

Fig. 14.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARACTERIZACION CITOGENETICA EN EL BAGRE.

(*Galeichthys caerulescens*).

T E S I S

que para obtener el Título de

B I O L O G O

p r e s e n t a

ROBERTO ALEJANDRO ARREGUIN ESPINOSA DE LOS MONTEROS

México, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N D I D O

	<u>Pág.</u>
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
OBJETIVO	13
CLASIFICACION DE <u>Galeichthys caerulescens</u>	14
DESCRIPCION DEL AREA DE COLECTA	15
DIAGNOSIS DE LA ESPECIE <u>Galeichthys caerulescens</u>	18
METODOLOGIA	19
RESULTADOS	28
DISCUSION	33
CONCLUSIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	46

La Citotaxonomía puede tener particular relevancia en la mejor comprensión de las especies, ya que en base al análisis de los cromosomas (número diploide, haploide, forma, tamaño, etc.), como caracter constante, específico y dinámico de las mismas, permite la condescendencia de la heredabilidad y del flujo génico de las poblaciones.

Debido a esta importancia, el objetivo de este trabajo fué establecer el cariotipo de Galeichthys caeruleus (Pisces-Ariidae), para la cual se realizaron estudios citogenéticos en 9 organismos (5 y 4), provenientes de la Laguna de Tres Palos, Guerrero.

Las técnicas utilizadas para la obtención del cariotipo fueron las de Mc.Phail y Jones (1966), Lieppman y Hubbs (1969), reportado por Denton, (1973), con modificaciones de Uribe y et al, (1981 y 1982).

El análisis estadístico del cariotipo obtenido presentó los siguientes resultados:

El número cromosómico diploide es de 52, su número haploide es 26 y su número fundamental es de 102.

La fórmula cromosómica del cariotipo es la siguiente:

$$8m + 12sm + 5st + 1t$$

El número primitivo del orden Siluriformes es de 52.

Por no existir antecedentes de estudios citogenéticos en el género, no es posible por el momento estudiar su filogenia en base a datos cariotípicos.

Por ello se hizo con la comparación con otras especies y generos del orden Siluriformes y se concluye que la especie estudiada presenta rasgos evolutivos avanzados mismos que concuerdan con otras especializaciones referentes a su adaptación a medios ambientes estuarinos.

SUMMARY

The Cytotaxonomy could have particular relevance for the better understanding of species. Based in chromosomal analysis (number diploid, haploid, shape, size, etc.), as a constant character, dynamic and specific it permits the capability the genic flow in populations.

Considering the importance of citotaxonomy the aim in this work, was to establish the caryotype of Galeichthys caeruleus (Pisces-Ariidae).

To that direction there were carried out cytogenetic studies on 9 organisms (5 female and 4 male), collected in the Lagoon Tres Palos, Guerrero.

For the assesment fo the caryotype the techniques of Mc. Phail and Jones (1966), Lieppman and Hubbs (1969) were used, as reported by Denton, (1973), with some modifications by Uribe et al.

The statistical analysis of the caryotype produced the following results:

The diploid number is 52, its haploid 26, and its fundamental number 102.

The caryotype chromosomic formula is the following:

$$8m + 12sm + 5st = 1t$$

The primitive number of the orden Siluriformes is 52.

Due to the lack of previous cytogenetic studies in the genera, it was not possible at that time to study its phylogeny based on existing caryotypic data.

For that reason the comparison was made to other species and genera of the order Siluriformes. It was concluded that the studied species presents advanced evolutive features same which agree with its specialization in particular to its adaptation to estuarine habitats.

INTRODUCCION

La diversidad del mundo animado es evidente no sólo por el gran número de especies, sino también por su heterogeneidad. - Los organismos son extraordinariamente diversos en cuanto a tamaño, forma de vida y habitat, así como en cuanto a estructura y fisiología.

No obstante, y a pesar de esta prodigiosa diversidad los organismos presentan una notoria semejanza en muchos aspectos básicos. Entre ellas resalta su composición química. Todos los seres orgánicos sin excepción tienen una composición elemental en la que el oxígeno, hidrógeno, carbono y nitrógeno, son los elementos químicos predominantes, que por sí solos responden aproximadamente al 98.5% del peso de cualquier ser vivo.

Estos elementos primordiales de la materia viva se encuentran combinados formando cuatro tipos de macromoléculas esenciales para la vida: proteínas, lípidos, carbohidratos y ácidos nucleicos. Cada uno de estos compuestos puede manifestarse en formas estructurales muy variadas y diferentes, de acuerdo con el papel que desempeñan dentro de los sistemas orgánicos.

De las macromoléculas antes mencionadas, los ácidos nucleicos constituyen compuestos que transmiten la información genética procedente de los padres a hijos, y de células progenitoras a células descendientes, y mediante estos mecanismos muchos de los interrogantes suscitados por la herencia de los seres vivos han sido resueltos. Por eso en los últimos años se ha hecho un espectacular avance en nuestro conocimiento sobre los mecanismos que determinan y controlan el funcionamiento de los seres vivos. La iniciación de este avance se dió desde la búsqueda de la sustancia transmisora de la herencia, (Watson, 1965). Un gran hallazgo fue indudablemente el descubrimiento de la estructura del

ácido Desoxirribonucleico (A.D.N.), que actúa como depósito y transmisor de información genética.

Las propiedades de los organismos vivos están determinadas en gran parte por el material genético que se encuentra en estas moléculas de A.D.N. de sus cromosomas. Estas moléculas gigantes han de autoduplicarse con extraordinaria fidelidad para que un organismo sobreviva y haga copias precisas de sí mismo, (Cairns, 1963).

Es sorprendente la notable estabilidad de las moléculas de A.D.N. y los mecanismos de reparación de éste, lo que constituye un factor esencial para que las especies permanezcan invariables durante muchas generaciones, (Cairns, 1963). Sin embargo, las poblaciones siempre se encuentran en constante cambio por la acción e influencia de diferentes factores del medio, que ocasiona que las poblaciones evolucionen.

Algunas de las variaciones que pueden presentar los organismos pueden ser neutras, pero otras ayudan o perjudican al individuo en su lucha por su supervivencia de las variantes más eficientes (Spencer, 1938, tomado de Dobzhanski, 1980), siendo destruidas las menos eficientes. De esta manera las especies se irán modificando gradualmente en la dirección de variantes más ventajosas.

Parecen existir además algunos rasgos codificados por los ácidos nucleicos cuya variación parece ser independiente de las características medio ambientales, tales como el cariotipo, o sea el número y la estructura de los cromosomas presentes en las células de los individuos de una población. La estabilidad presente en el cariotipo permite que sea considerado como un rasgo muy confiable en la determinación de una especie, (Jackson, 1971). Por lo anterior, el número cromosómico, al igual que la estructura y tamaño, son características especialmente estables

en las poblaciones, debido a que ordinariamente las poblaciones de una misma especie presentan las mismas características en su complemento cromosómico, aunque en ocasiones, algunas poblaciones pueden mostrar poliformismo cromosómico al exhibir variaciones en su complemento cromosómico, lo que permite inferir cuáles han sido los pasos que puede seguir el complemento diploide en su evolución, (Kirpichnikov, 1981).

El número y la forma de los cromosomas es constante para cada especie, por lo que cualquier cambio en su número y/o en su forma dará lugar a los llamados "síndromes genéticos", produciendo anomalías biológicas en el individuo.

El número cromosómico normal puede estar alterado por ganancia o pérdida de uno o varios cromosomas (aneuploidías) y esta alteración repercute en el desarrollo de los individuos, provocando malformaciones físicas y alteraciones bioquímicas y fisiológicas. La causa principal de las aberraciones numéricas es alguna falla en la repartición equitativa de los cromosomas durante la etapa de meiosis en la formación de los gametos que da por resultado, un gameto con un cromosoma de más y otro con uno de menos, fenómeno que se conoce con el nombre de "no disyunción".

Al unirse a un gameto normal durante la fecundación, cualquiera de estos gametos anormales dará lugar a un individuo con un número anormal de cromosomas.

Además de las alteraciones numéricas, se pueden presentar aberraciones estructurales que cambien la forma normal del cromosoma y pueden modificar la distribución de los genes, produciendo pérdidas o ganancias de los mismos.

A continuación se mencionan algunas lesiones estructurales, de acuerdo con Dobzhansky, 1980.

- a) Lesión simple; se presenta cuando se rompe un brazo cromosómico y el fragmento se separa pero sin perder la secuencia del cromosoma.
- b) Lesión doble; se presenta pero en los dos brazos del cromosoma de la misma manera que la anterior.
- c) Fragmento; se encuentra cuando hay una pérdida terminal de un brazo; se observa el fragmento y un cromosoma incompleto.
- d) Pérdida intersticial; en ésta los fragmentos acéntricos se observan como dos pequeños corpúsculos esféricos y un cromosoma incompleto.
- e) Anillo céntrico; se produce por el rompimiento de ambos brazos del cromosoma; seguidos de la unión de los extremos dañados, originando un anillo con centrómero y se produce además un fragmento acéntrico.
- f) Anillo acéntrico; se produce por el rompimiento doble de un brazo cromosómico; los extremos del fragmento se unen formando un anillo y queda, además, un cromosoma incompleto.
- g) Inversión pericéntrica; se produce por rompimientos en ambos lados del centrómero al girar el cromosoma 180° ; los fragmentos se unen nuevamente a los extremos de los brazos y el cromosoma adquiere una nueva forma.
- h) Inversión paracéntrica; igual que la anterior pero no incluye al centrómero.
- i) Cromosomas dicéntricos; se forman por la unión de dos cromosomas que han perdido un fragmento, el brazo lesionado se une al correspondiente del otro cromosoma quedando como una sola unidad con dos centrómeros. Los segmentos perdidos también se pueden unir.
- j) Trirradios y tetraradios; esto se produce cuando se han lesionado tres o más cromosomas, los cuales se unen entre sí por sus brazos.

- k) Fusión céntrica; se produce cuando dos cromosomas no homólogos se fusionan por su centrómero, en uno, reduciendo de esta manera el número de cromosomas del cariotipo.

Todas las aberraciones mencionadas son generalmente producidas por agentes que se encuentran comunmente en el medio ambiente.

De acuerdo con Holmquist y Dancis, (1980), los cambios cromosómicos que pueden acompañar el proceso de la evolución de las poblaciones pueden involucrar modificaciones tanto en el número como en la estructura de los cromosomas como son las fusiones, fisiones, translocaciones, inversiones, duplicaciones y deleciones cromosómicas, (Dobzhanski, 1980).

Los cambios estructurales pueden hacer variar tanto la morfología cromosómica como el complemento diploide de manera intercromosómica o intracromosómica. Entre los más importantes, que se pueden detectar tanto en meiosis como mitosis, se tienen: los fenómenos Robertsonianos de fusión y fisión céntrica, así como también translocaciones recíprocas estructurales y las translocaciones estructurales intracromosómicas, que modifican internamente las características que portan los cromosomas, así como su morfología, en las cuales se encuentran rupturas a nivel centromérico que influyen en la formación de isocromosomas, inversiones (paracéntricas, pericéntricas), translocaciones, intercambios, duplicaciones, deficiencias, etc. (Jackson R.C. 1971 y 1976; Riley 1977; Imai y Muramaya, 1978; Imai, 1978; Holmquist y Dancis, 1980).

La diversidad en el cariotipo de los peces actuales, es probablemente una muestra del gran número de cariotipos a los que se podría llegar por medio de los reacomodos cromosómicos anteriormente mencionados.

La presencia de estos reacomodos cromosómicos en combinación con las mutaciones génicas puntuales manifestadas en el material hereditario, ejercen una gran influencia en la Selección Natural del grupo de peces, la cual se manifiesta tanto en su biología, ecología, como en su correspondiente grado de adaptabilidad al medio ambiente.

Dentro de la Clase de peces óseos mejor adaptados a las condiciones ambientales lagunares o estuarinas que destacan por su importancia ecológica y económica se encuentra la Familia Ariidae en la que se incluye la especie Galeichthys caerulescens, (Yañez-Arancibia, 1977). Fig. 1.

Esta especie soporta en gran medida las presiones ambientales dadas por el aumento de la salinidad y la temperatura. Durante períodos de secas, estas condiciones son intensas y sólo algunas especies logran subsistir hasta que se inicia el período de lluvias. Sin embargo, a pesar de su alta capacidad de adaptación eurihalo-térmica para tolerar intervalos de temperatura de 19° a 35° C e intervalos de salinidad de 0 a 40 p.p.m., muchos ejemplares de bagres mueren durante este período de secas, por presiones de osmoregulación en salinidades extremas, (Yañez-Arancibia, 1976).

La especie estudiada es considerada por su dinámica trófica como un consumidor de segundo y tercer orden que se alimenta de peces, crustáceos, decápodos, insectos, moluscos, anélidos, isópodos, nemátodos, copépodos, ostrácodos, detritus y materia orgánica, vegetales y sedimentos inorgánicos, (Yañez-Arancibia, 1976).

En los primeros estados de desarrollo siendo el pez pequeño, consume mayor cantidad de alimento en relación a su peso total. Conforme crece la especie y se incrementa el peso to-

tal la necesidad gravimétrica de alimento es mucho menor. Esto es un aspecto económico interesante cuando se piensa en especies susceptibles a ser cultivadas y deben conocerse las necesidades económicas de alimento de la especie en estudio.

El espectro trófico de esta especie varía cualitativa y cuantitativamente de acuerdo con Yañez-Arancibia, et.al. 1976.

- Disponibilidad del alimento.
- Estación del año.
- La localidad y sus características físico-químicas.
- Edad del organismo.

Los estudios de reproducción indican un marcado dimorfismo sexual en relación a su actividad fisiológica. Existe una gran proporción de hembras en las poblaciones, (Yañez-Arancibia, 1976).

Se reproducen por grandes huevos de abundante vitelo, fertilizados externamente e incubados en la cavidad oral de los machos. Nada se conoce del mecanismo por el cual los machos llevan los huevos a su boca después de la fertilización de los mismos.

El período de reproducción es muy amplio presentándose la mayor cantidad de huevos y larvas de incubación durante los meses de mayo y octubre, (Yañez-Arancibia, 1976).

La fecundidad de esta especie es aparentemente baja, pero biológicamente existen mecanismos que aseguran una alta supervivencia de los huevos y larvas, lo que la convierte en la especie más abundante en cuanto a número y biomasa del sistema lagunar costero de Guerrero. Estos mecanismos son:

- a) Amplio periodo de reproducción.
- b) Una gran proporción de hembras en las poblaciones.
- c) Efectiva protección de huevos y larvas durante la gestación por parte de los machos.
- d) Huevos con gran cantidad de vitelo y de gran tamaño

La especie no sufre presiones de depredación por otros peces, pero es un exportador de energía del ecosistema al ser depredada por; 1) el hombre y 2) ciertas aves.

De acuerdo con Yañez-Arancibia, (1976), su reproducción y comportamiento, corresponde a una especie típica estuarina, de origen dulceacuicola. Sus hábitos son bentónicos, es un activo nadador, se agrupa en densos cardúmenes, es un gran predador y está provisto de tres fuertes espinas aserradas (aleta dorsal y pectorales) con un alto poder tóxico al causar una herida, (Salmerón, 1982). Estas espinas tienen a un lado glándulas venenosas, las cuales por carecer de un aparato expulsor de veneno, inoculan por compresión al momento de penetrar la espina.

Estas características biológicas y ecológicas la convierten en una importante especie del sistema lagunar costero de Guerrero, con grandes perspectivas de ser explotada.

Por consiguiente es necesario estudiar el complemento cromosómico de Galeichthys caerulescens, ya que sus rasgos fenotípicos se han modificado durante el transcurso de la evolución por presiones selectivas encontradas en el medio ambiente, dándonos como resultado esta especie que ha llegado a estar tan bien adaptada a los sistemas lagunares y estuarinos del Pacífico, (Yañez-Arancibia, 1976).

La abundancia de Galeichthys caerulescens determina su importancia económica para las pesquerías de las lagunas y por

su potencial pesquero del sistema lagunar de Guerrero. Su potencial pesquero y económico se deriva parcialmente, del hecho de que pudiendo o no realizar migraciones, completa todo su ciclo de vida en el interior de las lagunas y estuarios del Pacífico.

La importancia de los estudios cromosómicos en este organismo, tiene dos aspectos fundamentales; primero: sus características morfológicas y de comportamiento pueden ser empleadas en la clasificación de especies; y segundo: los estudios genéticos pueden aclarar algunos aspectos evolutivos en la formación de la especie.



FIG. 1 Galeichthys caerulescens.

O B J E T I V O

El presente trabajo tiene por objeto establecer el cariotipo de Galeichthys caeruleascens, siendo éste el primer estudio - citogenético realizado dentro de la Familia Ariidae en aguas mexicanas.

Clasificación de Galeichthys caerulescens(Gunther, 1864)

Reino	Animalia
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Pisces
Clase	Teleostomi
Orden	Siluriformes
Familia	Ariidae
Género	Galeichthys
Especie	<u>G. caerulescens</u>

El estudio se realizó con ejemplares provenientes del litoral del estado de Guerrero que se encuentra en la costa Sur este de la República Mexicana, entre los estados de Michoacán y Oaxaca. El estado de Guerrero comprende un gran número de lagunas costeras entre las que se encuentra la laguna de Tres Palos la cual se ubica entre los 16° 43' y 16° 49' de latitud Norte y los 99° 39' y 99° 46' de longitud Oeste, cuyas características son: Fig. 2.

La superficie de la laguna es aproximadamente 50 Km², se ubica entre el Río Papagayo y el Río Sabana, al Suroeste de Acapulco. Presenta un clima tropical subhúmedo del tipo AW según García (1973), con lluvias en verano y sequías en invierno.

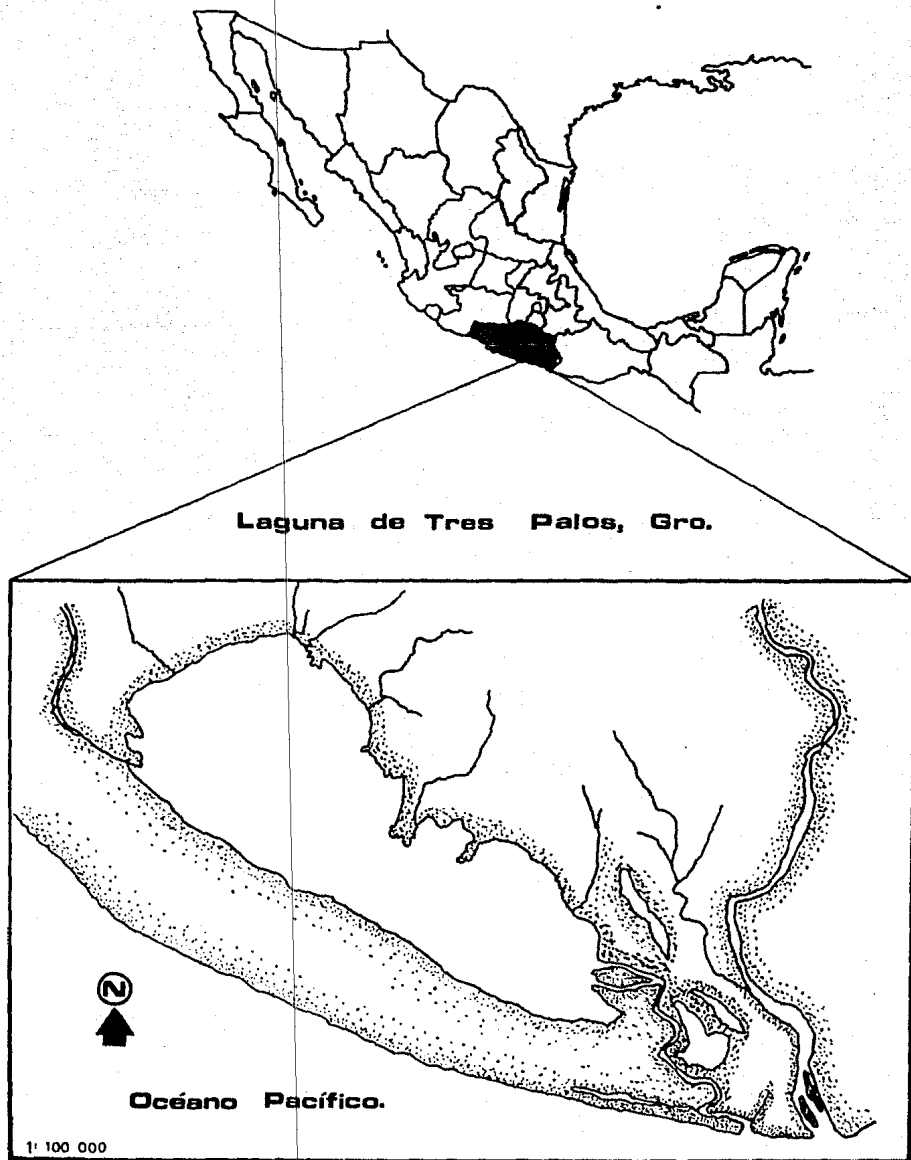
En la época de lluvias los vientos predominantes son del Suroeste y durante la época de secas dominan los vientos del Noroeste.

La precipitación pluvial más importante ocurre entre mayo y octubre durante la persistencia de los vientos marinos del Suroeste.

Los valores de evaporación media anual para la zona estudiada varía entre 1900 y 2000 mm. determinando un factor considerable en la variación de los valores de la salinidad de la Laguna (Yañez, 1978).

El rango anual de variación de la temperatura no excede de los 5°C. Yañez (1975) y Zarur (1982), reportan que las principales familias ictiofaunísticas son: Ariidae, Characinidae, Clupeidae, Poecilidae, Gobiidae, Eleotridae, Cichlidae, Mugilidae y Gerridae, durante todo el año y cuando la Laguna abre su boca al mar, pueden encontrarse algunas especies marinas de la familia Gerridae, Scianidae, Centropomidae, Lutjanidae, Belontiidae, Hemirhamphidae, Mugilidae, Engraulidae y Bothidae.

FIG. 2 Area de Colecta.



La vegetación que rodea a la Laguna, está representada principalmente por mangles del género Rhizophora mangle (mangle rojo), Laguncularia racemosa (mangle blanco) y Avicennia germinans (mangle negro), además de "tules" Typha sp. y "Carri-zos" Arundo sp. (Ramirez 1952).

Los linderos de esta zona son principalmente sabanas y pastizales utilizados para el ganado y sembradfos..

DIAGNOSIS DE LA ESPECIE Galeichthys caeruleus

Cuerpo alargado, comprimido hacia el extremo posterior. Cabeza ligeramente deprimida de 3.2 a 3.7 en la longitud patrón; boca ancha; ojos 5.9 a 8.4 en la longitud cefálica; las barbillas maxilares llegan a la parte basal o media de las aletas pectorales, mayor en ejemplares pequeños.

Altura máxima 5.2 a 6.4 en la longitud patrón. D.I. 7; A. 14 - 15. De 11 a 14 branquiespinas sobre la rama inferior del primer arco. Dientes viliformes en el maxiliar y vómer. Espina pectoral poco más larga que la dorsal, ambas aserradas.

Color. Dorso azul negruzco; flancos con algunas zonas plateadas sobre la línea lateral. Vientre blanquecino. Aleta caudal pálida de bordes oscuros; pectoral y ventral con la superficie interna oscura.

Distribución. En el Océano Pacífico, desde el Noroeste de México hasta Guatemala. (Zarur, 1982). Fig. 1.

METODOLOGIA

Material y Métodos

Colecta:

La colecta de Galeichthys caerulescens fue realizada por personal del laboratorio de Genética de Organismos Acuáticos, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, durante el mes de diciembre de 1982, en la Laguna de Tres Palos, Guerrero, México, Fig. 2.

El material biológico colectado se procesó casi en su totalidad en el campo; la identificación de los ejemplares, la observación y el análisis de los datos obtenidos fueron realizados en el laboratorio de Genética de Organismos Acuáticos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.

Obtención de Cromosomas

Los cromosomas de peces se obtienen principalmente de tejidos epiteliales del cuerpo del organismo, tanto internos como externos según indica Denton, (1973), entre los cuales tenemos:

- a) Epitelio branquial
- b) Epitelio final de las aletas: pectorales
dorsales
caudales
- c) Epitelio de escamas
- d) Gónadas
- e) Vicerias

El epitelio utilizado para la realización del presente trabajo, fue el epitelio branquial, el cual presenta una constante actividad de división celular, Denton, (1973). Este tejido es muy fácil de obtener y proporciona gran cantidad de material celular. Mc. Phail y Jones (1966), fueron los primeros en trabajar con este epitelio branquial.

Técnicas Citogenéticas

Las técnicas citogenéticas utilizadas en el laboratorio fueron las de Mc. Phail y Jones (1966), Lieppman y Hubbs (1969), (reportado por Denton, 1973), con adaptaciones en el laboratorio de Genética de Organismos Acuáticos, realizados por Uribe, et.al. (1981 y 1982). La técnica utilizada ha sido separada en tres etapas:

- 1.- Pretratamiento con cloruro de calcio se administró por vía intraperitoneal de una solución acuosa de CaCl al 0.1% en un volumen, de acuerdo con el tamaño del ejemplar (Subrahmanyam, 1969), utilizando una aguja y jeringa para in sulina.

de 5 a 10 cm. - - - - 0.50 ml.

de 10 a 15 cm.- - - - 0.75 ml.

de 15 a 20 cm.- - - - 1.00 ml.

La importancia de este pretratamiento es promover las divi siones mitóticas y evitar en gran medida los excesos de espira lización de los cromosomas por la acción de la colchicina, que posteriormente se utilizará, Subrahmanyam (1969).

Los organismos en proceso se dejaron reposar durante un lapso de tres horas y al cabo de este tiempo se in yecta una so lución de colchicina al 0.1%, en los músculos anterodorsales según el peso corporal de cada organismo, Subrahmanyam (1969).

1.0 ml. - - - - - 10 gr. de peso

2.0 ml. - - - - - 20 gr. de peso

3.0 ml. - - - - - 30 gr. de peso

La colchicina es un alcaloide procedente de la raíz de Colchicum autumnale que actúa bloqueando la división celular al interferir en la formación de los husos mitóticos durante la metafase (Denton, 1973); de esta manera impide que los cromosomas emigren hacia los polos y mantiene la célula en la etapa de metafase.

2.- Se sacrifica al organismo dos horas después de la aplicación de la colchicina. Se extraen los arcos branquiales y son sometidos al choque hipotónico con KCl a 0.075 M, a una temperatura de 37°C durante aproximadamente 30 minutos.

Durante este tiempo se procede a separar el epitelio de las laminillas branquiales, desechando el material cartilaginoso. El material obtenido se pasa a un tubo de centrifuga, donde se resuspende por medio de una pipeta pasteur, y al cabo del tiempo señalado se procede a centrifugar la suspensión entre 700 - 1000 rpm, durante 5 minutos y se elimina el sobrenadante quedando así el material celular (botón) de un color blanquecino. Este botón se fija con una solución de Carnoy (Metanol absoluto y ácido acético glacial en una proporción de 3:1).

El botón se vuelve a resuspender y se deja reposar durante 10 minutos. Y al cabo de ellos se repite la operación dos veces más.

3.- Para la elaboración de las preparaciones, el botón de células se vuelve a resuspender con una pipeta pasteur en 2.5 ml. de solución fijadora, con ella misma se efectúa el goteo a una altura de 60 cm. aproximadamente.

Inmediatamente después del portaobjetos se pasa rápidamente a la flama, con el fin de que la solución fijadora se evapore y el material celular quede fijado.

Para la tinción de las laminillas se empleó una solución colorante de Giemsa (Denton 1973), elaborado a partir de una solución stock diluida al 10% con buffer de fosfatos a una concentración de 0.1 M a un pH de 6.8.

La solución stock de Giemsa se prepara de la siguiente manera:

Se mezcló 1 gr. de polvo de Giemsa en 60 ml. de glicerina a una temperatura de 60°C durante 2 horas, al final de este lapso de tiempo, se deja enfriar a temperatura ambiente y se agregan 66 ml. de metanol absoluto, se homogenizó y se guarda en frío (4°C), para mantenerse por tiempo indefinido.

Después de la tinción efectuada en cajas Coplin con la solución teñidora durante aproximadamente 30 minutos, las laminillas se enjuagaron con agua destilada y se dejaron secar al aire libre.

La observación de los campos cromosómicos se llevaron a cabo en microscopio Carl Zeiss con un filtro de interferencia verde y optovar 1.0 y objetivo de 16x, 40x y 100x. Al término de las observaciones se seleccionaron los mejores campos, mismos que fueron fotografiados con una película technical pan film ASA 100 de Kodak, regulando la intensidad de la luz y tiempo de exposición de acuerdo al exposímetro.

Los negativos fueron procesados con revelador Dektol y fijador Kodak. Las impresiones se hicieron en papel Kodak bromide F-4, F-5 de Kodak.

En la elaboración de los cariotipos se contaron los cromosomas presentes en cada campo mitótico y se ordenaron de acuerdo a su homologa, tamaño y posición del centrómero. (Ford 1961).

Los cromosomas de cada una de las ampliaciones fotográficas fueron recortadas y acomodadas por parejas de homólogos (Ford 1961) para montar un total de 14 cariotipos. Posteriormente se procedió a medirlos por medio de una lupa graduada en mm. Las medidas tomadas fueron : longitud total y longitud de brazos, y luego se hicieron los cálculos expresados en porcentajes para obtener la longitud total del complemento cromosómico. (Fig.3).

Para la elaboración del idograma se efectuaron los cálculos de los principales parámetros citogenéticos:

- A) Longitud relativa
- B) Proporción de brazos
- C) Índice centromérico
- D) Diferencia entre brazos

- A) La longitud relativa del complemento cromosómico y de cada uno de los pares cromosómicos que los constituyen. Para esto se utilizó la siguiente fórmula:

$$Y_i = X_i (100/\text{longitud del complemento en mm.})$$

en donde:

$$Y_i = X_i (\text{Factor})$$

$$Y_i = \text{longitud relativa del par cromosómico}$$

$$X_i = \text{longitud absoluta en mm.}$$

- B) Proporción de brazos (r). Utilizando las medidas promediadas de cada par cromosómico de los 14 cariotipos, se siguió la fórmula:

$$(P.B.) \text{ o } r = q/p$$

en donde:

$$p = \text{longitud del brazo corto de cada par cromosómico}$$

q= longitud del brazo largo de cada par cromosómico

r= proporción de brazos

C) Índice centromérico (I.C.)

$$I.C. = p/q + p (100)$$

Según Matti y Al-Aish (1969)

D Diferencia

$$D = \frac{(P.B. - 1) 10}{P.B. + 1}$$

en donde P.B. = Proporción de brazos

Las medidas finales del cariotipo se obtuvieron con las fórmulas anteriores y se tabularon. Con esto se logró determinar la posición del centrómero y así proceder a asignar cada par cromosómico, a un grupo cromosómico de acuerdo con la tabla que sugiere Levan et al. (1964).

TABLA No. 1

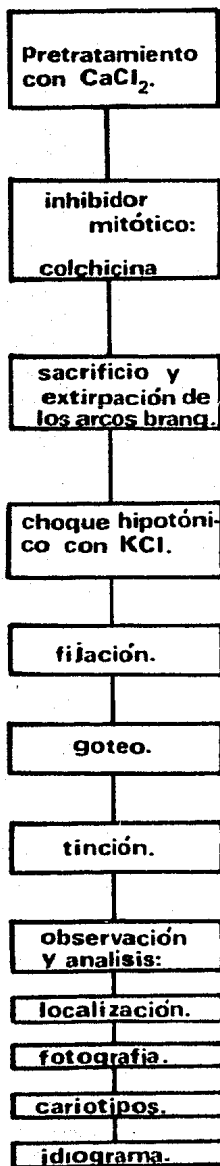
Clasificación de los cromosomas en base a la posición del centromero según Levan, et.al. (1964)

P.B.	I.C.	D.	CLASIFICACION
1.00	50.0	0.0	Mediocéntrico (M)
1.05	47.5	0.5	metacéntrico (m)
1.22	45.0	1.0	
1.35	42.5	1.5	
1.50	40.0	2.0	
1.67	37.5	2.5	
1.86	35.0	3.0	submetacéntrico (sm)
2.08	32.5	3.5	
2.33	30.0	4.0	
2.64	27.5	4.5	
3.00	25.0	5.0	
3.43	22.5	5.5	subtelocéntrico (st)
4.00	20.0	6.0	
4.71	17.5	6.5	
5.67	15.0	7.0	
7.00	12.5	7.5	
9.00	10.0	8.0	telocéntrico (t)
12.33	7.5	8.5	
19.00	5.0	9.0	
39.00	2.5	9.5	
	0.0	10.0	Posición Terminal (T)

M - mediocéntrico	(Centrómero en la región o punto medio)
m - metacéntrico	(Centrómero en la región media)
sm - submetacéntrico	(Centrómero en posición submedia)
st - subtelocéntrico	(Centrómero en posición subterminal)
t - telocéntrico	(Centrómero en posición terminal)
T - Posición Terminal	(Centrómero estrictamente terminal)

fig. 3

RESUMEN DE LA TECNICA.



RESULTADOS

Se estudiaron un total de 9 ejemplares (5° y 4°) de Galeichthys caeruleascens: del gran número de campos mitóticos obtenidos, únicamente fueron seleccionados 14 campos cromosómicos de la calidad requerida para la elaboración de los cariotipos, los cuales correspondieron a diferentes organismos.

Encontramos que el número cromosómico es de 52, por lo que puede considerarse este número como diploide $2n=52$.

Este número cromosómico diploide se encontró en la mayoría de los campos estudiados con cromosomas suficientemente bien definidos las cuales permitieron realizar las mediciones en ellos. Su número haploide es de $n=26$.

El número fundamental (N.F. = número total de brazos cromosómicos) es de 102.

La fórmula cromosómica para esta especie es:

$$8m+12sm+5st+1t$$

que se obtuvieron en base, a 2 criterios que se tomaron en cuenta para establecer el cariotipo:

- tamaño de los cromosomas
- posición del centrómero

La carencia de evidencias suficientes para identificar cromosomas sexuales, como son la presencia de heteropicnosis y heteromorfismo, indica la posible ausencia de estos, dado que todos los pares cromosómicos presentaron un tamaño y estructura semejante, tanto en los cariotipos provenientes de machos como de hembras.

RESULTADOS

Se estudiaron un total de 9 ejemplares (5⁺ y 4^o) de Galeichthys caeruleascens: del gran número de campos mitóticos obtenidos, únicamente fueron seleccionados 14 campos cromosómicos de la calidad requerida para la elaboración de los cariotipos, los cuales correspondieron a diferentes organismos.

Encontramos que el número cromosómico es de 52, por lo que puede considerarse este número como diploide $2n=52$.

Este número cromosómico diploide se encontró en la mayoría de los campos estudiados con cromosomas suficientemente bien definidos las cuales permitieron realizar las mediciones en ellos. Su número haploide es de $n=26$.

El número fundamental (N.F. = número total de brazos cromosómicos) es de 102.

La fórmula cromosómica para esta especie es:

$$8m+12sm+5st+1t$$

que se obtuvieron en base, a 2 criterios que se tomaron en cuenta para establecer el cariotipo:

- tamaño de los cromosomas
- posición del centrómero

La carencia de evidencias suficientes para identificar cromosomas sexuales, como son la presencia de heteropicnosis y heteromorfismo, indica la posible ausencia de estos, dado que todos los pares cromosómicos presentaron un tamaño y estructura semejante, tanto en los cariotipos provenientes de machos como de hembras.

El cariotipo obtenido esta formado por 25 pares birrámeos y uno solo para monorrámeo. (Fig. 4).

Los valores obtenidos de los 14 cariotipos se observan en la tabla No. 2, donde se presentan los pares de cromosomas en orden de longitud decreciente y se muestran las clasificaciones obtenidas según los métodos de Levan et. al. 1964 y Al Aish, 1969, en base a la posición del centrómero, según el análisis realizado de los 14 cariotipos.

De acuerdo al análisis estadístico se considera que la especie Galeichthys caeruleus está caracterizada citogenéticamente por presentar:

- Los pares cromosómicos 1,2,3,4,5,6,7 y 8 del tipo metacéntricos
- Los pares cromosómicos 9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19 y 20 del tipo submetacéntricos.
- Los pares cromosómicos 21,22,23,24 y 25 del tipo subteloicéntricos, y
- El par 26 cromosómico es del tipo telocéntrico

El idiograma es el arreglo del complemento cromosómico haploide promedio, de acuerdo a la posición del centrómero y a la longitud decreciente de los brazos cromosómicos.

La representación gráfica del idiograma se muestra en la figura 5. Fué elaborado de acuerdo con las longitudes relativas de p+q de cada par cromosómico, tomados de la tabla No.2.

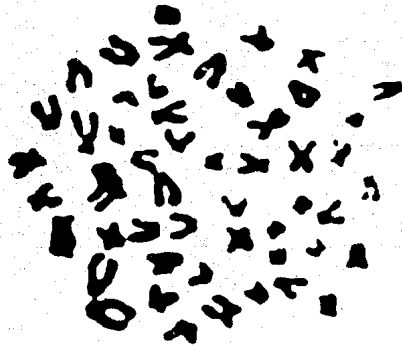
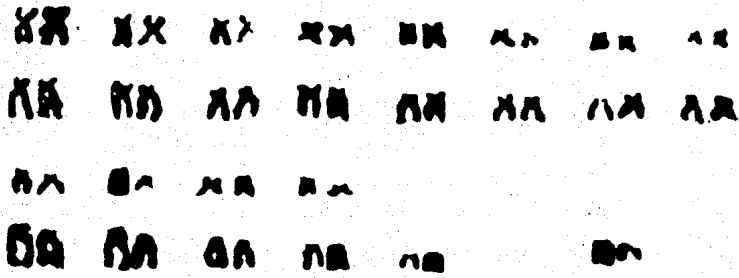


Figura 4. Cariotipo de Galeichthys caeruleus

FIG. 5 Idiograma de Galeichthys caeruleus.

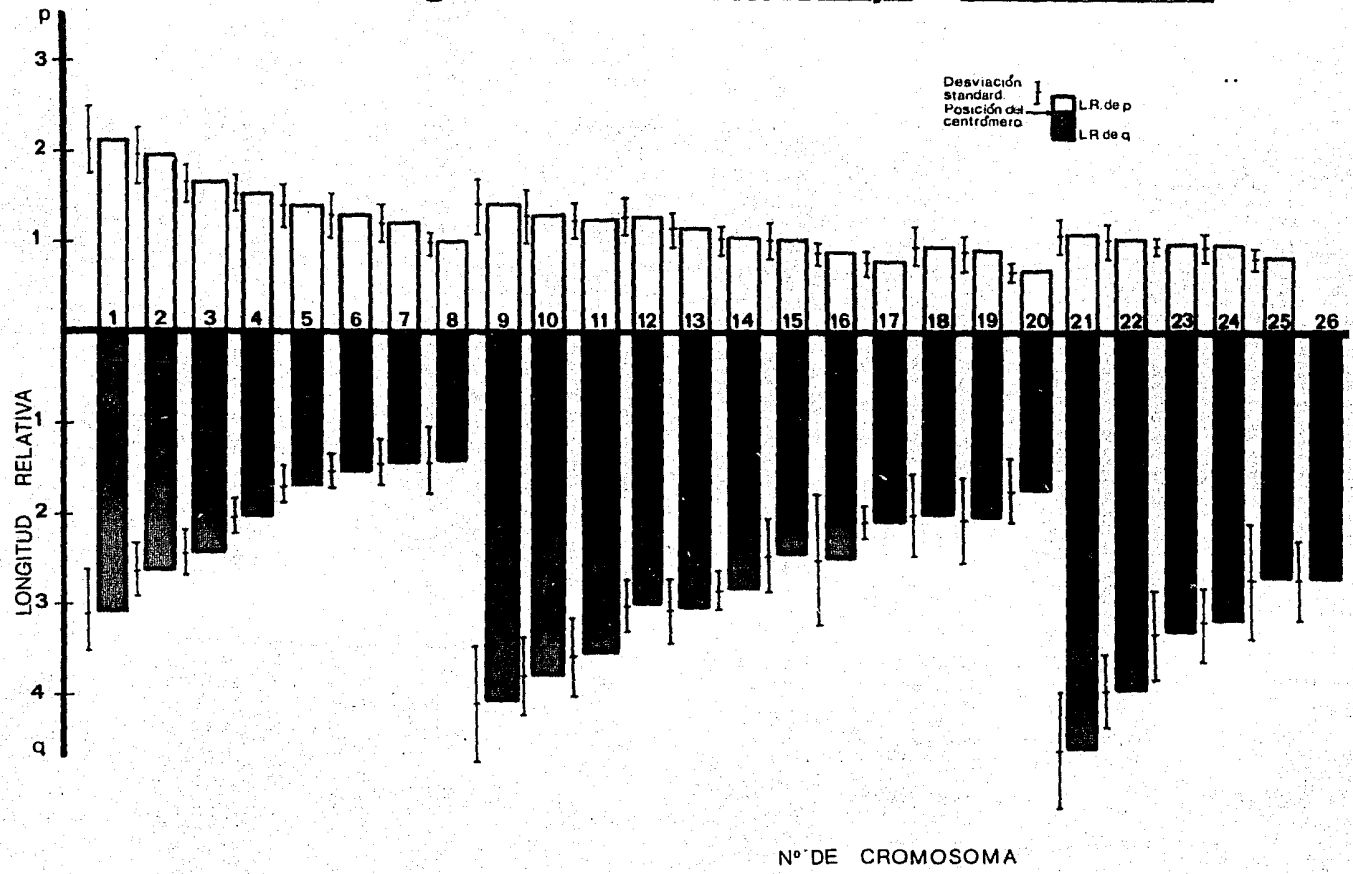


TABLA No.2

32.

RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANALISIS ESTADISTICO DE LOS 14 CARIOTIPOS

DE *Galeichthys caerulescens* Y SU CLASIFICACION

C.N.	L relativa P	L relativa q	LrP+q (L.T.)	P.B.	I.C.	Diferencia	Clasificación
1	2.13 [±] .36	3.07 [±] .49	5.2 [±] .47	1.44	40.96	1.80	m
2	1.95 [±] .34	2.61 [±] .34	4.56 [±] .55	1.33	42.76	1.41	m
3	1.65 [±] .21	2.43 [±] .29	4.08 [±] .32	1.47	40.44	1.90	m
4	1.54 [±] .20	2.01 [±] .22	3.55 [±] .23	1.30	43.38	1.30	m
5	1.42 [±] .24	1.65 [±] .21	3.07 [±] .35	1.16	46.25	.74	m
6	1.33 [±] .26	1.53 [±] .20	2.86 [±] .42	1.15	46.50	.69	m
7	1.23 [±] .22	1.43 [±] .25	2.66 [±] .46	1.16	46.24	.74	m
8	1.02 [±] .14	1.41 [±] .42	2.43 [±] .46	1.38	41.97	1.59	m
9	1.42 [±] .30	4.05 [±] .66	5.47 [±] .66	2.85	25.95	4.80	sm
10	1.32 [±] .31	3.75 [±] .44	5.07 [±] .44	2.84	26.03	4.79	sm
11	1.26 [±] .20	3.54 [±] .40	4.80 [±] .35	2.80	26.25	4.74	sm
12	1.31 [±] .22	2.97 [±] .33	4.28 [±] .36	2.26	30.60	3.87	sm
13	1.17 [±] .22	3.03 [±] .39	4.20 [±] .44	2.58	27.85	4.41	sm
14	1.05 [±] .17	2.79 [±] .23	3.84 [±] .28	2.65	27.34	4.52	sm
15	1.05 [±] .23	2.42 [±] .43	3.47 [±] .44	2.30	30.25	3.94	sm
16	.91 [±] .14	2.46 [±] .79	3.37 [±] .75	2.70	29.03	4.59	sm
17	1.06 [±] .17	2.07 [±] .26	3.13 [±] .32	1.95	33.86	3.22	sm
18	.988 [±] .20	1.98 [±] .46	2.96 [±] .56	2.00	33.37	3.33	sm
19	.915 [±] .20	2.02 [±] .50	2.93 [±] .49	2.20	31.22	3.75	sm
20	.720 [±] .13	1.76 [±] .37	2.48 [±] .39	2.44	29.03	4.19	sm
21	1.12 [±] .22	4.66 [±] .64	5.78 [±] .57	4.16	23.18	6.12	st
22	1.04 [±] .21	3.90 [±] .44	4.94 [±] .41	3.75	23.60	5.79	st
23	.99 [±] .11	3.28 [±] .53	4.27 [±] .46	3.31	24.15	5.36	st
24	.97 [±] .23	3.14 [±] .43	4.11 [±] .49	3.23	24.03	5.27	st
25	.85 [±] .14	2.67 [±] .66	3.52 [±] .63	3.14	24.15	5.17	st
26	- -	2.68 [±] .46	2.68 [±] .46	- -	- -	- -	t

DISCUSION

En principio se puede decir que la técnica citogenética empleada fue adecuada para el objetivo propuesto para este trabajo, pero sin embargo se debe tener en cuenta que puede haber modificaciones a las condiciones de la técnica dependiendo del organismo o especie con la que se trabaje.

El goteo es recomendable hacerlo a una distancia de 60 cm. aproximadamente para que el material celular se expanda y los cromosomas se puedan observar separados.

Cuando el goteo se hace a una altura mayor, el resultado es que se pierden cromosomas de las células, resultando en campos incompletos. Además se salen los campos del portaobjetos ocasionando que se lleguen a mezclar diferentes campos cromosómicos.

Otro aspecto que debe tomarse en consideración, es el tiempo de exposición a la colchicina. Debido a las propiedades de esta sustancia, en concentraciones altas o a intervalos de tiempo prolongados, provocan la constricción de las cromátidas, dificultando la observación de los campos cromosómicos. El tiempo utilizado para la especie Galeichthys caeruleascens, fue de dos horas, el cual resultó adecuado, ya que facilitó la identificación cromosómica.

El colorante que se utilizó para la tinción fue el Giemsa, dando resultados satisfactorios, durante el desarrollo experimental.

La medición de los cromosomas en las fotografías obtenidas tiene ciertas limitaciones y puede conducir a errores, tanto por la incertidumbre de la escala usada, como por el error humano. Esto se debe principalmente a la dificultad pa-

ra apreciar la posición del centrómero y los extremos de los cromosomas, ya que no es posible determinar donde se localiza exactamente, debido a limitaciones de la resolución del microscopio y a las técnicas micrográficas.

Por otra parte, tenemos que en las partes terminales de los cromosomas se encontraron unas zonas más oscuras que otras, debidas probablemente a contracciones o dobleces que no son posibles de medir, pero que se interpretaron y evaluaron con un criterio uniforme.

Además, se debe considerar que algunas fotografías fueron tomadas a diferentes aumentos, ocasionando que tuviéramos un mayor margen de error, por lo que se tuvo que hacer una estandarización de los datos, para poder realizar el tratamiento estadístico posteriormente.

El número diploide encontrado en la especie estudiada Galeichthys caerulescens es de 52 cromosomas.

No es posible, por el momento, comparar con ninguna otra especie de la misma familia, Ariidae, ya que este trabajo es el primer estudio citogenético realizado en el bagre de este grupo y no existe otra información sobre los cromosomas de esta familia.

Otro aspecto importante que habrá de abordar posteriormente son los estudios electroforéticos con los que se determinan las variaciones de la población a nivel de proteínas. Así se pueden reconocer las diferencias y similitudes que presenta la población, y que posteriormente pueda ayudarnos a inferir la evolución del cariotipo de la especie. La identificación de proteínas por electroforesis es posible debido a que las proteínas son productos directos de la transcripción y traducción de los genes y por lo tanto reflejan el genotipo y la historia del organismo (Zuckerlandl y Pauling, 1965).

Los estudios citogenéticos emprendidos complementan las investigaciones citotaxonómicas que comparan los cromosomas para determinar el grado de relación genética que puede existir entre especies, y el papel que las mutaciones han podido representar en la aparición de nuevas especies, - - (Kirpichnikov, 1981).

La evolución del cariotipo y el surgimiento de nuevas especies son probablemente debidas o acompañadas por rearrreglos cromosómicos. Estos rearrreglos cromosómicos ocurren durante la interfase-profase de la meiosis y son detectables durante la profase tardía y la metafase I, (Kirpichnikov, 1981).

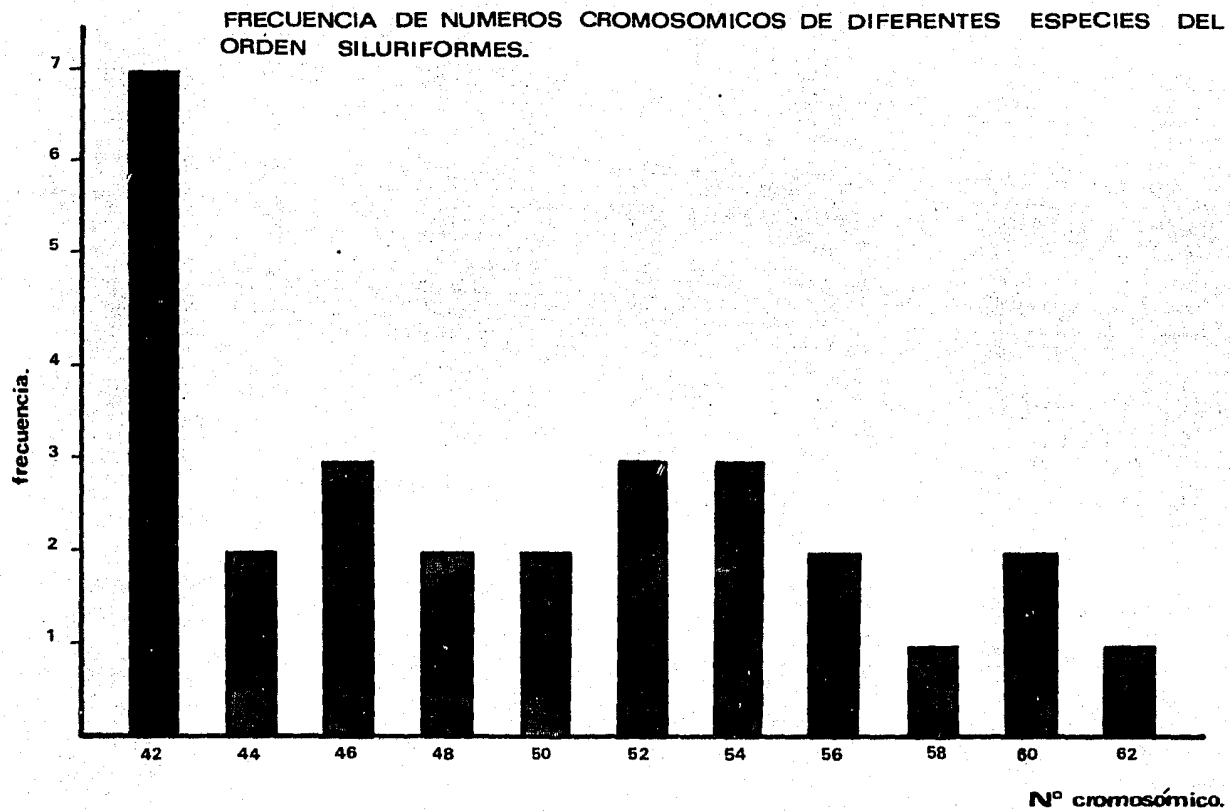
El intento por establecer comparaciones con los cariotipos conocidos de otros grupos cercanos, incluidos por los taxónomos en el orden de los Siluriformes, se hizo primeramente una evaluación del número de especies del orden y de su número cromosómico. En la Fig. 6, se muestra la curva obtenida de graficar estas relaciones.

De allí parece derivarse que el número cromosómico primitivo de este orden sería el de 42. Sin embargo se notó que la muestra incluida en este análisis es de diferente tamaño, lo que hace que la estimación sea parcial.

Esta parcialidad es debida básicamente a estudios realizados en la familia Ictaluridae por LeGrande (1978)., en una muestra que incluye 28 especies con un número cromosómico tendiente a 42 cromosomas.

Para verificar la exactitud de la evaluación obtenida de la relación número de especies .vs. número cromosómico, mencionada antes, se buscó un método de evaluación en el que se pudiera evitar la parcialidad producida por número de muestra di-

fig. 6



ferente. Se pensó que el promedio del número cromosómico encontrado en cada familia, puede ser un indicador adecuado de la familia ya que generalmente existe en todos los grupos una tendencia a conservar el número cromosómico primitivo en la mayoría de los grupos, y a partir de él existen desviaciones hacia un mayor o menor número, siendo las desviaciones mayores progresivamente más raras. De esta manera, independientemente del número cromosómico incluido en la muestra de cada familia, se puede tener un indicador del número cromosómico por progenies, lo que se considera ser más objetivo.

La figura 7 muestra las frecuencias de familias encontradas con diferentes números diploides promedio por familia. Esta gráfica indica que el número cromosómico primitivo es el de 52 cromosomas.

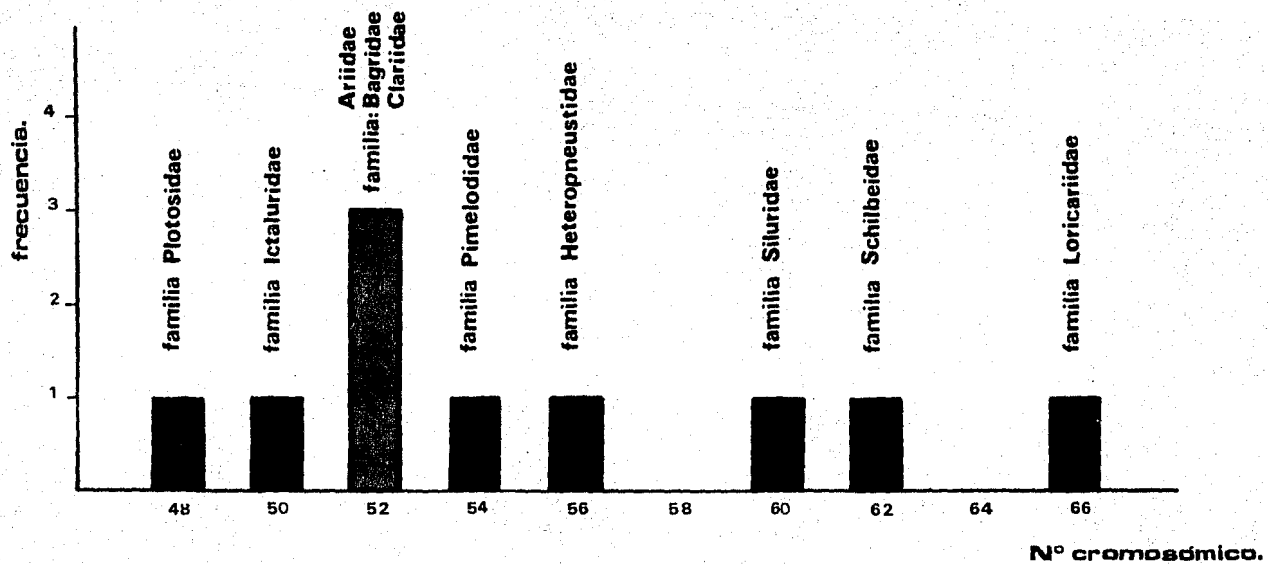
Las frecuencias de las familias a partir de los números cromosómicos promediados del orden Siluriformes, nos indica que la especie estudiada cae en la periodicidad más alta, como se observa en la fig. 7 que fueron tomados a partir de la tabla No. 3. En la tabla No. 3, se presentan algunas especies de diferentes familias del orden Siluriformes.

Otro factor que nos ayuda a vislumbrar la evolución cariotípica es el número de cromosomas birrámeos en relación al número total de cromosomas, que se muestra como un indicativo muy particular, ya que en esta especie la mayoría de sus cromosomas son birrámeos excepto el par número 26, (Denton, 1973).

Aunque por el momento no sea posible establecer las pautas de evolución cromosómica presentes en la familia Ariidae, este trabajo constituye un primer paso para el establecimiento de parámetros de comparación, a fin de que en trabajos sucesivos se puedan realizar inferencias respecto a la evolución cariotípica de esta entidad taxonómica.

fig. 7

FRECUENCIA DE LOS PROMEDIOS CROMOSOMICOS DE LAS FAMILIAS DEL ORDEN SILURIFORMES.



La especie homóloga de Galeichthys caeruleascens, G. arius (félix) que se encuentra en el Golfo de México, es una de las primeras especies que deberían estudiarse para lograr este objetivo.

TABLA No. 3

MORFOTIPOS CROMOSOMICOS DE LAS ESPECIES DE LAS FAMILIAS
DEL ORDEN SILURIFORMES

ORDEN SILURIFORMES

Familia Ictaluridae:

<u>Especies</u>	<u>2N</u>	<u>Referencia</u>
Ictalurus melas	60	LeGrande (1978)
Ictalurus natalis	62	LeGrande (1978)
Ictalurus nebulosus	60	LeGrande (1978)
Ictalurus punctatus	56	Muramoto et al. (1968)
Ictalurus punctatus	58	LeGrande (1978)
Ictalurus serracanthus	52	LeGrande (1978)
Noturus elegans	46	LeGrande (1978)
Noturus eleutherus	42	LeGrande (1978)
Noturus exilis	54	LeGrande (1978)
Noturus flavater	44	LeGrande (1978)
Noturus flavipinnis	52	LeGrande (1978)
Noturus flavus	50	LeGrande (1978)
Noturus flavus	48	LeGrande (1978)
Noturus funebris	44	LeGrande (1978)
Noturus gilverti	54	LeGrande (1978)
Noturus gyrinus	42	LeGrande (1978)
Noturus gyrinus	42	LeGrande (1978)
Noturus hildebrandi	46	LeGrande (1978)
Noturus insignis	54	LeGrande (1978)
Noturus lachneri	42	LeGrande (1978)
Noturus leptacanthus	46	LeGrande (1978)
Noturus miurus	50	LeGrande (1978)

<u>Especies</u>	<u>2N</u>	<u>Referencia</u>
Noturus munitus	42	LeGrande (1978)
Noturus nocturnus	48	LeGrande (1978)
Noturus phaeus	42	LeGrande (1978)
Noturus stigmosus	42	LeGrande (1978)
Noturus "taylori"	40	LeGrande (1978)
Pylodictis olivaris	56	LeGrande (1978)

Familia Clariidae:

<u>Especies</u>	<u>2N</u>	<u>Referencia</u>
Clarias batrachus	52	Nayyar (1966)
Clarias batrachus	52	Srivastara <u>et al.</u> (1968)
Clarias batrachus	50	Rishi (1976)
Clarias fusus	56	Arai <u>et al.</u> (1974)

Familia Bagridae:

<u>Especies</u>	<u>2N</u>	<u>Referencia</u>
Coreobagrus ishikaua	56	Ojima (1976)
Liobagrus reini	38	Ojima (1976)
Mystus gulio	58	Manna <u>et al.</u> (1978)
Mystus seenghala	50	Srivastara <u>et al.</u> (1969)
Mystus tengara	54	Nayyar (1966)
Mystus tengara	54	Rishi (1973)
Mystus villatus	50	Srivastara <u>et al.</u> (1969)
Pseudobagrus aurantiacus	56	Veno (1974)
Pseudobagrus aurantiacus	48	Veno (1974)
Rita chrysea	54	Das <u>et al.</u> (1977)
Rita rita	54	Nayyar (1966)

Familia Siluridae:

<u>Especies</u>	<u>2N</u>	<u>Referencia</u>
Callichromis bimaculatus	42 ♀	Rishi (1976)
Ompok bimaculatus	40	Nayyar (1966)
Parasilurus asotus	58	Muramoto (1969)
Parasilurus asotus	58	Arai <u>et al.</u> (1974)
Parasilurus biwaensis	58	Arai <u>et al.</u> (1974)
Parasilurus lithophilus	58	Arai <u>et al.</u> (1974)
Wallago attu	86	Nayyar (1966)

Familia Schilbeidae:

<u>Especies</u>	<u>2N</u>	<u>Referencia</u>
Clupisoma parua	66	Nayyar (1966)
Eutropiichthys vacha	58	Manna <u>et al.</u> (1978)

Familia Heteropneustidae:

<u>Especies</u>	<u>2N</u>	<u>Referencia</u>
Heteropneustes fossilis	58	Nayyar (1966)
Heteropneustes fossilis	56	Vasudevan <u>et al.</u> (1973)
Heteropneustes fossilis	56	Prasad <u>et al.</u> (1974)
Heteropneustes fossilis	56	Rishi (1976)

Familia Plotosidae:

<u>Especies</u>	<u>2N</u>	<u>Referencia</u>
Plotosus anguillaris	48	Arai <u>et al.</u> (1974)

Familia Pimelodidae:

<u>Especies</u>	<u>2N</u>	<u>Referencia</u>
Pimelodella sp.	46	Toledo <u>et al.</u> (1976)
Rhamdia hilarii	62	Toledo <u>et al.</u> (1976)

Familia Loricariidae:

<u>Especies</u>	<u>2N</u>	<u>Referencia</u>
Hypostomus plecostomus	54	Muramoto <u>et al.</u> (1968)
Loricaria macrodon	58	Michele <u>et al.</u> (1977)
Plecostomus ancistroides	68	Michele <u>et al.</u> (1977)
Plecostomus macrops	68	Michele <u>et al.</u> (1977)
Plecostomus paulinus	74	Michele <u>et al.</u> (1977)

Familia Loricariidae:

<u>Especies</u>	<u>2N</u>	<u>Referencia</u>
Plecostomus strigaticeps	74	Michele <u>et al.</u> (1977)

Familia Ariidae:

<u>Especies</u>	<u>2N</u>	<u>Referencia</u>
Galeichthys caerulescens	52	Presente trabajo

CONCLUSIONES

La técnica citogenética de Denton (1973) modificada por Uribe et.al (1981 y 1982) se adecuó satisfactoriamente a la especie Galeichthys caerulescens brindando los resultados necesarios para cumplir los objetivos del presente trabajo.

El número diploide encontrado para esta especie es de:

$$2N = 52$$

El número haploide es de $n = 26$

La fórmula cromosómica de Galeichthys caerulescens es:

$$8m + 12sm + 5st + 1t$$

8 pares de cromosomas metacéntricos, 12 pares de cromosomas submetacéntricos, 5 pares de cromosomas subtlocéntricos y un par telocéntrico.

Se caracterizan 25 pares cromosómicos birrameos y un solo par cromosómico monorrameo, por lo que su número fundamental de la especie es de 102 brazos cromosómicos.

El número cromosómico primitivo del orden Siluriformes es de 52, de acuerdo con la fig. 7.

Se recomienda las técnicas de Bando Cromosómico, con la finalidad de facilitar la identificación de cromosomas homólogos.

Además se propone hacer estudios electroforéticos de (semantidos terciarios*) protefnas del organismo para determinar las variaciones de las poblaciones a este nivel.

Posteriormente se debe estudiar la especie homóloga de Galeichthys caerulescens, que es G. arius (félix) que se encuentra en el Golfo de México, y determinar algunas relaciones de parentesco.

* Son protefnas que tienen un sentido evolutivo y son las únicas que nos pueden dar información confiable acerca de la entidad del organismo, (Zuckerandl y Pauling, 1965).

BIBLIOGRAFIA

- AL-AISH, M., 1969., Human Chromosome Morphology. I Studies on Normal Chromosome Characterization, Clasification and Kariotiping. Can. Jours. Gen. and Cytol., II: 370-381
- ALVAREZ DEL VILLAR, J., 1970 Peces Mexicanos (claves). Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq., Com. Nal. consult. Pesca 156 p.p. 62 figuras.
- CAIRNS, J., 1963., La Forma y Duplicación del D.N.A. ENDEA VOUR Vol. XXII N° 87 Sep. 1963., Imperial Chemical Industries.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L. 1978. Catálogo Sistemático de los Peces Marinos que penetran a las aguas Continentales de México, con aspectos zoogeográficos. Div. Serie Científica 19:I-298.
- CLARKE, B.C., 1979., The evolution of genetic diversity. Genetics Research Unit. Queen's medical centre. 205: 453-474.
- DENTON, T.E., 1973., Fish Chromosome Methodology. Published by Charles C. Thomas. Illinois, U.S.A. 166 p.p.
- DOBZHANSKY, AYALA, STEBBINS, VALENTINE., 1980 Evolución. Barcelona, España 558 p.p.
- EGOZCUE, J., 1971., Técnicas en Citogenética. Espaxs. Barcelona, España.
- GARBER, E.D., 1975., Introducción a la Citogenética. C.E.C.S.A. México 248 p.p.
- GARCIA, E. 1973., Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koepen: para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana, Inst. de Geografía. UNAM, México.
- GOLD, JR., KAREL, W.J. STRAND, M.R. 1979., Chromosome Formulae of North American Fishes. The Texas A & M. University System, MP-1411. Feb.
- HOLMQUIST, G. and B.M. DANCIS. 1980., A General Model of Karyotype Evolution. Genetica 52-53: 151-163.

- JACKSON, R.C. 1971. The Karyotype in Systematic. Ann. Rev. of Ecol. and System. 2: 327-368.
- KIRPICHNIKOV, V.S., 1981., Genetic bases of fish selection. Springer Verlag, New York.
- LEVAN, A, LEVAN, G., 1978., Have double minutes functioning centromeres, Hereditas 88: 81-92. Sweden.
- LEVAN, A., K. FEDGA Y A. SANDBERG., 1964., Nomenclature for Centromeric Position on Chromosome. Hereditas 52: 201-220
- MAYR, E., 1968., Especies Animales y Evolution. Univ. de Chile y Ediciones Ariel, S.A., España, 808 p.o.
- MCPHAIL, J.D., and JONES, R.L., 1966., A Simple Technique for Obtaining Chromosomes from Teleost Fishes. J. Fish. Res. Bd. Canada, 23 (5): 767.
- METTLER, L.E. Y T.G. GREGG. 1972. Genética de las Poblaciones y Evolución U.T.E.H.A. México. 246 p.p.
- OHNO, S. 1967., Sex Chromosomes and sex linked genes. Monographs on Endocrinology, Springer-Verlag, U.S.A.
- OHNO, S. 1970. Evolution by gene duplication. Springer-Verlag, U.S.A.
- OJIMA and UENO, K. 1976. "A Review of the Chromosome numbers in Fishes".
La Kromosomo II-1: 1947 abril.
- PREVOSTY, A. 1978. "Polimorfismo Cromosomico y Evolución". Investigación y Ciencia 26: 90-103 Nov. 1978.
- RAMIREZ GRANADOS R., 1952. Estudio Ecológico Preliminar de las Lagunas Costeras cercanas a Acapulco. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 13: 199-218.
- SALMERON, P. 1982. Piscicultura-Ecologia-Explotación-Higiene. Manual Moderno, México, D.F.
- SINNOTT, DUNN, DOBZHANSKY 1961., Principios de Genética. Omega, Barcelona, España. 339-378 p.

- SUBRAHMANYAM, K., 1969 "A Karyotypic Study of the Estuarine Fish Boleophthalmus Buddaeri (pallas) with calcium treatment, *Curr. Sci.*, 28 (18): 437.
- URIBE-ALCOCER, M., ARREGUIN ESPINOSA, J., TORRES, A. Y CASTRO PEREZ, A. Los cromosomas de Dormitator Latifrons (Gobiidae-Perciformes). *An. Inst. Cien. del Mar y Limnología. UNAM Vol. 10* (en prensa).
- WATSON, J.D.1965., Molecular Biology of the Gen. W.A. Benjamin, inc. New York.
- WHITE, M.J.D., 1978 Chain Processes in Chromosomal Speciation. *Systematic Zoology*, 27: 17-26
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A. 1975. "Prospección preliminar de la fauna ictiológica del sistema lagunar de Guerrero (Pacífico central de México)" *Centro Cien. del Mar y Limnol. UNAM*, 4 (1): 125-146.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A. 1978. "Taxonomía, Ecología y Estructura de las comunidades de Peces, en Lagunas Costeras con Bocas Efimeras del Pacífico de México". *Centro Cien. del Mar y Limnol. UNAM, México, Publ. Esp. 2* 1:306.
- ZARUR, E. 1982. Distribución y Abundancia de la Ictiofauna en la Laguna de Tres Palo, Guerrero. Tesis Profesional Fac. de Ciencias, UNAM. México.
- ZUCKERLANDL, E., PAULING, L. 1965. Molecules as Documents of Evolutionary History. *J. Theor. Biol.* 8:357-366