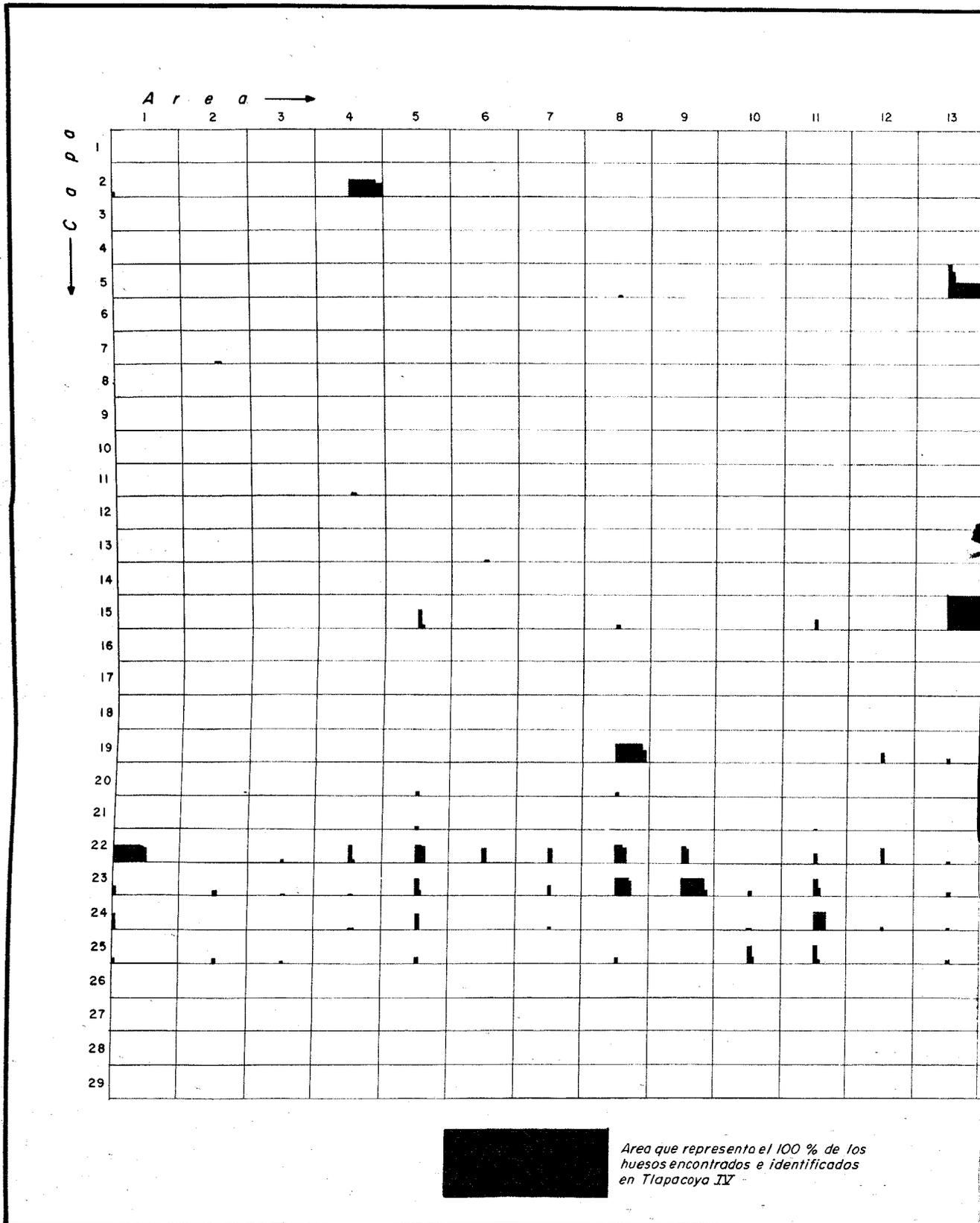
V. En casi todas las unidades excavatorias hubo un notable dominio del género *Chirostoma* sobre las demás familias y géneros, pues, en muchas de ellas, forma del 90 al 100 por ciento de los huesos ahí acumulados. Por abundancia encontrada sigue el género *Girardinichthys*, y por último, la familia cyprinidae, que a pesar de no separarse por géneros, constituye apenas el 3.2 por ciento del total de las piezas.

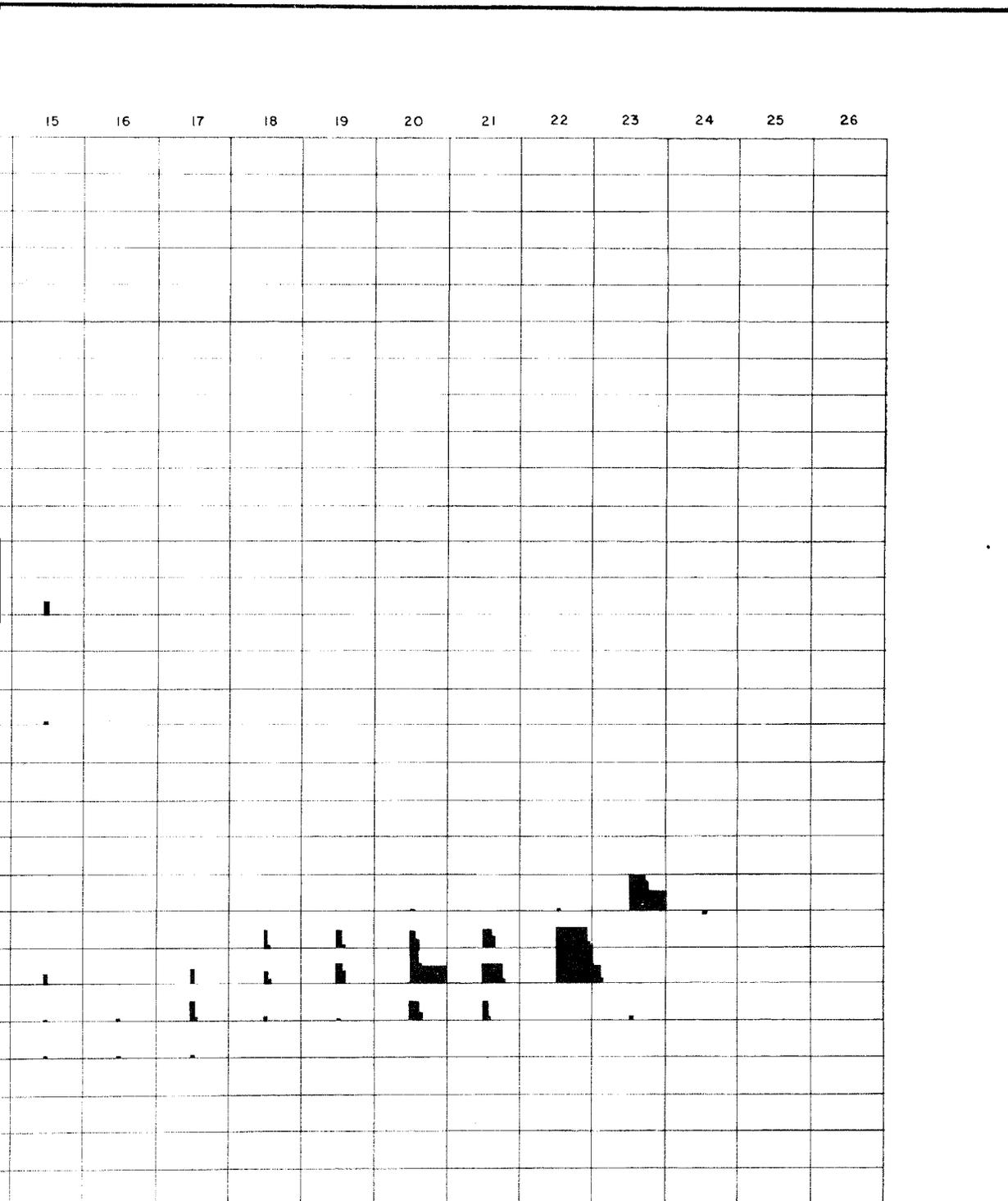
Parece que el género *Girardinichthys* es más resistente que *Chirostoma* a los cambios ecológicos que ha sufrido el ambiente acuático del llamado Valle de México, pues en la época actual, en algunas localidades, hay cierto predominio de *Girardinichthys* sobre *Chirostoma*, como en Xochimilco y San Gregorio. En otras hay equilibrio entre ambas, como en Zumpango. Los ciprínidos se han reducido a unas cuantas localidades aisladas, en general con pocos representantes, aunque algunos pueden estar con relativa abundancia.

Tabla 1

Huesos encontrados por unidad excavatoria en Tlapacoya IV y el porcentaje que representan

Unidad excavatoria	Huesos	Por ciento	Unidad excavatoria	Huesos	Por ciento
A1/2	8	0.151	A12/22	27	0.512
A1/22	255	4.840	A12/24	3	0.056
A1/23	14	0.265	A13/5	310	5.884
A1/24	23	0.434	A13/15	891	16.913
A1/25	8	0.151	A13/16-19	7	0.132
A2/7	4	0.075	A13/22	4	0.075
A2/23	7	0.132	A13/23	6	0.113
A2/25	8	0.151	A13/24	3	0.056
A3/22	3	0.056	A13/25	5	0.094
A3/23	1	0.018	A14/24	2	0.037
A3/25	2	0.037	A14/25	1	0.018
A4/2	252	4.783	A15/13	17	0.322
A4/11	1	0.018	A15/16	4	0.075
A4/22	30	0.569	A15/23	13	0.246
A4/23	1	0.018	A15/24	1	0.018
A4/24	1	0.018	A15/25	4	0.075
A5/15	30	0.569	A16/24	5	0.094
A5/20	9	0.170	A16/25	2	0.037
A5/21	2	0.037	A17/23	17	0.322
A5/22	78	1.480	A17/24	28	0.530
A5/23	33	0.625	A17/25	2	0.037
A5/24	25	0.474	A18/22	29	0.550
A5/25	7	0.132	A18/23	20	0.379
A6/13	2	0.037	A18/24	7	0.132
A6/22	21	0.398	A19/22	28	0.530
A7/22	121	2.296	A19/23	44	0.835
A7/23	16	0.303	A19/24	2	0.037
A7/24	3	0.056	A20/21	4	0.075
A8/5	1	0.018	A20/22	40	0.759
A8/15	5	0.094	A20/23	320	6.074
A8/16-19	230	4.365	A20/24	63	1.195
A8/20	4	0.075	A20/29	2	0.037
A8/22	75	1.423	A21/22	69	1.309
A8/23	153	2.904	A21/23	133	2.524
A8/25	8	0.151	A21/24	32	0.607
A9/22	36	0.683	A22/21	2	0.037
A9/23	191	3.625	A22/22	217	4.119
A10/23	8	0.151	A22/23	586	11.123
A10/24	1	0.018	A23/21	384	7.289
A10/25	35	0.664	A23/24	3	0.056
A11/15	14	0.265	A24/9	1	0.018
A11/21	1	0.018	A24/22	5	0.094
A11/22	13	0.246			
A11/23	38	0.721			
A11/24	104	1.974			
A11/25	28	0.531			
A12/16-19	15	0.283			
			TOTAL:	5268	99.927





DISTRIBUCION DEL TOTAL DE PIEZAS OSEAS ENCONTRADAS EN TLAPACOYA IV. POR FAMILIA

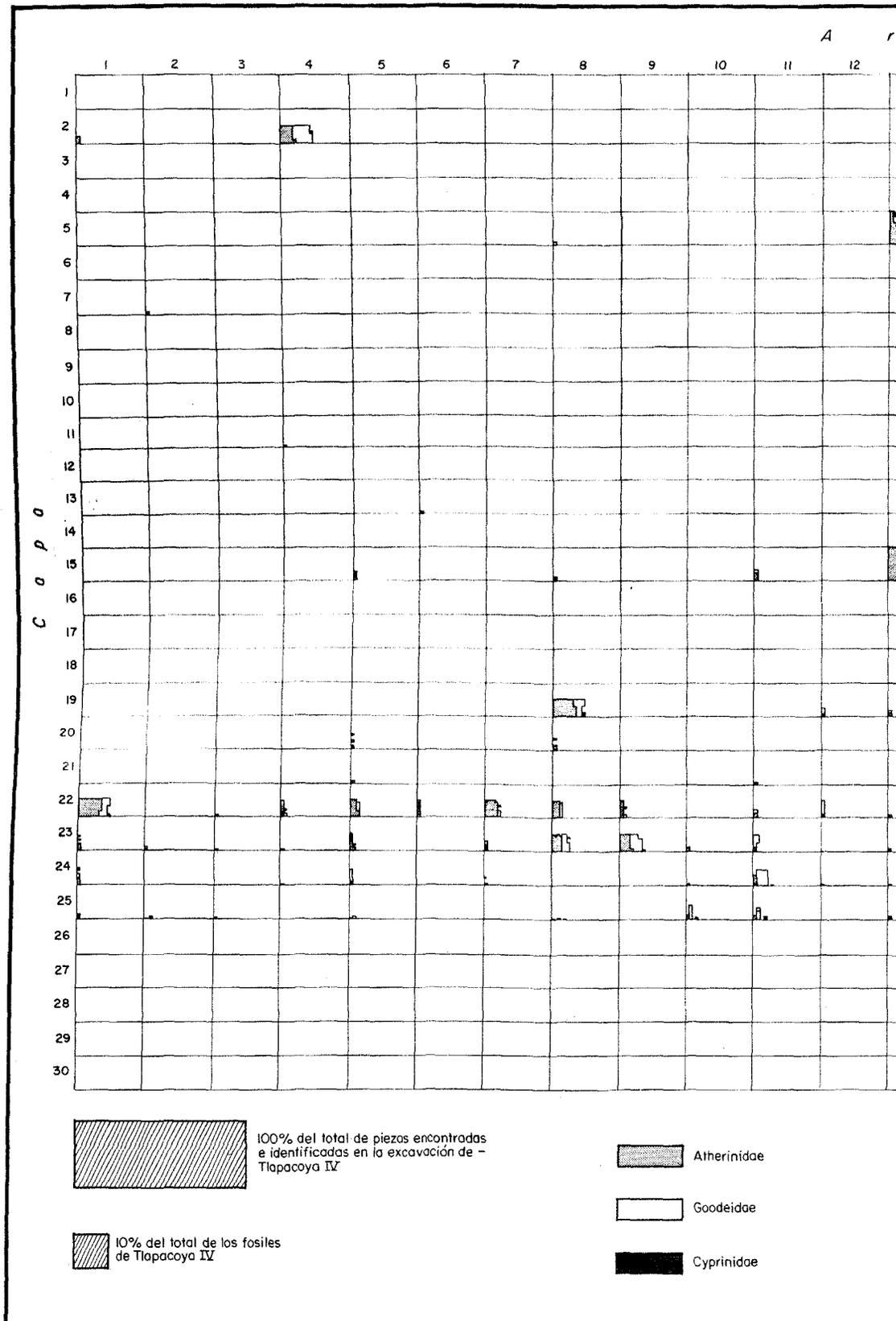
Gráfico 1

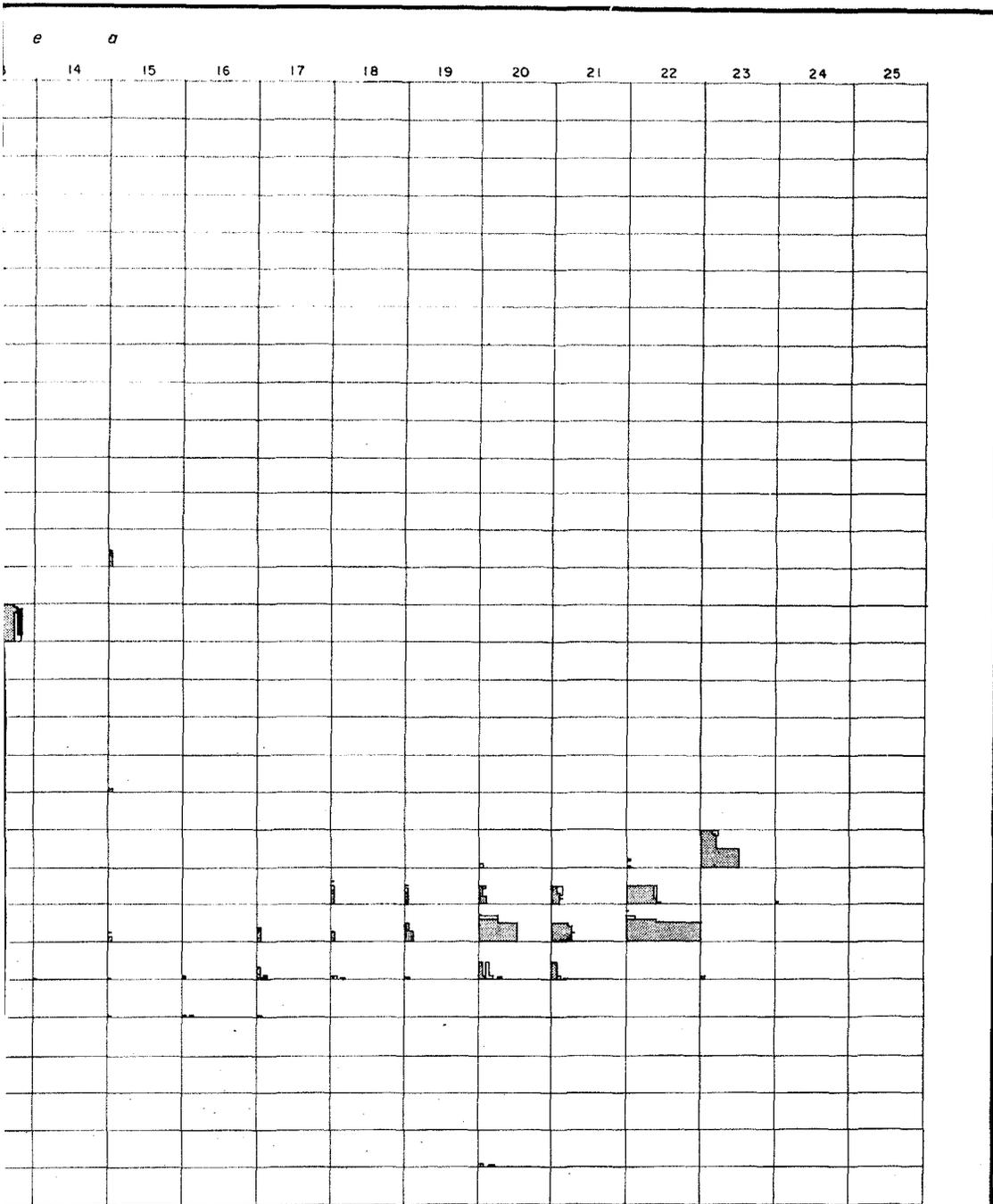
Tabla 2

Proporción por familia de huesos encontrados en cada unidad excavatoria de Tlapacoya IV

Unidad excavatoria	Atherinidae	Por ciento	Goodeidae	Por ciento	Cyprinidae	Por ciento	Suma de Por ciento
A1/2	8	0.151					0.151
A1/22	176	3.340	76	1.442	3	0.056	4.838
A1/23	12	0.227	1	0.018	1	0.018	0.263
A1/24	12	0.227	7	0.132	4	0.075	0.434
A1/25	8	0.151					0.151
A2/7	4	0.075					0.075
A2/23	7	0.132					0.132
A2/25	1	0.018			7	0.132	0.150
A3/22	3	0.056					0.056
A3/23	1	0.018					0.018
A3/25	2	0.037					0.037
A4/2	115	2.182	132	2.505	5	0.094	4.781
A4/11	1	0.018					0.018
A4/22	24	0.455	5	0.094	1	0.018	0.567
A4/23	1	0.018					0.018
A4/24					1	0.018	0.018
A5/15	11	0.208	12	0.227	7	0.132	0.567
A5/20	6	0.113	2	0.037	1	0.018	0.168
A5/21	2	0.037					0.037
A5/22	66	1.252	12	0.227			1.479
A5/23	32	0.607	1	0.018			0.625
A5/24	4	0.075	21	0.398			0.473
A5/25	1	0.018	6	0.113			0.131
A6/13	2	0.037					0.037
A6/22	21	0.398					0.398
A7/22	105	1.993	14	0.265	2	0.037	2.295
A7/23	11	0.208	5	0.094			0.302
A7/24	1	0.018			2	0.037	0.055
A8/5			1	0.018			0.018
A8/15	2	0.037	3	0.056			0.093
A8/16-19	149	2.828	75	1.423	6	0.113	4.364
A8/20	1	0.018	1	0.018	2	0.037	0.073
A8/22	52	0.987	22	0.417	1	0.018	1.422
A8/23	78	1.480	73	1.385	2	0.037	2.902
A8/25	4	0.075	3	0.056	1	0.018	0.149
A9/22	29	0.550	6	0.113	1	0.018	0.681
A9/23	88	1.670	99	1.879	4	0.075	3.624
A10/23	8	0.151					0.151
A10/24					1	0.018	0.018
A10/25	7	0.132	25	0.474	3	0.056	0.662
A11/15	13	0.246	1	0.018			0.264
A11/21	1	0.018					0.018
A11/22	6	0.113	7	0.132			0.245
A11/23	8	0.151	30	0.569			0.720
A11/24	20	0.379	82	1.556	2	0.037	1.972
A11/25	5	0.094	18	0.342	5	0.094	0.530
A12/16-19	3	0.056	12	0.227			0.283

Unidad excava- toria	Atherinidae	Por ciento	Goodeidae	Por ciento	Cyprinidae	Por ciento	Suma de Por ciento
A12/22	9	0.170	18	0.342			0.512
A12/24					3	0.056	0.056
A13/5	294	5.580	11	0.208	5	0.094	5.882
A13/15	803	15.242	52	0.987	36	0.683	16.912
A13/16-19	4	0.075	3	0.056			0.131
A13/22	4	0.075					0.075
A13/23	6	0.113					0.113
A13/24					3	0.056	0.056
A13/25					5	0.094	0.094
A14/24					2	0.037	0.037
A14/25					1	0.018	0.018
A15/13	15	0.283			2	0.037	0.320
A15/16	4	0.075					0.075
A15/23	12	0.227			1	0.018	0.245
A15/24					1	0.018	0.018
A15/25					4	0.075	0.075
A16/24					5	0.094	0.094
A16/25					1	0.018	0.018
A17/23	13	0.246			4	0.075	0.321
A17/24	18	0.341	1	0.018	9	0.170	0.529
A17/25					2	0.037	0.037
A18/22	18	0.341	10	0.189	1	0.018	0.548
A18/23	12	0.227			8	0.151	0.378
A18/24	3	0.056	3	0.056	1	0.018	0.130
A19/22	18	0.341	9	0.170	1	0.018	0.529
A19/23	44	0.835					0.835
A19/24	2	0.037					0.037
A20/21	4	0.075					0.075
A20/22	37	0.701	3	0.056			0.757
A20/23	291	5.523	27	0.512	2	0.037	6.072
A20/24	32	0.607	29	0.550	2	0.037	1.194
A20/29	1	0.018	1	0.018			0.036
A21/22	44	0.835	24	0.455	1	0.018	1.308
A21/23	131	2.487	1	0.018	1	0.018	2.523
A21/24	24	0.455	7	0.132	1	0.018	0.605
A22/21	1	0.018	1	0.018			0.036
A22/22	196	3.720	18	0.341	3	0.056	4.117
A22/23	571	10.839	14	0.265	1	0.018	11.122
A23/21	368	6.985	15	0.284	1	0.018	7.287
A23/24	3	0.056					0.056
A24/9	1	0.018					0.018
A24/22	5	0.094					0.094
<b>TOTAL:</b>	<b>4100</b>	<b>77.767</b>	<b>999</b>	<b>18.928</b>	<b>169</b>	<b>3.161</b>	<b>99.856</b>





DISTRIBUCION DEL TOTAL DE PIEZAS OSEAS ENCONTRADAS EN TLAPACOYA IV POR FAMILIA

Gráfica 2

Tabla 3

Dispersión proporcional de los Atherinidae fósiles

Unidad excava- toria	Número	Por ciento	Unidad excava- toria	Número	Por cien
A1/2	8	0.195	A11/23	8	0.195
A1/22	176	4.292	A11/24	20	0.487
A1/23	12	0.292	A11/25	5	0.121
A1/24	12	0.292	A12/16-19	3	0.073
A1/25	8	0.195	A12/22	9	0.219
A2/7	4	0.097	A13/5	294	7.170
A2/23	7	0.168	A13/15	803	19.585
A2/25	1	0.024	A13/16-19	4	0.097
A3/22	3	0.073	A13/22	4	0.097
A3/23	1	0.024	A13/23	6	0.145
A3/25	2	0.049	A15/13	15	0.366
A4/2	115	2.804	A15/16	4	0.097
A4/11	1	0.024	A15/23	12	0.292
A4/22	24	0.585	A16/25	1	0.024
A4/23	1	0.024	A17/23	13	0.317
A5/15	11	0.268	A17/24	18	0.439
A5/20	6	0.145	A18/22	18	0.439
A5/21	2	0.049	A18/23	12	0.292
A5/22	66	1.609	A18/24	3	0.073
A5/23	32	0.780	A19/22	18	0.439
A5/24	4	0.097	A19/23	44	1.073
A5/25	1	0.024	A19/24	2	0.049
A6/13	2	0.049	A20/21	4	0.097
A6/22	21	0.512	A20/22	37	0.902
A7/22	105	2.560	A20/23	291	7.097
A7/23	11	0.268	A21/24	32	0.780
A7/24	1	0.024	A20/29	1	0.024
A8/15	2	0.049	A21/22	44	1.073
A8/16-19	149	3.634	A21/23	131	3.195
A8/20	1	0.024	A21/24	24	0.585
A8/22	52	1.268	A22/21	1	0.024
A8/23	78	1.902	A22/22	196	4.780
A8/25	4	0.097	A22/23	571	13.926
A9/22	29	0.707	A23/21	368	8.975
A9/23	88	2.146	A23/24	3	0.073
A10/23	8	0.195	A24/9	1	0.024
A10/25	7	0.168	A24/22	5	0.121
A11/15	13	0.317			
A11/21	1	0.024			
A11/22	6	0.145			
			TOTAL:	4100	99.965

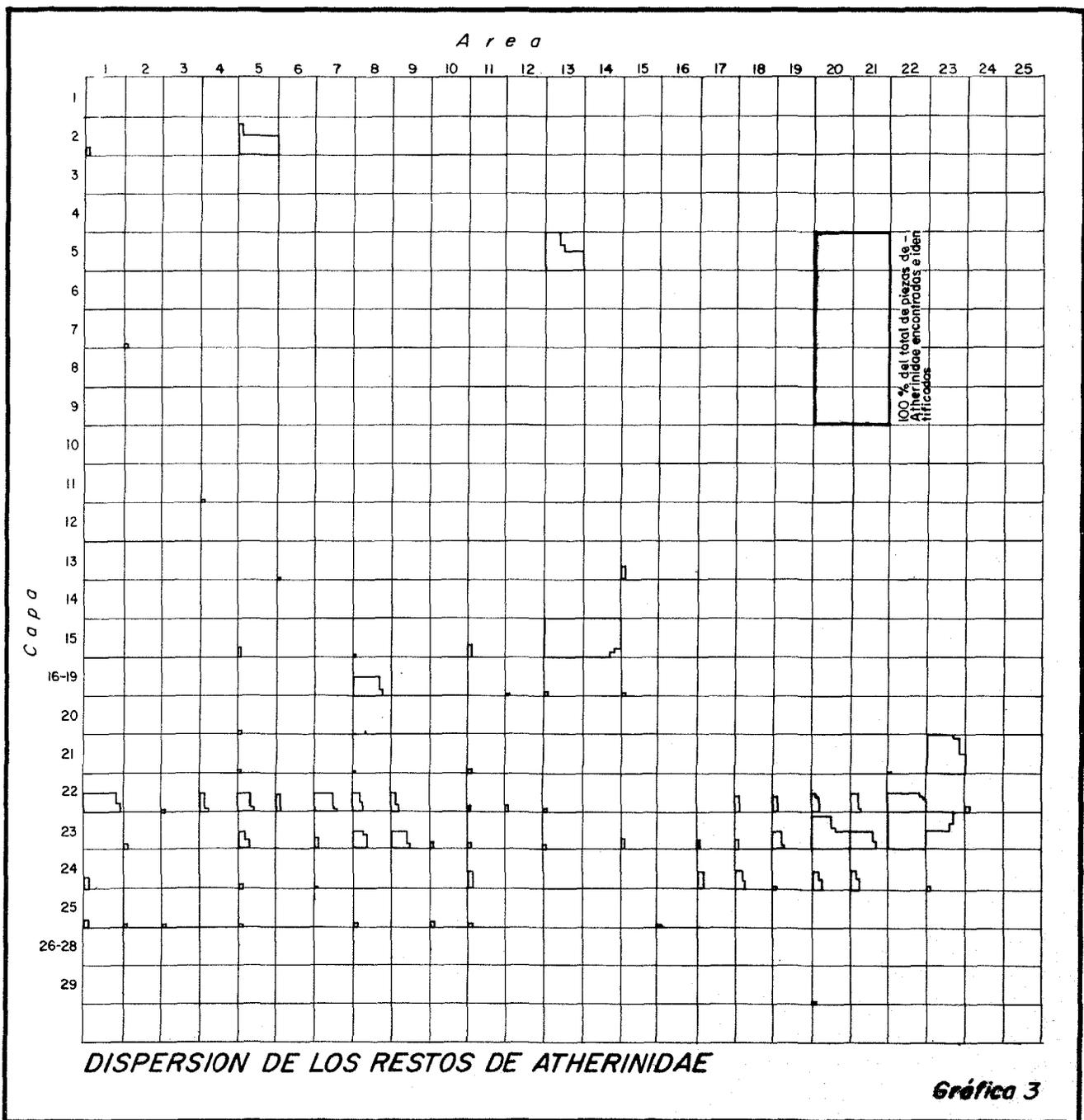
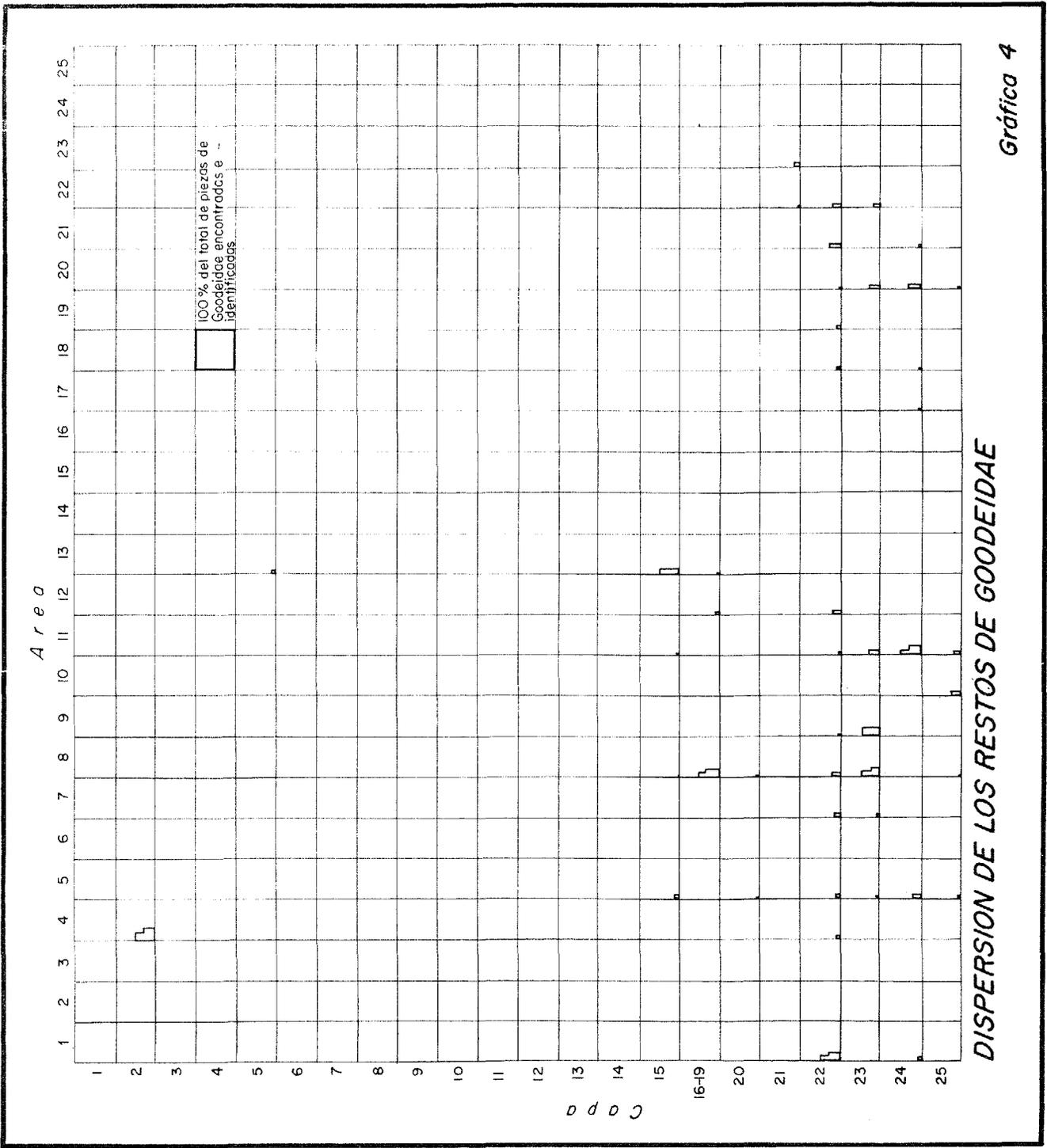


Tabla 4

Dispersión proporcional de los Goodeidae fósiles

Unidad excava- toria	Número	Por ciento	Unidad excava- toria	Número	Por ciento
A1/22	76	7.6	A11/23	30	3.0
A1/23	1	0.1	A11/24	82	8.2
A1/24	7	0.7	A11/25	18	1.8
A4/2	132	13.2	A12/16-19	12	1.2
A4/22	5	0.5	A12/22	18	1.8
A5/15	12	1.2	A13/5	11	1.1
A5/20	2	0.2	A13/15	52	5.2
A5/22	12	1.2	A13/16-19	3	0.3
A5/23	1	0.1	A17/24	1	0.1
A5/24	21	2.1	A18/22	10	1.0
A5/25	6	0.6	A18/24	3	0.3
A7/22	14	1.4	A19/22	9	0.9
A7/23	5	0.5	A20/22	3	0.3
A8/5	1	0.1	A20/23	27	2.7
A8/15	3	0.3	A20/24	29	2.9
A8/16-19	75	7.5	A20/29	1	0.1
A8/20	1	0.1	A21/22	24	2.4
A8/22	22	2.2	A21/23	1	0.1
A8/23	73	7.3	A21/24	7	0.7
A8/25	3	0.3	A22/21	1	0.1
A9/22	6	0.6	A22/22	18	1.8
A9/23	99	9.9	A22/23	14	1.4
A10/25	25	2.5	A23/21	15	1.5
A11/15	1	0.1			
A11/22	7	0.7			
			TOTAL:	999	99.9



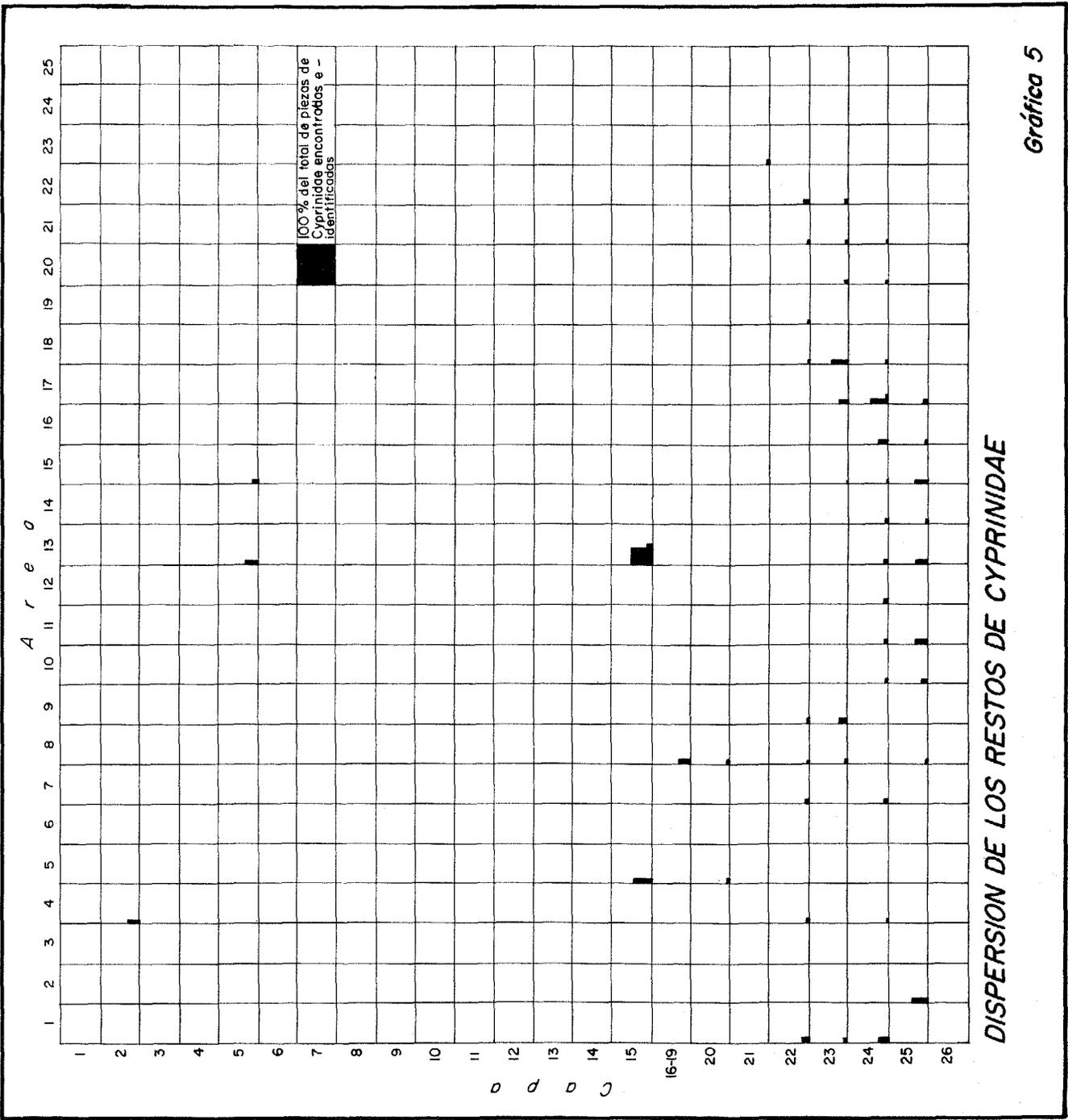
Gráfica 4

DISPERSION DE LOS RESTOS DE GOODEIDAE

Tabla 5

## Dispersión proporcional de los Cyprinidae fósiles

Unidad excava- toria	Número	Por ciento	Unidad excava- toria	Número	Por ciento
A1/22	3	1.775	A13/25	5	2.958
A1/23	1	0.591	A14/24	2	1.183
A1/24	4	2.366	A14/25	1	0.591
A2/25	7	4.142	A15/13	2	1.183
A4/2	5	2.958	A15/23	1	0.591
A4/22	1	0.591	A15/24	1	0.591
A4/24	1	0.591	A15/25	4	2.366
A5/15	7	4.142	A16/24	5	2.958
A5/20	1	0.591	A16/25	1	0.591
A7/22	2	1.183	A17/23	4	2.366
A7/24	2	1.183	A17/24	9	5.325
A8/16-19	6	3.550	A17/25	2	1.183
A8/20	2	1.183	A18/22	1	0.591
A8/22	1	0.591	A18/23	8	4.733
A8/23	2	1.183	A18/24	1	0.591
A8/25	1	0.591	A19/22	1	0.591
A9/22	1	0.591	A20/23	2	1.183
A9/23	4	2.366	A20/24	2	1.183
A10/24	1	0.591	A21/22	1	0.591
A10/25	3	1.775	A21/23	1	0.591
A11/24	2	1.183	A21/24	1	0.591
A11/25	5	2.958	A22/22	3	1.775
A12/24	3	1.775	A22/23	1	0.591
A13/5	5	2.958	A23/21	1	0.591
A13/15	36	21.301			
A13/24	3	1.775			
			TOTAL:	169	99.972



## ABREVIATURAS USADAS EN LAS LAMINAS

a:	anterior.	lhi:	lámina horizontal interna.
aa:	apófisis articular.	lhp:	lámina horizontal posterior.
ae:	apófisis espiniforme.	lsa:	lámina sagital anterior.
b:	borde.	lve:	lámina vertical externa.
bau:	<i>bullae acusticae utricularis</i> .	m:	muesca.
bo:	brazo opercular.	p:	proceso.
c:	cavidad.	par:	proceso articular.
ca:	canaladura.	pas:	proceso ascendente.
co:	concavidad.	pe:	pretmoides.
csa:	canal semicircular anterior.	pf:	proceso faríngeo.
csh:	canal semicircular horizontal.	pl:	placa.
csi:	<i>cavum sinus imparis</i> .	post:	posterior.
csp:	canal semicircular posterior.	pp:	proceso posterior.
ec:	estructura condilar.	ppo:	proceso postorbital.
ed:	elemento dérmico.	pro:	proatlas vertebral.
en:	engrosamiento.	puo:	puente óseo.
d:	diente.	q:	quilla.
de:	depresión.	ra:	rama ascendente.
fa:	faceta articular.	ram:	ramificación.
foa:	foseta articular.	r:	refuerzo.
l:	lámina.	rs:	<i>recessus sacculi</i> .
lam:	laminilla.	s:	saliente.
lame:	lamela.	se:	saliente espiniforme.
le:	lámina externa.	su:	surco.
li:	lámina interna.	to:	tubo óseo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

## ALVAREZ, JOSE y L NAVARRO

- 1957 *Los peces del Valle de México*. Secretaría de Marina, Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, Comisión para el Fomento de la Piscicultura Rural.

## BERTIN, L

- 1958 "Squelette axial", en P P Grassé, *Traité de Zoologie*, 13(1):689-709.
- 1958 "Squelette appendiculaire", en P P Grassé, *Traité de Zoologie*, 13(1):711-746.

## DEVILLERS, C

- 1958 "Crâne des Poissons", en P P Grassé, *Traité de Zoologie*, 13(1):551-583.

## GREGORY, W K

- 1933 "Fish skulls: A study of the evolution of natural mechanisms", *Transactions American Philosophical Society*, 33(2):I-VII+75-481.

## HARRINGTON, R W

- 1955 "The osteocranium of the american cyprinid fish, *Notropis bifrenatus*, with an annotated synonymy of teleost skull bones", *Copeia*, (4):267-290.

## WEITZMAN, S H

- 1954 "The osteology and the relationships of the south american characid fishes of the subfamily Gasteropelecinae", *Stanford Ichthyology Bulletin*, 4(4):213-263.
- 1962 "The osteology of *Brycon meeki*, a generalized characid fish, with an osteological definition of the family", *Stanford Ichthyology Bulletin*, 8(1):1-77.