



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

CAMPUS IZTACALA

400282



61060

"ANALISIS DESCRIPTIVO DEL ESQUELETO DE  
Raja texana (Chondrichthyes: Rajoidei)"

*B01217/96*  
*Ej. 1*

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**B I O L O G O**

**P R E S E N T A**

**VICTOR MANUEL MARTINEZ VALVERDE**

DIRECTORÁ DE TESIS: BIOL. MONICA GONZALEZ ISAIS



LOS REYES IZTACALA

1996



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.

## DEDICATORIA

A mis padres

Juan Martínez y Blandina Valverde

Por toda la confianza depositada en mí

A mis hermanos:

Juan  
Javier  
Verónica  
César

A mis tíos

Francisco Martínez y Elías Geronimo por todo ese apoyo incondicional

A mis cuates de toda la carrera: Miguel, Carlos Antonio, Gerardo, Israel ,  
Arael, Alberto y Héctor

## AGREDECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a la bióloga MONICA GONZALES ISAIS mi asesora por brindarme todo su apoyo y confianza.

Al Biól. Jorge Gersenowies por su ayuda y comentarios acertados durante la realización de este trabajo.

A los revisores:

Biól. Alba Marquez, Biól. José Antonio Martínez, y al Biól. Mario Fernandez, por su tiempo dedicado a la revisión de este trabajo.

A mi gran amiga Araceli y su familia, por la ayuda de este manuscrito y abrirme las puertas de su casa.

A la familia Gómez-Tagle Chávez, por su sencillez y por brindarme la mano.

**A TI ROXANA POR INYECTARME ESE GRAN AMOR, CALOR Y VALOR  
HUMANO**

## INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
ANTECEDENTES	7
OBJETIVOS	10
METODOLOGIA	11
RESULTADOS	15
ANALISIS	33
CONCLUSIONES	37
APENDICE	38
BIBLIOGRAFIA	54

## RESUMEN

La familia Rajidae es el grupo más diverso de batoideos, con aproximadamente 222 especies en todo el mundo. La mayoría de los trabajos de rajidos se han enfocado a especies que habitan en latitudes altas, casi no se han hecho estudios sobre las especies que habitan en las costas mexicanas. Por lo cual el objetivo del presente trabajo fue analizar el desarrollo del esqueleto de *Raja texana* en diferentes etapas de crecimiento.

Los organismos se capturaron en el Golfo de México y fueron transparentados y se tomaron 28 medidas morfométricas del cráneo, escapulacoracoides, radios y vertebras. Se describió el cráneo las cinturas pélvica y pectoral así como los gonopterigios de 5 organismos en diferente etapa de desarrollo.

*Raja texana* presenta diferencias entre organismos pequeños y grandes en el apéndice y cartilago rostral. De todas las medidas obtenidas del cráneo en 4 presentó dimorfismo sexual: ancho del cráneo, altura del cráneo, longitud de la fontanela posterior y en la altura del cartilago rostral. De todas las medidas del escapulacoracoides, solamente en 3 medidas hay dimorfismo sexual: en la altura mayor, la altura de la fenestra anterior y la altura de la fenestra postdorsal.

Finalmente, en los gonopterigios de los organismos pequeños únicamente se observó el cartilago axial. En los organismos mayores de 500 mm de longitud total ya se observan todos los cartilagos bien calcificados, a partir de esta talla los organismos fueron considerados como adultos.

## INTRODUCCION

El grupo de los batoideos comprende de 400 a 500 especies actuales, divididas tradicionalmente en 5 grupos monofiléticos (pristoideos, rhinobatoideos, rajoideos, torpedenoideos y miliobatoideos). Se les conoce comunmente como rayas, peces guitarra y torpedos. Los primeros batoideos conocidos tenían forma similar a la de los rhinobatidos, los cuales aparecieron en el Jurásico Inferior (Compagno, 1977; Miyake y McEachran, 1991; Alvarez, 1977).

Con la mecanización de la industria pesquera, y con la reciente intensificación de la pesca la producción de rayas y rajidos en toda la India se incremento de 35,000 toneladas a 56,000 toneladas en 1981. En el norte de Europa estos organismos tienen mucha demanda y el precio por libra es muy alto (Devados, 1984; Bigelow y Schroeder, 1953a.).

Dentro de los batoideos la familia Rajidae es el grupo más diverso, y cuenta con aproximadamente 222 especies que se distribuyen en todo el mundo (Compagno *et. al.* 1989 en Ebert *et. al.* 1991).

### CARACTERISTICAS GENERALES DE LA FAMILIA RAJIDAE

Estos organismos son abundantes en aguas profundas y habitan, principalmente, latitudes boreales y templadas a lo largo de los océanos Atlántico y Pacífico. En esta familia encontramos organismos de tamaño variado, que van desde muy pequeños (20 a 30 cm. de la longitud total en *Breviraja*), hasta muy grandes (más de 2 metros de longitud total para *Bathyraja*). El cuerpo está deprimido, en tanto que la cabeza y el tronco se van haciendo más anchos hacia la parte posterior. Las órbitas son prominentes y los espiráculos están cerca de los ojos. El morro forma un ángulo que puede ser agudo hasta obtusamente redondeado; la parte anterior del cráneo se extiende como una proyección rostral, la cual puede ser robusta o delicada. La boca puede ser transversa a más o menos arqueada y tiene numerosos dientes



pequeños dispuestos en bandas a lo largo de las mandíbulas. Las aperturas nasales son pequeñas y cortas y se localizan en frente de la boca. Las aletas pectorales forman un disco de forma rómbico o circular, y están completamente fusionadas a ambos lados de la cabeza y el tronco (Bigelow y Schroeder, 1953a).

Las aletas pélvicas tienen sus márgenes exteriores de ligeramente cóncavos a muy cóncavos, de modo que la división de la aleta forma una estructura semejante a una extremidad totalmente separada de la parte posterior, poseen dos aletas dorsales. La cola es moderadamente delgada midiendo no más de dos veces la longitud total del tronco del cuerpo, dorsalmente es redonda y ventralmente aplanada. La superficie ventral puede ser lisa o presentar pequeñas espinas; raramente se desarrollan algunas espinas irregulares. Las espinas pueden variar con el crecimiento, edad y madurez sexual (Bigelow y Shroeder, 1953a).

### ESQUELETO

Dentro de las características del esqueleto, de este grupo, una de las más estudiadas es el cráneo, el cual presenta una cavidad precerebral usualmente abierta en la parte dorsal; la fontanela anterior no ésta delimitada anteriormente por un anillo transversal; las cápsulas nasales están expandidas lateral o anterolateralmente; el septo nasal es ancho y deprimido y separa a las cápsulas nasales; presentan una fenestra frontoparietal, la cual puede estar presente o ausente. Cuando está presente, se separa de la fontanela anterior. En estos organismos, los procesos orbitales están pobremente desarrollados al igual que los procesos postorbitales; las crestas supraorbitales están presentes; hay un par de foraminas carótidas presentes cerca o en la línea media de la placa basal, cuando son dos, una está cerca de la otra. Los cóndilos occipitales son pequeños, se localizan en posición ventral y no cubren el occipucio; los cartílagos anterorbitales, pequeños, están distalmente expandidos y se articulan con los cóndilos postlaterales de

las cápsulas nasales (fusionados en las cápsulas en *Rhina*), además están dirigidos posteriormente o postlateralmente y se articulan con el protopterigio (Compagno, 1973).

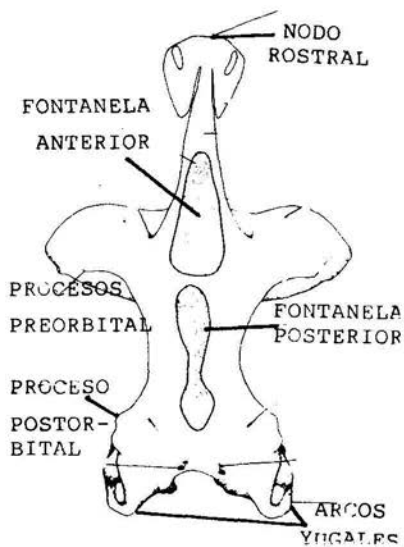


Fig. 1. Cráneo de *Breviraja marklei* tomado de McEchran y Miyake, 1987.

Por lo que respecta a la columna vertebral, la sinarcualia cervicotorácica es larga en los géneros vivientes, en los cuales alcanza o se extiende hasta la cintura pectoral, como una cubierta en forma de anillo para la médula espinal. Presenta una proyección ventral en forma de clavija o de canal que encaja entre los cóndilos occipitales. En la cintura escapular, el supraescapular está fusionado o articulado con el extremo dorsal, pero no forma una cuenca o cóndilos. El supraescapular puede estar en forma de placas anchas. El protopterigio es corto o muy largo, y cae posteriormente hasta las cápsulas nasales o se extiende anteriormente a ellas, cerca de la punta del morro (Compagno, op. cit. 1973).

#### ***Raja texana* Chanler, 1921**

Dentro de la familia Rajidae hay dos especies que se encuentran de manera abundante en las costas de México: *Raja equatorialis* que se distribuye desde la costa de Sinaloa hasta Colombia y *Raja texana* que se encuentra en las costas del Golfo de México (Secretaría de Industria y Comercio, 1976). Esta última especie se caracteriza por tener la aleta pectoral en forma rombica o a veces forma un disco que es de 1.2 a 1.3 veces tan ancho como de largo; las esquinas exteriores del disco están abruptamente redondeadas y las esquinas posteriores extensamente redondeadas. El morro está moderadamente proyectado, las áreas del morro son semitransparentes, el ángulo de éste es de 85 a 106°. La cola abarca cerca del 55% de la longitud total, en ésta se encuentran las aletas dorsales, las cuales tienen forma y tamaño similar. La superficie superior del disco tiene espinas en forma de arco a lo largo del margen interno de las órbitas y espiráculos, también se presentan en series lineales desde la región nugal hasta la primera aleta dorsal. La superficie superior muestra un color café y tiene un par de manchas ocelares redondas en las aletas pectorales, el ocelo es de café oscuro a negro rodeado por un anillo amarillo; la superficie ventral es blanquesina (Compagno, 1984).

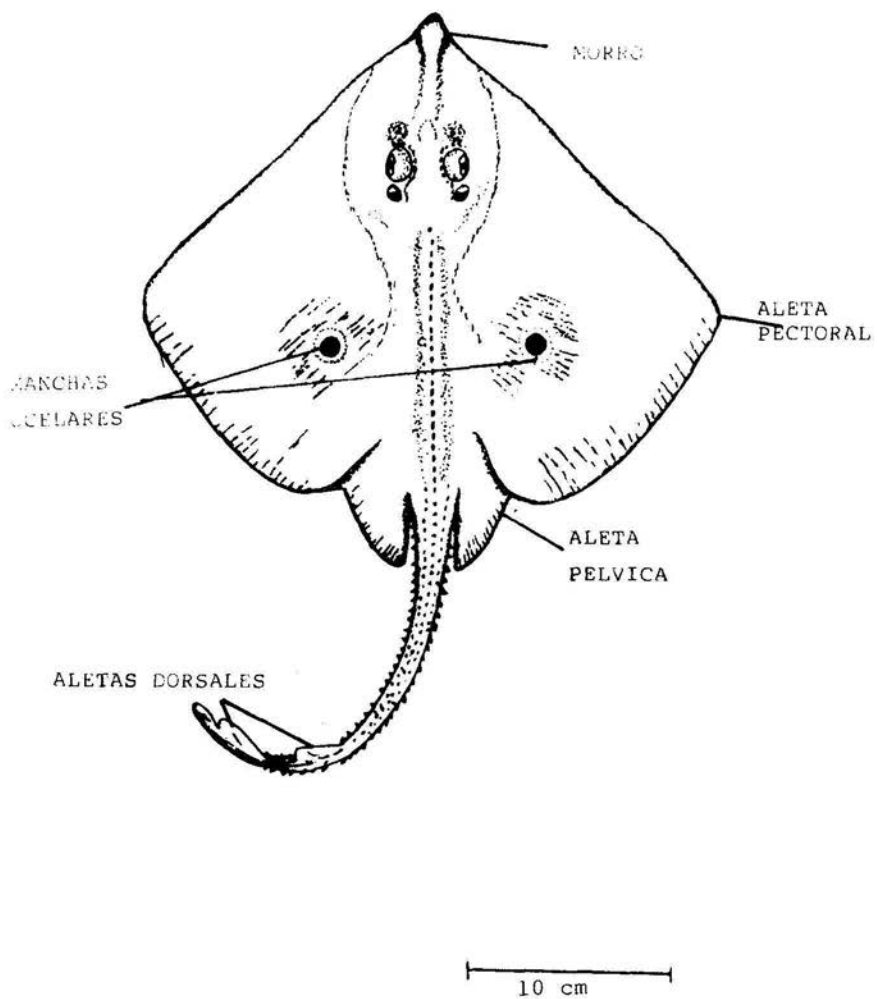


figura 2. *Raja texana* tomado de Compagno 1984.

## ANTECEDENTES

Se han realizado diversos trabajos sobre la anatomía de las especies de la familia Rajidae, principalmente de las que habitan en las aguas boreales. Dentro de estos trabajos destacan los hechos por Bigelow y Schroeder (1953b), quienes describieron la morfología externa de cada uno de los Rajidos que habitan en el Golfo de Maine, incluyendo notas sobre habitat, rango y distribución.

Ishiyama y Hubbs (1968), trabajaron con las diferencias que existen entre *Bathyraja* del Pacífico y *Breviraja* del Atlántico para lo cual, utilizaron la anatomía de los gonopterigios y la estructura del cráneo y las aletas. En ese mismo año estos autores publican un artículo en donde describen y recomiendan numerosas medidas morfométricas factibles de obtener en rajidos.

Hulley (1972), estudió la cintura pélvica, neurocráneo, palatoc cuadrado, cartilago de Merckel y el hiomandibular de *Gurgesiella furvescens* determinando que la familia Gurgesiellidae es similar a *Pseudoraja atlantica*.

Compagno (1977), estudió la relación que hay entre tiburones y rayas vivientes, utilizando la anatomía del cráneo, hiomandibular, dientes, aletas y cintura pectoral. En su trabajo incluye a los rajidos.

McEachran y Stehmann (1977) describieron la morfología externa y la anatomía interna del gonopterigio de *Raja bathyphilia*, junto con la estructura del neurocráneo y cintura pélvica.

McEachran (1977), examinó la anatomía de los gonopterigios de especímenes de *Raja lentiginosa* y *Raja garmani*.

Posteriormente, McEachran y Martín (1978), describieron la morfología de gonopterigios, neurocráneo y cintura pélvica de *Raja erinacea* y *R. ocellata* de Nueva Inglaterra y los compararon con *R. ocellata* del Golfo de St. Lawrence.

McEachran y Compagno (1979), trabajaron con especímenes de *Gurgesielle furvescens*, tomando en cuenta los gonopterigios, neurocráneo, cintura pectoral y cintura pélvica, para describir y compararlos con *G. atlantica* y *Pseudoraja fishen*.

McEachran (1982), comparó a los holotipos de *Psammobatis asper*, *P. brevicaudatus*, *P. caudispina*, *P. chilcae* y *P. maculatus*, describió la anatomía de los gonopterigios, cráneo y escapulacoracoides. Reubica a *P. brevicaudatus* por *P. lima* dentro del género *Sympterigia* y detectan que muchas de las variabilidades están dadas por el dimorfismo sexual.

McEachran y Compagno (1982), describieron las estructuras anatómicas de gonopterigios, neurocráneos, escapulacoracoides del género *Breviraja*, comparándolos entre sí y con los del subgénero *Raja*.

McEachran (1984), describió y comparó el neurocráneo, el escapulacoracoides y los gonopterigios de *Bathyraja asperula* y el neurocráneo y escapulacoracoides de *B. spinifera*, con todos los taxones (género y subgénero) para evaluar su clasificación dentro de Rajoidei.

McEachran y Mathenson Jr. (1985) utilizaron la morfología del neurocráneo, escapulacoracoides y gonopterigios para confirmar la alta variabilidad que hay en *Breviraja spinosa*, quienes muestran cuatro patrones diferentes de coloración.

McEachran y Miyake (1987) describieron a una nueva especie de Nueva Escocia *Breviraja marklei*. Dentro de su descripción incluyen la anatomía del escapulacoracoides y el neurocráneo. Además hacen un análisis sobre el estatus taxonómico de *Breviraja* y *Neoraja*.

McEachran y Miyake (1988) Describen una nueva especie de raya para el Golfo de California, Dentro de descripción incluyen la anatomía del cráneo y escapulacoracoides.

McEachran *et. al.* (1989), estudiaron la estructura y formación del gonopterigio de los especímenes de *Raja miraletus* con respecto a la variación del tamaño del cuerpo.

Miyake y McEachran (1991), trabajaron con la morfología y evolución del esqueleto de los arcos branquiales, examinando algunos batoideos representativos. En este trabajo incluyen la descripción del esqueleto hiobranquial de *Raja (Leucoraja) garmani* y *R. (L.) erinacea*.

Raschi y McEachran (1991), describieron una nueva especie *Rhinoraja longi*, para las Islas Aleutianas, tomando en cuenta las estructuras del cráneo, cinturas y gonopterigios. Además proporcionan unas claves para identificar a las especies de este género.

Miyake *et. al.* (1992), estudiaron el desarrollo y la morfología del cartilago rostral de los batoideos, describiendo las diferentes condiciones que se observan en el cartilago rostral de Rajoideos, comentando las homologías que hay entre los diferentes vertebrados.

Yearley y Last (1992), describieron a *Pavoraja (Insectiraja) laxipella*, tomando en consideración las estructuras del escapulacoracoides y gonopterigios para el diagnóstico supraespecífico del taxón en la familia Rajidae.

Finalmente, McEachran y Last (1994), examinaron una nueva especie de raya, *Notoraja ochroderma* de la Costa Queensland, Australia. Esta especie se distingue de sus congéneres, por la coloración y las estructuras del esqueleto, siendo similar a *Notoraja* y *Pavoraja*. La clasificaron como *Notoraja*, en base al análisis de la estructura del escapulacoracoides.

Todos los trabajos mencionados anteriormente, únicamente se han realizado para especies que habitan en latitudes altas, siendo nulos los trabajos para las especies que habitan las costas mexicanas, por lo cual es importante el presente trabajo.

### **Objetivo general**

- . Analizar el desarrollo del esqueleto de *Raja texana* después de eclosionar del huevo.

### **Objetivos particulares**

- . Describir la morfología del cráneo, aletas y cinturas pélvicas y pectorales de *Raja texana* en diferentes etapas de crecimiento.
- . Realizar un análisis morfométrico del neurocráneo y escapulacoracoides de *Raja texana* en diferentes etapas de crecimiento.
- . Describir los gonopterigios de *Raja texana* en diferentes etapas de crecimiento.



## METODOLOGIA

Los especímenes estudiados se colectaron, en los Puertos de Alvarado y Tuxpam, Veracruz, con redes de arrastre en barcos camaroneros. Inmediatamente se fijaron en formol al 4% y se identificaron de acuerdo a las claves de Compagno (1984).

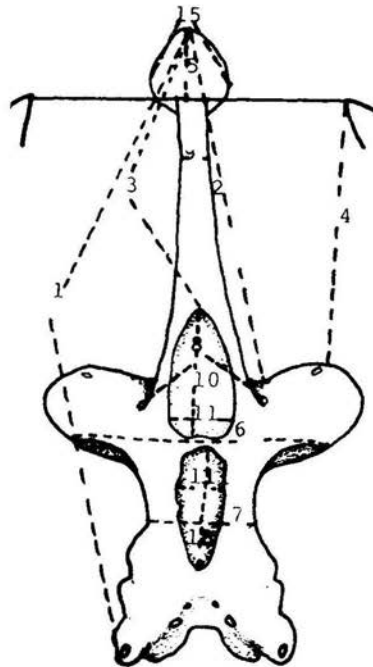
Para la obtención del esqueleto se utilizó la técnica de transparentación, de acuerdo a González, *et. al.* (1994) que consistió de los siguientes pasos:

- Se pusieron a los especímenes en agua corriente con varios cambios para quitar el exceso de formol, este proceso duró 3 días.
- Algunos especímenes se pasaron por la técnica de tinción diferencial, de acuerdo a Dingerkus y Uhler, (1977).
- Deshidratación, pasando por un tren de alcohol etílico (20, 40, 60, 80, 90 y 96%).
- Tinción con azul alciano durante 24 horas.
- Rehidratación, pasando por un tren de alcohol etílico (96, 90, 80, 60, 40 y 20%).
- Después todos los especímenes se sumergieron en una solución constituida por 50 ml. de rojo de alizarina al 0.1% y 450 ml. de hidróxido de potasio al 4% durante 6 días.
- Los especímenes se transfirieron a una solución de hidróxido de potasio al 4% hasta quedar transparentados. Este proceso varió de 20 a 60 días según el tamaño del espécimen.
- Los especímenes fueron pasados por un tren de glicerina al 20, 40, 60, 80, 90 y 100%. El tiempo que estuvieron en cada solución fue de 24 horas.

Después de obtener a los especímenes transparentados, se procedió a tomar las siguientes medidas morfométricas de acuerdo a Hubbs e Ishiyama (1968) y McEachran y Compagno(1979) .

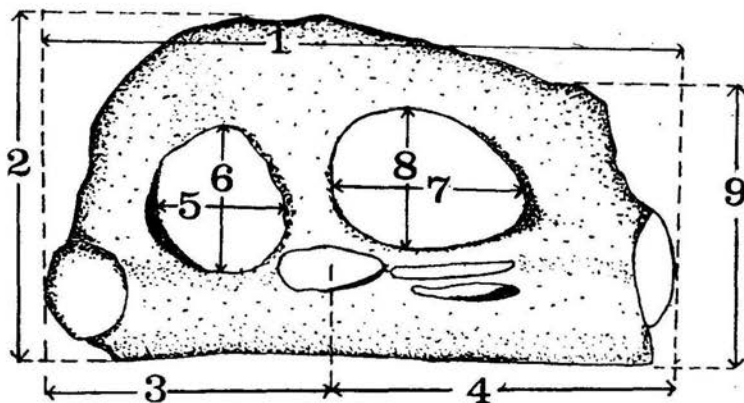
1) figura 3. Cráneo.

- 1.- Longitud del cráneo
- 2.- Cartilago rostral
- 3.- Longitud de la prefontanela
- 4.- Punta P1 a la cápsula nasal
- 5.- Extensión Pre-P1 al rostrum
- 6.- Ancho del cráneo
- 7.-Ancho interorbital
- 8.-Base del cartilago rostral
- 9.- Ancho del cartilago rostral
- 10.- Longitud de la fontanela anterior
- 11.- Ancho de la fontanela anterior
- 12.- Longitud de la fontanela posterior
- 13.- Ancho de la fontanela posterior
- 14.- Longitud del apéndice rostral
- 15.- Ancho del apéndice rostral
- 16.- Altura del cráneo
- 17.- Altura del carilago rostral



**2) figura 4. Escapulacoracoides.**

- 1.- Longitud mayor
- 2.- Altura mayor
- 3.- Premesocóndilo
- 4.- Postmesocóndilo
- 5.- Ancho de la fenestra anterior
- 6.- Altura de la fenestra anterior
- 7.- Longitud de la fenestra postdorsal
- 8.- Altura de la fenestra postdorsal
- 9.- Altura del ángulo de la esquina



### **3) Columna Vertebral.**

Se hizo el conteo de las vértebras de la zona:

- Caudal.
- Torácica.

### **4) Aletas.**

- Se numeraron en forma seriada, los radios de las aletas pélvicas y pectorales.

La descripción, del cráneo, cinturas y gonopterigios, se hicieron de acuerdo con los esquemas de McEachran y Stehman (1977), McEachran (1977), McEachran y Martín (1978), McEachran y Compagno (1979), McEachran, *et. al.* (1989) y Yearley y Last (1992).

Por último, se hizo un análisis dimensional (Goren y Yehudah, 1993; Schepartz y Charles, 1980), aplicándose la prueba de "t" (Daniel, 1995), para comparar si hay diferencias entre hembras y machos, utilizando las medidas del cráneo y del escapulacoracoides, para lo cual las medidas se expresaron como porcentaje de la longitud total del cráneo y escapulacoracoides (McEachran y Compagno, 1979).

## RESULTADOS

Se trabajó con 34 organismos de los cuales 18 fueron hembras y 16 machos, de donde se obtuvieron los siguientes resultados.

El neurocráneo de *Raja texana* tiene el cartilago rostral que constituye en promedio 54.58 % de la longitud total del cráneo; éste es largo, se caracteriza por estar bifurcado en su porción apical tanto dorsal como ventralmente, en los organismos pequeños. En la punta de éste se observa un apéndice rostral de forma ovoide fusionado al cartilago rostral, el cual es muy delgado; éste solamente se observó en los organismos pequeños (L.T. hasta 240 mm), en tanto que en los grandes (L.T. mayor de 320 mm) tendió a desaparecer. Posteriormente se encuentran las cápsulas nasales, en forma trapezoide, son dos veces más largas que anchas y constituyen en promedio el 56.21 % de la longitud total; en el margen anterolateral de cada cápsula nasal hay un foramen del nervio profundo. Los procesos preorbitales están poco desarrollados y están separados y limitados por la cresta supraorbital; los procesos postorbitales están poco desarrollados y se distinguen de los procesos pteróticos. La fontanela anterior es estrecha y tiene forma triangular, la cúspide está agudamente redondeada y ligeramente cóncava en el margen posterior, constituye en promedio 18.52 % de la longitud total del cráneo; la fontanela posterior es estrecha y cóncava en los márgenes posterior y anterior, constituye en promedio el 17.44 % de la longitud total. En la parte posterior están las cápsulas ópticas, las cuales son abombadas. En la región media, entre las cápsulas ópticas, hay un par de forámenes endolinfáticos y un par de forámenes perilinfáticos. Los arcos yugales son delgados, más o menos desarrollados. (Ver apéndice 1)

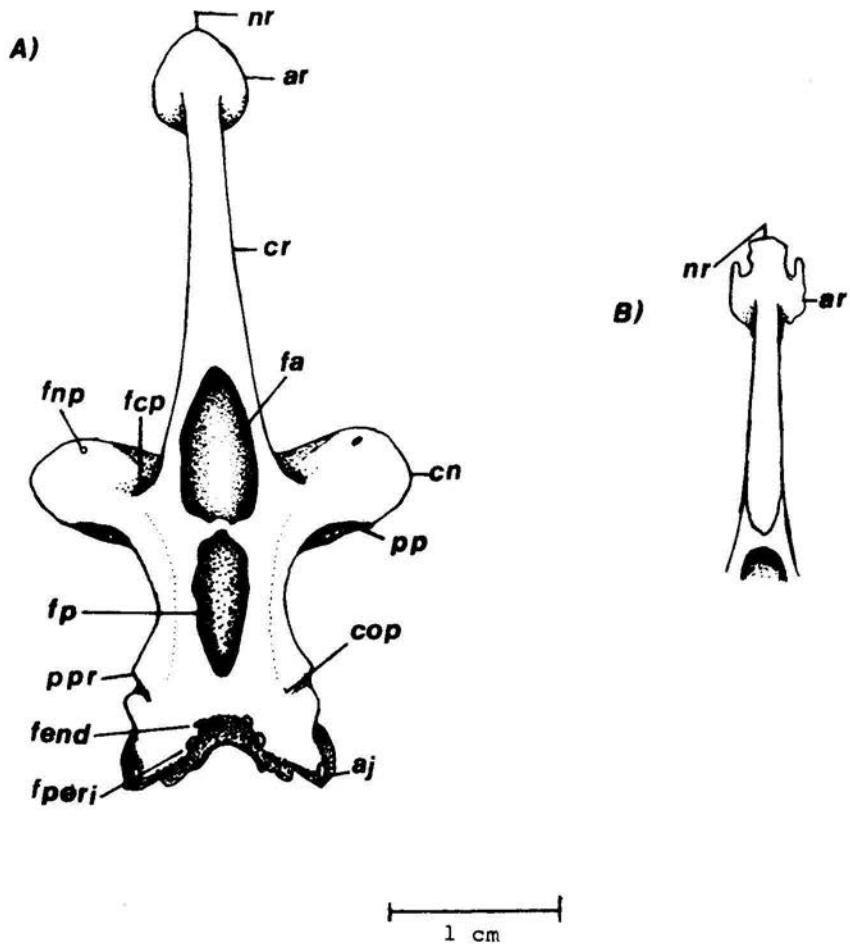
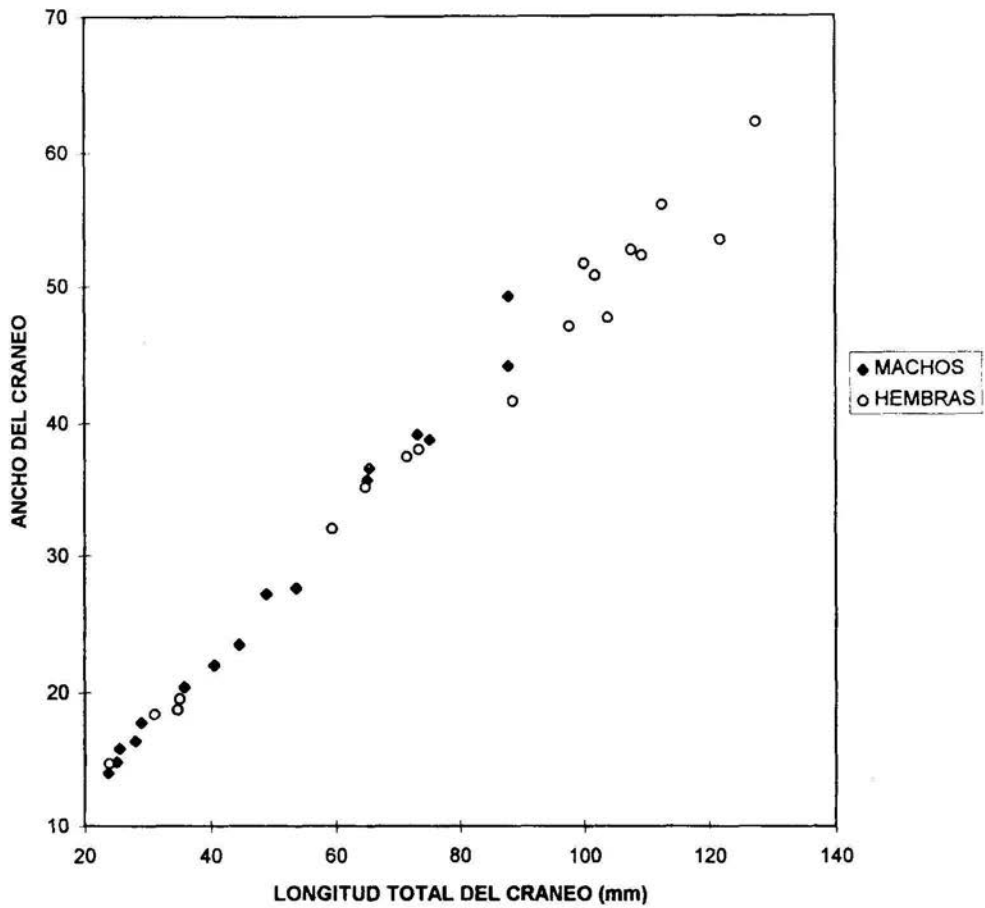
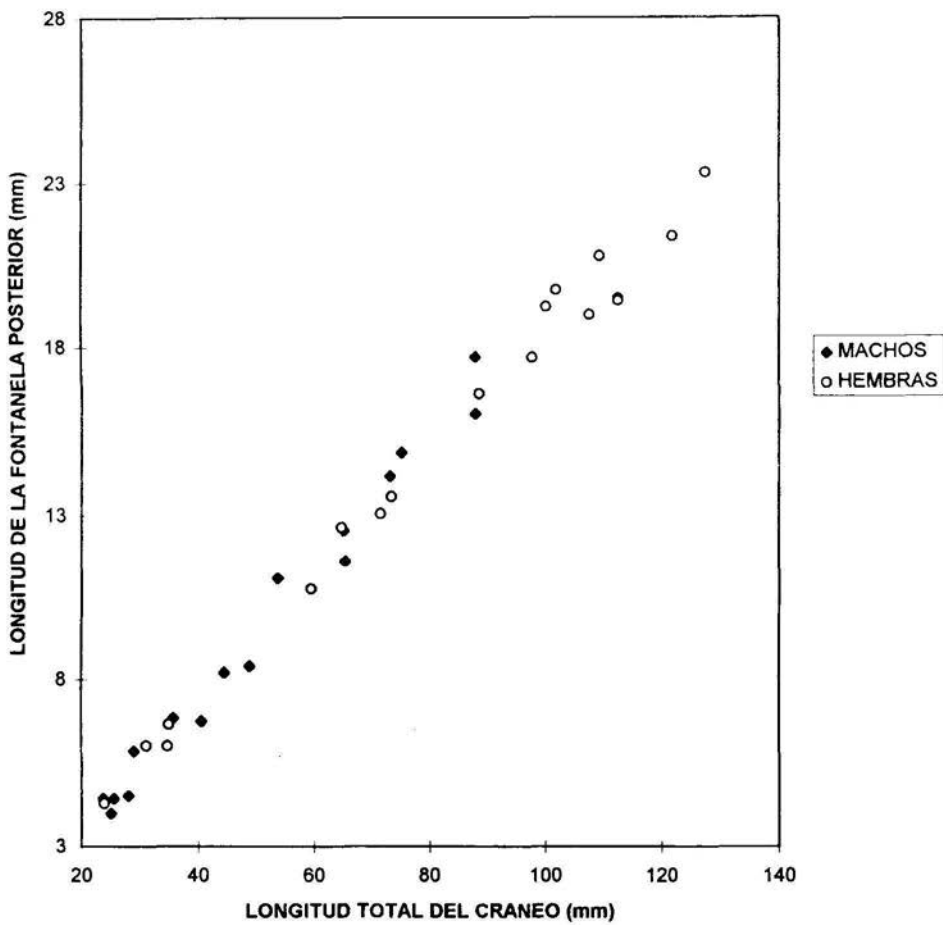


Fig 5. Vista dorsal del neocráneo de *Raja texana*; A) organismo grande; B) organismo pequeño (longitud total de 260 mm) ; aj, arcos yugales; ar, apéndice rostral; cn, cápsulas nasales; cop, cápsulas ópticas; cr, cartilago rostral; fa, fontanela anterior; fcp, foramen del canal preorbital; fnp, foramen del nervio profundo; fend, foramen endolinfático; fperi, foramen perilinfático; fp, fontanela posterior; nd, nodo rostral; pp, procesos preorbitales ; ppr, procesos postorbitales.

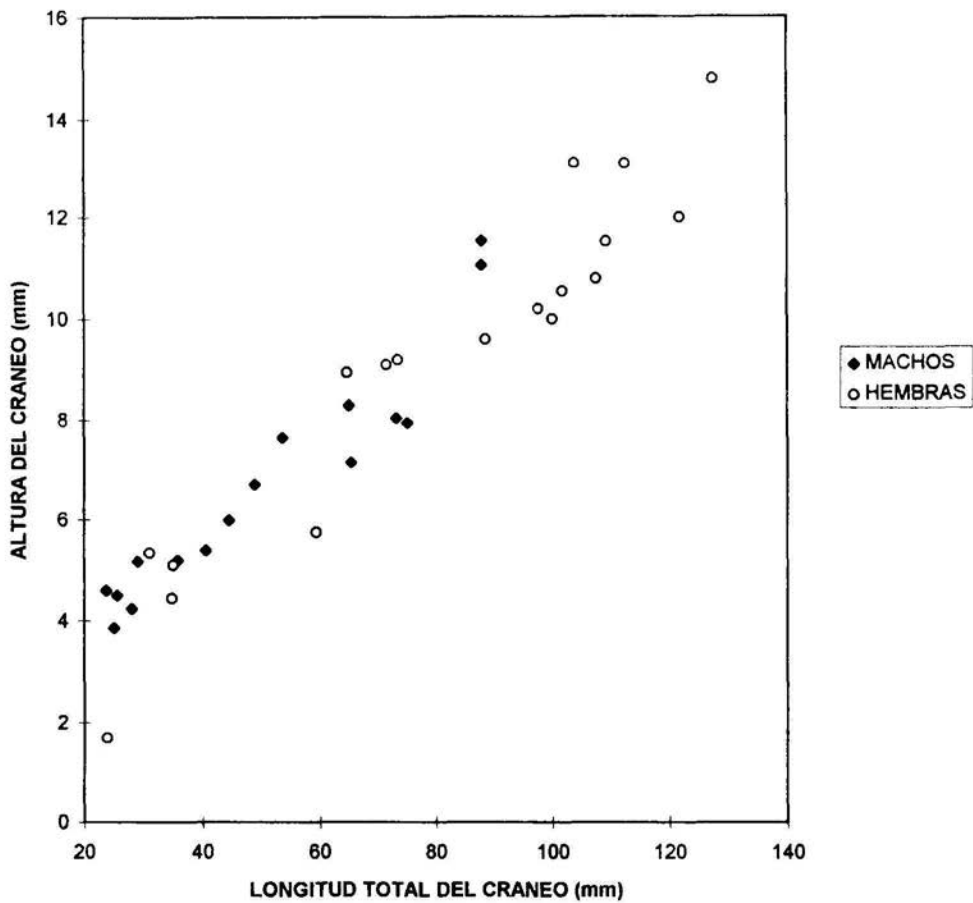


GRAFICA 1. LONGITUD TOTAL DEL CRANEO CONTRA LONGITUD DEL ANCHO DEL CRANEO

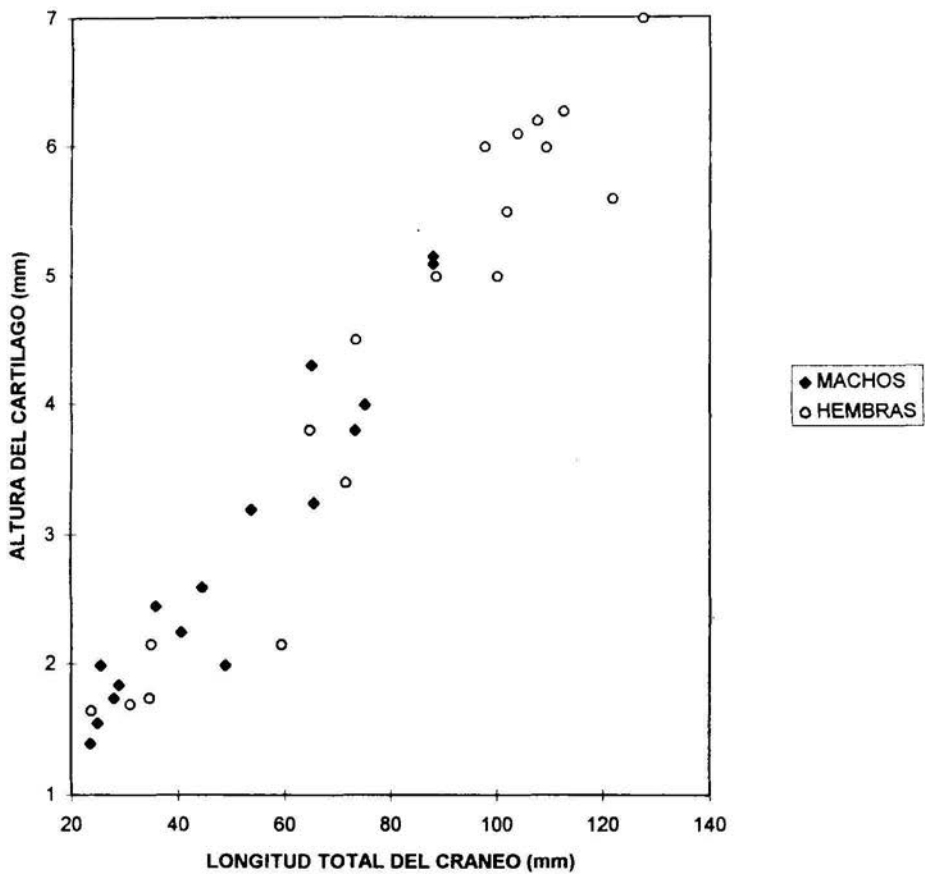


GRAFICA 2. LONGITUD TOTAL DEL CRANEO CONTRA LONGITUD DE LA FONTANELA POSTERIOR



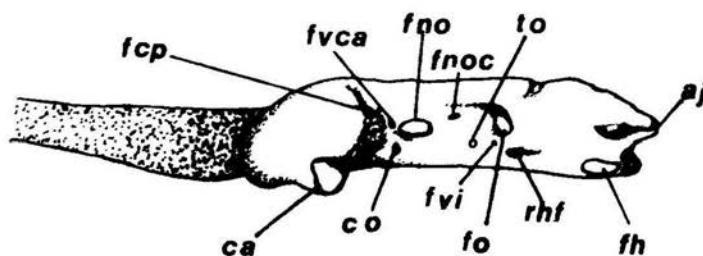


GRAFICA 3. LONGITUD TOTAL DEL CRANEO CONTRA ALTURA DEL CRANEO



GRAFICA 4. LONGITUD TOTAL DEL CRANEO CONTRA ALTURA DEL CARTILAGO ROSTRAL

En vista lateral, atrás de las cápsulas nasales, está el foramen del canal preorbital en posición dorsal, y en la región media se observa el foramen de la vena cerebral anterior y el foramen del canal orbitonasal. En el centro de la región orbital está el foramen del nervio óptico que es el foramen más grande, el tallo óptico y el foramen del nervio oculomotor en posición dorsal y el foramen de la vena interorbital. En donde termina la región orbital y empieza la región ótica, en posición dorsal, está la fisura orbital y en posición ventral la rama hiomandibular del foramen del nervio facial. En la parte posterior de la región ótica, está la faceta hiomandibular, que es donde se articula el hiomandibular; finalmente están los arcos yugales.



1 cm

Fig 6. Vista lateral del neurocráneo de *Raja texana*; aj, arcos yugales; ca, cóndilo anterorbital; co, canal orbitonasal; fcp, foramen del canal preorbital; fh, faceta hiomandibular; fno, foramen del nervio óptico; fnoc, foramen del nervio oculomotor; fo, fisura orbital; fvca, foramen de la vena cerebral anterior; fvi, foramen de la vena interorbital; to, tallo óptico; rhf, rama hiomandibular del foramen del nervio facial.

En vista ventral se observa la placa basal delgada; en la parte media de la región orbital está el foramen impar de la arteria carótida interna.

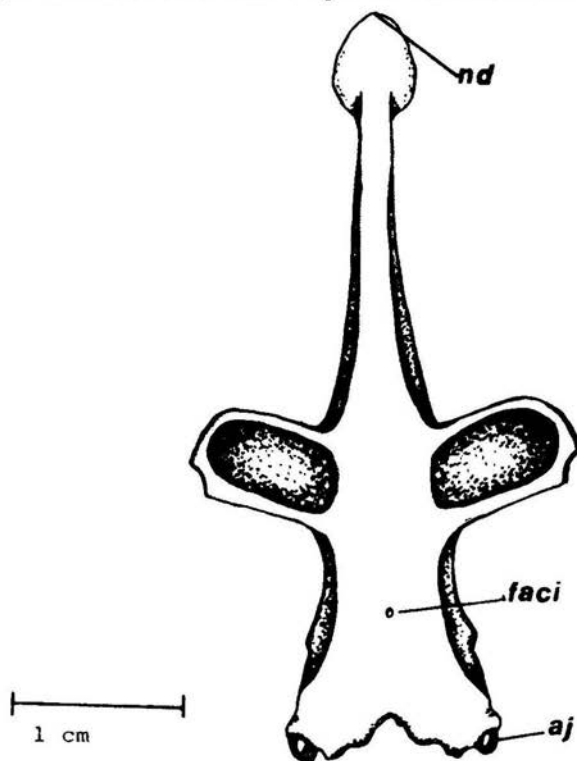


Fig. 7. Vista ventral del neurocráneo de *Raja texana*; aj, arcos yugales; faci, foramen de la arteria carótida interna; nd, nodo rostral.

El esqueleto hiobranquial, está formado por las mandíbulas, que son robustas y de tamaño similar; los hiomandibulares, son cortos, poco robustos y articulan a las mandíbulas con el neurocráneo al nivel de la región ótica. El basihial es muy delgado teniendo forma de "U" invertida; las ramas que se proyectan posterolateralmente posiblemente representan al primer hiobranquial (Miyake y MaEachran, 1991). El basihial hace contacto con el primer ceratobranquial, el pseudohial apenas se observa en los organismos pequeños ya que no está calcificado; hay además dos hiobranquiales, uno está fusionado parcialmente al basibranquial y el otro está separado, formando una lámina orientada longitudinalmente, la cual se articula con el segundo, tercero y cuarto ceratobranquiales; el basibranquial se articula con el quinto ceratobranquial, el cual no tiene láminas branquiales, y se articula con la cara anterolateral del escapulacoracoides.

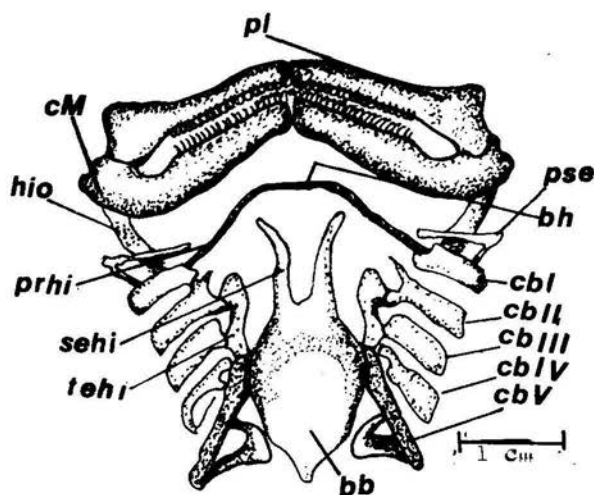


Fig 8. Esqueleto hiobranquial; bb, basibranquial; bh, basihial; cbl, ceratobranquial I; cbII, ceratobranquial II; cbIII, ceratobranquial III; cbIV, ceratobranquial IV; cbV, ceratobranquial V; cM, cartilago de Merckel; hio, hiomandibular, pl, palato cuadrado; prhi, primer hiobranquial; pse, pseudohial; sehi, segundo hiobranquial; tehi, tercer hiobranquial.

## ESCAPULACORACOIDES

En vista lateral el escapulacoracoides está ampliamente expandido entre el mesocóndilo y el metacóndilo, no presenta fenestra anteroventral, por lo tanto no se forma el puente, el proceso escapular está un poco elevado sobre el margen anterodorsal convexo, la esquina posterior se extiende hasta la base del metacóndilo y está poco elevado. El metacóndilo está ligeramente deprimido; la fenestra postdorsal ampliamente elongada, y presenta un foramen postventral muy elongado localizado abajo del mesocóndilo. (Ver apéndice 2)

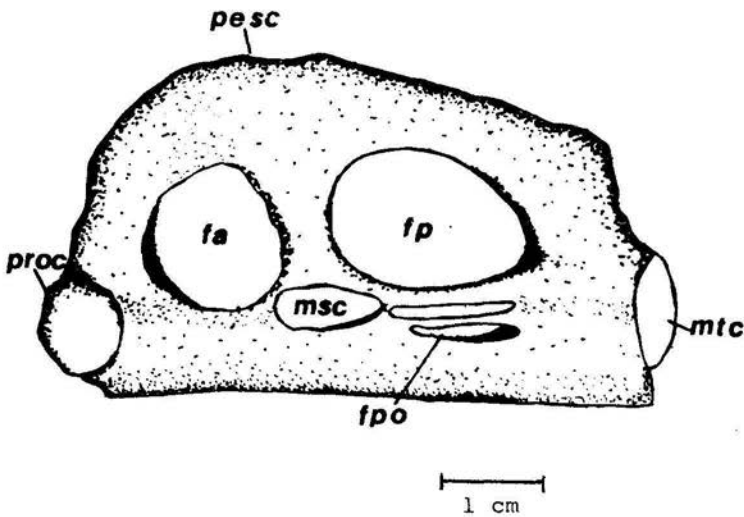
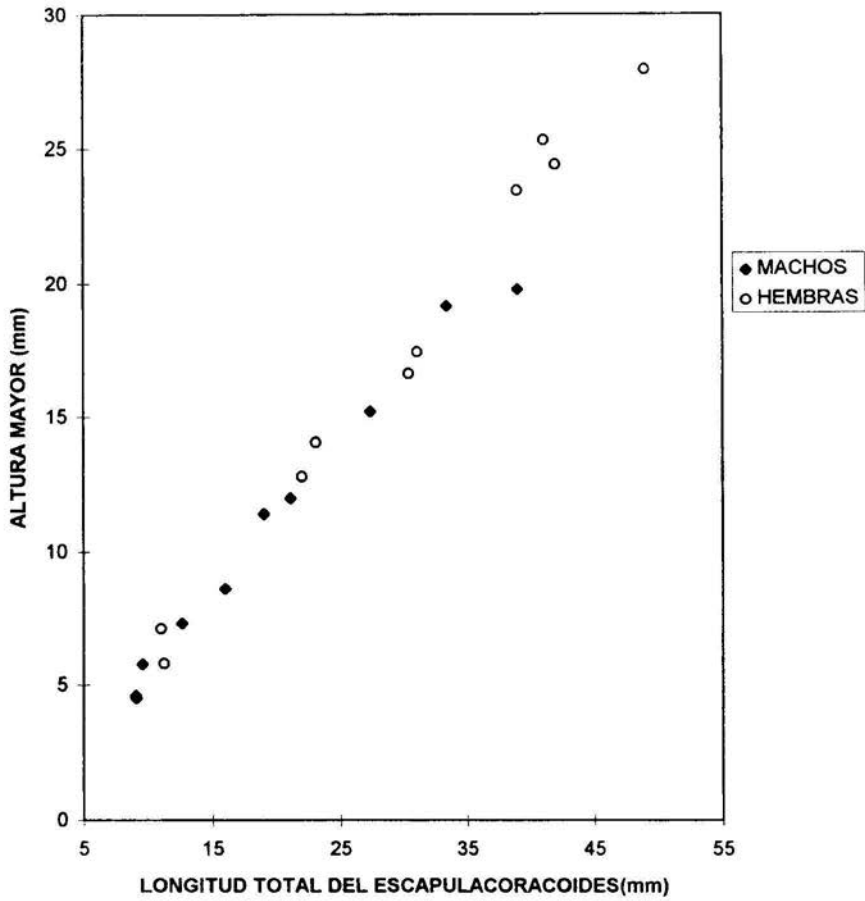
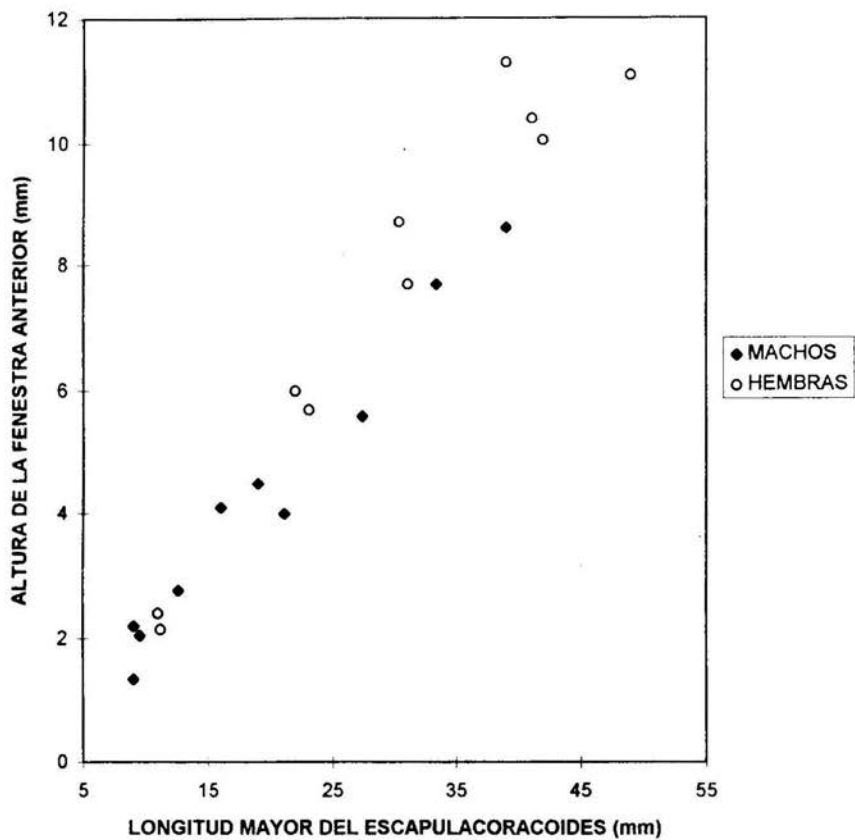


Fig 9. Cara lateral del escapulacoracoides; fa, fenestra anterior; fp, fenestra postdorsal; fpo, foramen postventral; msc, mesocóndilo; mtc, metacóndilo; pesc, proceso escapular; proc, procóndilo.

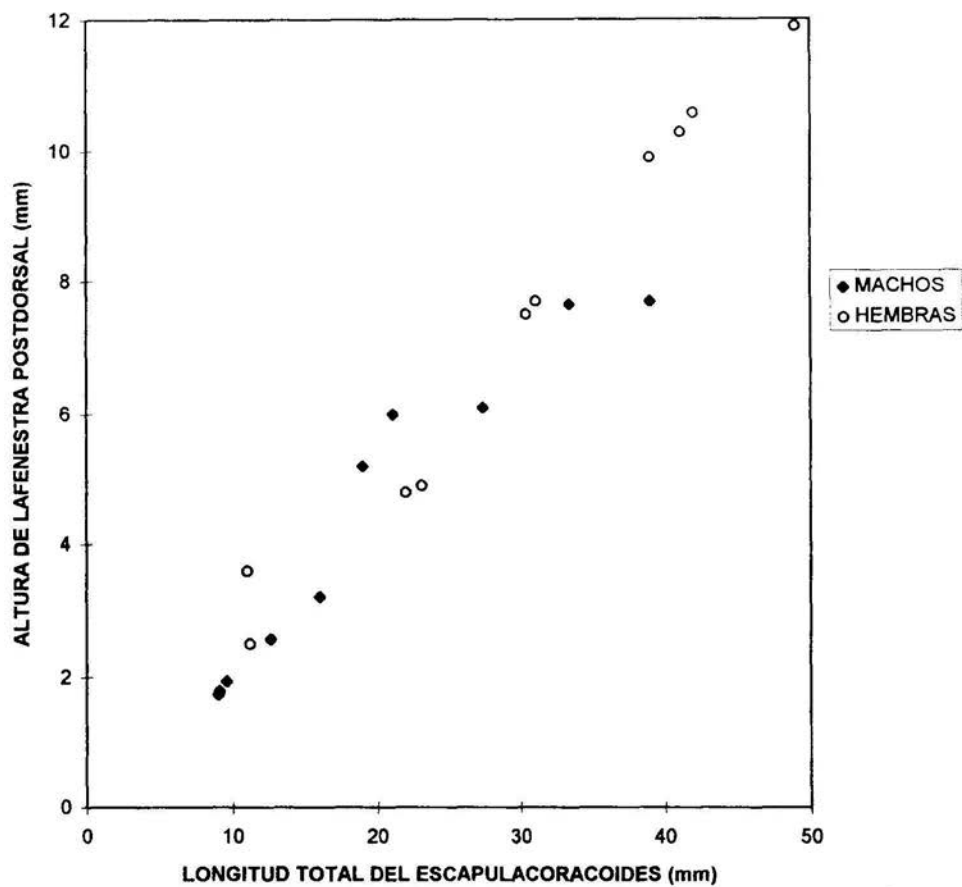


GRAFICA 5. LONGITUD TOTAL DEL ESCAPULACORACOIDES CONTRA LA ALTURA MAYOR



GRAFICA 6. LONGITUD TOTAL DEL ESCAPULACORACOIDES CONTRA LA ALTURA DE LA FENESTRA ANTERIOR





GRAFICA 7. LONGITUD TOTAL DEL ESCAPULACORACOIDES CONTRA LA ALTURA DE LA FENESTRA POSTDORSAL

## **COLUMNA VERTEBRAL**

En la columna vertebral no hubo diferencias importantes entre hembras y machos ni entre organismos grandes y chicos.

Las vértebras de la zona torácica, variaron de 20 a 25, en tanto que las de la zona caudal fluctuaron entre 93 y 97. En esta última región se observa que las vertebras se empiezan a fusionar a partir de la séptima y onceava vértebra, en este caso tampoco hubo diferencias entre los organismos. (Ver apéndice 3)

## **ALETAS**

El número de radios de las aletas pélvicas fue diferente entre sexos, en hembras hay 22 radios y en machos hay 20 radios. En las aletas pectorales tienen de 76 a 80 radios, aunque la mayoría presentó 76. En este caso no hubo diferencias entre hembras y machos ni entre organismos pequeños y grandes. (Ver apéndice 4)

## CINTURA PELVICA

Los procesos prepélvicos están poco desarrollados y cortos, los procesos iliacos están bien desarrollados y semicurvados, las puntas de éstos procesos se dirigen hacia la parte interna de la cintura, ambos procesos son mayores en hembras. La barra isquiopúbica está semicurvada tanto en hembras como en machos y los márgenes posteriores son cóncavos en ambos. En la región iliaca presentan un par de forámenes obturadores en hembras y dos pares de forámenes obturadores en machos.

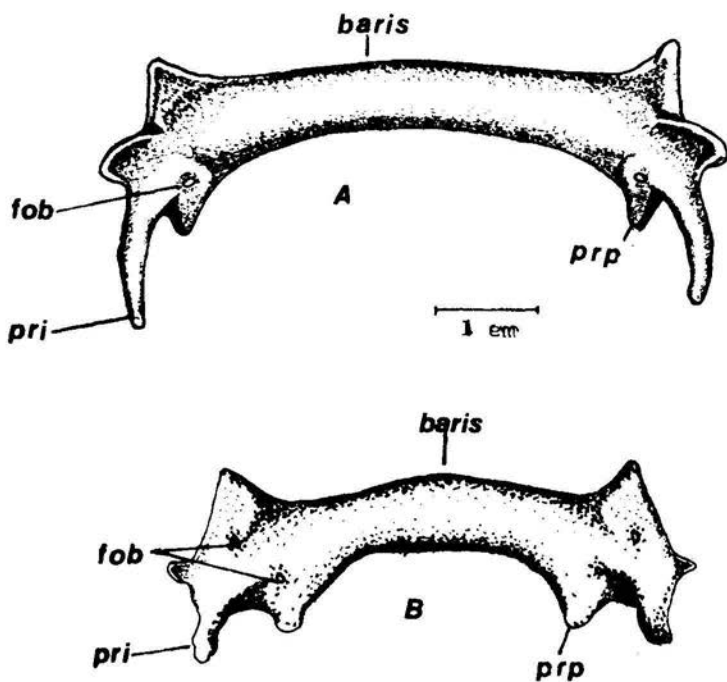


Fig. 10; Cintura pélvica de hembra (A), macho (B); baris, barra isquiopúbica; fob, foramen obturador; pri, procesos iliacos; prp, procesos prepélvicos.

## GONOPTERIGIOS

En especímenes adultos (longitud > de 500 mm) los gonopterigios están bien desarrollados y se observa que todos los cartílagos ya están calcificados. En el gonopterigio de estos organismos se observa que el cartílago axial está dorsoventralmente plano, y la punta tiene forma de espátula; el cartílago dorsal marginal está unido al cartílago axial. El cartílago marginal ventral se origina distalmente y se extiende más allá del cartílago dorsal marginal; el cartílago dorsal terminal 1 está dispuesto paralelamente al eje del gonopterigio, cubriendo parcialmente la sección distal de la cara marginal dorsal, y conecta a la dorsal terminal 1 con la punta distal del cartílago terminal ventral 1; el cartílago terminal dorsal 2 está unido al extremo distal de la dorsal marginal; el cartílago dorsal terminal 3 es delgado y elongado y se extiende desde la superficie distal interna de la dorsal 2 hasta la punta del cartílago axial. El cartílago ventral terminal tiene forma de "J" y está dispuesto en la superficie interna del accesorio terminal 1. El cartílago accesorio terminal 1 está unido al borde distal de la extensión distal en forma de garfio. El cartílago accesorio terminal 2 es delgado en forma de garfio y está unido a la superficie interna del cartílago accesorio terminal 1.

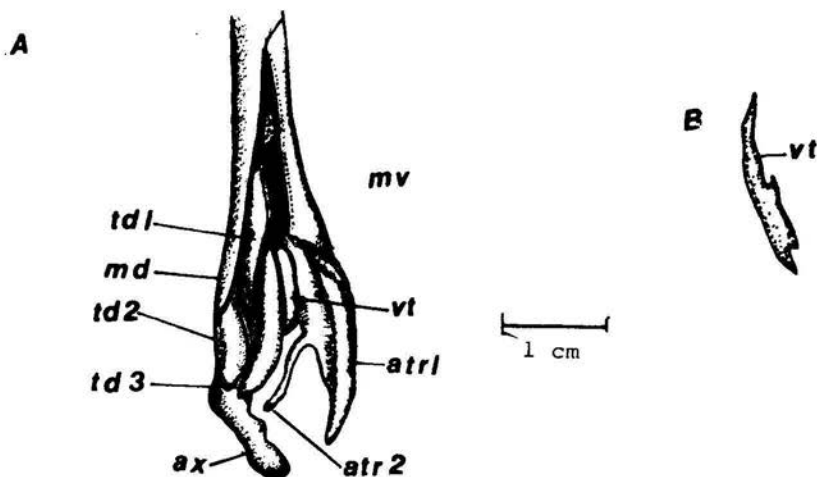


Fig. 11. A) Cartílagos del gonopterigio derecho de *Raja texana*, vista lateral, de longitud total mayor de 500 mm, B) con cartílago ventral terminal separado. atr1, accesorio terminal 1; atr2, accesorio terminal 2; ax, axial; md, marginal dorsal; mv, marginal ventral; tdl, terminal dorsal 1; td2, terminal dorsal 2; td3, terminal dorsal 3; vt, ventral terminal.

En especímenes pequeños (longitud total, 102 mm), se observa que apenas el cartilago axial se está calcificando y esta dividido en dos elementos.

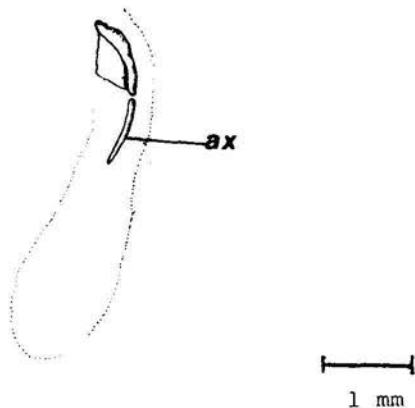


fig. 12. Gonopterigio de *Raja texana*, organismo pequeño (longitud total de 102 mm); con el único cartilago que se distingue: ax , axial

En especímenes de 189 mm de longitud total, se observa el cartilago axial muy pequeño que está dividido en dos partes.

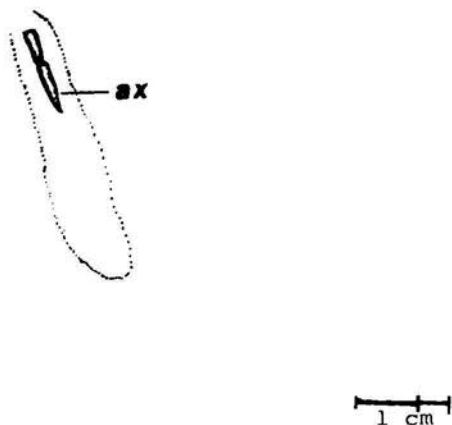


Fig. 13. Gonopterigio de *Raja texana*, espécimen pequeño (longitud total de 189 mm); con el único cartilago que se observa; ax , axial

En especímenes de 280 mm de longitud total, ya el cartilago axial está más desarrollado y sigue dividido en 2 partes.

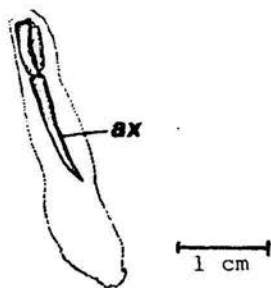


Fig. 14. Gonopterigio de *Raja texana*, organismo mediano (longitud total 280 mm); poco más desarrollado el cartilago; ax axial,

En especímenes de longitud total 420 mm, el cartilago axial está muy desarrollado, dividiéndose en 4 partes, los accesorios terminales empiezan a calcificarse; del lado ventral del cartilago axial ya se observa el cartilago marginal ventral.

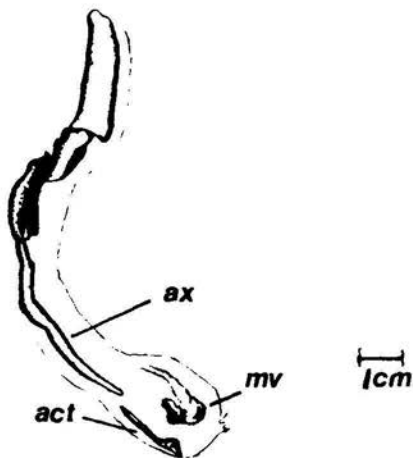


Fig. 15. Gonopterigio de *Raja texana*, organismo más grande vista ventral, longitud total de 420 mm; act, accesorio terminal; ax, axial; mv, marginal ventral.

## ANALISIS

### CRANEO

*Raja texana* presenta diferencias morfológicas en el neurocráneo, entre organismos pequeños y grandes. En los organismos pequeños (260 mm de L. T.) se observa que el apéndice rostral está bien delimitado y cartilaginoso, en tanto que en los organismos grandes ( a partir de los 300 mm de L. T.) no está bien delimitado observándose únicamente el nodo rostral; esto difiere con lo reportado para *Raja ocellata* y *Raja erinacea* las cuales presentan el apéndice rostral muy marcado y totalmente calcificado (McEachran y Martin, op. cit.). Otra diferencia entre organismos grandes y pequeños es que en estos últimos se observa que la parte central del cartilago rostral no está calcificado y por lo tanto se observa bifurcado.

*Raja texana* tiene el cartilago rostral largo y delgado; McEachran y Martin (1978) describen a *Raja ocellata* y *Raja erinacea* con el cartilago rostral muy corto. La morfología del neurocráneo de *Raja texana* es similar al que reportan McEachran y Last (1994) para *Notoraja ochroderma*, la cual difiere de *Raja texana* por la presencia de un par de ventanas basales.

Aplicando la prueba de "t" ( $0.01 < P < 0.05$ ) se observa que hay dimorfismo sexual (Apéndice 5), en el ancho del cráneo, la longitud de la fontanela posterior, la altura del cráneo y en la altura del cartilago rostral. Estos valores fueron mayores para hembras, lo cual se puede observar en las gráficas 1, 2, 3 y 4.

Los resultados de regresión lineal (Apéndice 7) ( $b = 1.1215 \text{ m} = 0.0989$  hembra;  $b = 1.6993 \text{ m} = 0.0984$  macho), nos indican, que los ritmos de crecimiento de las dimensiones son semejantes entre hembras y machos.

La morfología del esqueleto hiobranquial de *Raja texana* es similar al que reportan Miyake y McEachran (1991) para *Raja (Leucoraja) garmani*. El cual al igual que *Raja texana* presentan el segundo hiobranquial fusionado al basibranquial.

Estos mismos autores reportan para *Raja (Leucoraja) garmani* y *Raja (Leucoraja) erinacea* la presencia del pseudohial, el cual es largo, a diferencia de *Raja texana* que en casi ningún organismo fue posible observar el pseudohial, ya que es una estructura cartilaginosa muy delgada; sin embargo siempre se observaron las laminas branquiales.

## CINTURAS

A simple vista no se observa dimorfismo sexual en la cintura pectoral (escapulacoracoides), sin embargo, al aplicar la prueba de "t" ( $0.01 < P < 0.05$ ) (apéndice 6), se ve que hay dimorfismo sexual en la altura mayor, la altura de la fenestra anterior y la altura de la fenestra postdorsal que fueron nuevamente mayores en hembras. Esto se puede observar en las gráficas 5, 6 y 7.

Los resultados de regresión lineal (apéndice 7)( $b = 0.3968 \text{ m} = 0.5317$  hembra;  $b = 0.0853 \text{ m} = 0.5853$  macho) nos indican, que los ritmos de crecimiento de las dimensiones entre hembras y machos son semejantes.

La cintura pélvica de *Raja erinacea* y *Raja ocellata* son similares al de *Raja texana*. En estas estructuras se observó que en las hembras de *Raja texana* solo hay un par de forámenes en tanto que en los machos hay dos pares de forámenes similar a lo que se observa en las hembras y machos de *Raja ocellata* y *Raja erinacea*.



La cintura pélvica de todo el suborden Rajoidea es similar en cuanto a la morfología, a excepción de los procesos prepélvicos los cuales varían en su longitud (Hulley, 1972).

En *Raja texana* se observa que el tamaño de los procesos prepélvicos e ilíacos fue variable. En las hembras dichos procesos son más largos que en los machos.

## ALETAS

El número de radios de la aleta pélvica varía en hembras y machos. Las hembras presentan 22 y los machos solo 20, suponemos que la disminución en el número de radios en los machos se debe a la presencia de los gonopterigios, los cuales se encuentran en la región media de la aleta pélvica.

En las aletas pectorales el número de radios son similares al que reportan (Hulley (1970, 1972), Krefft y Stehmann (1974), Stehmann (1970, 1971, 1976) en McEachran y Martin (1978), para *Leucoraja* que va de 76 a 91, y *Raja texana* presenta de 76 a 80 radios, este número es similar para hembras y machos.

## GONOPTERIGIOS

Los organismos considerados como adultos presentan todos los cartílagos del gonopterigio bien calcificados (Hubbs e Ishiyama, 1968).

En *Raja texana* los organismos mayores de 500 mm de longitud total son considerados como adultos ya que presentan todos los cartílagos del

gonopterigio totalmente calcificados, además de que presentan en los márgenes de la aleta pectoral espinas, lo que indica que están en época de reproducción.

La morfología del gonopterigio de *Raja texana* es similar al que reportan McEachran y Stenmann (1977) para *Raja bathyphilia*, la cual difiere de *Raja texana* por la presencia del puente terminal.

En especímenes con tallas de 420 mm de longitud total, el cartilago axial está completamente bien desarrollado y se observan los accesorios terminales que se están calcificando, sin embargo aún no están totalmente calcificados, hay otros cartílagos que se aprecian muy poco, por lo cual no fue posible homologarlos con los otros cartílagos, ya que no están bien desarrollados.

El inicio de la calcificación y el crecimiento del cartilago axial se observa en organismos con tallas de 102 a 240 mm de longitud total, se piensa que este cartilago da origen a los demás, por ser el único que se aprecia en todos los organismos de todas las tallas.

## CONCLUSIONES

Analizando el esqueleto de *Raja texana* se llegó a las siguientes conclusiones.

- 1.- El apéndice rostral es poco evidente en organismos mayores de 300 mm de longitud total
- 2.- Las estructuras del cráneo y escapulacoracoides crecen proporcionalmente en los organismos.
- 3.- En el cráneo hay dimorfismo sexual en el ancho del cráneo, la longitud de la fontanela posterior, la altura del cráneo y en la altura del cartilago rostral.
- 4.- En el escapulacoracoides hay dimorfismo sexual en la altura mayor, la altura de la fenestra anterior y la altura de la fenestra postdorsal.
- 5.- El número de radios de la aleta pectoral se mantiene constante entre organismos pequeños y grandes de hembras y machos.
- 6.- El número de radios de la aleta pélvica es mayor en hembras que en machos.
- 7.- Los cartílagos del gonopterigio se empiezan a calcificar a partir de 420 mm de longitud total. Siempre se observa el cartilago axial.
- 8.- La morfología externa de *Raja texana* es similar a las especies que habitan en zona boreales, la diferencia es marcada en las estructuras anatómicas del esqueleto.

**APENDICE 1**  
**CRANEO**  
**HEMBRAS**

No DE ESPECIMEN	5	4	13	1	18	14	16	15
1 Longitud del craneo mm.	127.5	112.55	88.5	31.1	35	101.55	71.45	64.7
2 Cartilago rostral	52.58	56.24	53.3	55.46	56.42	56.98	51.85	55.71
3 Cartilago de prefontanela	44.54	46.82	46.92	42.6	45.28	46.19	43.94	45.82
4 Punta P1 a la capsula nasal	24.78	22.74	23.82	43.4	45.71	23.55	23.58	26.58
5 Extension Pre-P1	30.31	31.36	33.03	26.68	26	30.43	32.75	31.29
6 Ancho del craneo	48.78	49.75	46.9	59.16	55.85	49.77	52.41	54.32
7 Ancho interorbital	21.29	19.99	18.29	17.36	17.42	18.99	17.14	19.31
8 Base del cartilago rostral	19.29	19.54	18.01	21.22	18	17.23	20.64	18.31
9 Ancho del cartilago rostral	5.1	5.46	7.62	6.75	7.14	5.25	6.36	5.79
10 Longitud de la fontanela anterior	18.27	17.32	18.74	19.29	19	19.42	19.59	19.55
11 Ancho de la fontanela anterior	10.35	8.7	9.54	9.96	9.28	9.31	8.74	10.04
12 Longitud de la fontanela posterior	17.8	16.48	16.65	20.09	18.42	19.42	17.49	18.62
13 Ancho de la fontanela posterior	4.74	4.7	6.94	4.66	6.28	6.72	6.08	7.18
14 Longitud del apendice rostral	13.33	16.7	14.39	16.07	16.57	13.75	14.69	15.45
15 Ancho del apendice rostral	11.29	11.28	11.06	12.21	13.42	9.86	11.54	12.44
16 Altura del craneo	11.6	11.63	10.84	17.2	14.57	10.35	12.73	13.53
17 Altura del cartilago	5.49	5.37	5.64	5.46	6.14	5.4	4.75	5.87

Medidas del craneo, expresadas en porcentaje de la longitud mayor de hembras de *Raja texana* (continua).

**CRANEO  
HEMBRAS**

No DE ESPECIMEN	10	11	12	17	7	19	8	3
1. Longitud del craneo mm	100.1	109.3	107.6	340.75	103.9	97.7	59.4	73.04
2. Cartilago rostral	55.54	56.81	55.94	55.39	55.05	50.81	53.36	52.31
3. Cartilago de prefontanela	46.5	47.39	48	41.75	46.05	44.83	44.36	42.37
4. Punta P1 a la capsula nasal	19.03	18.34	18.58	29.2	19	19.44	26.59	23.09
5. Extension Pre-P1	28.77	31.24	30.76	26.47	30.02	28.76	28.78	27.11
6. Ancho del craneo	51.54	47.75	48.88	53.95	45.81	48.15	53.87	51.77
7. Ancho interorbital	20.02	20.12	20.53	17.98	18.62	19.65	18.93	19.2
8. Base del cartilago rostral	18.03	18.43	18.21	18.84	16.6	17.5	18.09	18.52
9. Ancho del cartilago rostral	6.19	6.03	5.52	7.83	5.38	6.14	6.39	6.94
10. Longitud de la fontanela anterior	19.23	19.03	17.65	17.26	18.71	18.11	18.43	18.046
11. Ancho de la fontanela anterior	9.19	8.32	9.47	9.06	7.98	8.59	8.83	8.78
12. Longitud de la fontanela posterior	17.048	17.74	17.28	16.69	18.09	17.08	17.067	19.89
13. Ancho de la fontanela posterior	5.29	5.21	5.11	5.03	6.59	5.83	5.89	4.9
14. Longitud del apéndice rostral	12.98	12.99	13.94	11.8	13.08	11.56	11.95	12.39
15. Ancho del apéndice rostral	10.78	10.61	10.22	10.35	10.1	8.85	8.24	11.3
16. Altura del craneo	9.99	10.65	10.03	12.8	12.6	10.44	9.68	12.53
17. Altura del cartilago	4.99	5.48	5.76	5.03	5.87	6.14	3.61	6.13

Medidas del craneo, expresadas en porcentaje de la longitud mayor de hembras de *Raja texana* (continua)

**CRANEO  
HEMBRA**

No DE ESPECIMEN	2	6	MEDIA	n	VARIANZA
1. Longitud del cráneo mm	23.85	121.85			
2. Cartilago rostral	53.34	55.88	54.72	18	0.0003437
3. Cartilago de prefontanela	38.15	47.35	44.97	18	0.0006390
4. Punta P1 a la cápsula nasal	24.31	22.32	25.24	18	0.00587
5. Extensión Pre-P1	14.88	35.37	29.11	18	0.0018722
6. Ancho del cráneo	61.84	43.74	51.34	18	0.0021407
7. Ancho interorbital	20.12	20.1	19.17	18	0.0001394
8. Base del cartilago rostral	21.8	17.49	18.65	18	0.0001912
9. Ancho del cartilago rostral	3.8	6.07	6.32	18	0.0000798
10. Longitud de la fontanela anterior	17.81	17.56	18.52	18	0.0000596
11. Ancho de la fontanela anterior	12.57	8.41	9.28	18	0.0001061
12. Longitud de la fontanela posterior	10.33	16	17.44	18	0.0004388
13. Ancho de la fontanela posterior	4.61	5.21	5.6	18	0.0000714
14. Longitud del apéndice rostral	9.22	15.79	137	18	0.0003902
15. Ancho del apéndice rostral	10.9	11.6	10.86	18	0.0001483
16. Altura del cráneo	15.51	9.84	12.04	18	0.0004594
17. Altura del cartilago	6.91	4.59	5.43	18	0.0000635

Medidas del cráneo, expresadas en porcentaje de la longitud mayor de hembras de *Raja texana* (continua)

**CRANEO  
MACHOS**

No DE ESPECIMEN	16	6	7	2	1	8	9
1. Longitud del cráneo mm	25.55	75.1	65.35	23.7	35.75	65	87.85
2. Cartilago rostral	55.96	54.12	55.77	57.8	58.18	52	50.65
3. Cartilago de prefontanela	43.83	44.8	45.83	42.27	42.23	43.53	42.34
4. Punta P1 a la cápsula nasal	25.83	22.56	24.48	25.51	25.73	25.23	16.73
5. Extensión Pre-P1	28.57	31.62	30.22	26.58	24.05	27.38	31.18
6. Ancho del cráneo	62.03	51.53	56	59.07	57.06	54.92	56
7. Ancho interorbital	24.46	18.77	17.36	16.87	15.66	18.76	21.62
8. Base del cartilago rostral	16.24	16.17	18.36	23.62	20.97	17.84	20.14
9. Ancho del cartilago rostral	8.21	6.12	5.81	5.06	5.87	5.61	6.48
10. Longitud de la fontanela anterior	17.41	19.77	18.36	18.77	19.16	19.3	18.21
11. Ancho de la fontanela anterior	11.54	8.25	8.41	13.08	9.51	8.15	9.1
12. Longitud de la fontanela posterior	21.13	18.37	18.74	21.09	20.13	16.84	18.61
13. Ancho de la fontanela posterior	4.69	5.12	5.58	5.9	5.17	5.38	6.14
14. Longitud del apéndice rostral	12.13	12.71	15.07	13.08	16.78	14.3	13.2
15. Ancho del apéndice rostral	10.37	11.71	11.32	12.65	12.3	10.76	9.67
16. Altura del cráneo	16.04	10.58	10.94	19.4	14.54	12.76	13.14
17. Altura del cartilago	7.82	5.32	4.97	5.9	6.85	6.6	5.8

Medidas de cráneo, expresadas en porcentaje de la longitud mayor de machos de *Raja texana* (continua)

**CRANEO  
MACHOS**

No DE ESPECIMEN	12	10	13	14	17	4	15
1. Longitud del cráneo mm	48.9	73.15	28.05	29	40.55	87.85	25
2. Cartilago rostral	55.21	53.86	53.11	58.62	53.39	53.72	53.4
3. Cartilago de prefontanela	45.6	44.01	45.09	46.03	45.25	45.98	45
4. Punta P1 a la cápsula nasal	25.97	22.89	27.62	27.58	25.03	20.26	24.4
5. Extensión Pre-P1	34.45	22.69	29.59	30.17	28.48	33.81	22.6
6. Ancho del cráneo	55.52	53.45	58.64	61.20	54.25	50.19	59.4
7. Ancho interorbital	19.12	16.4	20.14	20.68	16.39	18.44	21.2
8. Base del cartilago rostral	16.97	17.84	18.71	20.34	18.37	16.67	21.8
9. Ancho del cartilago rostral	4.8	6.08	7.48	7.75	6.65	5.86	8.6
10. Longitud de la fontanela anterior	17.17	19.34	16.04	20.17	16.64	17.75	16
11. Ancho de la fontanela anterior	10.28	8.68	10.69	10.34	9.86	7.96	10.2
12. Longitud de la fontanela posterior	20.34	17.08	19.78	20.68	18.86	18.55	21
13. Ancho de la fontanela posterior	4.6	5.46	6.41	6.37	4.8	6.14	4
14. Longitud del apéndice rostral	14.31	12.5	14.26	16.72	13.19	8.53	16
15. Ancho del apéndice rostral	10.73	10.93	12.47	13.79	12.33	11.38	8.2
16. Altura del cráneo	13.7	11	14.61	14.48	13.31	12.6	15.4
17. Altura del cartilago	4.08	5.19	6.23	6.37	5.54	5.87	6.2

Medidas del cráneo, expresadas en porcentaje de la longitud mayor de machos de *Raja texana* (continua)



**CRANEO  
MACHOS**

No DE ESPECIMEN	3	11	MEDIA	n	VARIANZA
1. Longitud del cráneo mm	44.5	53.6			
2. Cartilago rostral	56.85	53.91	54.78	16	0.0005122
3. Cartilago de prefontrana	43.25	42.07	44.19	16	0.0002076
4. Punta P1 a la cápsula nasal	28.08	28.63	24.78	16	0.000932
5. Extensión Pre-P1	23.59	30.87	28.49	16	0.001403
6. Ancho del cráneo	52.70	57.46	56.21	16	0.0001129
7. Ancho interorbital	17.3	17.72	18.8	16	0.0005463
8. Base del cartilago rostral	20.22	20.61	19.06	16	0.0004558
9. Ancho del cartilago rostral	5.61	5.78	6.36	16	0.00012159
10. Longitud de la fontanela anterior	18.42	20.70	18.32	16	0.0002
11. Ancho de la fontanela anterior	9.88	9.32	9.7	16	0.000184
12. Longitud de la fontanela posterior	17.07	19.96	19.26	16	0.0002141
13. Ancho de la fontanela posterior	5.28	5.41	5.39	16	0.00004665
14. Longitud del apéndice rostral	16.17	13.15	13.88	16	00.0004356
15. Ancho del apéndice rostral	11.46	12.68	11.42	16	0.0001813
16. Altura del cráneo	13.48	14.27	13.76	16	0.00047
17. Altura del cartilago	5.84	5.97	5.9	16	0.00007109

Medidas del cráneo, expresadas en porcentaje de la longitud mayor de machos de *Raja texana* (continua).

**APENDICE 2**  
**ESCAPULACORACOIDES**  
**HEMBRAS**

No DE ESPECIMEN	6	5	4	11	13	18	16	15
1. Longitud mayor mm	41.1	49	42	11.2	39	31.1	23.1	22
2. Altura mayor	61.55	56.93	58.09	51.33	60.12	55.94	60.82	58.18
3. Premesocóndilo	40.92	38.77	39.76	41.96	40.12	43.65	41.55	44.09
4. Postmesocóndilo	59	61.22	60.23	58.03	59.87	56.43	58.44	55.9
5. Ancho de la fenestra anterior	20.31	20.2	19.04	11.6	22.17	20.57	22.07	18.4
6. Altura de la fenestra anterior	25.3	22.65	23.92	19.19	28.97	24.75	24.67	27.27
7. Longitud de la fenestra postdorsal	28.95	34.38	35.35	25.44	31.41	25.88	34.19	3
8. Altura de la fenestra postdorsal	25.06	24.28	25.23	22.32	25.38	24.75	21.21	21.81
9. Altura del ángulo de la esquina	50.24	43.26	45	35.71	47.69	35.36	46.75	43.86

Medidas del escapulacoracoides expresadas en porcentaje de la longitud mayor de *Raja texana* de hembras (continua)

**ESCAPULACORACOIDES  
HEMBRAS**

No DE ESPECIMEN	17	14	MEDIA	n	VARIANZA
1. Longitud mayor mm	11	30.4			
2. Altura mayor	64.54	54.6	58.21	10	0.001431
3. Premesocóndilo	38.63	46.05	41.55	10	0.00059
4. Postmesocóndilo	61.36	53.94	58.42	10	0.000577
5. Ancho de la fenestra anterior	17.27	25	19.66	10	0.001275
6. Altura de la fenestra anterior	21.81	27.96	24.64	10	0.000881
7. Longitud de la fenestra postdorsal	19.09	30.26	29.31	10	0.002725
8. Altura de la fenestra postdorsal	32.72	24.67	24.74	10	0.001017
9. Altura del ángulo de la esquina	33.63	42.76	42.26	10	0.003215

Medidas del escapulacoracoides, expresadas en porcentaje de la longitud mayor de *Raja texana* de hembras (continua).

## ESCAPULACORACOIDES

### MACHOS

No DE ESPECIMEN	7	11	12	17	15	14	13	6
1. Longitud mayor mm	21.1	19	16	12.6	9	9.05	9.55	27.4
2. Altura mayor	56.87	6	53.73	57.93	51.11	49.72	60.72	55.47
3. Premesocóndilo	43.6	42.63	44.06	41.26	4	51.93	37.69	43.97
4. Postmesocóndilo	56.39	57.36	55.96	58.73	6	48.06	62.3	56.02
5. Ancho de la fenestra anterior	17.06	18.42	23.12	19.04	13.33	19.33	16.75	20.43
6. Altura de la fenestra anterior	18.95	23.68	25.62	23.8	15	24.30	21.46	24.81
7. Longitud de la fenestra postdorsal	25.11	21.05	28.75	28.57	26.11	26.51	27.22	32.84
8. Altura de la fenestra postdorsal	28.43	27.36	2	22.22	19.44	19.88	20.41	22.26
9. Altura de la esquina del ángulo	43.12	45.26	38.12	45.23	37.77	35.35	36.64	43.43

Medidas del escapulacoracoides, expresadas en porcentaje de la longitud mayor de *Raja texana* de machos (continua).

## ESCAPULACORACOIDES

### MACHOS

No DE ESPECIMEN	9	4	MEDIA	n	VARIANZA
1. Longitud mayor mm	39	33.4			
2. Altura mayor	50.76	57.33	53.66	10	0.001518
3. Premesocóndilo	41.02	39.22	42.53	10	0.00154
4. Postmesocóndilo	58.97	60.77	57.45	10	0.00154
5. Ancho de la fenestra anterior	20.25	21.40	18.91	10	0.752
6. Altura de la fenestra anterior	22.05	23.05	22.27	10	0.00145
7. Longitud de la fenestra postdorsal	25.12	29.94	27.12	10	0.001908
8. Altura de la fenestra postdorsal	19.74	22.90	22.26	10	0.001033
9. Altura de la esquina del ángulo	40.25	46.70	41.18	10	0.001653

Medidas del escapulacoracoides, expresadas en porcentaje de la longitud mayor de *Raja taxana* de machos (continua).

APENDICE 3

VERTEBRAS

No DE ESPECIMEN	SEXO	ZONA TORACICA	ZONA CAUDAL	NUMERO DE VERTEBRAS CAUDALES FUSIONADAS
4	MACHO	26	88	12
6	MACHO	23	97	12
7	MACHO	23	98	7
10	MACHO	23	92	12
11	MACHO	23	103	12
12	MACHO	23	97	12
13	MACHO	23	95	12
14	MACHO	23	85	10
15	MACHO	24	94	12
17	MACHO	23	92	7
4	HEMBRA	23	95	7
5	HEMBRA	23	93	7
6	HEMBRA	23	97	5
11	HEMBRA	23	96	9
13	HEMBRA	23	95	7
14	HEMBRA	23	94	13
15	HEMBRA	23	94	11
16	HEMBRA	23	95	8
17	HEMBRA	24	91	11
18	HEMBRA	23	90	12

Número de vértebras de la zona torácica y caudal de *Raja texana*, de hembras y machos

#### APENDICE 4

#### NUMEROS RADIOS

No DE ESPECIMEN	PECTORALES	PELVICAS	SEXO	LONGITUD TOTAL mm
1	76	20	MACHO	162
2	76	20	MACHO	108
3	76	20	MACHO	240
4	76	20	MACHO	420
5	76	20	MACHO	343
6	80	20	MACHO	370
7	76	20	MACHO	301
8	78	18	MACHO	275
9	76	20	MACHO	118
10	76	18	MACHO	343
11	76	18	MACHO	280
12	78	20	MACHO	217
13	76	18	MACHO	130
14	76	18	MACHO	140
15	76	20	MACHO	121
16	76	18	MACHO	137
17	78	18	MACHO	178

Número de radios de las aletas, pélvica y pectoral de *Raja texana* de machos (continua).

### NUMERO DE RADIOS

No DE ESPECIMEN	PECTORALES	PELVICAS	SEXO	LONGITUD TOTAL mm
1	76	20	HEMBRA	137
2	76	20	HEMBRA	465
3	76	22	HEMBRA	363
4	76	22	HEMBRA	556
5	76	22	HEMBRA	576
6	76	22	HEMBRA	530
7	79	20	HEMBRA	489
8	76	20	HEMBRA	260
9	76	20	HEMBRA	192
10	76	22	HEMBRA	485
11	76	22	HEMBRA	515
12	80	22	HEMBRA	512
13	76	20	HEMBRA	396
14	76	22	HEMBRA	385
15	82	24	HEMBRA	315
16	78	22	HEMBRA	336
17	78	22	HEMBRA	154
18	76	21	HEMBRA	164
19	76	22	HEMBRA	385

Número de radios de las aletas, pélvica y pectoral de *Raja texana* de hembras (continua).



## APENDICE 5

Medidas	Valores de "t"	n	sexo
Cartilago rostral	t= 0.106064	34	macho
Longitud de la prefontanela	t= 1.309125	34	hembra
Punta P1 a la cápsula nasal	t= 0.25478	34	hembra
Extensión Pre-P1	t= 0.608015	34	hembra
Ancho del cráneo	t= 18.3334	34	hembra *
Ancho interorbital	t= 1.31151	34	hembra
Base del cartilago rostral	t= 0.7681	34	macho
Ancho del cartilago rostral	t= 0.1415	34	macho
Longitud de la fontanela anterior	t= 1.09912	34	hembra
Ancho de la fontanela anterior	t= 1.2237	34	macho
Longitud de la fontanela posterior	t= 4.9753	34	hembra *
Ancho de la fontanela posterior	t= 1.08430	34	hembra
Longitud del apéndice rostral	t= 0.339147	34	macho
Ancho del apéndice rostral	t= 1.64281	34	macho
Altura del cráneo	t= 3.173527	34	hembra *
Altura del cartilago	t= 2.19321	34	hembra *

Valores obtenidos de la prueba de "t", donde se indica con (\*), los que son significativos para el dimorfismo sexual de hembras y machos en el cráneo.

## APENDICE 6.

Medidas	Valores de "t"	n	sexo
Altura mayor	t= 2.38198	20	hembras *
Premesocóndilo	t= 0.795446	20	hembras
Postmesocóndilo	t= 1.2844	20	hembras
Longitud de la fenestra anterior	t= 0.66493	20	hembras
Altura de la fenestra anterior	t= 2.532036	20	hembras *
Longitud de la fenestra postdorsal	t= 1.329834	20	hembras
Altura de la fenestra postdorsal	t= 2.458018	20	hembras *
Altura del ángulo de la esquina	t= 0.598582	20	hembras

Valores obtenidos de la prueba de "t", donde se indica con (\*), los que son significativos para el dimorfismo sexual de hembras y machos en el escapulacoracoides.

## APENDICE 7

	Machos	Hembras
Ancho del cráneo	b = 2.3286 m = 0.5016 r = 0.994	b= 4.9794 m= 0.4363 r= 0.9913
Longitud de la fontanela posterior	b=0.9682 m=0.1679 r=0.9875	b=0.8362 m=0.1671 r=0.988
Altura del cráneo	b=1.6993 m=0.0984 r=0.9526	b=1.1215 m=0.0989 r=0.9525
Altura del cartilago rostral	b=0.2466 m=0.0526 r=0.9586	b=0.0652 m=0.0535 r=0.9642
Atura mayor del escapulacoracoides	b=0.0853 m=0.5853 r=0.9944	b=0.3968 m=0.5317 r=0.9916
Altura de la fenestra anterior	b=0.0324 m=0.2524 r=0.971	b= - 0.1048 m=0.2235 r=0.9848
Altura de la fenestra postdorsal	b=0.0822 m=0.2481 r=0.9892	b=0.1179 m=0.167168 r=0.988

Valores de la regresión lineal del cráneo y escapulacoracoides.

## BIBLIOGRAFIA

Alvarez del Villar, J. (1977). Los cordados: Origen, evolución y hábitos de los vertebrados. CECSA. México. pp 65

Bigelow, H.B. y W. C., Schroeder. 1953a. Fishes of Western North Atlantic, Part 2. Sawfishes, guitarfishes, skates, rays, chimaeroids. Mem. Sears Fouth. Mar Res. pp 588

Bigelow, H.B. y W. C., Schroeder. 1953b. Fishes of the Gulf of Maine. Vol 53 Department U.S. Printing office, Washington.

Compagno, L.J.V. 1973. Interrelationships of living elasmobranch. Pages 15-61 in P.H. Greenwood, R. S. Miles and C. Patterson, eds. Interrationships of fishes, Academic Press.

Compagno, L. J. V. 1977. Phyletic relationships of living sharks and rays. Amer. Zool. 17: 303-322

Compagno, L. J. V. 1984. FAO species catalogue. Sharks of the World. An Annoted and illustred Catalogue of Sharks Species Know to Date. FAO Fish. Synop., 4 (125). Pt. 1:29

Daniel, Wayne, W. 1995. Bioestadística. quinta edición UTEHA. México.

Devados, P. 1984. On thr Incidental Fishery of Skates and Rays off Calicut. Indian j. Fisheries. 31(2):285-292.

Dingerkus, G. y D. Uhler. 1977. Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for desmostration of cartilage. Stain tecnol. 52 (4): 229-232

Ebert, D.A., P.D. Cowley y L.J.V. Compagno. 1991. A preliminary investigation of the feeding ecology of skate (Batoidea: Rajidae) off the West Coast of Southern Africa. Afr. J. Mar Sci. 10:71-81.

González, I.M., R.J. Gersenowies, H. Montes D. y P. Fuentes M. 1994. Aplicación de la técnica de transparentación con hidróxido de potasio y tinción con rojo de alizarina "S" para el estudio de batoideos. Mem. IV Congreso Nacional de Ictiología, Morelia México 94.

Goren, M. y Y. L. Werner. 1993. On measuring head length in fishes, amphibians and reptiles and modified calliper rules. Journal, Zool. Lond. 230:187-191.

Hubbs, C. L. y R. Ishiyama. 1968. Methods for the taxonomic study and description of skates (Rajidae). Copeia 3:483-491

Hulley, P. A. 1970. An investigation of the Rajidae of the west and south coasts of Southern Africa. Ann. S. Afri. Mus. en McEachran, J. D. y C. O. Martin. 1978. Interrelationships and subgeneric classification of *Raja erinacea* and *Raja ocellata* based on claspers, neurocrania and pelvic girdles (Pisces: Rajidae). Copeia 598-601.

Hulley, P. A. 1972. The family Gurgesiellidae (Chondrichthyes, Batoidei) with reference to *Pseudoraja atlantica* Bigelow and Schroeder. Copeia (2):356-359.

Ishiyama, R. y C. L. Hubbs. 1968. *Bathiraja*, a genus of Pacific skates (Rajidae) regarded as phylogenetically distinct from the Atlantica genus *Breviraja*. Copeia. (2):407-410.

Krefft, G., y Stehmann. 1974. Ergebnisse der Forschungsreisen des FFS "Walther Herwig" nach Sudamarika. XXXIII. *Rajka (Rajela) sadowskii* spec. nov. (Chondrichthyes, Batoidei, Rajidae), ein weiterer neuer Roche vom südwestatlantischen Kontinentallabhang. Arch. FischWiss. en McEachran, J. D. y C. O. Martin. 1978. Interrelationships and subgeneric classification of *Raja erinacea* and *Raja ocellata* based on claspers, neurocrania and pelvic girdles (Pisces: Rajidae). Copeia 598-601.

McEachran, J. D. 1982. Revision of the South American Skate Genus *Synterygia* (Elasmobranchii:Rajiformes). Copeia. 4:867-890.

- McEachran, J. D. 1984. Anatomical Investigations of the New Zealand Skates *Bathyraja asperula* y *Bathyraja spinifera*. With Evaluation of their Classification Within the Rajoidei (Chondrichthyes). *Copeia* 1:45-48.
- McEachran, J. D. y M. Stehmann. 1977. Subgeneric Placement of *Raja bathyphilia* Based on Anatomical Characters of the Claspers, Cranium and Pelvic Girdle. *Copeia*. 1:20-25.
- McEachran, J. D. 1977. Variation in *Raja garmani* and the Status of *Raja lentiginosa* (Pisces: Rajidae). *Bulletin of Marine Science*. 27(3):423-429.
- McEachran, J. D. y C. O. Martin. 1978. Interrelationships and subgeneric classification of *Raja erinacea* and *Raja ocellata* based on claspers, neurocrania and pelvic girdles (Pisces: Rajidae). *Copeia* 598-601.
- McEachran, J. D. y L. J. V. Compagno. 1979. A further description of *Gurgesiella furvencens* with comments on the interrelationships of Gurgesiellidae and Pseudorajidae (Pisces, Rajoidei). *Bulletin of Marine Science*. 32(29):399-425.
- McEachran, J. D. y L. J. V. Compagno. 1982. Interrelationships of and within *Breviraja* based on anatomical structures (Pisces: Rajoidei). *Bulletin of Marine Science*. 32(2):399-425.
- McEachran, J. D. y R. E. Mathenson, Jr. 1985. Polychromatism and polymorphism in *Breviraja spinosa* (Elasmobranchii: Rajiformes), With Description of Three New Species. *Copeia*. (4):1035-1052.
- McEachran, J. D. y T. Miyake. 1987. A New Species of Skates of the Genus *Breviraja* from off Nova Scotia, With Comments on the Status of *Breviraja* and *Neoraja* (Chondrichthyes: Rajoidei). *Copeia* (2):409-417.
- McEachran, J. D. y T. Miyake. 1988. A New Species of Skates from the Gulf of California (Chondrichthyes: Rajoidei). *Copeia* (4):877-886.
- McEachran, J. D., B. Seret y Tsutomu Miyake. 1989. Morphological Variation within *Raja miraletus* and status of *R. ocellifera* (Chondrichthyes: Rajoidei). *Copeia* (3):630-641.

McEachran, J. D. y P. R. Last. 1994. New Species of Skates. *Notoraja ochroderma*, from Queensland, Australia, with Comments on the Taxonomic Limits of *Notoraja* (Chondrichthyes: Rajoidei). *Copeia* (2):413-421.

Miyake, T. y McEachran, J. D. 1991. The Morphology and Evolution of the Ventral Gill Arch Skeleton in Batoid Fishes (Chondrichthyes: Batoidea). *Zoological Journal of the Linnean Society* (102):75-100.

Miyake, T., McEachran, J. D. y P. J. Walton. 1992. Development and morphology of rostral cartilages in batoid fishes (Chondrichthyes: Batoidea), with comments on homology within vertebrates. *Biological Journal of the Linnean Society*. (46):259-298.

Raschi, W., y McEachran, J. D. 1991. *Rhinoraja longi*, a new species of skates from the outer Aleutian Islands, with comments on the status of *Rhinoraja* (Chondrichthyes, Rajoidei). *Canadian Journal Zoological*. 69: 1889-1903.

Schepartz, B y C. C. Thomas. 1980. *Dimensional Analysis in the Biomedical Sciences*. Publisher Illinois, U. S. A. 172 pp.

Secretaría de Industria y Comercio. 1976. *Catálogo de Peces Marinos Mexicanos*. S.C.I. México.

Stehmann, M. 1970. Vergleichend morphologische und anatomische Untersuchungen zur Neuordnung der Systematik der nordostatlantischen Rajidae (Chondrichthyes, Batoidei). *Arch. FischWiss.* en McEachran, J. D. y C. O. Martin. 1978. Interrelationships and subgeneric classification of *Raja erinacea* and *Raja ocellata* based on claspers, neurocrania and pelvic girdles (Pisces: Rajidae). *Copeia* 598-601.

Stehmann, M. 1971. *Raja (Leucoraja) leucosticta* spec. nov. (Pisces, Batoidei, Rajidae), eine neue Rochenart aus dem Seegebiet des tropischen Westafrika; gleichzeitig zur Frage des Vorkommens von *Raja ackleyi* Garman, 1881, im mittleren Ostatlantik. *Ibid* en McEachran, J. D. y C. O. Martin. 1978. Interrelationships and subgeneric classification of *Raja erinacea* and *Raja ocellata* based on claspers, neurocrania and pelvic girdles (Pisces: Rajidae). *Copeia* 598-601.

Stehmann, M. 1976. Revision der Rajoiden-Arten des nördlichen Indischen Ozean und Indopazifik (Elasmobranchii, Batoidea, Rajiformes). Beaufortia en McEachran, J. D. y C. O. Martin. 1978. Interrelationships and subgeneric classification of *Raja erinacea* and *Raja ocellata* based on claspers, neurocrania and pelvic girdles (Pisces: Rajidae). Copeia 598-601.

Yearley, G. J. y P. R. Last. 1992. *Pavoraja (Insectiraja) laxipella*, a New Subgenus and Species of Skates (Chondrichthyes: Rajoidei) from the Western Pacific. Copeia. (3):839-850.