

201
76



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARACTERIZACION CITOGENETICA EN EL BAGRE
MARINO *Arius felis* (ARIIDAE-SILURIFORMES) DE LA
REGION DE LA LAGUNA DE TERMINOS CAMP.

FERNANDO GARCIA MOLINA

B I O L O G O

MEXICO, D. F.

1986





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 está 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.

INDICE

	Páginas.
Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	5
Importancia de la Especie <u>Arius felis</u>	7
Objetivos	10
Distribución y Sinonimia	11
Clasificación Taxonómica de <u>Arius felis</u>	12
Diagnósis de la Especie <u>Arius felis</u>	13
Descripción del Area de Colecta	14
Material y Métodos	16
Resultados	22
Discusión	28
Conclusiones	34
Referencias	36

RESUMEN

Se realizaron estudios citogenéticos en el bagre marino Arius felis, especie perteneciente a la familia Ariidae. Los organismos para esta investigación, fueron colectados en la Laguna de Términos, -- Camp. México. Para el estudio citogenético se utilizaron campos mitóticos del epitelio branquial, obteniéndose los siguientes resultados: Número diploide de 54, número fundamental de 102, con una fórmula cromosómica de $8m + 6sm + 10st + 3T$, formando un total de 24 pares de cromosomas birrámeos y tres pares de monorrámeos. Estos datos fueron comparados con los cariotipos de las especies Arius melanopus y Galeichthys caerulescens (miembros de la familia Ariidae) del Golfo y Pacífico mexicanos respectivamente. También se compara cariotípicamente a Arius felis del presente estudio con el trabajo realizado en organismos de la misma especie de la región de Caminada Bay, Grand Isle, Louisiana, USA.

Este tipo de investigación puede ser utilizada en posteriores trabajos como herramienta para implementar técnicas de mejoramiento genético (hibridaciones), encaminadas hacia una mejor y elevada producción de esta especie, la cual junto con los demás miembros de la familia Ariidae tienen posibilidades de explotación económica como en la acuicultura.

SUMMARY

Cytogenetic studies were realised in marine carfish Arius felis, specie belong to the Ariidae family. The organisms for this investigation were collected in the Lagoon of Términos, Camp. México. For the cytogenetic studies were used mitotic fields from branquial epithelium, getting the fallowing results: The diploid number is 54, 102 fundamental number with chromosomal formule of $8m + 6sm + 10 st + 3T$, forming a total of 24 pairs of biarmed chromosomes and 3 pairs of monoarmed pairs. These dates were compared with Karyotypes of the Arius melanopus from Golf of México and Galeichthys caerulescens from mexican Pacific (members of the Ariidae family). The Karyotypes of Arius felis of this study are compared with the work realised in organisms of same specie from Caminada Bay, Grand Isle, Louisiana, USA.

INTRODUCCION

Es un hecho que en México, durante el transcurso de los últimos años, se ha incrementado en forma apreciable, el interés por conocer e investigar sobre los recursos pesqueros con los que cuenta el país. También es cierto que en el desarrollo de la llamada investigación básica se han fomentado y elaborado sistemas capaces de apoyar, desarrollar y fundamentar nuevos conocimientos. Estos últimos ayudan a evaluar en forma precisa, los recursos acuáticos que se encuentran en las costas mexicanas, principalmente de aquellos cuya explotación económica es importante como recurso natural.

Entre los organismos acuáticos de mayor importancia económica se encuentran los peces pertenecientes a la clase Osteichthys, en la cual se incluyen organismos tales como: Mojarras y Bagres, entre otros, que representan un recurso biótico del medio estuarino y lagunar de valor comercial y alimentario importante. En ellos se han realizado estudios morfológicos, ecológicos y sobre su distribución (Yañez-Arancibia, 1985) y además, de manera interdisciplinaria tenemos las investigaciones citogenéticas que complementan otros estudios indispensables para establecer la ubicación taxonómica de distintas poblaciones (Uribe-Alcocer, 1977; Uribe-Alcocer, 1982; Uribe-Alcocer et al. 1983; Castorena-Sanches et al. 1983; Maldonado-Monrroy et al. 1985).

La citogenética, así llamada por vez primera por J. Muller a principios de siglo, estudia la forma, número y comportamiento de -- los cromosomas durante la mitosis y meiosis. En esta ciencia se fusionan la Genética y la Citología para estudiar el material genético de las células eucariontes (Schulz-Schaeffer, 1980).

Los organismos poseen el material genético asociado a proteínas que durante la mitosis se encuentran empaquetados en cuerpos denominados cromosomas.

El uso de caracteres cromosómicos en los cariotipos tales como número diploide, haploide, forma, tamaño, etc., permiten una mejor comprensión de la herencia, flujo genético, adaptación y mutación en relación al medio en que se desenvuelven las poblaciones, así como el parentesco filogenético entre las especies (Mettler y Gregg, 1972; Mayr, 1968). Esto es posible debido a que los caracteres mencionados son particularmente estables, específicos y dinámicos en cada una de las especies (Sota, 1967). Estas propiedades son de gran ayuda para conformar cuadros taxonómicos de mayor firmeza enmarcados en el proceso evolutivo. La estabilidad en el cariotipo permite que éste sea considerado como un rasgo bastante confiable en la determinación de una especie (Jackson, 1971).

Si bien existe una diversidad en el cariotipo de peces actuales, ésta es producida mediante reacomodos cromosómicos que van apareciendo y acumulándose durante varias generaciones y que junto con factores ambientales, coadyuvan al establecimiento del aislamiento reproductivo en una población. Esto permite la especiación en los organismos.

De acuerdo con Mayr (1963) el aislamiento geográfico es el requisito previo para la aparición de una nueva especie por interrupción en el flujo genético, además de otros factores como los que al-

teran la constitución genética en los organismos tales como los reacomodos cromosómicos, y que favorecen el proceso de especiación.

Entre los reacomodos estructurales que se presentan en los cromosomas y que pueden ser detectados tanto en la meiosis como en la mitosis del ciclo celular, tenemos a las deleciones, inversiones, translocaciones y fenómenos robertsonianos de fusión y fisión centríca, las cuales pueden modificar tanto la morfología cromosómica como el complemento diploide (Dobzanski, 1980) y que además son determinantes en la evolución del cariotipo dando como producto formas cromosómicas distintas que constituyen barreras de aislamiento reproductivo entre poblaciones, favoreciendo de esta manera la especiación (Jackson, 1976; Riley, 1977). Estas alteraciones en los cromosomas pueden ser producidas por agentes físicos químicos y biológicos localizados comúnmente en el medio ambiente.

ANTECEDENTES

Según Bond (1979) se reconoce un número variable (25 a 30) de familias de bagres que incluyen aproximadamente 2,000 especies, distribuidas en todos los continentes. La familia Ariidae se encuentra integrada por bagres marinos que penetran en aguas salobres y ríos, como las especies del género Arius (González, 1972).

Los bagres de las lagunas litorales en México han sido objeto de diversos estudios avocados a aspectos biológicos tales como: Sistemática, Ecología, etc. Así, tenemos los estudios sobre la familia Ariidae realizados por González (1972), quien toca algunos aspectos referentes a la taxonomía, distribución y biología del grupo.

Los estudios citogenéticos realizados en peces y en particular de aquellos elementos útiles en pesquerías o en la acuicultura, se han incrementado a partir de la segunda mitad del presente siglo, debido al gran interés que los citogenetistas e ictólogos han tenido sobre aspectos evolutivos, taxonómicos (Ojima y Ueno, 1976) y sobre todo para el óptimo planeamiento operacional el cual tenderá hacia la protección de especies valiosas. Así por ejemplo, tenemos los estudios realizados en diferentes familias del orden Siluriformes de las que por su importancia se mencionan los siguientes: LeGrand et al. (1978, 1981 y 1984); Muramoto et al. (1968 y 1969); Ojima et al. (1976).

La especie Arius felis, objeto del presente trabajo ha sido estudiada por Gudger (1912, 1916 y 1918), Lee (1931 y 1937) y Luengo (1972 y 1973) quienes estudian algunos aspectos reproductivos de esta especie. Doerman et al. (1977) se enfoca a la determinación de la edad y crecimiento de Arius felis. Yáñez-Arancibia et al. (1985), realiza una prospección biológica y ecológica de Arius felis en la Laguna de Términos Camp. Citogenéticamente esta especie fué estudiada por LeGrand (1980), en Louisiana, USA., reportando un número diploide de 54 cromosomas, caracterizando en 13 pares metacéntricos--submetacéntricos (msm) y 14 pares subteloicéntricos-acrocéntricos --(stt). En otros estudios Hinegardner y Rosen (1972) determinaron que el contenido de ADN haploide de Arius felis es de 2.5 pg.

Entre los estudios citogenéticos llevados a cabo en México, de los miembros de la familia Ariidae, cabe señalar los realizados por Arreguín (1983), en el bagre marino Galeichthys caeruleascens, pez dominante en algunos sistemas lagunares de las costas del Pacífico mexicano y los elaborados posteriormente por Ramírez (1985), en la especie Arius melanopus del Golfo de México.

IMPORTANCIA DE LA ESPECIE

Los bagres de la familia Ariidae, en la cual se incluye a -- Arius felis (Fig. 1), son considerados como un recurso de importancia económica en México, el cual puede ser aprovechado en la acuicultura. En la aplicación acuicultural de esta familia se cuenta con ventajas como la existencia de una biotecnología de cultivo desarrollada. Cabe mencionar también, que actualmente se ha fomentado la formación de piscifactorias de carácter federal y privado, orientadas hacia la satisfacción masiva de alimentos a bajo precio.

La especie Arius felis es considerada como un recurso que existe en cantidad económicamente capturable y esta accesible a las artes y métodos de pesca empleados.

Arius felis es una de las especies mejor adaptadas fisiológica y morfológicamente. Su capacidad euritermohalina le permite colonizar gran cantidad de habitats, tolerando rangos de salinidad de 0 a 37 - ppm (Franks et al. 1972), Temperaturas de 20 °C a 35 °C, transparencia de 20 a 80 % y un contenido de oxígeno de 5ppm.

Esta especie posee un amplio espectro trófico, considerándola un consumidor de segundo orden cuya alimentación se constituye principalmente de crustáceos, peces y que además puede incorporar detritus

y materia orgánica. Alcanzando la madurez gonádica entre los 160-165 mm de Longitud Total. Por el tipo de reproducción se pueden definir como peces ovíparos de gestación oral (Bond, 1979). Los machos se encargan del cuidado de los huevos (hasta 55) durante un tiempo que probablemente abarca hasta los dos meses (Luego, 1973).

Presenta fecundación externa. Después de la oviposición, los huevos son fertilizados por el macho, reproduciéndose a principios de Mayo y mediados de Agosto, en sistemas fluviales con salinidad de 12 ppm., temperaturas de ± 35 °C y transparencia de 20 a 40 % durante el período de reproducción (Gowanloch, 1936; Gunter, 1945; Franks et al. 1972; Christmas y Waller, 1973; Gallaway y Strawn, 1974).

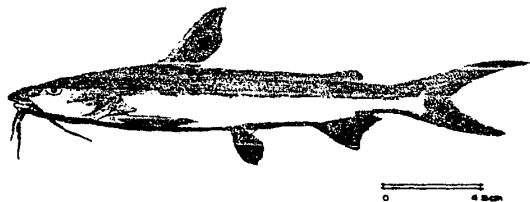


FIG 1 Arius lehis

OBJETIVOS

-Caracterización citogenética del bagre marino Arius felis, de la región de la Laguna de Términos Camp., para ser empleada en trabajos posteriores como herramienta para implementar técnicas de mejoramiento genético (producción de líneas híbridas), encaminadas hacia una mayor producción en recursos pesqueros que representan importante potencial económico para el país.

-Realizar comparaciones cariológicas entre la población de -- Arius felis proveniente de la Laguna de Términos Camp. Méx. y la de Caminada Bay en Grand Isle, Louisiana, USA.

-Realizar comparaciones cariológicas entre la especie Arius -- felis proveniente de la Laguna de Términos Camp., con las especies Arius melanopus y Galeichthys caeruleus provenientes del Golfo y Pacífico mexicanos respectivamente.

DISTRIBUCION

Gosline (1975) considera a ésta especie de distribución circumtropical. Hildebran (1938) la reporta en la Laguna Madre de Tamaulipas, Méx. Zarur (1962) la reporta en la Laguna de Términos, Camp. Miller (1966) la ubica desde Cabo Cod hasta Yucatán, México. Sin embargo, Castro-Aguirre (1978) amplía su distribución hasta Quintana Roo, incluso las Antillas y reporta las siguientes localidades mexicanas: Laguna Madre de Tamaulipas; Tuxpan, Ver.; Tamiahua Ver.; Laguna de Alvadado, Ver.; Rfo Coatzacoalcos, Ver.; Laguna de Chiltepec, Tab.; Emiliano Zapata, Tab.; Laguna de Términos Camp.; Rfo Champotón, Camp. Ciénegas de Progreso, Yuc.; Laguna de Bacalar, Q. R.

SINONIMIA (Castro-Aguirre, 1978)

Silurus felis Linnaeus, 1766:503 (descr. original; localidad típica; Charleston, S.C.)

Galeichthys felis (Linnaeus). Everman y Goldsborough, 1902:139 (breve descr. Progreso, Yuc.).

Galeichthys guentheri Regan, 1906:08:124 (descr. original; localidad típica: Golfo de México).

CLASIFICACION TAXONOMICA DE Arius felis

Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata
Superclase:	Pisces
Clase:	Osteichthys
División:	Euteleostei
Orden:	Siluriformes
Familia:	Ariidae
Género:	<u>Arius</u> Cuvier y Valenciennes, 1840
Especie:	A. <u>felis</u> (Linnaeus, 1766)

Tomado de Yáñez-Arancibia, 1981.

DIAGNOSIS DE Arius felis.

Especie del Atlántico de México y su vertiente, cuyo cuerpo - alargado se encuentra cubierto por placas óseas o desnudas, sin escamas verdaderas. Cabeza redondeada, ligeramente achatada por arriba, hocico redondeado transversalmente. Proceso occipital ensanchado en la base, estrechado y truncado posteriormente.

Boca inferior. Tres pares de barbas (un par maxilar y dos pares mentonianos) alrededor de la boca, las barbas maxilares extendidas hasta las aletas pectorales. Paladar con dientes villiformes o setiformes. Sin un pliego membranoso, entre los orificios nasales.

Aleta dorsal provista de una fuerte espina, grande y aserrada, con siete radios. Aleta pectoral con una espina cuyo borde interno es débilmente aserrado. Aleta caudal profundamente bifurcada. Segun- da aleta dorsal adiposa.

Color: Dorso café a café claro y superficie inferior de las aletas pélvicas de color blanquecino.

Castro-Aguirre, 1978.

DESCRIPCION DEL AREA DE COLECTA

La Laguna de Términos se localiza en el sureste del Golfo de México, entre los meridianos $91^{\circ} 15'$ y $92^{\circ} 00'$ longitud oeste y los paralelos $18^{\circ} 25'$ y $19^{\circ} 00'$ latitud norte, en el estado de Campeche. Se comunica con el mar mediante las bocas del Carmen y Paso Real situadas en la zona occidental y oriental respectivamente (Mancilla y Vargas, 1980). Fig. 2.

Su longitud es de 70 Km. y 28 Km. de ancho en su parte más amplia, con una profundidad media de 2.5 m la cual se incrementa gradualmente de la orilla al centro, donde alcanza aproximadamente 4 m (Phteger y Ayala-Castañares, 1971).

Según García et al. (1973), el clima del área es cálido-humedo del tipo Amw. El promedio de precipitación pluvial es de 1680 mm; alcanzando valores de hasta 1200 y 2000 mm anuales: siendo el período de mayor precipitación los meses de Julio a Octubre y en menor grado de Noviembre a Enero (Yañez-Arancibia y Day, 1982).

Esta laguna ha sido ampliamente estudiada y descrita en diversos aspectos por lo que para mayor información se sugiere consultar los trabajos de: Zarur (1962), Flores, C.C. (1985) entre otros.

MATERIAL Y METODOS

Los 8 ejemplares estudiados de Arius felis (cuatro hembras y cuatro machos) fueron colectados por personal del Laboratorio de Genética de Organismos Acuáticos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, en el mes de Mayo de 1985, en la Laguna de Términos Camp., México (Fig. 2).

La captura de los ejemplares se llevó a cabo mediante métodos artesanales de pesca. Posteriormente fueron transportados a las instalaciones de la Estación de Investigaciones Marinas "El Carmen" - del mismo Instituto y mantenidos en acuarios bien aireados hasta el momento en que fueron procesados.

Las técnicas citogenéticas empleadas en el presente estudio, tienen adaptaciones hechas por Uribe et al. (1983), en el Laboratorio de Genética de Organismos Acuáticos del ICM y L., UNAM, a partir de las técnicas implementadas por Mc. Phail y Jones (1966), Looman (1969) entre otros investigadores mencionados en el compendio realizado por Denton (1973).

Técnica Citogenética

1.- Pretratamiento con una solución acuosa de CaCl_2 al 0.1 %,

la cual se administró por vfa intraperitoneal de acuerdo al tamaño del ejemplar (Subrahmanyam, 1969), utilizando aguja y jeringa para insulina, de acuerdo al siguiente rango:

de 5 a 10 cm ---- 0.5 cc
 de 10 a 15 cm ---- 0.75cc
 de 15 a 20 cm ---- 1.0 cc

Este pretratamiento tiene como finalidad promover las divisiones mitóticas y evitar en gran medida la contracción de los cromosomas por la acción de la cohicina. (Subrahmanyam, 1969).

La duración de este pretratamiento fue de noventa minutos y al cabo de éste tiempo se procedió con el siguiente tratamiento.

2.- Se administró a cada uno de los organismos una solución de cohicina al 0.1 % en los musculos anterodorsales según el peso del organismo tratado (Subrahmanyam, 1969): 1.0 cc por cada 10 gr. de peso corporal. De la cantidad total, se inyectó la mitad en el músculo anterodorsal derecho y la otra mitad en el izquierdo.

Este inhibidor mitótico se administró a intervalos de 15 minutos, de esta manera los tiempos utilizados fueron: 45 min; 60 min; 75 min y 90 min.

3.- Posteriormente se procedió a la extirpación de los arcos branquiales, los cuales fueron lavados con agua destilada, con el objeto de retirar partículas contaminates, en seguida se se sometieron al choque hipotónico en KCl al 0.075 M a 37 °C, durante 30 minutos.

Para lograr un buen desprendimiento del epitelio branquial, se separó el material celular de los filamentos branquiales con un bisturí y una vez desprendidos, el material fue suspendido en la so-

lución hipotónica de KCl.

4.- Después el material celular se pasó a un tubo de cetrifuga, donde se resuspendió por medio de una pipeta pasteur y bombilla de hule. Posteriormente se precedió a separar las células de la solulución hipotónica mediante centrifugación durante 5 minutos a 800 -- rpm. Así, se eliminó el sobrenadante obteniéndose el material nuclear (botón) de un color blanquecino.

Para la fijación del botón se utilizó una solución farmer(metanol-ácido acético en una proporción de 3:1). Cuando se agregó el fijador, se resuspende nuevamente el botón y se dejó reposar durante 10 minutos, al cabo de los cuales se centrifugó y se cambio de fijador, repitiéndose la operación por lo menos dos veces, con el propósito de obtener una fijación completa.

5.- Elaboración de preparaciones(laminillas), por medio del goteo: el botón con apariencia blanquecina, se resuspendió finalmente en 2 ml. aproximadamente de solución farmer. Con la pipeta pateur se dejaron caer dos o tres gotas a una altura de 65 cm. aproximadamente, sobre cada uno de los portaobjetos previamente sumergidos en etanol al 70 %.

6.- La tinción de las laminillas se llevó a cabo empleando -- una solución colorante de giemsa (Denton, 1973), elaborada a partir de una solución stock diluida al 3 % con un amortiguador de fosfatos a una concentración de 0.1 M a un ph de 6.8. El tiempo de tinción de las laminillas fue de 25 minutos, después del cual se enjuagaron con agua destilada y se dejaron secar al aire.

7.- La revisión al microscopio de las preparaciones consistió en la búsqueda de campos metafásicos adecuados para el análisis ca--

riológico.

Se microfotografiaron los mejores campos mitóticos utilizando un microscopio Carl Zeiss con aditamentos para la microfotografía, película fotográfica " Kodak " de Technical Pan film, filtro verde de interferencia, optovar 1.0 y objetivos de 16x, 40x y 100x entre otros.

El revelado de la película fotográfica y su impresión en papel Kodabromide F5 fueron realizadas de acuerdo a las técnicas convencionales.

8.- Para la elaboración de los cariotipos, se recortaron los cromosomas de cada una de las impresiones fotográficas mejor logradas y se acomodaron por parejas de homólogos. Posteriormente fueron ordenados de acuerdo a su tamaño y posición del centrómero (Ford, 1961) para armar un total de 10 cariotipos.

9.- Una vez armados los cariotipos se procedió a la medición de los cromosomas por medio de una lupa graduada en mm. De ésta forma se tomaron las medidas de longitud de brazos cromosómicos para así, obtener la longitud total de los cromosomas.

10.- A partir de los cálculos estadísticos de los principales parámetros citogenéticos se llevo a cabo la elaboración de idiograma, (Levan et al. 1964):

- I) Longitud relativa
- II) Proporción de brazos
- III) Índice centromérico
- IV) Diferencia entre brazos

I) El cálculo de la longitud relativa en el complemento cromosómico (Lr) y de cada uno de los pares cromosómicos que los constituyen se realizó sacando el factor de corrección (Fc) de la siguiente manera:

$F_c = 100/\text{sumatoria de la longitud absoluta del complemento en mm.}$

$$L_r = (F_c)(X_i)$$

donde: X_i = Valor absoluto promedio de cada par cromosómico.

II) Proporción de brazos (PB). Utilizando las medidas promedio relativas de cada par cromosómico de los diez cariotipos elaborados tenemos:

$$PB = q/p$$

donde:

q = longitud relativa del brazo largo de cada par cromosómico.

p = longitud relativa del brazo corto de cada par cromosómico.

III) Índice Centromérico(IC). Utilizando las medidas promedio relativas de cada par cromosómico.

$$IC = (p/p + q) 100$$

IV) = Diferencia (D). La diferencia entre el brazo largo y el brazo corto, que indica la posición del centrómero en el cromosoma, se obtiene utilizando las medidas de proporción de brazos, aplicando la siguiente fórmula:

$$D = (PB - 1 \cdot 100) / (PB + 1)$$

Una vez aplicadas las fórmulas, se tabularon los datos obtenidos (Tabla II) con lo cual se determinó la posición del centrómero en cada cromosoma. Así, se procedió a asignar a cada par un grupo cromosómico de acuerdo a la clasificación cromosómica de Levan et al. (1964), realizada con base en la posición del centrómero (Tabla I).

TABLA 1 Clasificación de los cromosomas en base a la posición del centrómero según Levan et al. (1964).

PB	IC	D	CLASIFICACION
1.00	50.0	0.0	Mediocéntrico (M)
1.05	47.5	0.5	metacéntrico (m)
1.67	37.5	2.5	
1.80	36.2	2.8	submetacéntrico (sm)
3.00	25.0	5.0	
3.43	22.5	5.5	subtelocéntrico (st)
7.00	12.5	7.5	
9.00	10.0	8.0	telocéntrico (t)
19.0	2.5	9.5	
	0.0	10.0	Posición Terminal (T)

RESULTADOS

Se estudiaron y procesaron ocho ejemplares. De las 115 metafases en las que se analizó el número cromosómico de acuerdo con la cantidad requerida para la elaboración de los cariotipos, se seleccionaron diez campos mitóticos (suficientes para el análisis estadístico dada las características de estabilidad en el número cromosómico). De ellos fueron:

- Cinco campos mitóticos de cuatro hembras y
- Cinco campos mitóticos de cuatro machos.

Se encontró un número cromosómico modal diploide de $2n = 54$ cromosomas en la mayoría de los campos analizados, por lo que se infiere que su número haploide es de $n = 27$ (Fig. 3 y 4)

La fórmula cromosómica para la especie Arius felis, tomando en cuenta al tamaño de los cromosomas y posición del centrómero es:

$$8m + 6sm + 10st + 3T$$

El cariotipo está formado por 24 pares birrámeos y 3 pares monorrámeos. El número fundamental considerado como el número total de brazos cromosómicos es de 102. (Fig. 3 y 4)



Fig. 3. Cariotipo de Arius felis de la Laguna de Términos Camp.

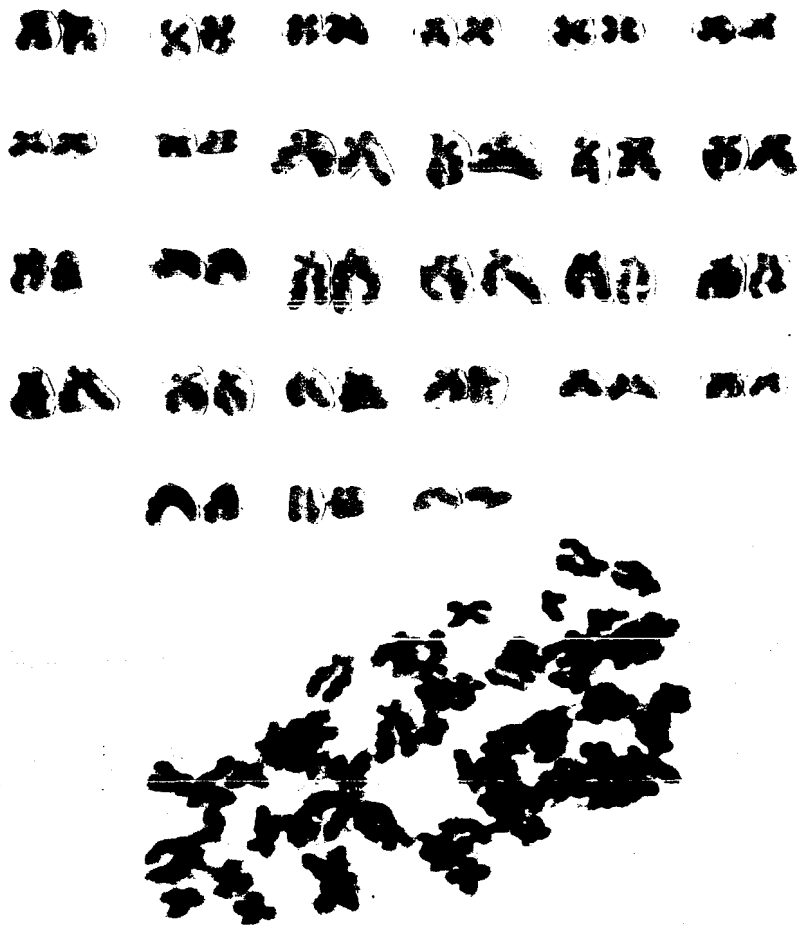


Fig. 4. Cariotipo de Arius felis de la región de la Lag. de Términos Camp.

En la tabla II, se muestran los valores obtenidos de los 10 cariotipos analizados; donde se puede observar que los pares de cromosomas se encuentran en orden de longitud decreciente y se muestran las clasificaciones obtenidas con base a la posición del centrómero, de acuerdo a los métodos de Levan et al. (1964) y Al-Aish --- (1969).

De acuerdo con el análisis estadístico (Tabla II), Arius felis está caracterizada citogenéticamente por presentar:

- Los pares cromosómicos del 1 al 8 del tipo metacéntricos (m).
- Los pares cromosómicos del 9 al 14 del tipo submetacéntrico (st).
- Los pares cromosómicos 25, 26 y 27 del tipo telocéntricos - (T) (Fig. 5).

En la figura 5 se presenta el ideograma del complemento cromosómico haploide promedio obtenido de acuerdo a la posición del centrómero y a la longitud decreciente de los brazos cromosómicos, elaborado con las longitudes relativas de p + q de cada par cromosómico, tomado de la tabla II. .

No se observaron evidencias heteromórficas para identificar cromosomas sexuales en los cariotipos provenientes tanto de machos como de hembras de la especie Arius felis.

TABLA 2. Resultados del Análisis Estadístico de los 10 cariotipos medidos
 de Arius felis de la región de la Laguna de Términos, Camp. Méx.

NC	L. relativa p	L. relativa q	L.r. p+q (LT)	PB	IC	Diferencia	Clasificación
1	1.65 (+/-) .22	2.70 (+/-) .21	4.29 (+/-) .25	1.64	37.93	2.42	m
2	1.52 (+/-) .27	2.48 (+/-) .27	4.00 (+/-) .31	1.64	37.84	2.42	m
3	1.37 (+/-) .23	1.72 (+/-) .31	3.10 (+/-) .23	1.26	44.34	1.15	m
4	1.29 (+/-) .24	1.63 (+/-) .16	2.93 (+/-) .16	1.26	44.17	1.15	m
5	1.32 (+/-) .13	1.53 (+/-) .14	2.85 (+/-) .13	1.16	46.32	0.74	m
6	1.26 (+/-) .17	1.43 (+/-) .24	2.70 (+/-) .35	1.13	46.84	0.61	m
7	1.20 (+/-) .19	1.47 (+/-) .23	2.57 (+/-) .27	1.23	44.94	1.03	m
8	1.33 (+/-) .12	1.42 (+/-) .12	2.57 (+/-) .24	1.17	46.34	1.05	m
9	1.61 (+/-) .12	3.51 (+/-) .30	5.12 (+/-) .28	2.18	31.45	3.71	sm
10	1.52 (+/-) .12	3.31 (+/-) .32	4.83 (+/-) .32	2.18	31.47	3.71	sm
11	1.44 (+/-) .16	3.22 (+/-) .26	4.66 (+/-) .34	2.24	30.90	3.83	sm
12	1.14 (+/-) .16	3.36 (+/-) .29	4.51 (+/-) .39	2.95	25.33	4.94	sm
13	1.10 (+/-) .11	2.97 (+/-) .31	4.06 (+/-) .44	2.70	27.03	4.59	sm
14	1.37 (+/-) .22	2.60 (+/-) .17	3.98 (+/-) .22	1.90	34.51	3.10	sm
15	0.57 (+/-) .09	3.56 (+/-) .39	4.13 (+/-) .23	6.25	13.80	7.24	st
16	0.55 (+/-) .10	3.50 (+/-) .38	4.05 (+/-) .35	6.40	13.58	7.30	st
17	0.53 (+/-) .08	3.50 (+/-) .29	4.03 (+/-) .27	6.60	13.15	7.37	st
18	0.52 (+/-) .11	2.91 (+/-) .30	3.53 (+/-) .33	5.60	14.73	6.97	st
19	0.55 (+/-) .12	2.80 (+/-) .17	3.35 (+/-) .19	5.09	16.41	6.72	st
20	0.58 (+/-) .07	2.72 (+/-) .22	3.30 (+/-) .14	4.69	17.58	6.49	st
21	0.52 (+/-) .10	2.49 (+/-) .18	3.01 (+/-) .15	4.79	17.28	6.55	st
22	0.45 (+/-) .07	2.41 (+/-) .31	2.86 (+/-) .16	5.36	15.73	6.86	st
23	0.55 (+/-) .08	2.38 (+/-) .32	2.46 (+/-) .27	3.71	21.21	5.76	st
24	0.48 (+/-) .06	2.00 (+/-) .29	2.48 (+/-) .12	4.17	19.35	6.13	st
25		2.87 (+/-) .17					T
26		2.69 (+/-) .17					T
27		2.59 (+/-) .14					T

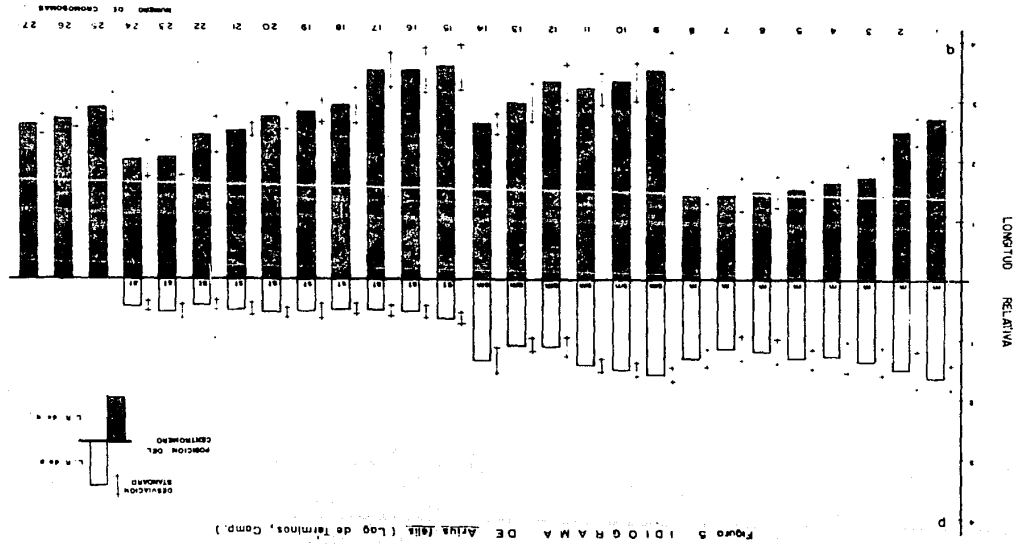
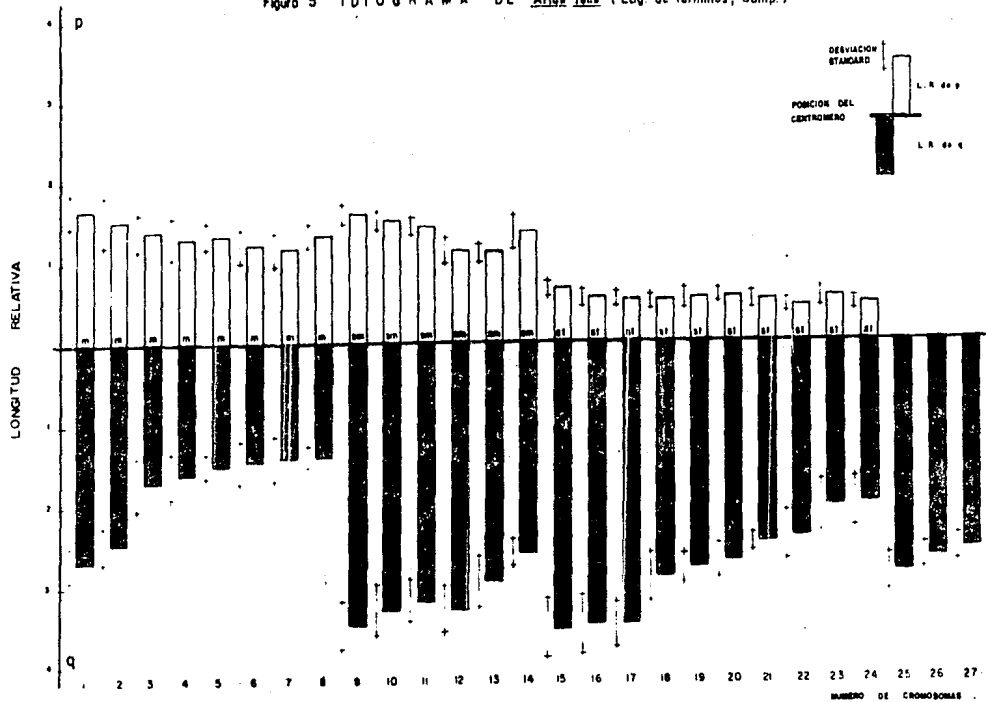


Figura 5 IDIOGRAMA DE *Ariya felis* (Log. de Terminos, Camp.)



DISCUSION

La mayoría de las familias del orden Siluriformes que han sido estudiadas citogenéticamente, presentan números diploides entre 40 y 60 (LeGrand, 1978). Dentro de este rango encontramos a las especies de la familia Ariidae que han sido estudiadas cariotípicamente hasta el momento. Así, tenemos que la población de Arius felis del presente trabajo está representada por organismos que tienen un número cromosómico diploide de 54 (Tabla V).

Al establecer una comparación entre la especie Arius felis del presente trabajo con Galeichthys caeruleus, estudiada citogenéticamente por Arreguín en 1983 y Arius melanopus por Ramírez en 1985; se observa que difieren en cuanto al número cromosómico. Mientras que en G. caeruleus y A. melanopus encontramos un número cromosómico diploide de 52, en Arius felis tenemos que es de 54.

Por otro lado no se encuentra ninguna diferencia en cuanto al número fundamental (NF) entre la especie del presente estudio y G. caeruleus, siendo que en las dos el NF es de 102. Sin embargo, en Arius melanopus se presenta un número mayor (NF= 54), ya que la totalidad de sus cromosomas son birrámeos.

Tanto en Arius felis de la Laguna de Términos como en Arius melanopus y Galeichthys caeruleus, vemos que existe la presencia de

TABLA V. Morfotipos cromosómicos de las especies de la familia Ariidae del orden Siluriformes.

Especies	NF	2n	Fórmula Cromosómica	Referencias
<u>Arius felis</u>	102	54	8m + 6sm + 10st + 3T	Presente Estudio
<u>Galeichthys caerulescens</u>	102	52	8m + 12sm + 5st + 1T	Arreguín, 1983
<u>Arius melanopus</u>	104	52	8m + 15sm + 3st	Ramírez, 1985

8 pares de cromosomas metacéntricos (de acuerdo a la Clasificación de Levan, 1964). Sin embargo con respecto a la distribución de los 6 pares de cromosomas sm, 10 pares de st y 3 pares de T, presentes en la población de Arius felis aquí estudiada, vemos que se ha modificado en 12 pares sm, 5 pares st y 1 par T de G. caeruleascens, por el contrario en Arius melanopus esta modificación consiste en la presencia de 15 sm y 3 st (Tabla V).

La presencia de tres pares monorráneos en Arius felis de la - que se informa en el presente trabajo, hace que esta población puede ser considerada como menos evolucionada cromosomicamente que cualquier otra especie de la familia Ariidae cuyo cariotipo se conoce hasta el momento. Cabe señalar, que A. melanopus es considerada por Ramírez - (1985) como más evolucionada cariotípicamente que G. caeruleascens, da do que la primera presenta todos sus cromosomas de tipo birráneo y la segunda presenta un par monorráneo. A este respecto, Mayer y Roberts (1969), proponen que los peces citogenéticamente primitivos presentan un alto número cromosómico con la mayoría de sus cromosomas del tipo telocéntrico (monorráneo), mientras que los más avanzados poseen menor número de cromosomas y de ellos mayor número del tipo metacéntricos (birráneos).

Para poder establecer homologías más finas entre los cromosomas y por tanto de los pares cromosómicos, modificados por los reacomodos cromosómicos de las especies relacionadas con Arius felis, es necesario que se lleven a cabo trabajos empleando técnicas de bandedo cromosómico de tipo G, C, Q, entre otros, o bien, hacer estudios electroforéticos de semantidos terciarios(proteínas que presentan un sentido evolutivo y son las únicas que nos pueden dar información confiable acerca de la identidad del organismo) (Zuckerlandl y Pauling, -- 1965).

No obstante, podemos decir que aparentemente hay una tendencia a disminuir el número cromosómico y a incrementar el número de cromos-

somas birrámeos, entre los miembros de la familia Ariidae cuyo cariotipo se conoce hasta el momento. Así, tenemos el caso de A. melanopus cuyo número cromosómico es de 52 y la totalidad de sus cromosomas son birrámeos. Por el contrario los organismos estudiados en el presente trabajo presentan 24 pares birrámeos, tres pares monorrámeos y con un número diploide de 54.

Con respecto a G. caerulescens tenemos que presenta una cantidad menor de cromosomas birrámeos (20 pares) y un solo par monorrámeo, que las otras dos especies anteriores. El número cromosómico -- ($2n= 52$), también es menor que el perteneciente a A. felis.

Estos cambios pudieron haberse dado por adiciones de heterocromatina en los brazos "p" hasta formar brazos más largos o viceversa. Así, tenemos que el par 26 de G. caerulescens pudo haber incrementado el brazo "p" y por ello el par cromosómico correspondiente al homólogo de A. melanopus pasa a ser st a partir de un T como lo señala Ramírez op. cit. También una inversión pericéntrica pudo alterar la posición centromérica, sin embargo y aunque menos probable por involucrar dos mutaciones simultáneas. Este cromosoma birrámeo pudo también haberse originado a partir de fisiones y fusiones céntricas de un cromosoma monorrámeo con pérdida de un segmento (Kirpichnikov, 1981 y Schaefer, 1981).

La comparación de los cariotipos sobre los que versa este trabajo, con el cariotipo de A. felis de la región de Caminada Bay en Grand Isle, Louisiana, USA., muestra que el número diploide es de 54 en ambos estudios. En cuanto al número fundamental no se puede hacer una clara comparación, dado que no se reporta específicamente el NF en el estudio realizado en los especímenes de Caminada Bay, USA., en el presente estudio se establece que el NF es de 102.

Con respecto al complemento cromosómico de los dos estudios citogenéticos de la especie A. felis, no fue posible establecer cla--

ras comparaciones debido a que en el estudio realizado en Caminada, Bay, USA., no se reportan datos estadísticos elaborados a partir de mediciones de los cromosomas. Sin embargo, se puede observar a groso modo una gran semejanza entre el cariotipo reportado por LeGrand, -- 1981 y los elaborados en el presente estudio.

En los organismos de Arius felis de Louisiana, USA., no se estableció la presencia o ausencia de cromosomas sexuales diferenciados, lo que se pudo haber debido a que de los cuatro organismos utilizados la totalidad de ellos fueron del mismo sexo. Por el contrario en el presente estudio, se determinó el sexo de los organismos y en base al examen cromosómico obtenido tanto de machos como de hembras, permite afirmar que no existe heteromorfismo sexual cromosómico, como consecuencia de cromosomas sexuales diferenciados.

Debido a que no se ha reportado la existencia de cromosomas sexuales en los bagres de la familia Ariidae cuyo cariotipo se conoce hasta el momento y con lo propuesto en el presente estudio sobre la ausencia de heteromorfismo sexual cromosómico, se propone que los genes encargados de la determinación del sexo se encuentran probablemente distribuidos en los autosomas.

En el presente estudio se utilizó el epitelio branquial para llegar a caracterizar citogenéticamente a los organismos de A. felis, mientras que en los organismos de la misma especie de Caminada, USA., los tejidos utilizados fueron el riñón y el bazo. Con respecto a esto, no se encontraron diferencias en el complemento cromosómico proveniente de cada uno de los tejidos utilizados en ambos estudios de A. felis.

Gosline (1975) ha sugerido, que los bagres de la familia Ariidae, Pimelodidae, Ictaluridae, Bagridae y Doradidae forman un grupo cercano al tronco basal de los siluriformes. Por otro lado, Cione (1980)

en base al informe del hallazgo del primer Siluriforme encontrado en el Cretácico de la Patagonia (parte meridional, entre Chile y Argentina), propone que el punto de radiación del orden, es en la parte Sur de América (Lundber, 1975 y Alvarez del Villar, 1978). Aunado a esto tenemos que según Lagler (1977) de las treinta familias que constituyen al Orden Siluriformes, solamente dos; los bagres de la familia Ariidae y Plotosidae son marinos, pero sin duda se han derivado de ancestros de agua dulce. Es también consistente considerar que el punto de radiación, de acuerdo con la historia geográfica, surgió entre América del Sur, Africa, India y la Antártida cuando estos integraban la Pangea a finales del Paleozoico.

Posteriormente en la Era Mesozoica cuando se presentó la separación de los continentes se originó un flujo de migración hacia la parte norte de América a través de ambos Océanos tanto del Pacífico como Atlántico (Ramírez, op. cit.).

En base a todo lo anterior se puede afirmar que la gran semejanza del cariotipo de Arius felis de la Laguna de Términos con respecto al de Galeichthys caerulescens del Océano Pacífico y al de Arius melanopus del Golfo de México, incluso entre los dos estudios citogenéticos realizados en Arius felis, probablemente se deba a que son razas originadas de un ancestro común relativamente cercano, cuya divergencia evolutiva fue consecuencia de un aislamiento geográfico originado por el ascenso de las áreas que se encontraban sumergidas en el Océano al final de la era secundaria o Mesozoica y durante la Era Terciaria o Cenozoica, en que siguió habiendo importantes cambios en el territorio que comprende la República mexicana (Sanches, 1974 y Briggs, 1974).

CONCLUSIONES

La técnica citogenética utilizada fue la adecuada para el objetivo propuesto. El tratamiento con colchicina a diferentes intervalos de tiempo permitió establecer que 45 minutos es el tiempo óptimo para la acción de la colchicina, proporcionando resultados satisfactorios.

El número cromosómico modal diploide de Arius felis es de 54, por lo que se infiere que su número haploide es de 27.

La fórmula cromosómica para el bagre marino, Arius felis colectado en la Laguna de Términos Camp. que se establece es:

$$8m + 6sm + 10st + 3T$$

El número fundamental es de 102 brazos cromosómicos.

No se observaron evidencias heteromórficas para identificar cromosomas sexuales.

La estructura del cariotipo de Arius felis en comparación con Galeichthys caerulescens y Arius melanopus, muestra que la primera especie se encuentra cariotípicamente en una etapa evolutiva inferior con respecto a la segunda, mientras que la tercera se encuentra en la

etapa evolutiva más avanzada con respecto a las dos primeras.

Este tipo de estudio puede ser empleado en trabajos posteriores como herramienta para lograr mejoramiento y elevada producción de la especie Arius felis, la cual junto con los demás miembros de la familia Ariidae son considerados como un recurso de importancia económica para el país.

REFERENCIAS

- ALVAREZ DEL VILLAR, J. 1980. Relación entre la Geomorfología Mesoamericana y la Distribución Actual de los peces. (The relationship between Mesoamerican Geomorfology and the modern Distribution of fish). Univ. Nal. Autón. - México. Bol., N° 101. 182-192.
- ALVAREZ, J. 1950. Claves para la determinación de especies en los peces de aguas continentales mexicanas. - Imp. Tall. Gráfs. de la nación. México. 144 p.
- ARREGUIN, E. R. 1983. Caracterización Citogenética en el Bagre (Ga--
leichthys caerulescens). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 48 pp.
- AYALA-CASTAÑARES, A., 1963. Sistemática y Distribución de los Foraminíferos Recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. Bol. Inst. Geol. Univ. Nal. Autón. México. 67 (3): 1-130.
- BOND, C. E., 1979. Biology of Fishes. Saunders College Publishing, - Philadelphia, 514 p.

- BRIGGS, J. S. 1974. Marine Zoogeography. Mc. Graw Hill Book Company. New York.
- CASTRO-AGUIRRE, J. L. 1978. Catálogo Sistemático de los Peces Marinos que Penetran a las Aguas Continentales de México con Aspectos Zoogeográficos y Ecológicos. Dir. Gral. Inst. - Nal. Pesca. México. Serie Científica. 19: 1-298.
- CASTORENA, S. I., URIBE, A. M., ARREGUIN, E. J. 1983. Estudio cromosómico de poblaciones del género Tilapia Smith (pices-Cichlidae), provenientes de tres regiones de México. Veterinaria Méx. 14
- CIONE, A. L. 1980. El Primer Siluriforme (Osteichthyes, Ostariophysi) del Crétacico de la Patagonia; consideraciones sobre el área de diferenciación 2n de los siluriformes; aspectos biogeográficos. Actas del Segundo Congreso Latinoamericano de Paleontología y Bioestatigrafía y primer Congreso Latinoamericano de Paleontología; Asoc. Paleontol. Argent. Tomo 2. Buenos Aires, Argentina. 35-46.
- CHRISTMAS, J. Y. y R. S. WALER, 1973. Estuarine vertebrates, Mississippi, p. 320-434. In: Christmas, J. Y. (Ed.) Cooperative Gulf of México -- Estuarine Inventory and Study Mississippi. Gulf Coast. Res. Lab. Ocean Springs. M. S.

- DENTON, T. E. 1973. Fish Chromosome Methodology. Published by Charles, C. Thomas. Illinois, USA. 166 pp.
- DOBZHANSKY, T., J. F., AYALA, G. L., STEBBINS y J. W. VALENTINE, 1980. Evolución. Omega. Barcelona, 588 pp.
- DOERMANN, J. E., D. J. HUDDLESTON & S. H. THOMPSON, 1977. Age and rate of growth of the sea catfish Arius felis in Mississippi coastal waters. - J. Tenn. Acad. Sci., 52 (4): 148.
- DURAN-GONZALEZ, A., F. RODRIGEZ., A. LAGUARDA., 1984. Polimorfisme cromosomique at nombre diploide dans -- une population de Isognomon alatus (Bivalvia: Isognomonidae). Malacological Reviv. 17: 85-92.
- FISHER, W., 1978. FAO species identification sheets for fishery purposes, Western Central Atlantic (fishing area 31). Roma, FAO, vols. 1-7.
- FLORES-COTO, C. 1985. Estudio comparativo del Ictioplancton de las Lagunas Costeras de Tamiahua, Alvarado y Términos, del Golfo de México. Tesis Doctoral.
- FORD, C. E. 1961. Methodology of Chromosomal Analysis in Man. Syverton Memorial Symposium on Analytic Cell Culture, Detroit, Michigan. National Cancer Institute Monograph. N° 7.
- FRANKS, J. S., J. Y. CHRISTMAS, W. L. SILER, R. COMBS, R. WALER & C. BURNS, 1972. A study of the nektonic -

and bentic faunas of the shallow Gulf of México off the State of Mississippi. Gulf Re. Rep., 4: 1-148.

- GALLAWAY, B. J. y k. STRWN, 1974. Seasonal abundance and distribution of marine fishes at hot-water discharge in Galveston Bay, Texas. Contr. Mar. Sci. Univ. Texas, 18: 71-137.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana. Inst. de Geografía. UNAM, México.
- GONZALEZ, V. L. I. , 1972. Aspectos biológicos y distribución de algunas especies de peces de la familia Ariidae de las lagunas litorales del noroeste de México. Tesis Profesional Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Autón. - México. 88p.
- GOWANLOCH, J. N., 1965. Fishes and Fishing in Louisiana. La. Dept. - Conserv. Bull. 23: 638 p. Reprint Baton Rouge: Claitoris Bookstore, 1965.
- GUDGER, E. W., 1912. Oral gestation in the grafftopsail catfish, Felichthys felis. Science 35 (892): 192.
- , 1916. The graff-topsail, Felichthys felis, a sea catfish that carrier its eggs in its mouth. Zoologica, 2(5): 123-158.
- , 1918. Oral gestation in the graff-topsail cat-fish ---

- Felichthys felis. C. Inst. Wash. Publ.,
252: 25-52.
- GUNTER, G., 1945. Estudios on marine fishes of Texas. Publ. Inst. +
Mar. Sci. Univ. Texas, 1: 1-190.
- HINEGADNER, R. T. and D. E. ROSEN. 1972. Celuar DNA content and the
evoluton of the teleostean fishes. --
Am. Nat., 106: 621-644.
- JACSON, R. C., 1971. The Karyotype and Sistematics. Dept. of Biol.
Texas Tech University, Lubbock, Texas.
2: 327-367.
- KIRPICHNIKOV, V. S. 1981. Genetic Bases of Fish Selection. Springer-
Verlag, New York.
- LAGLER, K. F., BARADACH, J. E., MAYPASSINO, D. R. 1977. Ichthyology.
Edit. Jhon Wiley & Sons. New York.
- LEE, G., 1931. Oral gestation in the marine six-whiske-red catfish,
Galeichthys felis. Anat. Rec., 51 (1):
60.
- , 1937. Oral gestation in the marine catfish, Galeichthys fe-
lis. Copeia, 1: 44-56.
- LeGrand, W. H., 1978. Cytotaxonomy and chromosomal evolution in Noth
American catfishes (Siluriformes, Ictal-
uridae) qith emphasis on Noturus. Un-
publ. Ph. Dissertation, Ohio State -
University in Columbus.

- LEGRAND, W. H. 1980. The chromosome complement of Arius felis (Siluriformes, Ariidae). Jap. J. Ichthyol. 27: 82-84.
- , 1981. Chromosomal evolution in North American catfishes (Siluriformes, Ictaluridae) with particular emphasis on the madtom, Noturus. Copeia. 1: 33-52.
- LIEPMAN, M., HUBBS, C. 1969. A Karyological Analysis on two Cyprinid Fishes. Notemigonus chrysoleucas and Notropis lutrensis. Tex. Rep. Biol. - Med. 27: 427-435.
- LUENGO, J. A., 1972. Studies on the reproduction of some marine catfish. Acta Cient. Uener., 23;70
- , 1973. Notes on reproduction in several marine catfish. Bull. Zool. Mus. Univ. Amst. 3 (3): 47-51.
- LUNBERG., John, G. 1975. The Fossil Catfishes of North America: Papers on paleontology N° 11 (Claude W. - Hibbard Memorial. Vol. 2). 51 pp.
- MALDONADO-MONROY, M. de C., M. URIBE-ALCOCER., ARREGUIN-ESPINOSA, J. y CASTRO-PEREZ, A. 1985. Karyotypical Studies on Dormitator maculatus Bloch and Gobiomorus dormitor Lacepede (Gobiidae:Perciformes). Cytologia, 50(4): 663-669.

- MANCILLA-PEREZA, M. y M. VARGAS-FLORES, 1980. Los primeros estudios sobre la circulación y el flujo neto de agua a través de la Laguna de Términos, Campeche. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 7. (2): 1-12.
- MAYR, E., 1963. Especies Animales y Evolución. Universidad de Chile y Ed. Artel, S.A. España, 808 pp.
- METTLER, L. E., T. G. GREGG, 1973. Genética de las poblaciones y evolución. UTEHA, 245 pp.
- MILLER, R. R. 1966. Geographical distribution of central American -- freshwater fishes. Copeia. 4: 773-802.
- MURAMOTO, J., S. OHNO and N. B. ATKIN. 1968. On the diploid state of the fish order Ostariophysi. Chromosoma 24: 59-66.
- OJIMA, Y., K. UENO and HAYASHI. 1976. A review of the chromosome numbers in fishes. La Kromosoma 11-1: 19-47.
- PHLEGER, F. B., and A. AYALA-CASTANARES., 1979. Processes and history of Terminos Lagoon, México. Bull. Am. - Ass. Petrol. Geol., 55 (2):2130-2140.
- RAMIREZ. E. A., 1985. Estudios Citogenéticos en el Bagre Marino Arius melanopus. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 48 pp.

- RESENDEZ-MEDINA, A., 1981a. Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México. I. Biótica. 6 (3): 239-291.
- RESENDEZ-MEDINA, A., 1981b. Estudios de los peces de la Laguna de Términos Campeche, México. II. Última parte. Biótica, 6 (4): 245-430.
- RILEY, R., 1977. The evolution of Karyotypes an Introduction. Chromosome 6: 119-120.
- SANCHES-MOLINA, A. 1974. Síntesis Geográfica de México. Ed. Trillas. Ed. Trillas. México. 265. pp.
- SANCHES-GIL, P., 1985. Ecología, estructura y función de las comunidades de peces demersales de la Sonda de Campeche frente a la Laguna de Términos. Tesis M. en C. del Mar (Oceanografía Biológica y Pesquera) CCH, Inst. Ciencias del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. México, 367 p.
- SCHULZ-SCHAEFFER, J. 1981. Cytogenetics. Springer-Verlag, New York, - USA. 446 pp.
- SOTA, S. R. dela, 1967. La Taxonomía y la Revolución de las Ciencias Biológicas. Monografía N° 3. Depto. de Asuntos Científicos O.E.A. 80 p.
- SUBRAHMANYAM, K., 1969. A Karyotypic Study of the Estuarine Fish Boleophthalmus boddarti (pallas) with TREATMENT, Curr. Sci., 28 (18): 437.

- URIBE-ALCOCER, M. 1977. Estudio Citogenético en Algunos Roedores y Lagomorfos del Valle de México. Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias, UNAM.
- URIBE-ALCOCER, M. 1982. Citogenética Ictiológica. Experiencias y perspectivas Memorias del Curso de Actualización División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. 27-33.
- URIBE-ALCOCER, M., J. ARREGUIN-ESPINOSA., TORRES-PADILLA, A. y CASTRO-PEREZ, A. 1983. Los cromosomas de Dormitator latifrons (Pisces:Gobiidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. -- Univ. Nal. Autón. México. 10 (1): 23-30.
- WOLTERS, W. R., C. L. CHRISMAN and G. S. LIBEY. 1981. Lymphocyte Culture for Chromosomal Analyses of Channel Catfish, Ictalurus punctatus. Coopeia 2: 503-504.
- YAREZ-ARANCIBIA, A. 1981. Biología y Ecología del Bagre Arius melano-
pus Gunther en la Laguna de Términos, Sur del Golfo de México. (Pisces:Ariidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 8 (1): 267-308.
- YAREZ-ARANCIBIA, A. and J. DAY, 1982. Ecological Characterization of Terminos Lagoon, a Tropical Lagoon Estuarine System in the Southern Gulf of México. Oceanological Acta. Vol. Spec. 5 (4): 431-440.

YAREZ-ARANCIBIA A., A. L. LARA-DOMINGUEZ, A. AGUIRRE-LEON, S. DIAZ--
 RUIZ, F. AMEZCUA-LINARES, D. FLORES---
 HERNANDEZ y P. CHAVANCE, 1984f. Ecolo-
 g. of dominant fish population in -
 tropical stuaries: Enviromental fac---
 tors regulatin biological strategies -
 and production. Cap. 15. In: Yañez-A--
 rancibia, A. (Ed.) Fish Comunity Ecolo-
 gy in Estuaries and Coastal Lagoons: -
 Towards and Ecosystem Integration. Edí-
 torial Universitaria, UNAM-PUAL-ICMyL,
 México, 900 p. (en prensa).

YAREZ-ARANCIBIA, A. Y P. SANCHES-GIL, 1985. Los Peces Demersales de
 la Plataforma Continental del sur del
 Golfo de México. Vol. 1. Caracteriza--
 ción Ambiental, Ecología y Evaluación
 de las Especies, Poblaciones y Comuni-
 dades. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.
 Univ. Nat. Autón. México, Publ. Esp.
 9: 450 p. (en prensa).

ZARUR, A., 1962. Algunas consideraciones geobiológicas de la Laguna
 de Términos, Campeche, México. Revta.
Soc. Méx. Hist. Nat., 23: 51-63.

ZUCKERLANDL, E., PAULING, L. 1965. Molecules as Documents of Evolu-
 tionary History. J. Theor. Biol. 8: --
 357-366.