

EL PESCADO BLANCO (GENERO *Chirostoma*) DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN. COMPOSICION DE ESPECIES.

BQ. Norma Alaye Rahy *

RESUMEN

En el presente trabajo se identificaron 142 organismos del género *Chirostoma* del lago de Pátzcuaro, Mich., por medio de valores merísticos y morfométricos. Debido a las dificultades que a simple vista representa la separación entre "charales" y el "pescado blanco" la muestra se obtuvo de ejemplares mayores a 120 mm. de longitud total (long. T).

Las especies encontradas fueron: *C. estor estor* (50), *C. estor copandaro* (20), *C. lucius* (14), *C. humboldtianum* (16), *C. grandocule* (21) y 21 organismos cuya identificación no fue posible debido a que presentaron características de dos o más especies.

Con el propósito de no introducir sesgos por alometría, las pruebas estadísticas se aplicaron a 85 organismos de tallas de entre 165 y 312 mm. (long. T). Asimismo, se presenta la significancia de los caracteres que se escogieron para definir a las especies. También se especula sobre el origen de especies que no habían sido reportadas en el lago de Pátzcuaro y la posible existencia de híbridos.

Desde el punto de vista acuacultural, se sugiere la utilización de peces mayores de 220 mm. (long. T) en la fecundación artificial para el cultivo del pescado blanco, con el objetivo de conservar las tallas grandes en la especie.

Finalmente, la taxonomía que se llevó a cabo por medio de las técnicas aplicadas, mostró deficiencias para definir las especies de *Chirostoma*, así como también para la identificación de híbridos, por lo cual se recomienda el uso de metodologías más específicas.

ABSTRACT

Were identified 142 organisms of *Chirostoma* from lake Pátzcuaro, Mich., according to meristics and morphometrics values. The difficulties in differentiate the large size species "pescado blanco" from the smaller ones "charal" led to choose specimens from 120 mm on (t.length) for the sample. The species obtained were: *C. estor estor* (50), *C. estor copandaro* (20), *C. lucius* (14), *C. humboldtianum* (16), *C. grandocule* (21) and 21 organisms showed characteristics of more than one species.

In order to avoid bias due to allometric growth, test statistics were applied for a set of data of 85 fishes from 165 to 312 mm (t. length) and the degree of significance of the parameters traditionally used to separate species was assessed.

A discussion is followed about the origen of species not formely reported for lake Pátzcuaro and aquacultural management is recommended in the sense to keep the large size species, through artificial reproduction. It is conclude that a more refined techniques are required to define *Chirostoma* species due to the overlapping in characters they have, as well as the existence of intermediate forms or hybrids.

INTRODUCCION

La familia Atherinidae está compuesta por peces de origen marino que invadieron durante el período Terciario la parte meridional de la Mesa Central de la altiplanicie mexicana, poblando de esta manera los

ríos y las regiones lacustres (Tamayo, 1976), cuando el drenaje más importante era el antiguo río Lerma.

A fines del Terciario, debido a los levantamientos volcánicos, se produce el compartimiento del drenaje, la cuenca del primitivo río Lerma es captada por el

*Centro Regional de Investigación Pesquera.
Pátzcuaro, Mich.

ría Grande-Santiago, formándose así los actuales lagos michoacanos (Demant, 1975).

Las especies del género *Chirostoma*, derivadas de un antherínido marino, son las principales representantes dulceacuícolas de la familia Atherinidae en América del Norte. Al producirse los cambios biológicos y geomorfológicos mencionados, estas especies quedaron aisladas en las cuencas interiores a lo largo del Eje Neovolcánico, como el Valle de México, los lagos michoacanos y los estados de Jalisco y Nayarit.

La existencia de especies alopátridas, hablan de una conexión en el pasado entre las cuencas de los lagos de Chapala, Pátzcuaro, Cuitzeo y Zirahuén (De Buen, 1943).

El lago de Pátzcuaro posee la mayor abundancia de especies simpátridas de *Chirostoma*, privilegio que anteriormente compartía con el lago de Chapala, cuya población actual está reducida casi en su totalidad a *Chirostomas* de tallas pequeñas ("charales") por los efectos de la contaminación. En el lago Cuitzeo, debido a la desecación de su cauce, sobreviven especies de tallas medianas y pequeñas al igual que en Zirahuén.

El género *Chirostoma* ha sido estudiado, desde el punto de vista taxonómico, por varios autores nacionales y extranjeros como: De Buen (1940 a, b, c; 1941, 1943, 1944, 1945), Alvarez (1963, 1970), Alvarez y Cortés (1962), Solórzano (1961, 1963) y Barbour (1973 a, b, c; 1984).

En los trabajos mencionados, Barbour realizó un exhaustivo estudio de *Chirostomas* que habitan la altiplanicie mexicana, no sólo desde el punto de vista taxonómico, sino también evolutivo, estableciendo relaciones filogenéticas. Concluye que el género está constituido por 18 especies y 6 subespecies, distinguiendo dos grandes grupos: *jordani* (con valores merísticos altos y escamas laciniadas) y *arge* (con valores merísticos bajos y bordes lisos de las escamas).

OBJETIVOS

El pescado blanco de Pátzcuaro, especie de gran valor tradicional, turístico y económico para la población, incluye además del *C. estor estor*, a toda especie cuyos organismos alcancen tallas suficientes para no ser considerados "charales". Por ello, este trabajo tiene como objetivo realizar una identificación sistematizada de especies del género *Chirostoma* del lago de Pátzcuaro, en especial de los organismos de tallas grandes.

Lo anterior, debido a que para el cultivo del pescado blanco, en jaulas y en laboratorio, se utilizan repro-

ductores sin ninguna selección, considerando sólo la disponibilidad de óvulos y espermatozoides, con el riesgo de que se esté induciendo la hibridación entre especies, además de lo que pudiera producirse espontáneamente.

Se sabe que en épocas anteriores se trasladaron de otros embalses, reproductores y huevos fecundados desde y hacia el lago de Pátzcuaro, por lo que es probable que la población de *Chirostomas* del lago se encuentre en un *status* incierto que es necesario determinar con el fin de poder efectuar una selección de líneas puras de reproductores que sean utilizados en acuicultura en condiciones cercanas a las naturales. Cabe señalar, que esta base de identificación de *Chirostoma* por taxonomía clásica es necesaria para toda otra que se pretenda realizar con metodologías más específicas.

MATERIAL Y METODOS

Se identificaron taxonómicamente 142 organismos del género *Chirostoma* de longitud total mayor de 120 mm. Estos fueron obtenidos con chinchorros en 14 muestreos realizados en 1986 y 1987, durante los meses de abril a octubre.

Las localidades de la ribera del lago de Pátzcuaro, en donde se efectuaron las colectas, fueron: Espiritu, Ichupio, San Jerónimo, San Andrés, Oponguio, Napízaro, Chupícuaru y Uranden, y en la parte central del lago entre San Jerónimo y San Andrés.

Los organismos fueron pesados, medidos y conservados en formol al 10 por ciento para las determinaciones posteriores. Se identificaron taxonómicamente utilizando las claves de Hubbs y Lagler para los géneros *Chirostoma* y *Melaniris* (Barbour, 1973a; *op. cit.*).

Se analizaron los siguientes caracteres morfométricos: longitud cefálica, longitud ocular, longitud del hocico, longitud mandibular, longitud postorbital, longitud del pedúnculo caudal, longitud de la base de la aleta anal, distancia del hocico a la primera aleta dorsal, distancia del hocico a la segunda aleta dorsal, distancia del hocico a la aleta pélvica, longitud de la base de la aleta anal, base de la aleta pélvica, altura máxima del cuerpo, altura mínima del pedúnculo caudal, altura de la aleta anal, altura de la aleta pectoral, altura de la primera aleta dorsal y altura de la segunda aleta dorsal.

Asimismo, se estudiaron los siguientes aspectos merísticos: número de escamas de la línea media lateral, número de escamas predorsales, número de radios de la aleta anal, número de radios de la aleta pectoral, número de radios de la primera aleta dorsal y número de radios de la segunda aleta dorsal. Por los

objetivos planteados y para disminuir diferencias producidas por alometría, el análisis estadístico para los caracteres de cada especie se aplicó en organismos de longitud total superior a 165 mm, y fueron en total 85.

Para todos los caracteres se obtuvieron: la media, una desviación estándar y los límites de confianza del 95 por ciento alrededor de la media. Para conocer la significación de las diferencias entre las medias de dos especies, se alcanzaron los valores de *t* para una probabilidad de 0.05 o menor.

También se examinó la pigmentación, proyección del maxilar inferior, borde y forma en que se abren las escamas sobre la línea lateral y la presencia de canales y poros sobre la misma. No se contaron vértebras ni se estudió la forma y disposición de los dientes; los diagnósticos se basaron en los conjuntos de datos tomados de los organismos cuyos valores estaban comprendidos dentro de los rangos asignados a cada especie de acuerdo a la clave utilizada. Los resultados se compararon con los de Barbour (1973 a; *op. cit.*).

RESULTADOS

Del análisis de 142 organismos del género *Chirostoma* de longitud superior a 120 mm (long. T) se identificaron, por medio de datos merísticos y morfométricos, las especies y subespecies que se presentan en la tabla 1.

TABLA 1. ESPECIES CLASIFICADAS DE *Chirostoma* Y NUMERO DE ORGANISMOS EN LA MUESTRA TOTAL.

<i>C. estor estor</i>	50
<i>C. estor copandaro</i>	20
<i>C. lucius</i>	14
<i>C. humboldtianum</i>	16
<i>C. grandocule</i>	21
Sin identificar	21

En la figura 1 aparecen los porcentajes de las especies identificadas. No fue posible clasificar con certeza 21 organismos de la muestra, ya que presentaron caracteres de dos o más especies y posiblemente representen híbridos, lo cual debe demostrarse a través de otros métodos.

Los caracteres que resultaron más útiles para discriminar entre las especies fueron, en orden de significancia, los que se mencionan a continuación:

- longitud del hocico
- longitud mandibular
- longitud postorbital
- longitud ocular
- distancia del hocico a la segunda aleta dorsal
- distancia del hocico a la primera aleta dorsal

ANALIS DE ESPECIES DEL GENERO *Chirostoma*
DEL LAGO DE PATZCUARO
(L.S. superior a 120 mm)

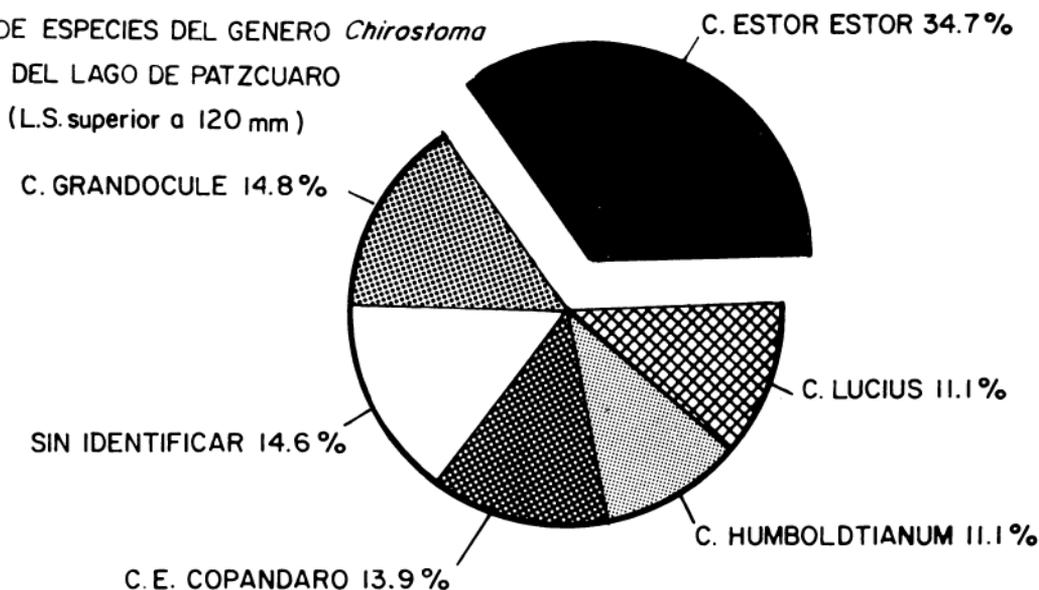


FIG. I PORCENTAJE DE ESPECIES DE *Chirostoma* IDENTIFICADAS EN EL LAGO DE PATZCUARO

- distancia del hocico a la aleta pélvica
- longitud de la base de la aleta anal
- altura máxima del cuerpo
- número de branquiespinas
- longitud del pedúnculo caudal

La muestra seleccionada de 85 organismos con longitudes totales superiores a 165 mm., en la cual fue aplicado el análisis estadístico, la integraron los organismos y especies que se muestran en la tabla 2.

Especie	Número
<i>C. estor estor</i>	40
<i>C. estor copandaro</i>	14
<i>C. lucius</i>	12
<i>C. humboldtianum</i>	12
<i>C. grandocule</i>	7

Las especies identificadas se describen más adelante y, al mismo tiempo, se comparan los rangos de datos merísticos y morfométricos con los reportados por Barbour.

En las figuras 10-28, se representan comparativamente los valores obtenidos de los datos merísticos y morfométricos de todas las especies identificadas en este trabajo, con su significancia estadística. La explicación de los diagramas es la siguiente: la línea de base indica los rangos; el punto sobresaliente, la media; el rectángulo blanco, una desviación estándar, y el rectángulo negro, los límites de confianza del 95 por ciento alrededor de la media. Los asteriscos señalan

los caracteres que muestran diferencias significativas entre sus medias y las de *C. estor estor*, el grado de significancia se indica de la siguiente manera: $p = 0.001$ (*); $p = 0.01$ (**); $p = 0.05$ (***)

Chirostoma estor estor, Jordan (Barbour, 1973 a: 114).

Diagnóstico (tabla 3 y fig. 2).

Nuestros valores en general, caen dentro de los rangos asignados a la especie, siendo ligeramente menores las medidas de la longitud del hocico, mandibular, postorbital y la menor altura del pedúnculo caudal o altura mínima.

Descripción. Cabeza grande, con el maxilar inferior ligeramente sobresaliente y hocico de contorno suave. Escamas predorsales muy amontonadas al comienzo. Las escamas presentan bordes festoneados y se abren formando canales y poros en la línea media lateral. La pigmentación del cuerpo es generalmente clara. El organismo de mayor longitud encontrado fue de 312 mm. (long. T).

C. estor copandaro, De Buen (Barbour, 1973 a: 116)

Diagnóstico (tabla 4 y fig. 3).

Descripción. Tiene un aspecto proporcionalmente similar al *C. estor estor*, pero presenta una longitud más pequeña del hocico, mandibular y postorbital, así como menor número de escamas predorsales; además, la mandíbula inferior es menos sobresaliente. Escamas de bordes laciniados con poros y canales en la línea media lateral. El organismo de mayor longitud encontrado midió 275 mm. (long. T).

TABLA 3. COMPARACION DE RANGOS Y MEDIAS PARA CARACTERES DE *C. estor estor* ENCONTRADOS EN EL PRESENTE TRABAJO (A) Y EN BARBOUR (1973a; op. cit.) (B). LOS VALORES MORFOMETRICOS SE EXPRESAN EN PORCENTAJE DE LA LONGITUD ESTANDAR.

CARACTER	A	B
No. de escamas predorsales	50-104 (x=70.3)	56-108 (74.3)
No. de escamas lin. media lat.	66-88	65-90
No. de branquiespinas	23-28	23-28
Longitud del hocico	9.7-12.6 (x=11.2)	10.5-12.3 (x=11.4)
Longitud mandibular	11.9-14.2 (x=12.7)	12.2-14.8 (x=13.2)
Longitud postorbital	11.5-15.4	13.6-16.2
Hocico a aleta pélvica	44.7-51.0	44.1-51.3
Hocico a 2a aleta dorsal	63.8-69.4	64.1-67.8
Base de la aleta anal	17.0-21.6	16.1-21.0
Altura mínima del ped. caudal	6.0-7.8	7.3-8.3

EL PESCADO BLANCO DEL LAGO DE PATZCUARO, MICH.
COMPOSICION DE ESPECIES.

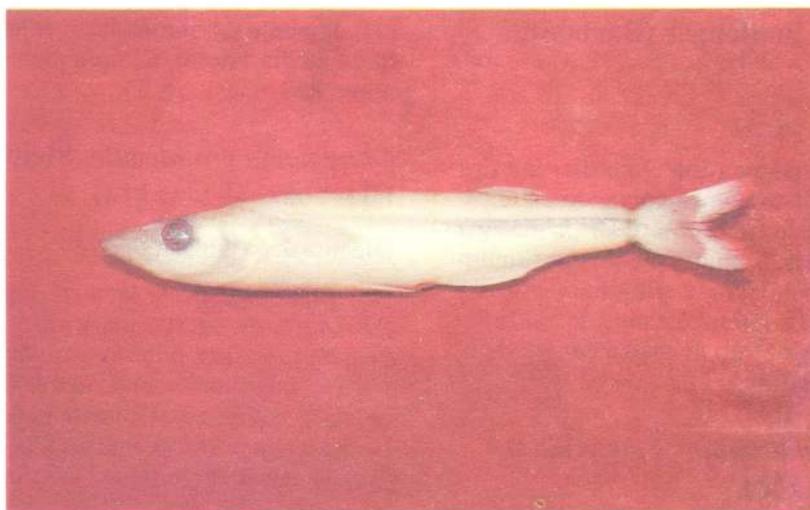


Fig. 2. *Chirostoma estor estor*, 170 mm long. estándar.

TABLA 4. COMPARACION DE RANGOS Y MEDIAS PARA CARACTERES DE *C. estor copandaro* ENCONTRADOS EN EL PRESENTE TRABAJO (A) Y EN BARBOUR (1973a; *op. cit.*)(B). LOS VALORES MÓRFOMETRICOS SE EXPRESAN EN PORCENTAJE DE LA LONGITUD ESTANDAR.

CARACTER	A	B
No. de escamas predorsales	48-66 (x=60.6)	39-64 (x=49.3)
No. de escamas lin. media lat.	60-76 (x=69.2)	67-86 (x=74.6)
No. de branquiespinas	22-28	23-28
Longitud del hocico	7.9-11.5 (x=10.3)	9.6-11.4 (x=10.2)
Longitud mandibular	11.3-12.3 (x=11.7)	10.3-12.2 (x=11.4)
Longitud postorbital	11.5-14.2	
Longitud cefálica	26.4-31.8 (x=28.7)	27.3-29.4 (x=28.0)
Altura mínima del ped. caudal	6.6-8.8 (x=7.2)	6.6-7.7

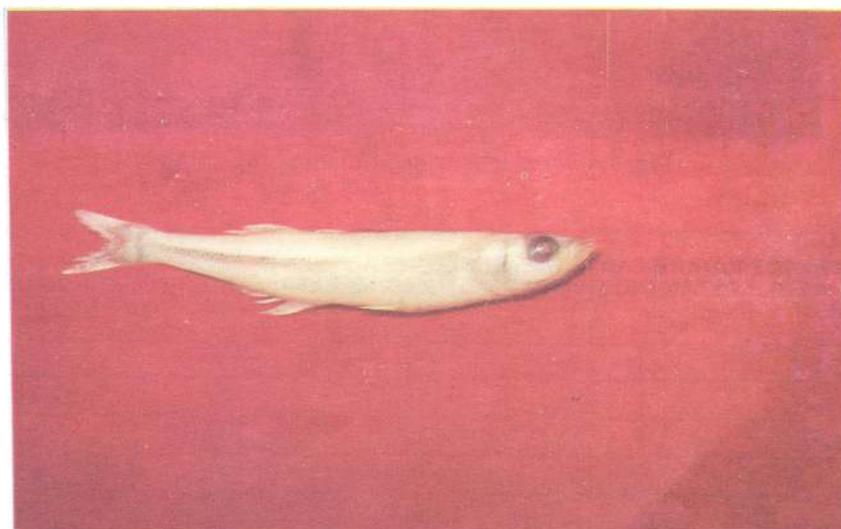


Fig. 3. *Chirostoma estor copandaro*, 130 mm. long. estándar.

***Chirostoma lucius*, Boulenger (Barbour, 1973 a: 118)**

Diagnóstico (tabla 5 y fig. 4).

Descripción. Cabeza alargada con el maxilar inferior sobresaliente. El perfil comienza aplanado en la cabeza y posteriormente se curva con su altura máxima a nivel de la aleta pélvica. Escamas predorsales amontonadas de bordes laciniados y presentan poros y canales en la línea media lateral. La pigmentación del cuerpo es clara. El organismo de mayor longitud encontrado tuvo 205 mm.(long. T).

***Chirostoma humboldtianum*, Valenciennes (Barbour, 1983a: 108).**

Diagnóstico (tabla 6 y fig. 5).

Descripción. Cuerpo alargado y comprimido; boca pequeña con el maxilar inferior ligeramente sobresaliente, coloración del cuerpo amarillento verdoso con mancha cerebral oscura. Escamas predorsales mo-

deradamente amontonadas con poros y canales en la línea media lateral. El ejemplar de mayor longitud midió 220 mm.(long. T).

***Chirostoma grandocule*, Steindachner (Barbour, 1973a: 112).**

Diagnóstico (tabla 7, fig. 6).

Descripción. Especie lacustre exclusiva del lago de Pátzcuaro, de cuerpo alargado y comprimido, boca pequeña, hocico puntiagudo, mandíbulas de igual tamaño (algo más sobresaliente la inferior); el color del cuerpo es amarillento verdoso. Escamas laciniadas con poros y canales en la línea media lateral. Talla máxima encontrada: 185 mm.(long. T).

Longitud de los organismos que constituyen la muestra seleccionada

Los rangos y medias de las longitudes estándar y total de las especies identificadas fueron comparados para

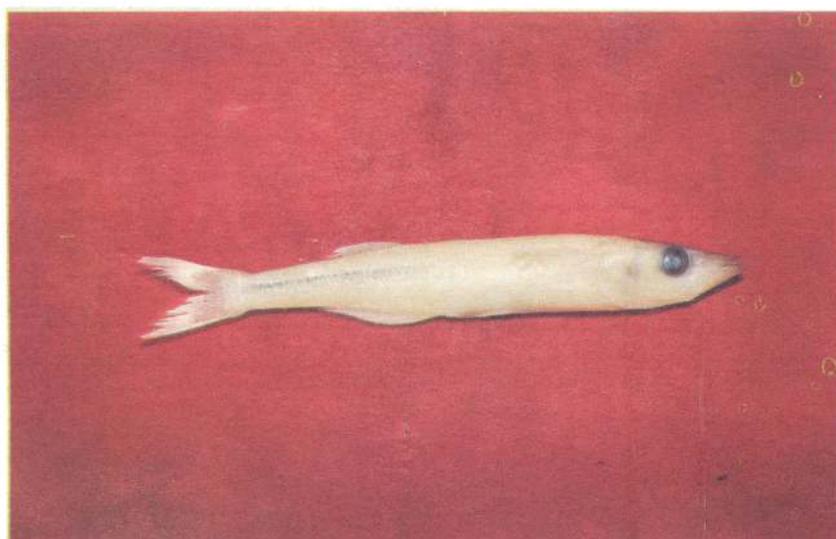


Fig. 4. *Chirostoma lucius*, 155 mm, long. estándar.

TABLA 5. COMPARACION DE RANGOS PARA *C. lucius* ENCONTRADOS EN EL PRESENTE TRABAJO (A) Y EN BARBOUR (1973a; op. cit.)(B). LOS VALORES MORFOMETRICOS SE EXPRESAN EN PORCENTAJE DE LA LONGITUD ESTANDAR.

CARACTER	A	B
No. de escamas predorsales	49-31	50-117
No. de escamas lin. media lat.	50-78	52-76
Longitud del hocico	11.0-13.3	10.5-12.5
Longitud mandibular	12.5-16.4	13.1-17.9
Base de la aleta anal	17.1-21.6	19.2-23.4
Altura mínima del ped. caudal	6.1-7.9	8.3-9.2

EL PESCADO BLANCO DEL LAGO DE PATZCUARO, MICH.
COMPOSICION DE ESPECIES.

TABLA 6. COMPARACION DE RANGOS PARA *C. humboldtianum* ENCONTRADOS EN EL PRESENTE TRABAJO (A) Y EN BARBOUR (1973a; *op. cit.*)(B). LOS VALORES MORFOMETRICOS SE EXPRESAN EN PORCENTAJE DE LA LONGITUD ESTANDAR.

CARACTER	A	B
No. de escamas predorsales	36-58	24-50
No. de escamas lin. media lat.	61-77	43-73
No. de branquiespinas	21-27	19-28
Longitud del hocico	9.6-11.9	8.4-13.4
Longitud cefálica	28.2-31.0	25.6-34.2
Longitud ocular	5.2-6.5	4.6-7.8
Longitud postorbital	12.9-15.0	12.2-16.8
Hocico a aleta pélvica	42.6-48.6	40.9-51.2
Base de la aleta anal	18.3-21.6	17.1-22.2

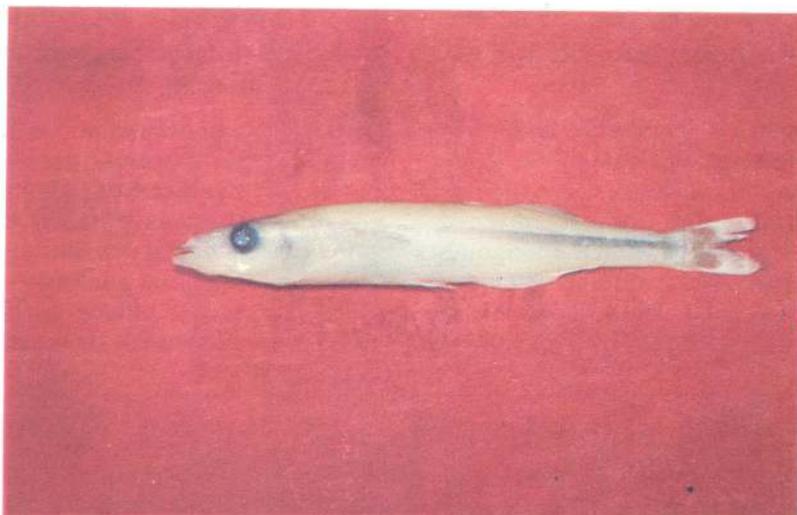


Fig. 5. *Chirostoma humboldtianum*; 147 mm long. estándar.

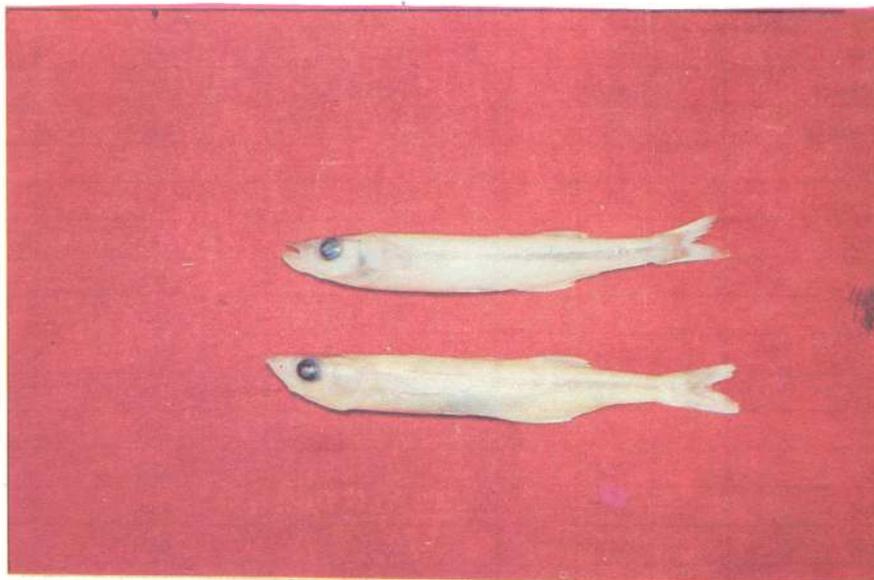


Fig. 6. *Chirostoma grandocule*: A, 144 mm, long. estándar; B, 150 mm long. estándar.

TABLA 7. COMPARACION DE RANGOS PARA *C. grandocule* ENCONTRADOS EN EL PRESENTE TRABAJO (A) Y EN BARBOUR (1973a; op. cit.)(B). LOS VALORES MORFOMETRICOS SE EXPRESAN EN PORCENTAJE DE LA LONGITUD ESTANDAR.

CARACTER	A	B
No. de escamas predorsales	44-62	
No. de escamas lin. media lat.	64-73	58-77
No. de branquiespinas	29-32	28-34
No. de radios de la aleta anal	18-21	18-22
Longitud ocular	5.7-6.6	
Longitud del ped. caudal	19.8-21.6	21.2-23.5
Altura mínima del ped. caudal	6.4-7.5	7.3-8.1
Altura de la aleta anal	13.1-14.5	13.8-16.3
Altura de la 2a aleta dorsal	12.1-14.6	13.3-14.8

considerar las variaciones alométricas sobre los resultados (Figs. 7, 8 y 9).

En *C. humboldtianum* y *C. grandocule* las medias de sus longitudes difieren significativamente de las de *C. estor*, *C. estor copandaro* y *C. lucius*. Para analizar las diferencias introducidas por crecimiento alométrico al utilizar organismos de menor longitud, se compararon las medias de los valores obtenidos para los caracteres de las poblaciones seleccionadas de *C. humboldtianum* y *C. grandocule* con los valores

obtenidos en las poblaciones en que se incluyen a juveniles (Tabla 8).

En *C. humboldtianum*, las diferencias entre las medias de los caracteres, para los dos tipos de poblaciones, son significativas para los datos morfométricos de la cabeza, la distancia desde el hocico a la primera aleta dorsal y la altura de la aleta anal. Los valores merísticos no presentan desigualdades. En *C. grandocule*, las variaciones encontradas para los caracteres morfométricos de la cabeza fueron menores (Figs. 10-28).

TABLA 8. COMPARACION ENTRE LAS MEDIAS DE CARACTERES DE DOS POBLACIONES DE *C. humboldtianum* Y *C. grandocule* CON MEDIAS DE LONGITUDES DIFERENTES: (A) MUESTRA ORIGINAL CON JUVENILES, (B) LA SELECCIONADA PARA ESTE TRABAJO. CARACTERES EXPRESADOS EN PORCENTAJE DE LA LONGITUD ESTANDAR.

NUMERO DE ORGANISMOS	<i>C. humboldtianum</i>		<i>C. grandocule</i>	
	16 (A)	12 (B)	21 (A)	7 (B)
Longitud total (en mm)	142	155	145	152
No. de escamas predorsales	44.8	45	46	49
No. de escamas lin. media lat.	66	67	65	68
No. de branquiespinas	25	25	31	29
No. radios aleta anal	18	18	18.5	18.7
No. radios aleta pectoral	13.1	13.7	13.4	13.0
Longitud del hocico	9.5	10.6	9.1	9.5
Longitud mandibular	11.0	12.1	10.7	11.2
Longitud cefálica	27.4	29.5	27.2	28.8
Longitud ocular	5.8	5.9	6.0	6.0
Longitud postorbital	12.4	13.5	12.1	12.4
Hocico a aleta pélvica	43.4	44.1	42.7	43.2
Hocico a 1a aleta dorsal	52.3	53.4	53.8	52.6
Hocico a 2a aleta dorsal	64.6	64.6	64.0	64.9
Altura de la aleta anal	12.6	13.8	13.5	13.8

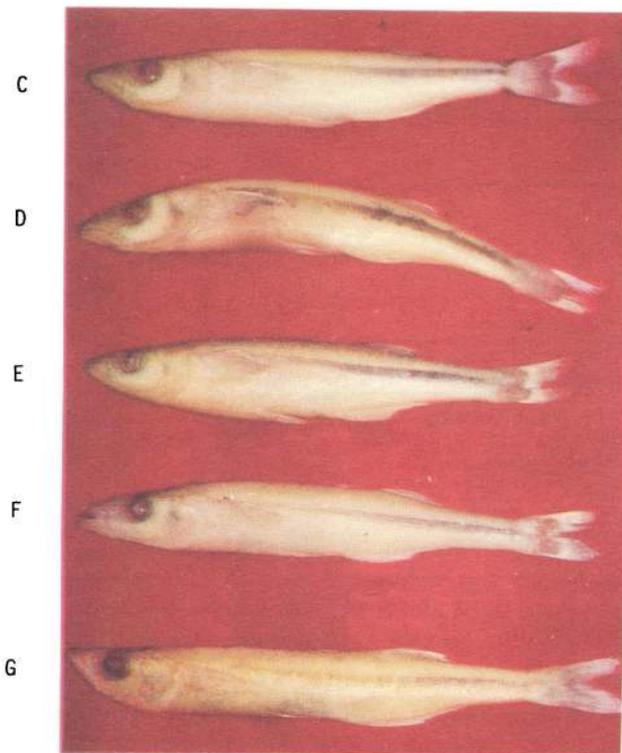


Fig. 7. (C) *C. estor estor*, 129 mm long. estándar.
(D) *C. lucius*, 150 mm long. estándar.
(E) *C. estor copandaro*, 130 mm long. estándar.
(F) *C. humboldtianum*, 140 mm long. estándar.
(G) *C. grandocule*, 144 mm long. estándar.

DISCUSION

Los resultados obtenidos en el presente estudio, muestran discrepancias con los de (Barbour)(1973 a; *op. cit.*), ya que se identificaron en el lago de Pátzcuaro especies que no habían sido reportadas anteriormente para el mismo.

En el trabajo mencionado, el material utilizado provino de colectas realizadas por el autor durante los años de 1963, 1964 y 1969, así como por información recopilada con 15 años de anterioridad y depositada en museos, institutos y universidades nacionales y extranjeras. Por lo tanto, no existe para el lago de Pátzcuaro, una identificación taxonómica de sus especies actualizada como la realizada por Barbour (1984) para las especies del lago de Chapala.

En las especies que son consideradas exclusivas del lago de Pátzcuaro como *C. estor estor* y *C. grandocule*, los valores merísticos y morfométricos encontrados están comprendidos, en general, dentro de los rangos asignados a estas especies.

En la subespecie identificada como *C. estor copandaro*, los valores encontrados para las escamas predorsales, si bien caen dentro de los rangos señalados por (Barbour), nuestra media fue mayor ($x = 60.5$) que la reportada por este autor ($x = 49.3$); el valor obtenido para la longitud cefálica también fue ligeramente mayor.

De Buen (1940 b) describe al *C. estor copandaro*, en comparación al *C. estor*, como "una especie de menor altura, menor número de escamas en la línea media, bases de la segunda aleta dorsal y de la aleta anal más extensas", características que se cumplen en los ejemplares identificados en este trabajo como *C. estor copandaro*.

En el mismo trabajo, De Buen señala al *C. estor copandaro* del lago de Zirahuén como muy próximo al *C. estor pacanda* de Pátzcuaro y proporciona las medias de los valores de los caracteres de las dos especies. La descrita para Zirahuén posee mayor longitud cefálica y mayor número de escamas en la línea media lateral que la especie de Pátzcuaro. Nuestros valores coinciden con los datos dados para la especie de Zirahuén, con excepción del número de escamas

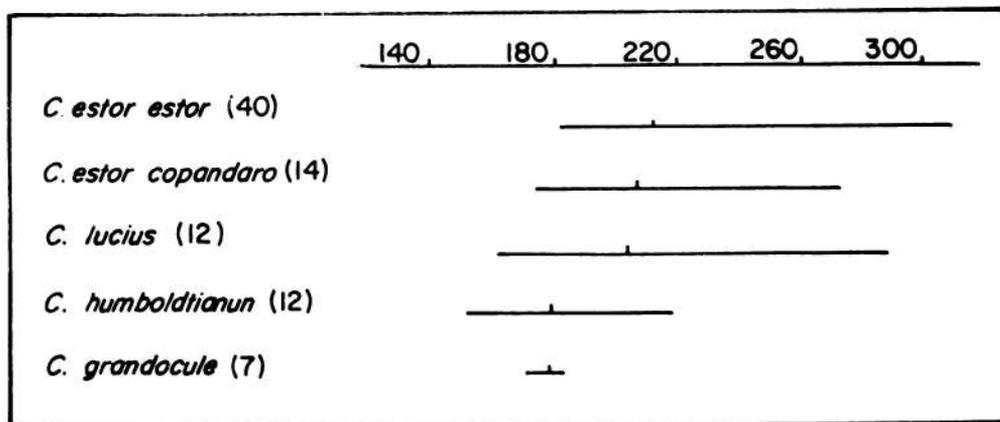


FIG. 8 Rangos y medias de la longitud total expresada en mm. El número de organismos se da entre paréntesis.

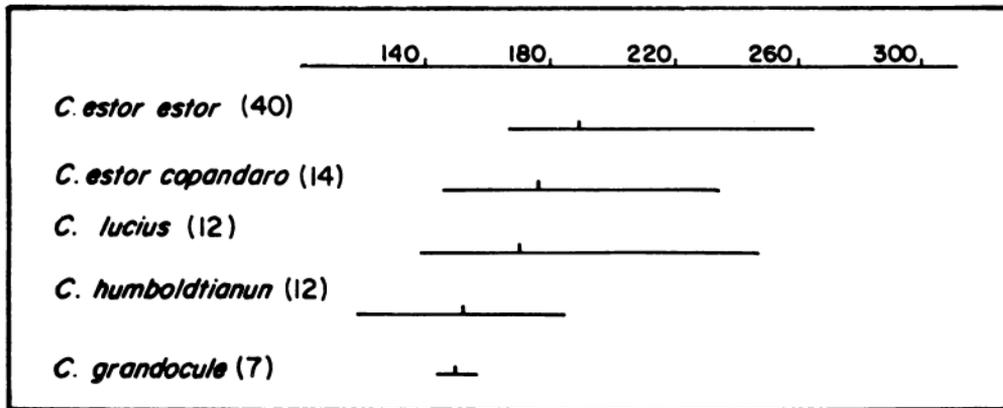


Fig. 9. Rangos y media de la longitud standard expresada en mm. El número de organismos se da entre paréntesis.

de la línea media que se asemejan más al de *C. pacanda* de este autor.

La identificación de esta subespecie en este trabajo, se hizo principalmente con base en los caracteres morfométricos de la cabeza y el número de escamas predorsales, que son inferiores a los de *C. estor estor*.

La presencia de organismos identificados como *C. lucius* en el lago de Pátzcuaro podría deberse a las siguientes causas: a) traslado de reproductores y/o huevecillos fecundados desde el lago de Chapala a la laguna de Zacapu y desde allí hacia Pátzcuaro (comunicación obtenida de piscicultores de la Delegación Federal de Pesca en Michoacán); b) por hibridación entre especies locales, resultando organismos con las características de *C. lucius*, y c) por evolución del ancestro *humboldtianum* con el que guarda relación filogenética directa (Barbour, 1973; *op. cit.*).

Los organismos descritos como *C. lucius* en este trabajo, poseen una longitud más pequeña en la base de la aleta anal (17.1-21.6) que la reportada por Barbour para la especie (19.3-23.4), menor altura mínima del pedúnculo caudal y un número más reducido de escamas predorsales. La proyección del maxilar inferior y la curvatura del perfil del cuerpo se mantienen como particularidades distintivas de la especie.

No es fácil explicar la existencia de organismos clasificados como *C. humboldtianum*. Esta especie se reporta para el Valle de México, Jalisco, Nayarit y Michoacán. De Buen (1940 c) la describe en la laguna de Zacapu y hasta en el lago de Pátzcuaro; Alvarez (1963) reporta a *C. ocampo* y, posteriormente, a *C. humboldtianum*, en la laguna de Zacapu.

Como otro antecedente podemos mencionar al *C. michoacane* (De Buen, 1940 a), actualmente sinónimo de *C. estor estor* (Barbour, 1973), cuya

descripción coincide con las características de *C. humboldtianum* con "menos escamas" en la línea longitudinal, base de la aleta anal más amplia, segunda aleta dorsal más extensa y pedúnculo caudal más largo.

Desde Meek (1904), existen datos en la bibliografía sobre la presencia de *C. humboldtianum* en el lago de Pátzcuaro. Asimismo, en el material utilizado por Barbour figuran organismos clasificados como *C. humboldtianum* procedentes de Pátzcuaro, en los que posteriormente fueron rechazados el origen o la clasificación.

A nuestro entender, las dudas planteadas en cuanto a la presencia de *C. humboldtianum* en Pátzcuaro, se deben a la dificultad para definir a esta especie por los métodos taxonómicos tradicionales. Como ejemplo, Barbour describe dos tipos de poblaciones para la especie, presentando éstas un marcado traslape en los datos morfométricos.

La especie clasificada en este trabajo como *C. humboldtianum*, presenta caracteres con rangos más estrechos que los señalados por Barbour, posiblemente porque provienen de una población de un embalse único, mientras que los datos del autor mencionado corresponden a las poblaciones oriental y occidental, según su distribución geográfica.

De acuerdo a los estudios filogenéticos citados en Barbour (1973 a), el ancestro de *C. humboldtianum* es *C. jordani*; en cambio, *C. patzcuaro*, especie exclusiva del lago (que posee valores merísticos próximos a los de *C. humboldtianum*) sería una especie intermedia. Según el autor, los restantes miembros del grupo *jordani* evolucionaron de conjuntos aislados de *C. humboldtianum*. De las cuatro líneas derivadas, la primera conduciría a *C. consocium* (Alvarez), la segunda a *C. estor*, la tercera a *C. grandocule* y la

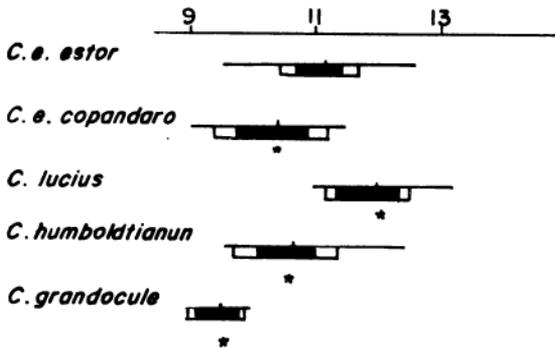


Fig 10 Comparación de la longitud del hocico expresada en porciento de la longitud standard.

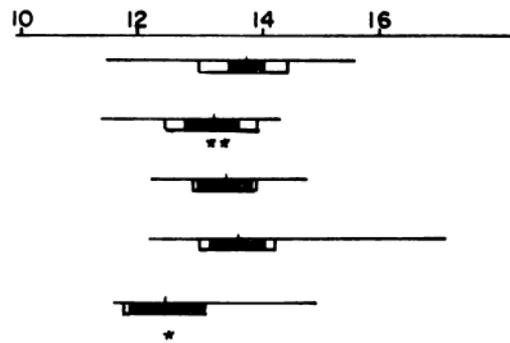


FIG. 11 Comparación de la longitud postorbital expresada en porciento de la longitud standard.

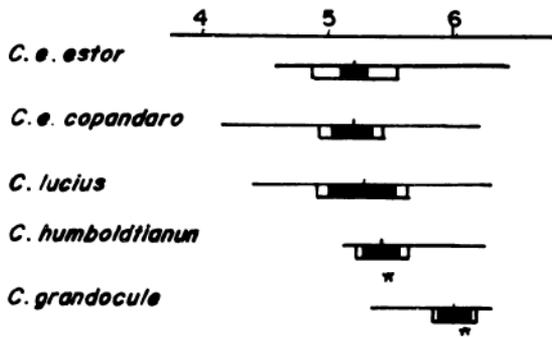


Fig. 12 Comparación de la longitud ocular expresada en porciento de la longitud standard.

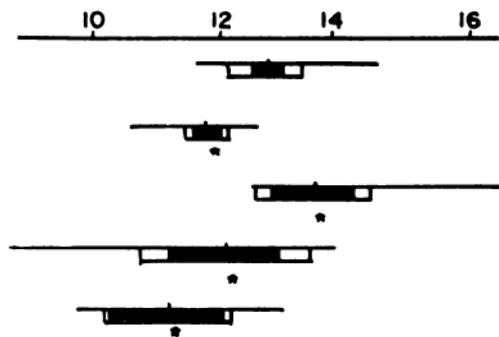


Fig.13 Comparación de la longitud mandibular expresada en porciento de la longitud standard.

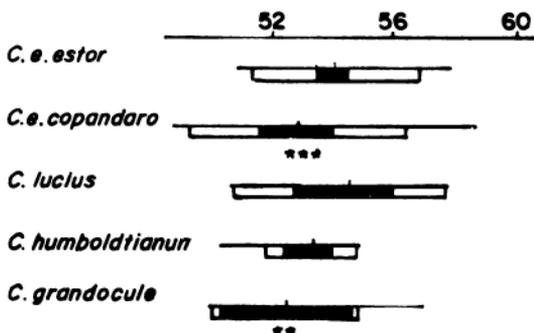


Fig. 14 Comparación de la distancia desde el hocico a la primera aleta dorsal, expresada en porciento de la longitud standard.

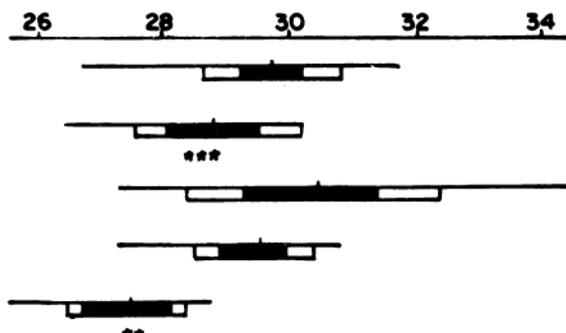


Fig.15 Comparación de la longitud cefálica expresada en porciento de la longitud standard.

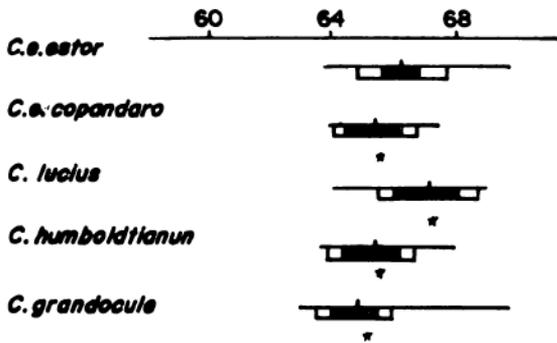


Fig. 16 Comparación de la distancia desde el hocico a la segunda aleta dorsal expresada en porcentaje de la longitud standard.

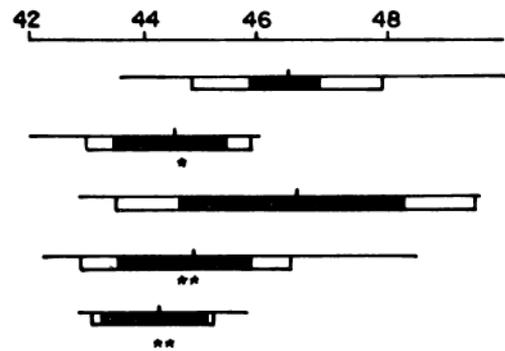


Fig. 17 Comparación de la distancia desde el hocico a la aleta pélvica expresada en porcentaje de la longitud standard.

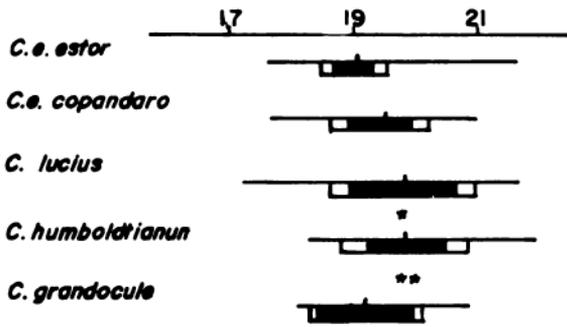


Fig. 18 Comparación de la longitud de la base de la aleta anal expresada en porcentaje de la longitud standard.

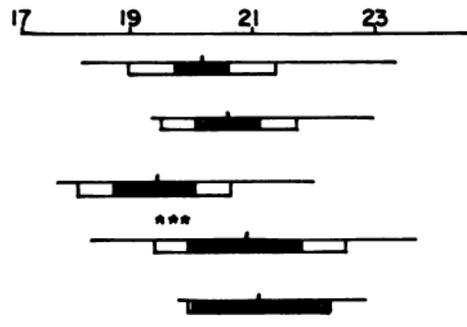


Fig. 19 Comparación de la longitud del pedunculo caudal expresada en porcentaje de la longitud standard.

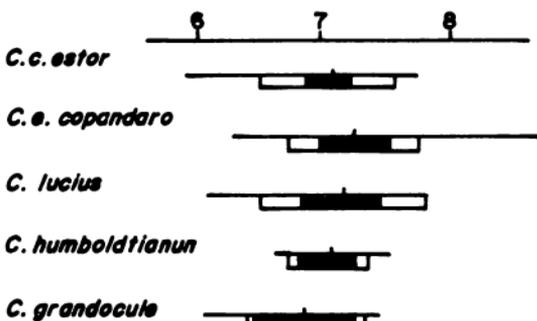


Fig. 20 Comparación de la altura mínima del pedunculo caudal expresada en porcentaje de la longitud standard.

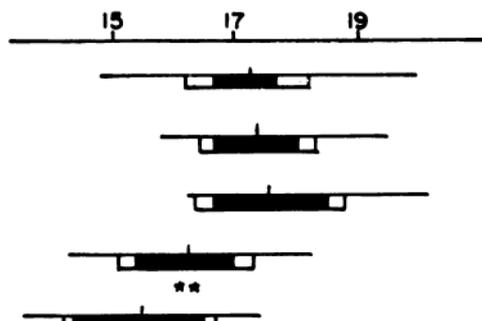


Fig. 21 Comparación de la altura máxima del cuerpo expresada en porcentaje de la longitud standard.

EL PESCADO BLANCO DEL LAGO DE PATZCUARO, MICH.
COMPOSICION DE ESPECIES.

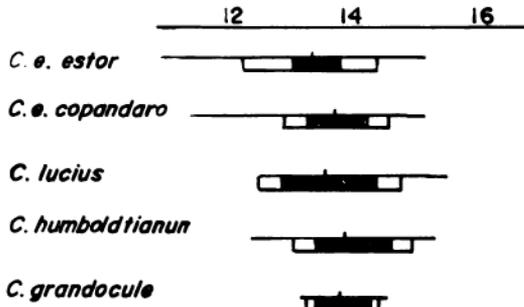


Fig. 22 Comparación de la altura de la aleta anal expresada en porciento de la longitud standard.

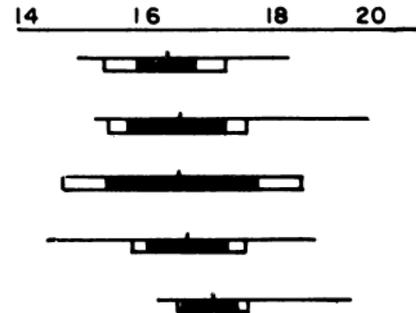


Fig. 23 Comparación de la altura de la aleta pectoral expresada en porciento de la longitud standard.

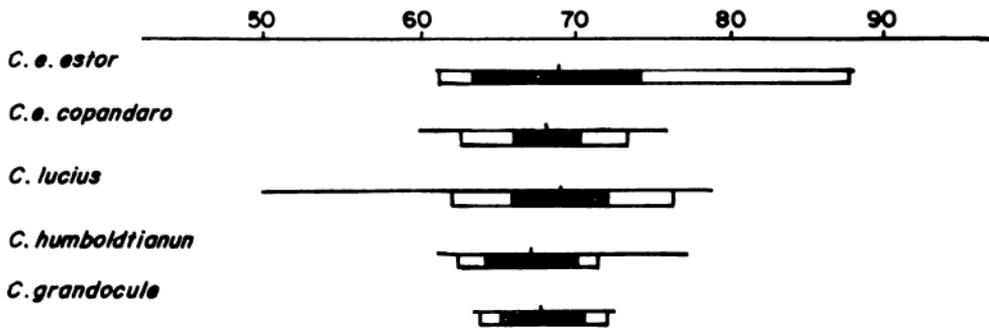


Fig. 24 Comparación del número de escamas de la línea media lateral.

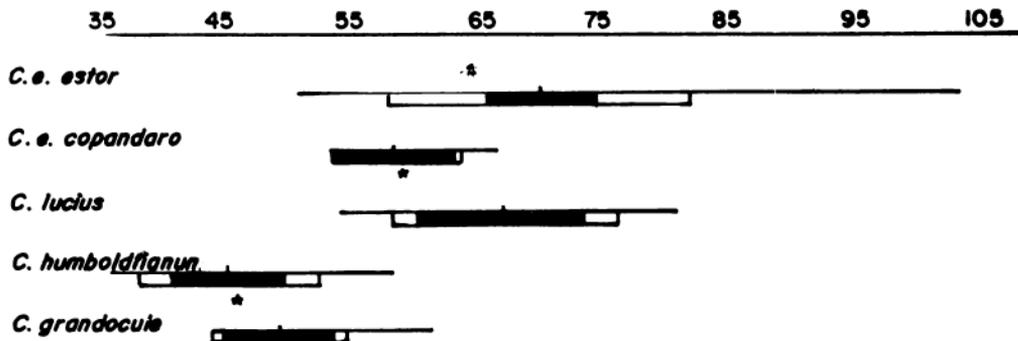


Fig. 25 Comparación del número de escamas predorsales.

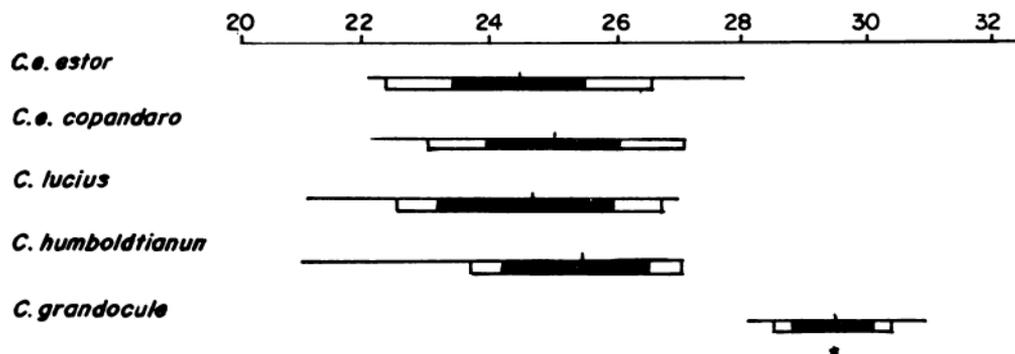


Fig. 26 Comparación del número de branquiespinas.

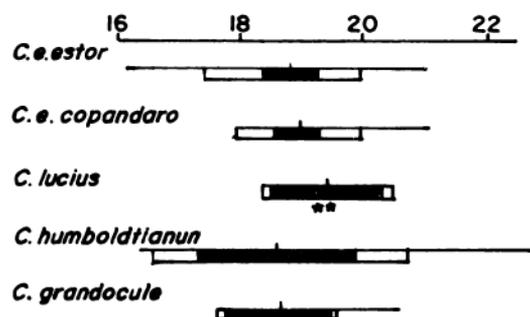


Fig. 27 Comparación del número de radios de la aleta anal.

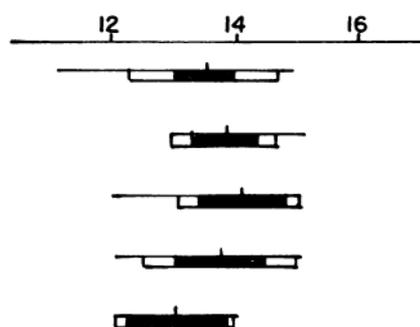


Fig. 28 Comparación del número de radios de la aleta pectoral.

cuartá a los chiostomas de Chapala (*C. lucius*, *sphyraena*, *promelas*).

Dado que en el lago de Pátzcuaro subsisten como especies nativas *C. estor* y *C. grandocule*, de confirmarse la presencia de *C. lucius*, la existencia de clases que representan a casi todas las líneas derivadas del ancestro humboldtianum, nos conduce a especular con la posibilidad de que *C. humboldtianum* está presente también como especie.

Una explicación, que también necesita ser comprobada con otras metodologías, sería que por hibridación entre *C. estor* y *C. grandocule* se haya generado una especie con valores morfométricos mayores y menor número de branquiespinas que *C. grandocule*, cayendo los caracteres dentro de los rangos de *C. humboldtianum*.

C. grandocule fue la especie que presentó menos problemas para su clasificación, fundamentalmente por sus particularidades morfométricas, el alto número de branquiespinas y su forma tipo barracuda. Considerado como charal (charal blanco) alcanza, sin embargo, tallas hasta de 185 mm. (long. T), como se encontró en el presente trabajo.

Esta especie presenta valores de algunos caracteres merísticos que coinciden con los de *C. humboldtianum*, con excepción del número de branquiespinas. Existen diferencias entre los caracteres morfométricos de ambas, como la longitud del hocico, mandibular y postorbital, que son más pequeños en *C. grandocule*, así como también menor altura de la primera aleta dorsal y mayor altura de la segunda aleta dorsal en esta especie.

Por lo expuesto anteriormente, observamos la dificultad que se presenta al tratar de discriminar especies simátridas por los métodos taxonómicos tradicionales, debido al marcado traslape que existe entre los valores asignados a las mismas. La clave utilizada es también ambigua para los patrones de pigmentación del cuerpo y en la descripción de la proyección de los maxilares.

Si bien no se realizaron estudios sobre estructuras óseas, formas y disposición de los dientes, consideramos que se ha profundizado en el análisis estadístico de las muestras para poder hacer comparaciones válidas. Finalmente, estos resultados deberán ser confirmados por medio de metodologías basadas en la taxonomía de las proteínas (Sistemática Bioquímica)

de las que se poseen resultados que serán publicados posteriormente.

CONCLUSIONES

De la identificación por datos merísticos y morfométricos de 142 organismos de *Chirostoma* del lago de Pátzcuaro, con longitudes superiores a los 120 mm. (long. T), se concluyó lo siguiente:

1. Además de la especie clásica *C. estor estor*, existen en el lago de Pátzcuaro otras que alcanzan tallas de "pescado blanco", éstas son: *C. estor copandaro*, *C. lucius*, *C. humboldtianum* y *C. grandocule*.
2. Existen chirostomas que presentan características de más de una especie y probablemente representen a híbridos.
3. Se encontró que hay traslape entre los valores asignados a los caracteres que diferencian a las especies de *Chirostoma*.
4. Debido a que la identificación de especies de *Chirostoma* y la de híbridos por medio de datos merísticos y morfométricos no es suficiente para

definir a las especies, es necesario emplear metodologías más específicas como las basadas en la taxonomía de proteínas.

RECOMENDACIONES

Desde el punto de vista acuacultural, se recomienda que los organismos que se utilicen como reproductores para el cultivo experimental del "pescado blanco", sean de longitud superior a 220 mm. (long. T), con el propósito de no introducir las especies *C. humboldtianum* y *C. grandocule*, cuyas tallas máximas no sobrepasan la longitud mencionada.

AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial, al técnico en acuicultura José Luis Armendia, quien realizó la mayoría de las mediciones con gran dedicación.

Al ingeniero Sergio Sabanero Meza y al técnico Nicolás Hernández Zárate por la ayuda prestada durante los muestreos y en el laboratorio de bioquímica.

LITERATURA CITADA

- ALVAREZ, J., 1963. El pez blanco de Zacapu, nueva especie para la ciencia. *Ciencia*, 22 (6): 197-200.
- _____, 1970. Peces mexicanos (claves). Inst. Nal. Invest. Biol. Pesqueras. México, D.F. Ser. Invest. Pesqueras. NI: 1-166.
- ALVAREZ, J., CORTES, M.T., 1962. Ictiología Mexicana I. Claves y catálogos de las especies conocidas. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.*, II (1-4): 85-142.
- BARBOUR, C.D., 1973 a. The systematics and evolution of the genus *Chirostoma*, Swainson. *Tulane Studies in Zoology and Botany* 19 (3): 97-141.
- _____, 1973b. A biogeographical history of *Chirostoma* (Pisces: Atherinidae). A species flock from the Mexican plateau. *Copeia*, 3: 533-566.
- _____, 1984. Comparative morphology and morphometrics of the pescados blancos (Genus: *Chirostoma*) from lake Chapala, México. Evolution of fish species flocks. Ed. A.A. Echelle and I. Kornfield. University of Maine at Orono Press, EUA.
- DE BUEN, F., 1940 a. Sobre una colección de peces de los lagos Pátzcuaro y Cuitzeo. *Ciencia, Méx.* I (7): 306-308.
- _____, 1940 b. Pescado blanco, chacuami y charari del lago de Pátzcuaro. *Trabajos Est. Limn. de Pátzcuaro* I: 1-24.
- _____, 1940 c. Lista de peces de agua dulce de México (catálogo en preparación). *Trabajos Est. Limn. de Pátzcuaro* 2: 1-60.
- _____, 1941. Notas sobre la ictiología de aguas dulces de México I. El *Chirostoma fontinalis* (Cházari) *Invest. Est. Limn. Pátzcuaro*, I (1): 1-6.

- _____, 1943. **Los lagos michoacanos I. Caracteres generales. El lago de Zirahuén.** Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.4 (3-4): 211-232.
- _____, 1944. **Limnobiología de Pátzcuaro.** An. Inst. Biol. Méx. 15 (I): 261-312.
- _____, 1945. **Investigaciones sobre ictiología mexicana I. Atherinidae de aguas continentales de México.** An. Inst. Biol. Méx. 16 (2): 465-532.
- DEMANT, A. y C. ROBIN, 1975. **Las fases del volcanismo en México. Una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el cretácico.** Rev. Inst. Geología. UNAM 75 (I): 70-83.
- LEWIS, A.E., 1982. **Bioestadística.** Ed. Cía. Editorial Continental. México, 280 pp.
- PARKER, R.E., 1981. **Estadística para biólogos.** 2a. ed. Ed. Omega, S.A. Barcelona. 136 pp.
- SOLORZANO, P.A., 1961. **Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto del lago de Pátzcuaro, Mich.** Srfa. de Ind. y Com. Dir. Gral. de Pesca 70 pp.
- _____, 1963. **Algunos aspectos biológicos del pescado blanco del lago de Pátzcuaro, Mich.** Srfa. de Ind. y Com. Dir. Gral. de Pesca. Ind. Conex. México 15 pp.
- TAMAYO, J.L., 1976. **Geografía moderna de México.** Ed. Trillas. 9a. ed. México. 400 pp.
- WHITMORE, G.A.J. NETER y WASSERMAN, W., 1981. **Problemas de estadística.** Ed. Compañía Editorial Continental, S.A. México. 383 pp.