

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**TAXONOMIA, ABUNDANCIA ESTACIONAL, EDAD
Y CRECIMIENTO Y BIOLOGIA REPRODUCTIVA DE
Narcine entemedor Jordan y Starks (CHONDRICHTHYES;
NARCINIDAE), EN BAHIA ALMEJAS, B.C.S., MEXICO.**

TESIS

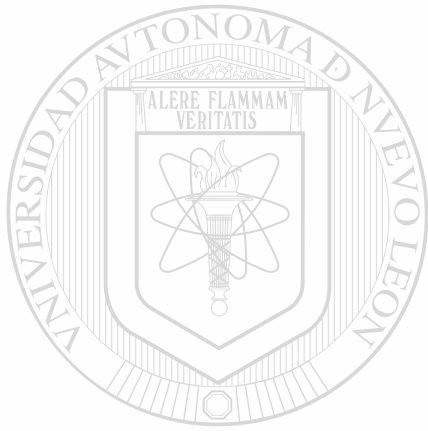
**Que como requisito parcial para obtener el
grado de Doctor en Ciencias con Especialidad en
ECOLOGIA ACUATICA Y PESCA**

PRESENTA

CARLOS JESUS VILLAVICENCIO GARAYZAR

MONTERREY, NUEVO LEON

FEBRERO 2000



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

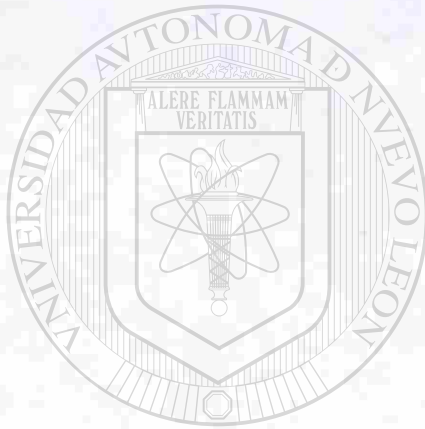
TAXONOMIA, ABUNDANCIA ESTACIONAL, EDAD Y CRECIMIENTO Y
BIOLOGIA REPRODUCTIVA DE *Narcine entemedor* Jordan y Starks
(CHONDRICHTHYES: NARCINIDAE), EN BAHIA ALMEJAS, B. C. S., MEXICO

C. J. V. G.

TD
QL638
.6
.V5
2000
c.1



1080124456



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



TAXONOMIA, ABUNDANCIA ESTACIONAL, EDAD Y CRECIMIENTO y
BIOLOGIA REPRODUCTIVA DE *Narcine entemedor* Jordan y
Starks (CHONDRICHTHYES: NARCINIDAE), EN BAHIA ALMEJAS,
B.C.S., MEXICO.

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el
grado de Doctor en Ciencias con Especialidad en

ECOLOGIA ACUATICA Y PESCA

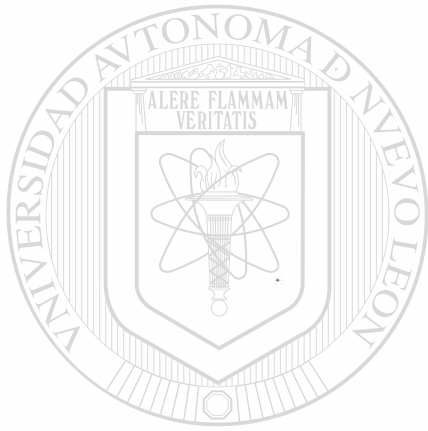
PRESENTA

Carlos Jesus Villavicencio Garayzar

MONTERREY, NUEVO LEON

FEBRERO 2000.

QL63
.6
v5
2000



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



DEDICATORIA

El presente documento que fue un esfuerzo de varios años de trabajo está dedicado con todo mi cariño a las personas que más amo en la vida, a mi esposa Dora Leticia Conde Ortega y a mis hijos Carlos Enrique, Cristian Paul y Karen Leticia. Ellos tuvieron que soportar mis largas ausencias en el campo pesquero de Puerto Viejo, Bahía Almejas, para el trabajo de campo; mis estancias en Monterey, California y en Monterrey, Nuevo León, para el trabajo de laboratorio y redacción del manuscrito. Además, mis largas estancias en el laboratorio, lo que me impidió convivir más tiempo con ellos. Espero que el presente esfuerzo sea de inspiración para ustedes y los motive en alcanzar las metas que se propongan en la vida.

El presente escrito también es dedicado a mi madre, Edith Garayzar, y a la memoria de mi padre Francisco Lino Villavicencio Rocha. Muchas gracias por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo pudo realizarse gracias al apoyo brindado por muchas personas, con las que he tenido la oportunidad de convivir en mi vida profesional.

En primer lugar quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los pescadores del campo pesquero de Puerto Viejo, Don Alejandro y sus hijos Alejandro, Jorge y Julián Escobar, además de sus cuñados Martín y Juan. Quiero hacer patente que sin ellos no hubiera podido iniciar y mucho menos terminar la presente investigación: muchas gracias por su ayuda desinteresada.

A la Secretaría de Educación Pública la cual financió el proyecto de investigación, DGICSA convenio C91-03-001-03, así como las becas SUPERA y PROMEP para finalizar la tesis.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

También quiero expresar mi agradecimiento al Maestro Jesús Druk González por su apoyo en los inicios de la investigación. En general a la Universidad Autónoma de Baja California Sur por permitirme lograr esta meta tan importante en mi vida.

Mi más profundo agradecimiento a mis directores de tesis Drs. Salvador Contreras Balderas y José Luis Castro Aguirre por su ayuda y paciencia en terminar la tesis, además a la comisión de

tesis integrada por los Drs. Ma. Lourdes Lozano Vilano, Armando Contreras Balderas y Juan Antonio García Salas. Gracias especiales a la Dra. María Julia Verde Star, Subdirectora de Postgrado, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Además, a los M. en C. María Elena García Ramírez y Antonio Leija Tristán por su apoyo en los trámites y requisitos para el examen.

Un agradecimiento muy especial al Dr. Gregor M. Cailliet, Moss Landing Marine Laboratories, San José State University, por aceptarme en su laboratorio para procesar las muestras para edad y crecimiento, así como compartir muchas horas leyendo los cortes de vértebras en Monterey, California y en La Paz, B.C.S. Al Dr. Henry Mollet en su ayuda para obtener el mejor ajuste al modelo de crecimiento de Von Bertalanffy.

Agradezco al Dr. Timothy Tricas (Tecnológico de Florida), María de Lourdes Lozano Vilano (UANL), M. en C. Héctor Espinoza (UNAM), Biól. Teniente Nivón (IPN), Dr. Margarito Tapia (UAM), Dr. José Luis Castro Aguirre y M. en C. José de la Cruz Agüero (CICIMAR), por permitirme usar sus ejemplares de colección.

Agradezco a los estudiantes del Laboratorio de Elasmobranchios de la UABCS por su gran ayuda; Everardo Mariano, Carolina Downton, Lazaro Cadena, Jorge Dávila, Arturo Elizalde. Muchachos muchas gracias y espero que terminen ésta meta en un tiempo menor que yo.

INDICE

INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	3
MATERIAL Y METODOS	14
RESULTADOS	33
Taxonomía	33
Abundancia Estacional	37
Biología Reproductiva	40
Edad y Crecimiento	45
DISCUSIONES Y CONCLUSIONES	51
Taxonomía	51
Abundancia Estacional	57
Biología Reproductiva	61
Edad y Crecimiento	78
SUMARIO	88
LITERATURA CITADA	90
FIGURAS	103
ANEXO I.	137

INTRODUCCION

Las rayas, mantarrayas y cubanas pertenecen a la clase Chondrichthyes, y en particular a los Batoideiomorpha. Se estima que la diversidad de este grupo en el mundo es de 456 especies (Nelson 1994), en tanto que en México se han registrado un total de 87, incluidas en 27 géneros, 14 familias y cinco órdenes (Castro-Aguirre y Espinosa 1996). Las rayas son un grupo importante dentro de las pesquerías artesanales de Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Campeche. En Baja California Sur, la captura registrada en los Avisos de Pesca de la SEMARNAP es entre 800 y 1 050 toneladas anuales y la principal área de pesca se localiza en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas (Castelán 1999). La captura está compuesta por lo menos de nueve especies y, de ellas la raya eléctrica representa el 7.6% de la captura anual (Villavicencio-Garayzar 1995b). Los condrictios se caracterizan por presentar desarrollo interno de los embriones, baja fecundidad y un crecimiento corporal lento (Holden 1974), lo cual hace muy vulnerables a las poblaciones que son explotadas intensamente, además de que tienen una recuperación lenta en los niveles de su abundancia.

Los estudios biológicos sobre las rayas en México se han enfocado básicamente al estudio descriptivo y de distribución geográfica (Castro-Aguirre 1965, Castro-Aguirre y Espinosa 1996). Salvo los estudios de Nottarbartolo-Di-Sciara (1985, 1987a, 1987b y 1988) sobre las especies del género *Mobula* y algunas observaciones de otras, pocos estudios se han realizado en el Pacífico de México. El presente trabajo forma parte de los estudios biológicos que se realizan desde 1985 en la costa occidental de Baja California y el Golfo de California en el Laboratorio de Elasmobranquios, Area Interdisciplinaria de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Debido a la importancia biológica y pesquera de *Narcine entemedor* en Bahía Almejas, la intención del presente estudio es revisar su estatus taxonómico y describir la abundancia temporal, biología reproductiva y la edad y crecimiento en el área geográfica antes mencionada.

ANTECEDENTES

REVISION TAXONOMICA

La familia Narcinidae esta compuesta por nueve géneros y 24 especies (Nelson 1994); Carvalho (1999) reconoce unas 20 especies dentro del género *Narcine* (Henle 1834). En el Atlántico americano la única especie de *Narcine* conocida es *N. brasiliensis* (Olfers 1831). El primer registro fue proporcionado por Gronow (1763) como *Raja laevis*, pero este nombre fue invalidado por la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica (Bigelow y Schroeder 1953). La variedad en la coloración dorsal ha sido la causa principal de que se propusieran nuevas especies o subespecies (Bigelow y Schroeder 1953, Funicelli 1975). En el Pacífico oriental se han descrito tres; *N. entemedor* Jordan y Starks, *N. schmitti* Hildebrand y *N. vermiculatus* Breder. Aparte de la descripción original de *N. schmitti*, con base en sólo un ejemplar del Golfo de California, se desconoce todo lo relativo a esta especie nominal (Castro-Aguirre y Espinosa 1996). Es posible que se trate de un ejemplar de *N. entemedor* (Marcelo Carvahlo com. pers.).

Narcine brasiliensis se distribuye desde Carolina del Norte hasta Argentina (Bigelow y Schroeder 1953, Cervigón 1966). Jordan y

Starks (1895) describieron como una especie nueva a *N. entemedor*, con base en ejemplares recolectados en Mazatlan, Sinaloa (Jordan 1895). Posteriormente sus límites de distribución se han documentado en latitudes al sur y hacia el norte (Osburn y Nichols 1917, Beebe y Tee-Van 1941, Mercado 1975). Torres-Orozco y Castro-Aguirre (1992) y Villavicencio-Garayzar (1993a) la registraron en Bahía Magdalena y Villavicencio-Garayzar y Abitia (1994) en la laguna de San Ignacio. Es la especie más común del género en el Pacífico (Flores et al. 1995, Castro-Aguirre y Espinosa 1996), su distribución se conoce desde la laguna Ojo de Liebre en la costa occidental de Baja California Sur (De La Cruz et al. 1966) hasta Bahía Magdalena-Almejas, y desde el norte del Golfo de California hasta Colombia (Mercado 1985). *N. vermiculatus* es observada raramente en los arrastres de la pesca de camarón (Perez-Mellado y Findley 1985) y tiene una distribución más restringida a la zona tropical (Castro-Aguirre y Espinosa 1996).

Se ha argumentado que *N. entemedor* del Pacífico difiere de *N. brasiliensis* del Atlántico en las dimensiones y forma de las aletas pélvicas, y los ojos más pequeños que los espiráculos (Meek y Hildebrand 1923). Sin embargo, Bigelow y Schroeder (1953), con base en comparaciones morfométricas pero con pocos ejemplares, no encontraron diferencias en el tamaño de los ojos y

espiráculos. Esto los llevó a proponer que *N. entemedor* es un sinónimo de *N. brasiliensis*. Desde entonces esta duda ha persistido y varios autores han aceptado la sugerencia de Bigelow y Schroeder (1953), tales como Mercado (1975), Torres-Orozco y Castro Aguirre (1992), Villavicencio-Garayzar (1993a) y Castro-Aguirre y Espinosa (1996). Breder (1928) observó que los recién nacidos de *N. brasiliensis* (Olfers) tienen un patrón de coloración similar a *N. vermiculatus* del Pacífico, pero las manchas blancas dan a esta la apariencia de un fondo de color claro con manchas oscuras. También detectó que *N. vermiculatus* alcanza la madurez sexual a una talla menor que *N. entemedor* y *N. brasiliensis*. De acuerdo a lo anterior, Beebe y Tee-Van (1941), señalaron también que la especie más cercana a *N. brasiliensis* es *N. vermiculatus*, por la similitud en la coloración. Sin embargo, indicaron que la variación en el patrón de la coloración en *N. brasiliensis* es extrema y depende del individuo, localidad y desarrollo, mientras que en *N. vermiculatus* la variación es menor e intraespecífica. Esta hipótesis de Beebe y Tee-Van (1941) sobre la semejanza de ambas especies no fue considerada por Bigelow y Schroeder (1953).

El único intento para resolver esta problemática fue realizado por Castañeda y Gaspar (1995), quienes encontraron diferencias importantes en la forma del cartílago rostral entre *N. entemedor*

y *N. brasiliensis*. Otras diferencias fueron la amplitud del disco, la longitud preoral y la distancia entre las quintas aberturas branquiales. Con base en estos resultados propusieron que ambas especies son taxonómicamente válidas. Sin embargo, en sus resultados morfométricos no presentaron los análisis que validaran sus conclusiones.

El objetivo parcial de este trabajo es definir la posición taxonómica de *N. entemedor* (Pacífico) y *N. brasiliensis* (Atlántico) a partir de análisis morfométricos, anatomía y coloración.

BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Los ciclos reproductivos de elasmobranquios pueden llegar a tener una duración de dos años, con uno de reposo entre generaciones,® esto es, una progenie cada tres años. En algunas especies se ha descrito un periodo de gestación de un año con o sin descanso entre generaciones (Castro 1996). En rayas al parecer los ciclos son anuales, sin interrupción entre las generaciones. Sin embargo, existen diferencias en la duración del periodo de gestación, lo cual permite distinguir tres modalidades en el desarrollo embrionario; 1) En *Dasyatis centroura*, *Myliobatis californica* y *Rhinoptera steindachneri* el periodo de gestación es

anual y de manera continua, aunque con ligeros aumentos y disminuciones en la tasa de crecimiento mensual (Bullis y Struhsaker 1961, Smith y Merriner 1986, Martin y Cailliet 1988); 2) en *D. brevis*, *D. sayi*, *Rhinobatos productus*, *R. horkelli* y *R. hynnicephalus* el ciclo es anual, pero con un período de desarrollo embrionario de sólo entre dos y cuatro meses, el crecimiento de los embriones y de los ovocitos es simultáneo; la ovulación y cópula se presentan inmediatamente al nacimiento de los embriones; estas especies presentan una condición conocida como diapausa embrionaria (Lessa 1982, Snelson et al. 1989, Villavicencio-Garayzar 1993b, Wenbin y Shuyuan 1993, Downton 1996, Mariano 1997); y 3) un tercer modo de reproducción se presenta en *Zapteryx exasperata*, con un desarrollo inicial de los ovocitos, cópula, ovulación y desarrollo de los embriones en tres meses (Villavicencio-Garayzar 1995a). En el caso de *N. entemedor* en el Pacífico se ha planteado como una hipótesis que la estrategia reproductiva más probable es anual con un período corto de gestación, es decir, del tipo 2 (Villavicencio-Garayzar 1993a). Por su parte Rudloe (1989) observó en *N. brasiliensis* que en mayo los embriones todavía no son visibles; fueron observados macroscópicamente hasta junio, cuando medían en promedio 4.5 cm. En julio alcanzaron una talla mayor y en agosto nacieron con una longitud de 10.9-11.9 cm LT. El desarrollo de los ovocitos inicia en abril pero no lo describió. Aparentemente la cópula se

presenta en diciembre y el esperma es almacenado por varios meses (Rudloe 1989).

Por otra parte, la mayoría de las especies con un desarrollo interno de los embriones, y cuyo alimento es proporcionado por la madre, se denominan como vivíparas matrotóxicas (Wourms 1977, 1981). Esto significa que el alimento inicial de los embriones es dado por el vitelo, aunque posteriormente la madre les proporciona alimento complementario (Wourms 1981). Algunas especies forman una envoltura de color pardo o verde sobre los huevos cuando descienden por la glándula nidamental; en tanto que otras especies no la forman. En el caso de *N. entemedor*, no se ha descrito el tipo de reproducción (Villavicencio-Garayzar 1993a).

El conocimiento del ciclo reproductivo es esencial para comprender la dinámica poblacional de una especie, sobre todo en cuanto al número de neonatos producidos por hembra y por edad. Esta información puede ser incorporada a los modelos de demografía para estimar los puntos de equilibrio entre la progenie y las mortalidades natural y por pesca (Cailliet 1992).

La información sobre la biología reproductiva de *N. entemedor* es escasa en el Pacífico de México, por lo cual el objetivo de este estudio es describir los aspectos relevantes de esta parte del

ciclo de vida de una población de *N. entemedor* en la costa sur occidental de la península de Baja California, particularmente en los aspectos de talla de primera madurez, período de gestación, fecundidad, talla de nacimiento de los embriones y proporción de sexos. Además tratar explicar si existe relación entre los procesos de inmigración y emigración a la bahía con la variación en la temperatura del mar.

EDAD Y CRECIMIENTO

La determinación de la edad y el crecimiento en las poblaciones en explotación es importante, ya que los valores de longitud infinita, razón de crecimiento y longevidad pueden ser incorporados en los modelos demográficos y de producción para estimar su rendimiento máximo permisible (Cailliet 1992). En general los elasmobranchios se caracterizan por una gran longevidad y lento crecimiento (Holden 1974). Las principales dificultades para determinar la edad han sido la imposibilidad de obtener ejemplares en cantidad suficiente durante un ciclo anual y además de todas las tallas, que se debe a dos situaciones: la migración que tiene lugar después de la época de alimentación y/o reproducción, así como a la segregación por sexos y edades (Hoening y Gruber 1990).

Los métodos indirectos, tales como el desplazamiento modal de tallas no han funcionado para determinar el crecimiento; sólo ha sido útil para describir el crecimiento de los neonatos en sus dos o tres primeros años de vida (Sage et al. 1972, Rudloe 1989). En ejemplares más grandes, el crecimiento es menor y existe bastante sobreposición de tallas. Es común que en las estructura de tallas solo se detecte una moda, con una distribución normal (Smith y Merriner 1987). Por lo anterior, sólo se ha podido determinar con una mayor precisión la edad y crecimiento con base en las estructuras esqueléticas duras, como las espinas y vértebras. En particular estas últimas han sido utilizadas en la determinación de la edad en varias especies del género *Raja*, *R. horkelli*, *R. lunulatus*, *Rhinoptera bonasus*, *Myliobatis californica* y *Torpedo californica*, y los resultados han demostrado que las rayas presentan la formación de una banda translúcida y una opaca anualmente, sin embargo, la carencia de muestras ha hecho difícil la validación por medio de las vértebras (Ryland y Ajayi 1984, Lessa 1982, Rossow 1984, Smith y Merriner 1987, Martin y Cailliet 1988, Neer 1998).

El objetivo del presente estudio es describir la edad y el crecimiento de la raya eléctrica, *Narcine entemedor*, en la costa

occidental de Baja California Sur, con base en observaciones realizadas mediante cortes en vértebras.

DESCRIPCION DEL AREA

Los muestreos biológicos se realizaron en el campo pesquero de Puerto Viejo, localizado en la costa oriental de Bahía Almejas (Fig. 1). Esta bahía forma parte del complejo lagunar de Bahía Magdalena, en la costa occidental de la Península de Baja California. La bahía está delimitada al oeste por las islas Santa Margarita (sur) y Santa Magdalena (norte). El complejo está dividido en tres zonas: la norte, de forma irregular, compuesta por esteros, lagunas y canales con profundidad promedio de 3.5m; la zona central denominada Bahía Magdalena, es la más grande con 883 km², comunicada al océano Pacífico por una boca profunda entre las dos islas; y la zona sureste, Bahía Almejas con una extensión aproximada de 370 km², está limitada al sur por un manglar denominado Isla Creciente y un canal de mareas llamado Canal de Rehusa, que es la única comunicación al océano (Alvarez et al. 1975). Esta boca no permite la navegación porque es muy somera.

En Bahía Almejas se presentan temperaturas superficiales del agua desde 14 °C en abril, mayo y junio, hasta 29 °C en septiembre y

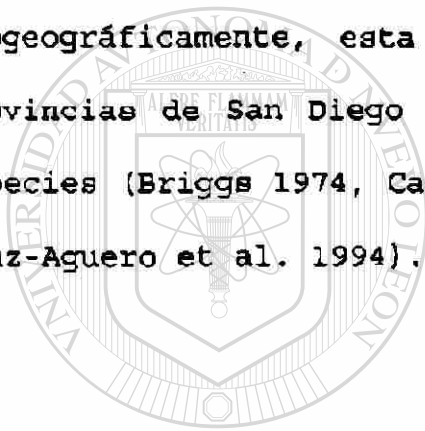
octubre. La temperatura ambiental varía desde los 12 °C en los meses de diciembre y enero, hasta los 30°C en julio y agosto (COADS 1994).

Según los patrones pluviométricos de Salinas-Zavala et al. (1990), el complejo lagunar de Bahía Magdalena se encuentra en la Región IV, que comprende desde el sur de Bahía Almejas hasta la laguna Ojo de Liebre. Se caracteriza porque la precipitación pluvial en las dos épocas de lluvias son iguales: una de julio a octubre y otra de noviembre a febrero, el período de secas es de marzo a junio. Esta zona se considera desde este punto de vista de influencia mixta o de transición templado-tropical. En la bahía no hay un aporte permanente de ríos, excepto la que se presenta durante la época de lluvias. Sin embargo, hay escasa incidencia de ciclones o tormentas tropicales. Salvo en días de lluvias intensas, las variaciones en la salinidad no son cíclicas.

El complejo lagunar se encuentra influenciado en primavera y verano por la corriente de California y en otoño e invierno por la contracorriente costera de California (Lynn y Simpson 1987). También está influenciada por surgencias durante todo el año, con la menor intensidad en febrero, y la máxima en verano (Bakun 1973). Estas surgencias proporcionan nutrientes a la superficie,

y se incorporan al ciclo de producción orgánica a través de la cadena alimenticia (Bakun y Nelson 1976). Esta producción permite la concentración de importantes poblaciones, que son explotadas comercialmente por los pescadores; por ejemplo: sardina, macarela, camarones, jaibas, langosta, almejas, diversas especies de peces, tiburones y rayas (Félix 1990, Arcos y Torres 1990, Villavicencio-Garayzar 1995b).

Zoogeográficamente, esta bahía representa el límite entre las provincias de San Diego y Mexicana, con una alta diversidad de especies (Briggs 1974, Castro-Aguirre y Torres-Orozco 1993, de La Cruz-Aguero et al. 1994).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

MATERIAL Y METODOS

TAXONOMIA

Los ejemplares de *Narcine entemedor* para el estudio taxonómico se obtuvieron de Bahía Almejas, complejo lagunar de Bahía Magdalena y de la Colección Ictiológica del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, CICIMAR: 317(6 organismos), 2785(1) y 3212(1). Los ejemplares de *N. brasiliensis* provinieron de las Colecciones de Peces de la Universidad Autónoma de Nuevo Leon; Instituto de Biología UNAM: IB/CML-P 1119 (1 ejemplar), 2305(1), 2487 (1), 2570 (1) y 3018(1); Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN: 5941(1), 5942(1), 5956(1), 6767(1) y 7384(1). Dichos ejemplares fueron recolectados en las costas de Campeche, Quintana Roo y Veracruz, México. Además, 10 ejemplares de las costas de Florida fueron donados por el Dr. Timothy Tricas (Tecnológico de Florida).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Dado que en ocasiones las diferencias en las proporciones morfométricas entre individuos de distintas localidades se deben a un desarrollo alométrico (Yano y Musick 1992) y a la diferencia en las tallas máximas de machos y hembras entre ejemplares del Atlántico y Pacífico (Capape 1993), en el presente análisis se emplearon ejemplares de talla semejante.

Las mediciones de los ejemplares se realizaron en centímetros para los aspectos de biología y de edad y crecimiento, ya que esta unidad permite una comparación mayor con otros estudios similares. Por su parte, en el estudio taxonómico las 23 mediciones se realizaron en milímetros de acuerdo a Hubbs e Ishiyama (1968) y se expresaron en milésimas de la longitud total como sigue: Longitud total (LT), desde el extremo anterior de la cabeza hasta el punto posterior de la aleta caudal; longitud precaudal (LP), desde el extremo anterior del hocico hasta el inicio de la aleta caudal; ancho de disco (AD), la medida más grande entre los extremos de las aletas pectorales; longitud del disco (LD), la distancia más grande entre la punta del hocico y el margen posterior de las aletas pectorales; longitud precloacal (LPC), desde la punta del hocico hasta el inicio de la cloaca; longitud de la aleta pélvica (LPELV), desde el extremo anterior del hocico hasta la parte posterior de la aleta pélvica; longitud caudal (LC), desde el extremo posterior de la aleta caudal hasta la parte anterior de la cloaca; longitud predorsal (PRED), desde el extremo anterior del hocico al origen de la primera aleta dorsal; longitud branquial (LBR), desde el extremo anterior del hocico hasta una línea imaginaria que une las primeras aberturas branquiales; distancia entre las primeras aberturas branquiales (LBR1), la separación entre los extremos internos de las primeras aberturas branquiales; distancia entre las quintas aberturas

branquiales (LBR5), la separación entre los extremos internos de las quintas aberturas branquiales; distancia interdorsal (DINTD), el espacio entre la parte posterior de la primera aleta dorsal hasta el inicio de la segunda; longitud de la primera aleta dorsal (DOR1), desde el extremo anterior de la base de la primera aleta dorsal hasta la parte posterior; longitud de la segunda aleta dorsal (DOR2), desde el extremo anterior de la base de la segunda aleta dorsal hasta la parte posterior; longitud postdorsal (POSTD), desde el extremo final de la base de la segunda aleta dorsal hasta la parte posterior de la aleta caudal; longitud internasal (INAS), la menor distancia entre nostrilos; distancia entre espiráculos (ESP), la menor distancia entre los espiráculos; longitud interorbital (INORB), el menor espacio entre las orbitas oculares izquierda y derecha; longitud preocular (PREOC), longitud del hocico, desde su punta hasta el margen frontal del ojo; longitud preoral (LPREOR), desde la punta del hocico hasta la hendidura bucal en su parte media, tomada con la boca en posición cerrada; largo del órgano eléctrico (LOE), la mayor distancia entre los extremos anterior y posterior del órgano eléctrico; ancho del órganos eléctrico (AOE), las mayores distancias entre los extremos longitudinales del órgano eléctrico (Figs. 2a y b).

Se empleó el método gráfico estadístico unifactorial propuesto por Hubbs y Hubbs (1953), que se dibujó de la siguiente manera: 1) la línea base indica el intervalo entre mínima y máxima, 2) la línea vertical es la media, 3) el área clara es la desviación estándar a cada lado de la media, y 4) el área negra son dos errores estándar a cada lado de la media.

Otras características empleadas en la comparación fueron el número de ámpulas de Lorenzini localizadas a la altura de la primera abertura branquial (Raschi 1978), la coloración de los ejemplares, y la comparación entre ambas poblaciones sobre las tallas máximas y la biología reproductiva. Para la población del Atlántico se utilizó la información publicada (Bigelow y Schroeder 1953, Cervigon 1966, Funicelli 1975, Rudloe 1989) y en el Pacífico los datos del presente estudio.

El cartílago rostral es una importante característica anatómica que se utiliza en taxonomía, y que permite diferenciar los grupos de tiburones y rayas (Miyake et al. 1992). Castañeda y Gaspar-Dillanes (1995) encontraron que en *N. entemedor* el cartílago rostral es más blando y angosto y que las ramas centrales se prolongan hasta unirse entre sí, mientras que en *N. brasiliensis* es más amplia y sólida y sus ramas centrales terminan en punta quedando entre las mismas un espacio amplio. Para corroborar

estos resultados se realizó la remoción de la piel y el tejido para descubrir los cartílagos.

Se compararon las longitudes y pesos de machos y hembras, así como la biología reproductiva entre *N. brasiliensis* y *N. entemedor*. La información de la población del Atlántico se obtuvo de Bigelow y Schroeder (1953), Funicelli (1975) y Rudloe (1989). Uno de los criterios más sólidos para definir la relación entre poblaciones y reconocer especies es la presencia de características que harían improbable el intercambio genético (Daget 1983).

ABUNDANCIA ESTACIONAL

Muestreo de campo

Durante 1992 se realizaron 12 visitas al campo pesquero de Puerto Viejo, localizado en Bahía Almejas; su duración osciló entre cuatro y cinco días, con un total de 57 días efectivos de trabajo. En el campo pesquero operan tres embarcaciones y un total de seis pescadores, quienes iniciaron sus actividades pesqueras en 1960. La embarcación es una lancha equipada con motor fuera de borda. Las redes son de piola de multifilamento con una luz de malla variable entre 10 y 30 cm, y se utilizan de manera semipermanente; son tendidas y revisadas diariamente por la mañana. Estas son retiradas sólo cuando hay una acumulación

excesiva de algas en el paño, que impiden su funcionalidad. La captura es transportada a la playa para su procesamiento. De esta localidad se obtuvieron la información biológica y muestras para su análisis.

Captura por unidad de esfuerzo

Desde el 22 de agosto de 1991, dos pescadores han colaborado, de manera independiente, en el registro del número de tiburones y rayas capturadas, así como el número de redes empleadas por día (Anexo I). Con esta información se obtuvo el número de días de pesca, el número de redes empleadas por pescador, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), expresada como el número promedio de rayas eléctricas capturadas por red por día. En esta estimación se utilizó el esfuerzo nominal (f') y no el esfuerzo efectivo, debido a que no fue posible obtener la información por tipo de red, luz de malla y material de construcción. La CPUE es considerada en el presente trabajo como un indicador de la abundancia de *N. entemedor* en Bahía Almejas.

Relación peso-longitud

Todos los ejemplares fueron medidos en su longitud total (LT) y pesados con una balanza de resorte. Con esta información se estimó la relación peso-longitud para ambos sexos. Esta relación es importante, porque permite, a partir de la curva de

crecimiento en longitud, describir el crecimiento en peso. La función que describe la relación peso-longitud es de tipo potencial, expresada por la fórmula $W=qL^b$ (Bagenal y Tesch 1978), donde:

W= peso del organismo (Kg)

L= longitud total del organismo (cm)

q= constante de proporcionalidad

b= exponente

Quando el exponente b no es significativamente diferente a tres, se interpreta como un crecimiento isométrico, es decir, que el crecimiento es proporcional en sus dimensiones corporales. Los parámetros q y b se estimaron mediante el ajuste de una regresión lineal a los datos transformados logarítmicamente de la siguiente manera (Bagenal y Tesch 1978):

$$\log W = \log q' + b \log L$$

y los parámetros de la función peso-longitud obtenidos como:

q= antilog q'

b= constante b

Se aplicó la prueba estadística de dos o más pendientes para comprobar si las curvas de peso-longitud de machos y hembras son significativamente diferentes.

BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Para la descripción de la biología reproductiva se tomó información de dos estructuras reproductoras; ovarios y oviductos. En el caso de los primeros, se observó si eran funcionales los dos, además de su forma, longitud, ancho y peso de los ovocitos. Debido a la forma alargada, su difícil separación, y a que fácilmente se rompían los ovocitos, no fue posible obtener su número por gónada. La información sobre longitud y ancho de esas células fue utilizada para definir el período de ovulación.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En el caso de los oviductos, se observó la funcionalidad de ambos, número de embriones, longitud y sexo. El tamaño promedio de los embriones se obtuvo por hembra. Esto permitió describir las diferentes etapas del desarrollo embrionario; cópula, ovulación, desarrollo y nacimiento según el esquema de Pratt y Otake (1990). La proporción intrauterina de sexos se obtuvo con base en los embriones mayores a 50 mm LT, talla a la cual están

bien diferenciados los márgenes internos de las aletas pélvicas en gonopterigios. Para la determinación de la fecundidad se tomaron en cuenta sólo aquellas hembras en la que no había muestras de haber tenido un parto prematuro debido al "estrés" de la captura en la red y su manejo por los pescadores. Se probaron los modelos lineal, potencial y exponencial de dependencia de la fecundidad con la longitud materna.

La madurez sexual en hembras se determinó con base en el desarrollo de los ovocitos en los ovarios y en la presencia de huevos y/o embriones en los oviductos. En el caso de los machos el gonopterigio mayor se midió desde la abertura posterior de la cloaca hasta la parte distal del órgano copulador (Hubbs e Ishiyama 1968), además, se presionó la cintura pélvica para comprimir la vesícula seminal, y determinar la presencia de líquido seminal (Natanson y Cailliet 1986). En general se ha observado que cuando los elasmobranquios inician la madurez sexual, los gonopterigios presentan un crecimiento alométrico rápido, el cual disminuye una vez que maduran (Pratt 1979), de tal manera que los datos tienen un comportamiento sigmoide. Sin embargo, en algunos elasmobranquios el desarrollo de los órganos copuladores es lineal con respecto al crecimiento corporal (Pratt 1979, Chen et al. 1996).

De septiembre a diciembre de 1992, los huevos de 35 hembras fueron medidos y pesados. Para lograrlo fue necesario separarlos en un recipiente con agua de mar. Se estimó el Balance Químico de Desarrollo (BQD) en base al peso seco, con la siguiente ecuación (Capape 1993).

$$BQD = \frac{W_e}{W_h} \quad \text{donde:}$$

W_e = peso seco promedio de los embriones al nacer

W_h = peso seco de los huevos

De acuerdo a los análisis químicos de Mellinger y Wriesez (1989), el contenido de agua en huevos es del 50% y en los embriones del 75%. Los pesos de huevos y embriones fueron corregidos con estos factores.

EDAD Y CRECIMIENTO

Obtención de muestras

Entre cinco y siete vértebras cervicales de cada ejemplar se extrajeron de la región inmediata posterior al atlas, adelante de la primera aleta dorsal. En los meses que no fué posible obtener un número suficiente de muestras, se contó con la colaboración de

los pescadores, quienes recolectaron segmentos de vértebras y las preservaron en alcohol etílico al 70%. Además, en 1993 se efectuaron recolectas de vértebras de junio hasta agosto. Debido a que los machos sólo son abundantes en julio y agosto, es difícil extraer un número adecuado de vértebras durante el resto del año, por lo que resultó muy importante la colaboración de los pescadores en este aspecto.

En 1993 se realizaron muestreos biológicos de la captura de rayas en la Laguna San Ignacio, costa occidental de Baja California Sur (Fig. 1). En este lugar fue posible recolectar 15 y 16 vértebras de hembras y machos, respectivamente. Las de los machos también se emplearon en la determinación de la edad y el crecimiento. Todos los segmentos de vértebras se almacenaron en alcohol etílico 70% antes de su proceso.

Preparación de muestras

La preparación de las vértebras para su lectura se llevó a cabo en el Laboratorio de Ictiología de Moss Landing Marine Laboratories, San Jose State University, Salinas, California, bajo la dirección del Profesor Gregor M. Cailliet.

Se lavaron con agua tres vértebras de cada ejemplar para remover el exceso de alcohol. Posteriormente se sumergieron en agua con

cloro comercial al 5% para que el tejido que rodea a las vértebras se ablandara y facilitara su extracción manual con navaja y pinzas. Posteriormente se lavaron en agua y se dejaron secar por 24 horas en charolas para cubos de hielo. Las vértebras secas se cubrieron de resina sintética sin catalizador. Al siguiente día se agregó catalizador para solidificar los cubos en 24 horas (Doris y Beamish 1982). El bloque conteniendo la vértebra fué pegado con resina más catalizador en un pieza de madera, y se dejó solidificar por 24 horas. Se efectuaron secciones longitudinales en el centro de la vértebra con una cortadora Isomet Blueheler de baja velocidad, equipada con doble navaja de diamante con una separación entre ellas de 0.3mm (Smith 1984, Kusher et al. 1992). El corte fue montado en un portaobjetos, donde se dejó secar por 24 horas. Finalmente, se le adicionó Cytoseal 60 para su montaje (Kusher et al. 1992).

Las secciones fueron pulidas manualmente con lijas de 800 y finalmente de 1000, con una pulidora de baja velocidad Polisher Blueheler Isometer Grinder hasta que estuvieron lisas y listas para su lectura (Doris y Beamish 1982).

Observación de las preparaciones

Antes de realizar las observaciones definitivas, las preparaciones se revisaron en dos ocasiones con un microscopio

estereoscópico en busca de patrones en las marcas de crecimiento. Además, se revisaron las distancias entre las marcas para determinar el patrón de formación. Una vez definidas las marcas, se contaron en pares de bandas, translúcida y opaca, por el autor en cuatro ocasiones y por el Dr. Gregor M. Cailliet tres veces más, hasta que se alcanzó un consenso entre los dos. Los criterios generales fueron los siguientes: si dos o más lecturas fueron idénticas, se empleó ese valor. Caso contrario, generalmente se utilizó el valor medio. Si se dió discrepancia intra e inter lectores, se realizó otra serie de lecturas; si se alcanzó consenso la vértebra se tomó en cuenta, caso contrario fue eliminada.

Análisis de las lecturas

La variación de las lecturas intra e inter lectores se determinó con el porcentaje promedio de error (APE: Beamish y Fournier[®] 1981), el porcentaje de error (D: Chang 1982), y el porcentaje de conteos que fueron 1, 2, 3, etc. años diferentes, como un histograma de precisión (Cailliet et al. 1990, Tanaka et al. 1990).

El porcentaje promedio de error fué estimado mediante las siguientes formulas (Beamish y Fourier 1981):

$$x_j = \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R x_{ij}$$

R= número de veces en la que se determinó la edad en cada pez

x_j = la edad promedio calculada para cada J_i pez

entonces

$$\frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \left| \frac{x_{ij} - x_j}{x_j} \right|$$

es el promedio de error en la edad de cada pez J_i , como una fracción de la edad estimada. Esta cantidad multiplicada por 100 es el porcentaje de error promedio para cada pez J_i

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

y

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

$$APE = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left[\frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \left| \frac{x_{ij} - x_j}{x_j} \right| \right]$$

es el índice de error promedio y multiplicado por 100 es el porcentaje de error promedio en la determinación de la edad.

El índice de precisión o error porcentual (D) de cada observación (Chang 1982) como:

$$D = \frac{v}{\sqrt{R}}$$

Donde:

R= número de veces que la edad de cada individuo se estimó.

V= es el coeficiente de variación, calculado por

$$V = \frac{S}{X} \times 100$$

Cada estimación de edad se comparó con las restantes, y se obtuvo

las diferencias entre cada una de ellas. A partir de las

sumatorias de las diferencias, para cada edad, se obtuvieron las

frecuencias entre lectores, y con ellas se elaboraron los

histogramas de precisión (Cailliet et al. 1990, Tanaka et al.

1990).

Para determinar el diámetro y forma de las vértebras en los

neonatos, se extrajo la columna vertebral de los embriones más

grandes, con una talla cercana al nacimiento. Se montaron con

Cytoseal en un portaobjetos entre 5 y 7 vértebras de cada ejemplar, midiéndoles su diámetro.

Debido a que en ciertas especies, p. ej. el angelito, *Squatina californica* deposita un número diferente de marcas de crecimiento, dependiendo de la localización de la vértebra; región anterior, media y posterior (Natanson y Cailliet 1990), se extrajeron vértebras de las tres regiones anteriores en cinco ejemplares (dos machos y tres hembras) y se comparó el número de marcas en las tres zonas de cada organismo.

Debido a que el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (1938) asume un crecimiento isométrico de los individuos en sus diferentes dimensiones corporales y estructuras, tuvo que hacerse una comparación del desarrollo entre la longitud total y el ancho de disco y entre la longitud total y el diámetro de las vértebras[®] en ambos sexos, además de una comparación entre los dos brazos de la sección de la vértebra para detectar si existía algún grado de simetría; si este fuera el caso, tratar de hacer el retrocálculo de las tallas a las diferentes edades.

Validación

Una vez determinadas y contadas las marcas fué necesario validar la periodicidad en la formación de estas, con el objeto de

asignar la edad respectiva a cada ejemplar. Aquí se emplearon tres diferentes métodos para la validación:

a) *Retrocálculo de edad.* Se basa en la correspondencia entre la talla del organismo y la distancia comprendida entre el origen a la marca, entre estas dos debe de existir una proporcionalidad, por lo que se midió la distancia comprendida desde el centro de la vértebra a cada una de las marcas.

b) *Tipo de borde.* Este método consiste en obtener la proporción mensual entre los bordes opaco/translúcido, para determinar el período en que cada uno de los bordes se depositó.

c) *Incremento marginal.* Se midió la distancia desde la marca bien diferenciada, hasta el borde de la vértebra (Natanson et al. 1995). Para evitar en lo más posible el efecto del crecimiento de la vértebra en el incremento marginal promedio, se emplearon sólo individuos hembras y machos mayores de 70 y 50 cm de LT, respectivamente. A partir de éstas longitudes el crecimiento del individuo y la vértebra es similar en todos.

Parámetros de crecimiento

La ecuación de crecimiento más utilizada para describir el crecimiento en longitud en el tiempo fue desarrollada por von Bertalanffy (1938) y tiene la forma siguiente:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Donde:

L_t = la longitud a la edad t

L_∞ = es la longitud teórica máxima

t_0 = la edad teórica cuando la edad es igual a 0

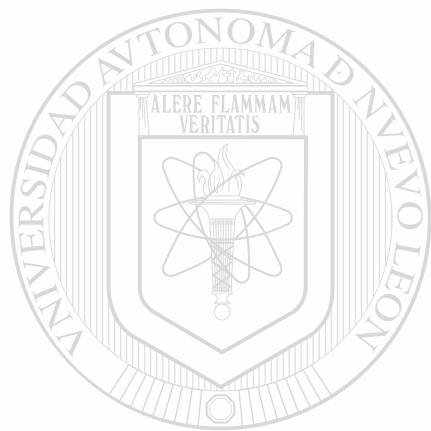
t = edad estimada

k = coeficiente de crecimiento

Una vez estimada la edad en años y al conocer que los ejemplares de esta especie tiene un solo un período de nacimiento (en agosto), fué posible estimar la edad en años y meses (ver capítulo de reproducción).

Los parámetros de la ecuación de crecimiento se obtuvieron con el programa FISHPARM y el cálculo de las edades y las curvas de crecimiento se realizaron en el programa de computadora EXCEL. Debido a desviaciones en los valores de edad de los individuos

de las dos primeras clases de edad y de algunos más grandes y viejos de ambos sexos, se intentó obtener el valor de t_0 , pero los cálculos produjeron valores muy bajos de L_0 , por lo cual la ecuación se resolvió ajustando las curvas a los datos de los valores de edad a la talla de nacimiento de $L_0=15$ cm, cuando $t=0$ (Pratt y Cassey 1983, Van Dykhuisen y Mollet 1992).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RESULTADOS

TAXONOMIA

Relaciones morfométricas

El análisis morfométrico mostró pocas diferencias en un total de 20 comparaciones, con la excepción de dos medidas (Fig. 3a-d): la distancia entre las quintas aberturas branquiales y la separación entre las orbitas (Fig. 3a). En estas dos comparaciones no se sobrepusieron los valores de dos veces el error estándar y la desviación estándar pero si los valores mínimos y máximos. Las dos proporciones fueron mayores en *N. entemedor* que en *N. brasiliensis*.

Cartílago rostral

El cartílago rostral de *N. brasiliensis* y *N. entemedor* tiene las siguientes semejanzas: la parte ventral está cubierta de cartílago en la fosa precerebral, pero no se observaron las ventanas basonasales y el extremo anterior se prolonga en un par de cartílagos (Fig. 4). El espacio interno de la fosa precerebral, en su parte anterior, fue de 7.5% del ancho de disco en las dos especies. Estos cartílagos se prolongan hasta el extremo anterior donde se interconectan. El espacio delimitado en la primera fosa precerebral de *N. brasiliensis* es 2.1 más ancho

que largo (3.83X8.1 mm) (Fig. 4a), mientras que en *N. entemedor* es 1.12 más ancho que largo (10.7X12.0 mm) (Fig. 4b). El piso de la segunda fosa precerebral es más sólido en *N. brasiliensis* que en *N. entemedor*.

Ampulas de Lorenzini

El número promedio de poros de las ámpulas de Lorenzini en los individuos del Pacífico, osciló en ambos lados desde uno hasta cuatro poros, con un promedio de 2.22 (Cuadro I). En el Atlántico la variación fue desde dos hasta seis poros con una media de 3.68. La diferencia fue estadísticamente significativa entre ambas especies ($P=0.05$).

Cuadro I. Comparación en el número de poros de las ámpulas de Lorenzini en ejemplares de *Narcine* spp. de los océanos Pacífico y Atlántico.

		0	1	2	3	4	5	6	media
Pacífico	izq		3	31	13	1			2.25
	der		4	32	11	1			2.19
Atlántico	izq			4	12	16	5	2	3.72
	der			5	10	18	6	0	3.64

Coloración

La coloración de *N. entemedor* (Fig. 28), tanto en juveniles como adultos de ambos sexos, independientemente de la época del año y su condición reproductiva, tienen una coloración pardo oscura uniforme en el dorso, aunque es posible observar una mancha negra en cada una de las aletas dorsales, el vientre es de color blanco. Los embriones de talla cercana a la de nacimiento presentaron manchas negras, sobre un fondo pardo en la región dorsal y blanco en la ventral. *N. brasiliensis* muestra una gran variación en la coloración (Fig. 29): 1) pardo con manchas difusas negras en el dorso, 2) con puntos negros que forman círculos poco regulares, 3) pardo oscuro con un par de manchas negras anteriores. En ocasiones las manchas están conformadas por líneas negras continuas. La característica más notable en su coloración fueron las líneas de puntos oscuros que forman manchas en la región dorsal (Fig. 29). Aparentemente no existe un patrón definido, ya que puede variar desde puntos separados, hasta círculos bien delimitados.

Biología Reproductiva

Las diferencias más notables entre ambas especies (Cuadro II), se presentan básicamente en los aspectos de tamaño y peso máximos, talla de primera madurez, nacimiento, fecundidad y especialmente en la forma y tamaño de los ovocitos. Estos son alargados en *N.*

entemedor hasta 50 cm de largo por un centímetro de ancho, mientras que en *N. brasiliensis* son redondos.

La ovogénesis activa inicia en mayo y finaliza en agosto-septiembre con la ovulación y cópula en ejemplares del Pacífico. En el Atlántico, los ovocitos inician su desarrollo en abril. En diciembre los machos tenían los gonopterigios hinchados.

Cuadro II. Comparación de los aspectos biológicos de *N. entemedor* y *N. brasiliensis*.

Característica	<i>N. brasiliensis</i>	<i>N. entemedor</i>
Talla máxima en machos (cm)	45	67
Talla máxima de hembras (cm)	51.5	93
Talla de primera madurez machos (cm)	22	45
Talla de primera madurez hembras (cm)	29	63
Fecundidad: número de embriones	2-17	4-20
Talla de nacimiento (cm)	9-12	14-16
Forma de los ovocitos	Redondos	Vermiforme de hasta 50 cm de largo
Estrategia reproductiva	Diapausa embrionaria?	Diapausa embrionaria

ABUNDANCIA ESTACIONAL

Distribución temporal

Los pescadores operaron durante todos los meses del año (Fig. 5), y en junio y julio se aplicó el mayor esfuerzo de pesca con 6.32 y 5.48 redes por día por pescador, respectivamente (Fig. 6). En agosto de 1991 se observaron más de 0.2 ejemplares por red y por día (Fig. 7). A partir de entonces se detectó una disminución de la CPUE hasta abril de 1992, con menos de 0.1 individuos por red por día. A partir de mayo se presentó un incremento, que fue máximo en junio (casi 0.6 especímenes por red por día), y en julio se redujo de nueva cuenta la CPUE. Estos resultados parecen sugerir que esta población inmigra hacia la Bahía en primavera, permanece hasta agosto, cuando emigra.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Composición de sexos

La proporción de sexos durante el ciclo anual fue dominada por las hembras (11.15:1 macho) (Cuadro III). Así, las hembras fueron capturadas durante todos los meses, y, por el contrario, los machos fueron muy escasos de octubre a junio. En julio se observaron dos individuos, aunque estos fueron importantes en la captura durante los meses de agosto y septiembre. En todos los meses su captura fue inferior a las hembras.

Cuadro III. Número de individuos observados de *Narcine entemedor* en el ciclo anual de muestreo durante 1992 en el campo pesquero de Puerto Viejo, Bahía Almejas, B.C.S., México.

Sexo	M E S												Total
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
HH	6	9	33	8	17	71	31	61	11	10	11	26	294
MM	0	1	1	1	0	0	2	11	6	1	0	3	26
NN	6	10	34	9	17	71	33	72	17	11	11	29	320

Composición de tallas

Hembras. La talla de las hembras osciló de 52 hasta 90 cm LT en 1993, sin embargo, en muestreos llevados en los siguientes años, fue posible recolectar ejemplares de 29 y 93 cm LT (Fig. 8). La talla promedio mensual fue similar en todo el año, entre 72 y 78 cm, con excepción de octubre cuando disminuyó a 64 cm LT (Fig. 9); el promedio anual fue de 75.47 ± 7.72 cm LT. En promedio, la captura comercial está compuesta principalmente por hembras[®] maduras.

Machos. El macho más pequeño observado fue de 37.6 cm LT, y luego de 45 hasta 63 cm LT en 1992. Sin embargo en los siguientes años fue posible recolectar ejemplares de 24 y 67 cm LT. El promedio anual fue de 53.74 ± 5.89 cm LT, y al igual que en las hembras, la captura comercial se compone principalmente por adultos (Fig. 8).

Relación peso-longitud

En ambos sexos, el peso se incrementa exponencialmente con la longitud; en las hembras el exponente fue de 2.894 (Fig. 10), en machos de 2.539 (Fig. 11) y combinados de 2.98 (Fig. 12). Esta relación fue significativa para los machos ($R^2= 0.90$, $P=0.05$), a pesar del tamaño pequeño de muestra ($n=43$), que en las hembras fue considerablemente mayor ($n=312$) y fué también significativa ($R^2=0.95$, $P= 0.05$). Las hembras tuvieron un valor de la constante mayor que los machos. La prueba estadística de dos o más pendientes ($F=2.2$) indica que no hay deferencia significativa ente los valores de estas.

Rendimiento en peso

Se obtuvo el peso de la pulpa de carne procesada obtenida por los pescadores de 112 hembras y 7 machos. En las hembras se detectó una variación mayor entre 19.0 y 34.0 % (promedio 25.29%). En los machos el rendimiento fue entre 25.0 y 29.55 % (promedio 25.79 %) del peso total del organismo. Los promedios entre los dos sexos son muy similares. Por otra parte no se detectó una dependencia del peso de la pulpa con respecto al peso o largo total del organismo (Figs. 13a y b). El bajo rendimiento en carne de esta raya se atribuye a que el tronco, única parte aprovechable, es alargado y de tamaño reducido.

BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Ovogenesis.

Los dos ovarios son funcionales y no se detectó una diferencia en el tamaño. Los ovarios se localizan en la parte anterior de la cavidad visceral, alojados en dos concavidades del disco, a un lado de la columna vertebral. Tienen forma de saco y, a diferencia de la mayoría de otras especies, los ovocitos no son visibles externamente. Estos son muy largos y llegan a medir 50 cm de largo por 1 cm de ancho; un extremo es semiesférico mientras que el otro termina en punta. Su color dentro de los ovarios es amarillo, y en los oviductos es verde claro. La vascularización y el desarrollo del embrión se inicia en el extremo semiesférico. No se observó la formación de una cápsula que envolviera a los huevos en la glándula del oviducto ni en el interior de los úteros.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Los ovocitos se observaron a partir de junio, cuando medían menos de 3 mm de diámetro, en promedio. En julio poco más de 6 mm y en agosto casi alcanzaron 9 mm (Fig. 14). En el resto de los meses los ovocitos no fueron visibles. Una hembra capturada a principios de septiembre de 1993 tenía ovocitos en los ovarios y huevos en los oviductos.

Se detectó una amplia variación tanto en el largo como en el peso de los huevos: de 25.37 a 50.25 cm, y entre 4.25 y 18.90 gr (Cuadro IV). No se detectó relación de la longitud y peso del huevo con respecto a la longitud de la madre (Figs. 15a y b).

Cuadro IV. Longitud, peso y gramos por centímetro promedio de los huevos presentes en los oviductos de la raya eléctrica, *N. entemedor*, en Bahía Almejas, B.C.S., México.

	Largo (cm)	Peso (gr)	gr/cm
Promedio	37.64	13.93	0.37
Desv. Est.	5.47	3.16	0.081
Mínimo	25.37	4.25	0.14
Máximo	50.25	18.90	0.51

Desarrollo embrionario.

Los dos oviductos son funcionales y la glándula nidamental está reducida en esta especie. De enero a abril de 1992 se revisaron[®] los oviductos de 30 hembras maduras. En 29 los oviductos tenían huevos; sin embargo, los embriones no fueron visibles bajo una inspección macroscópica. En una hembra capturada el 18 de febrero se observaron tres embriones en el oviducto derecho, dos machos y una hembra, con una talla promedio de 119 mm LT. En cambio, en el oviducto izquierdo, los embriones no se observaron en los huevos.

En mayo, de los oviductos de 15 hembras, ocho (53.3%) presentaron embriones visibles macroscópicamente (Fig. 16), con una media de 17.32 mm LT. El tamaño de los embriones mostró un incremento significativo para los meses de junio y julio (Figs. 17a y b), meses en el que el 100% de las hembras presentaron embriones visibles, con el saco vitelino externo muy notorio. En agosto, 11 de 48 (18.84%) hembras maduras tenían aún embriones en desarrollo, con una media de 137.73 cm LT (Fig. 17c); en este promedio, pero no en el porcentaje anterior, se incluyen los valores de cuatro hembras retenidas por los pescadores. El saco vitelino externo de estas hembras era reducido y no había sido consumido totalmente; una buena parte de él se encontraba en el interior del estómago. En septiembre ninguna hembra portó embriones en el interior de los oviductos, solamente huevos fecundados.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

Las tallas promedio de los embriones en mayo y agosto se encuentra sesgada debido a que no todas las hembras tuvieron embriones: en mayo no fueron visibles y en agosto ya habían expulsado a las crías, por lo que sólo es posible emplear los datos promedio de junio (38.7 mm LT) y julio (100.89 mm LT) para calcular la razón promedio de desarrollo de los embriones (Fig. 16). El crecimiento es de 62.52 mm por mes, es decir 2.084 mm por día.

Los resultados del tamaño de los embriones y la longitud de las madres, sugieren que existe una relación directa entre ambas para una misma fecha; junio ($R^2=0.20$, $P=0.05$), julio ($R^2=0.03$, $P=0.05$) y agosto ($R^2=0.54$, $P=0.05$) (Figs. 17a, b y c). Esto es, las hembras con una talla mayor tienden a tener embriones más grandes en comparación a las de menor tamaño.

Madurez sexual

Machos: Narcine entemedor presenta los dos testículos funcionales. Todos los ejemplares observados, con excepción de uno de 37.6 cm LT, eran adultos con un notable desarrollo de los gonopterigios y con abundante semen en los ductos deferentes (Fig. 18). No se obtuvo información sobre organismos juveniles, aunque aparentemente el crecimiento de los gonopterigios es proporcional al desarrollo en longitud del individuo. Según estos resultados la madurez sexual inicia desde los 45 cm LT, es decir al 69% de la longitud máxima observada que fué de 67 cm LT.

Hembras: En individuos de talla inferior a 61 cm LT no fué posible observar el desarrollo de los ovocitos en los ovarios ni embriones en los oviductos. Por el contrario, en individuos con una longitud total mayor a 61 cm se detectaron ovocitos y embriones en los oviductos (Figs. 17a, b y c); las hembras

iniciaron la madurez sexual a los 62-63 cm LT, es decir al 68% de su longitud máxima, porcentaje similar al de los machos.

Talla de nacimiento.

El muestreo de agosto se efectuó durante los días 11 y 15, y la talla promedio de los embriones fue de 137.73 mm LT, con una longitud máxima de 155 mm. Estos embriones habían incorporado a su interior el saco vitelino, lo cual permite suponer que la talla de nacimiento es entre 140 y 160 mm LT, con un peso de 42.56 gr (std=6.42, min=28.9 y max=59.1).

El Balance Químico de Desarrollo, tomando el peso anterior y el de huevos de 13.93 gr, se estimó en 1.52.

Fecundidad

Es común que las hembras expulsen a los embriones debido al "estrés" de la captura en la red y al manejo por parte de los pescadores. Por lo anterior, en este análisis sólo se emplearon hembras que no habían expulsado los embriones, es decir sin derrame en la abertura cloacal. En total fueron 49 hembras y el número de embriones varió desde cuatro hasta 20 (Fig. 19). Se encontró una relación lineal entre la fecundidad y la talla materna ($R^2 = 0.49$).

Proporción de sexos en la etapa embrionaria.

La proporción sexual embrionaria durante junio, julio y agosto fué similar, aunque ligeramente a favor de las hembras (1.1:1 por macho) (Cuadro V), aunque no es estadísticamente significativa.

Cuadro V. Número de embriones hembras y machos de *N. entemedor* obtenidos de 56 hembras en Bahía Almejas.

Sexo	MES			
	Junio	Julio	Agosto	Total
Hembra	85	127	64	276
Machos	79	114	57	250
MN	164	241	121	526
Hembras revisadas	12	28	16	56

EDAD Y CRECIMIENTO

En 1992 se recolectaron 320 individuos, de ellos sólo 26 eran machos. Con la colaboración de los pescadores se obtuvo información adicional de 14 hembras y 38 machos. Entre junio y agosto de 1993 se capturaron 101 hembras y 27 machos más. Del 28 de abril al tres de mayo de 1994 tres machos y 74 hembras. En la laguna de San Ignacio, 15 hembras y 16 machos. La mayoría de los ejemplares se recolectaron de mayo a agosto, cuyas tallas superaron los 60 cm en hembras y 45 cm LT en los machos. En San

Ignacio los individuos midieron más de 50 cm LT en hembras y 37 cm LT en machos. En ambos lugares la mayoría fueron adultos y sólo algunos preadultos y juveniles.

Relaciones morfométricas

La relación del ancho de disco con la longitud total (Figs. 20a y b) se ajustó a una línea recta en ambos sexos (hembras $R^2=0.897$, $P=0.05$; machos $R^2=0.779$, $P=0.05$), lo cual hace suponer que el crecimiento corporal es simétrico, tanto en lo largo como en lo ancho. La prueba estadística de dos o más pendientes ($F=1.3$) indica que no hay deferencia significativa ente los valores de estas.

Se utilizaron las vértebras de embriones entre 13.7 y 15.5 cm LT, para conocer el diámetro de las vértebras al nacimiento. Asimismo, esta medida permitió establecer que desde el nacimiento queda marcado en la vértebra como una pequeña protuberancia. Con base en el diámetro fue posible medir el crecimiento a las diferentes edades.

Las vértebras mostraron una relación lineal del crecimiento en diámetro con respecto a la longitud total del ejemplar en ambos sexos ($P=0.05$) (Figs. 21a y b). Sin embargo, se observó una fuerte asimetría entre los dos brazos de las secciones (Figs. 22a

y b). Esto sugiere que las vértebras no se desarrollan de manera uniforme en toda su circunferencia.

Lecturas

El análisis de la parte anterior, media y posterior de las vértebras de cinco individuos (tres hembras y dos machos), no mostró diferencias en los conteos de las bandas de crecimiento, por esto todas las vértebras utilizadas en este estudio provienen de la región anterior, ya que son las marcas de crecimiento más grandes y fáciles de leer.

Las preparaciones fueron observadas en cuatro y tres ocasiones por dos lectores y de manera independiente. La lectura final de cada lector fue tomando en consideración los cuatro brazos de la vértebra (Figs. 30 y 31). Un total de 191 hembras y 79 machos se emplearon para obtener el promedio de error porcentual (APE), el índice de precisión (D) y los histogramas de precisión. En las hembras los valores de APE y D fueron de 10.38% y 6.1%, respectivamente (Figs. 23a y b). En los machos, APE y D de 8.35% y 4.71%. Los dos lectores concordaron en las lecturas con un año de diferencia en el 88.6 y 92.0 % y con dos años en el 97.6 y 98.7% en hembras y machos, respectivamente.

Después de estos análisis, sólo en 14 vértebras de las hembras (7.32%), se tuvo discrepancia entre los lectores en 3 o más años; estas fueron desechadas. Sólo dos tuvieron que ser analizadas de nuevo. En machos hubo diferencias en 13 de las 79 (16.46%) con 2 o más años, y sólo 3 de estas (3.8%) fueron de 3 o más años. Se realizaron ajustes menores para lograr el consenso entre los lectores.

Validación

Incremento marginal: El ancho de la última banda, a partir de la translúcida, que está bien delimitada en las hembras, permitió establecer que la banda se incrementa a partir de mayo hasta alcanzar su valor máximo en junio (Fig. 24a). No se contó con muestras en julio. El promedio de esta banda disminuyó a partir de agosto y alcanzó el valor mínimo en septiembre. Debido a su tamaño y al patrón migratorio de los machos, no fué posible contar con un tamaño de muestra importante y observaciones en todos los meses. Sin embargo, con los escasos datos, principalmente de julio y agosto, se determinó un patrón similar al de las hembras (Fig. 24b).

Parámetros de la ecuación de crecimiento

Para el análisis de los valores de la curva de crecimiento se utilizaron las vértebras de 329 hembras y 94 machos. La mayor

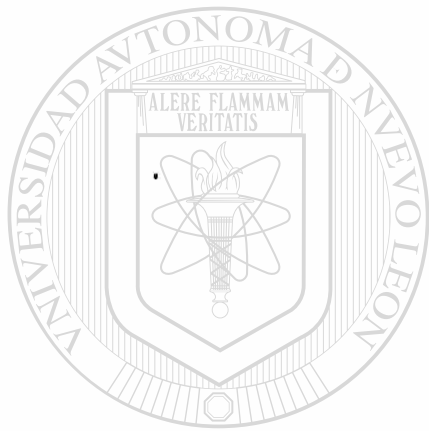
estimada, en hembras es de 15 años en un ejemplar de 85 cm LT; en tanto que a una hembra de 93 cm se le calcularon 11.9 años. Dos machos tenían 11 años y medían 63 y 67 cm LT.

Kappenman (1981) determinó que los modelos de von Bertalanffy construidos por separado para hembras y machos, describen mejor el crecimiento que un sólo modelo con los sexos combinados.

Hembras: Los valores de los parámetros de la ecuación obtenidos con el ajuste a tres parámetros fueron (Fig. 25): $L_{\infty}=82.6$ cm, $t_0=-1.14$ años y $K=0.302$ m/año. El valor de L_0 es de 27.6 cm, cuando $t=0$. Este último es un valor casi el doble al observado en el campo. Por su parte, con el ajuste a dos parámetros, dejando fijo $L_0=15$ cm (talla de nacimiento, que corresponde a la talla cuando $t=0$), los valores de L_{∞} y K fueron de 81.2 cm y 0.372 m/año. En ambos ajustes los estimadores de L_{∞} son similares, respectivamente. Sin embargo, la diferencia principal se presenta en el valor del coeficiente de crecimiento, ya que con el ajuste a dos parámetros el valor es 23% mayor.

Machos: Los valores de la ecuación con el ajuste a tres parámetros fueron en L_{∞} de 76.2 cm, el valor de $t_0=-5.32$ años y el coeficiente de crecimiento $K=0.104$ m/año, con un valor de L_0

de 32.374 cm, cuando $t=0$ (Fig. 26). Por su parte, con el ajuste a dos parámetros, dejando fijo L_0 en 15 cm, los valores de L_∞ y K fueron de 61.2 cm y 0.315 m/año, respectivamente. Resalta la gran diferencia entre los valores de L_∞ y K en ambos ajustes.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

DISCUSION Y CONCLUSIONES

TAXONOMIA

Morfometría

La principal longitud en las especies de *Narcine* spp. y de *Rhinobatos* spp. es la total, debido a que su desarrollo principal es en el eje longitudinal. Castañeda y Gaspar-Dillanes (1995) realizaron su análisis morfométrico con base en el ancho del disco; ésta es la medida que se utiliza en las rayas con un crecimiento transversal mayor, p. ej. dasiátidos, miliobátidos, rinoptéridos y mobúlidos. Dichos autores señalaron diferencias en las proporciones del ancho de disco y en la separación entre las quintas aberturas branquiales. Al revisar los valores mínimos, medios y máximos en sus comparaciones para las dos especies, se observa sobreposición entre los valores del ancho del disco en la longitud total y en la separación entre las quintas aberturas branquiales. Este situación difícilmente sería una diferencia estadística que pudiera ser utilizada para separarlas. La tercer diferencia que señalan es la longitud preoral, aunque no ofrecen valores para ambas especies. Sin embargo, en este análisis no se detectaron diferencias en lo que se refiere a la longitud preoral.

Los resultados sobre la proporción del ancho de disco en la longitud total en *Narcine entemedor* y *N. brasiliensis* fueron de 48.52 (intervalos de 43.22 a 51.56) y 49.97% (intervalos 42.74 a 55.16), respectivamente. Castañeda y Gaspar-Dillanes (1995) encontraron valores de 49.02 y 51.91%. Los resultados son parecidos en ambos estudios y *N. brasiliensis* tiende a tener una amplitud del disco ligeramente mayor que *N. entemedor*. Sin embargo, esta diferencia no es significativa en el presente estudio; debido a ello, esta característica morfométrica no permite su separación específica. Las diferencias más patentes son en la distancia entre las quintas aberturas branquiales y la distancia interorbital, ambas proporciones son más grandes en *N. entemedor*.

Los anteriores resultados de las comparaciones corporales y la anatomía interna están de acuerdo con lo propuesto por Feckhelm y McEachran (1984), quienes plantearon que los géneros de la familia Narcinidae son muy conservadores en su morfometría, por lo que es necesario estudiar las posibles diferencias sutiles para separar a las especies. Tales diferencias han sido la causa de la controversia sobre la identidad taxonómica entre *N. entemedor* y *N. brasiliensis*.

Coloración

La coloración de *N. entemedor* muestra poca variación en las diferentes etapas de su desarrollo biológico, de neonato a juvenil, adulto y entre sexos. Sin embargo, en el Golfo de California se ha registrado una forma de coloración diferente (Breder 1928 y obs. pers.), algunos ejemplares tienen dos manchas pequeñas circulares amarillentas entre los ojos y los espiráculos, y posteriormente sobre los órganos eléctricos de la aleta pectoral otro par de manchas de un color más oscuro. Estas manchas desaparecen según la edad. Otra variación es que en vez de presentar el primer par de manchas, sólo tenga una posterior a los espiráculos sobre la línea media del cuerpo. Este patrón de coloración no se encontró en ningún individuo del Pacífico sudcaliforniano. Se desconoce el significado de tales diferencias entre los ejemplares del Golfo de California y del Pacífico, lo cual deberá investigarse.

El patrón de coloración dorsal de *Narcine brasiliensis* es más parecido a *N. vermiculatus* (Breder, 1928) que a *N. entemedor*. En *N. vermiculatus* la coloración es pardo oscuro con numerosas manchas y vermiculaciones blancas, que da la apariencia de líneas o ruedas amorfas. Esta analogía fue notada por Beebe y Tee-Van (1941), quienes observaron una relación más estrecha entre *N.*

brasiliensis y *N. vermiculatus*, además de que la variación en el color de *N. brasiliensis* es amplia, y depende de la localidad, individuos y grado de desarrollo. Sin embargo la coloración en *N. vermiculatus* son barras o líneas gruesas blancas, mientras que en *N. brasiliensis* son negras. En *N. brasiliensis* no se encontró tal variación que pudiese depender de la zona de captura y del desarrollo biológico, por lo que la hipótesis de Beebe y Tee-Van (1941) no fue factible demostrarla con los presentes resultados. A pesar de esto, la coloración es útil para discriminar a especies del género *Diplobatis*, del Atlántico y Pacífico (Fechhelm y McEachran 1984). Por otra parte, el presente estudio comparativo de la coloración es insuficiente para concluir que las diferencias de la coloración se deben a la localidad geográfica, estado de desarrollo y reproducción. Esta idea fué sugerida por Castañeda y Gaspar (1995) sin un análisis de la información que sustentara tal planteamiento.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Ámpulas de Lorenzini

Se encontró una diferencia en el número de ámpulas de Lorenzini entre *Narcine brasiliensis* y *N. entemedor*; la primera tiene en promedio de 3.7 ámpulas (moda=4), mientras que la segunda posee solamente 2.2 (moda=2). *Narcine brasiliensis* posee casi el doble de ámpulas que *N. entemedor*. Estas estructuras sensoriales se han utilizado para reforzar la distinción entre las especies de *Raja*

ocellata y *R. erinacea*, ya que estas pueden indicar diferencias en habitats y alimentación (Raschi 1978).

Cartílago rostral

Las observaciones efectuadas en el cartílago rostral de ambas especies coinciden con las de Castañeda y Gaspar-Dillanes (1995): el piso de la fosa precerebral es más blanda en *Narcine entemedor* que en *N. brasiliensis*. Con respecto a la amplitud del cartílago rostral, a nivel de la segunda fosa precerebral, no se encontraron diferencias, lo cual contrasta con lo observado por Castañeda y Gaspar-Dillanes (1995), quienes indicaron que ésta era 1,6 más ancho en *N. brasiliensis* que en *N. entemedor*. Por otra parte, los esquemas presentados en los resultados por dichos autores, no muestran semejanza con las observaciones del cartílago rostral del presente estudio. Al parecer los cartílagos antorbitales fueron dibujados a nivel del inicio de la primera fosa precerebral, y estos deberían estar a nivel del cóndilo antorbital, cerca del canal del foramen preorbital. Los presentes resultados son más parecidos a los descritos por Compagno (1977), Fechhelm y McEachran (1984) y Miyake et al. (1992) sobre el neurocráneo del género *Narcine*, y con diferente óptica validan la distinción de las dos especies.

Biología reproductiva

Las tallas máximas y mínimas son muy diferentes entre ambas especies; así los machos y hembras de *N. entemedor* son 1.49 y 1.8 veces más grandes que los de *N. brasiliensis*. Inclusive, la talla a la que alcanzan la madurez sexual los machos y hembras de *N. entemedor* es mayor que las correspondientes de *N. brasiliensis*. El tamaño y forma elongada de los ovocitos de *N. entemedor* es único entre las rayas eléctricas y muy diferente a los ovocitos redondos de *N. brasiliensis* (Rudloe 1989). Sus estrategias reproductivas, sin conocerse a detalle parecen ser muy similares, así como la fecundidad, aunque con una longitud menor en la talla de nacimiento de los neonatos. Por todo lo anterior, es altamente probable que ambas poblaciones no puedan reproducirse entre sí (Daget 1983).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
Con base a las diferencias en morfometría, coloración, número de
ámpulas de Lorenzini, forma del cartílago rostral, tallas máximas
y biología reproductiva se concluye que *Narcine entemedor* Jordan
y Starks y *Narcine brasiliensis* (Olfers) son especies
taxonómicamente válidas.

ABUNDANCIA TEMPORAL

Abundancia

Narcine entemedor es aprovechada comercialmente por los pescadores, sin embargo, su captura representa sólo un ingreso complementario, ya que las principales especies en la captura comercial son la "guitarra" y la "raya lodera". La raya eléctrica se captura durante todo el año, aunque es muy marcado el incremento de la captura por unidad de esfuerzo de mayo hasta agosto, lo cual parece sugerir una inmigración a la bahía durante estos meses.

Este movimiento probablemente se asocia al cambio de temperaturas en la bahía. La inmigración de las hembras se inicia después de que la temperatura alcanzó sus valores más bajos en marzo y abril, a partir de entonces hay un incremento de la abundancia relativa y como es obvio, de la temperatura (Fig. 7). La emigración coincide con el descenso de la temperatura hacia finales de verano. Por su parte, los machos no inmigran junto con las hembras, sino que la realizan hasta finales de julio y permanecen un poco después de que las hembras han iniciado su emigración en agosto y septiembre. Este comportamiento se puede asociar también al ciclo reproductivo (ver capítulo sobre reproducción). De manera análoga, se han registrado movimientos

migratorios asociados a los cambios de temperatura en numerosas especies de elasmobranquios como: *N. brasiliensis*, *R. horkelli*, *Myliobatis californica*, *R. productus*, *D. brevis* y *Rhizoprionodon taylori* (Lessa 1982 y 1986, Martin y Cailliet 1988, Rudloe 1989, Simpfendorfer 1992, Downton 1996, Mariano 1997). Sin embargo, aún se desconoce el proceso ecofisiológico o neurohormonal que desencadena sus migraciones.

Después de terminar el ciclo reproductivo, al parecer algunas hembras adultas permanecen o tienen movimientos al azar entre el interior y el exterior de la bahía el resto del año. Los machos presentan un único período de inmigración a la bahía de finales de julio y principios de agosto y su emigración es a finales de agosto y principios de septiembre. Los juveniles de ambos sexos aparentemente no frecuentan la bahía hasta alcanzar la talla de primera madurez. En estudios llevados a cabo con red de arrastre tipo chango camaronero y chinchorro playero en el complejo lagunar de Bahía Magdalena (Torres-Orozco y Castro-Aguirre 1992, Gutierrez 1997), los neonatos no fueron frecuentes. Lo anterior permite suponer que los neonatos se distribuyen en áreas no accesibles a estos artes de pesca, probablemente en los esteros, o bien abandonan la bahía un poco después de su nacimiento.

Composición de tallas

La talla máxima conocida de *Narcine entemendor* es de 762 mm LT (Beebe y Tee-Van 1941). Estos resultados indican una longitud máxima para machos y hembras a 67 y 93 cm LT, respectivamente, es decir, una diferencia de casi 20%; la longitud máxima de los machos, es casi un 28% menor que la de las hembras. Esta diferencia sexual es común en diversas especies de elasmobranquios, incluyendo las rayas eléctricas; *N. brasiliensis*, *Torpedo marmorata* y *T. californica* (Mellinger 1973, Rudloe 1989, Abdel-Aziz 1994, Neer 1998). Aunque en algunas especies esta diferencia no se presenta, p. ej. en *T. torpedo* la longitud máxima de las hembras y de los machos son de 40.8 y 39.1 cm LT, respectivamente (Mellinger 1981). Este tamaño mayor en las hembras podría deberse a una mayor capacidad del celoma, donde se alojan los embriones en desarrollo de estas especies vivíparas aplacentarias (Wourms 1981).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

De lo anterior resulta una diferencia notable en la composición de tallas entre machos y hembras, siendo las dos modas muy diferentes. Sin embargo, las longitudes máximas de los machos y las mínimas de las hembras se superponen alrededor de los 60 cm de longitud total. La talla promedio de las hembras capturadas por los pescadores es muy similar en todos los meses, con excepción de octubre cuando disminuye abruptamente, lo cual

indica que en la bahía sólo son abundantes las hembras sexualmente maduras. Los machos, que son abundantes sólo en julio y agosto, son todos sexualmente maduros también.

El hecho de capturar machos con talla entre 45 y 65 cm LT, y casi no a las hembras de talla similar, soportaría la hipótesis de que sólo las hembras mayores a 60 cm son las abundantes en la bahía y que los individuos inmaduros no realizan su migración hasta completar la madurez sexual. En cuanto a los machos se refiere no es posible determinar aún si la escasez de individuos inmaduros se pudiese deber a que no inmigren a la bahía o a un problema de selectividad de las artes de pesca. Es más factible suponer que al igual que las hembras, los machos no realicen su migración a la bahía hasta alcanzar la madurez sexual. Aparentemente se distribuyen en las zonas someras de la plataforma continental de la costa occidental de la Península de Baja California Sur.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Relación peso-longitud

Los valores de la ecuación que describe el desarrollo del peso de las hembras y machos de la raya eléctrica son diferentes: las hembras tuvieron un valor del exponente mayor que los machos. Estas diferencias, así como los valores del exponente en ambos sexos son muy similares a los estimados en otras rayas con un crecimiento mayor en el eje longitudinal: En *Torpedo californica*,

Neer estimó valores de 3.0213 (hembras) y de (2.8753) en machos; Lessa (1982) obtuvo un valor de 3.06 en ambos sexos de *R. horkelli*; Downton (1996) estimó valores de 3.14 en hembras y de 3.04 en machos; por su parte, da Silva (1987) obtuvo un valor de 2.947 en las hembras de *Zapteryx brevirostris*. Mellinger (1971) no encontró diferencias entre los machos y hembras de *T. marmorata*, y determinó un valor del exponente de 2.928. Estos resultados sugieren que en general, las rayas tienen un crecimiento exponencial. Las hembras tienen un exponente mayor que los machos; esta diferencia se puede atribuir al desarrollo de los embriones en los oviductos y a los ovocitos en los ovarios.

BIOLOGIA REPRODUCTIVA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
En las especies de rayas eléctricas en las cuales se han descrito[®] los órganos reproductores, la glándula nidamental, ovarios y oviductos, muestran gran similitud en su estructura y funcionalidad. Así, la glándula nidamental no está desarrollada y tienen los dos ovarios y oviductos funcionales las siguientes: *Diplobatis ommata*, *Torpedo marmorata*, *T. torpedo*, *T. ocellata*, *T. californica*, *N. brasiliensis*, *Benthobatis marcida* y *N. entemedor* según Daiber (1959, Mellinger (1971), Quignard (1973), Capape

(1979), Rudloe (1989), Abdel-Aziz (1994), Neer (1998), y este estudio.

La formación de una envoltura de los huevos al parecer está restringida a especies de los géneros *Rhinobatos*, *Gymnura*, *Dasyatis*, *Myliobatis*, *Mobula* y *Rhinoptera*, pero no en las rayas eléctricas como *T. marmorata* y *T. torpedo* según Daiber (1959), Mellinger (1971) y Abdel-Aziz (1994).

Debido al desarrollo interno de los ovocitos en los ovarios de *N.* entemedor, estos corresponden al tipo interno propuesto por Pratt (1988).

Madurez sexual

Los resultados sobre el desarrollo de los gonopterigios no permiten precisar la talla de primera madurez debido a que no existe información publicada acerca de juveniles y preadultos. Sólo se cuenta con la información de un juvenil de 37.6 cm LT. Al parecer el crecimiento de los gonopterigios es lineal con respecto al crecimiento corporal, de manera similar a *Prionace glauca* y *Galeus sauteri* según Pratt (1977) y Chen et al. (1996). Esta conclusión es preliminar y se demostraría hasta tener la información de los juveniles. De comprobarse, sería la primer especie de batoideo con un crecimiento isométrico de los órganos

copuladores. Sin embargo, con base en la información de la conducta reproductiva migratoria (finales de julio a principios de septiembre), cuando penetran a la bahía, para copular con las hembras, todos los individuos están sexualmente maduros y con abundante semen en los ductos deferentes y estas son las tallas mínimas que se capturan, esto permite establecer que la longitud más probable del inicio de la madurez sexual sea a los 45 cm LT, esto es al 69% de su longitud máxima. Sin embargo, es posible que las redes de una luz de malla grande no capturen a los individuos juveniles y a los adultos de menor tamaño, pero no hay ninguna evidencia de que existan machos maduros más pequeños en la Bahía Almejas.

En las hembras se observaron individuos adultos y juveniles de varias tallas, lo que permitió establecer, con base en la ovogénesis y los embriones, que la talla de primera madurez sucede entre 62-63 cm LT. Holden (1974) estableció que la talla de madurez sexual en los elasmobranquios varia entre el 60 y el 90% de la longitud total. Los machos y hembras de *N. entemedor* alcanzan la madurez sexual al 69 y 68 % de su longitud máxima, valores muy parecidos en ambos sexos. Este porcentaje está dentro de los límites establecidos por Holden (loc. cit.).

Los machos de *N. brasiliensis* maduran comparativamente a un porcentaje menor de 55% (Rudloe 1989). El porcentaje de madurez en *N. entemedor* es similar al 65 y 66% registrado en *T. californica* y *T. marmorata*, respectivamente (Neer 1998, Abdel-Aziz 1994), pero mayor al mencionado para *T. torpedo*, que es de 46% (Abdel-Aziz 1994).

El porcentaje al cual las hembras de *N. entemedor* maduran es superior al de *N. brasiliensis*; si se considera que la talla máxima de *N. brasiliensis* es de 51.5 cm LT (Funicelli 1975) y su madurez a los 29 cm LT (Rudloe 1989), entonces su madurez es al 56% de su longitud máxima. El porcentaje registrado en hembras de *Torpedo californica* es de 62 % (Neer 1998), en *T. torpedo* es de 54%, en *T. marmorata* es de 58% (Abdel-Aziz 1994) y entre 41 y 53% en *T. ocellata* según Quignard y Capape (1974). Los machos y hembras de *N. entemedor* alcanzan la madurez sexual comparativamente, como por ciento de la longitud total, a una talla ligeramente mayor en comparación de otras rayas eléctricas.

Ovogénesis

Con este nombre se denomina al proceso de maduración de los ovocitos en los ovarios. Es muy importante definir este proceso porque permite establecer la época de ovulación, cópula e inicio del período y tiempo de gestación. En la descripción de la

biología reproductiva de varias especies de elasmobranquios no se ha descrito la ovogénesis, por lo que permanece aún la duda sobre si las hembras tienen un ciclo anual, bianual o un período de descanso entre partos. Se conoce una ovogénesis anual en varias especies de rayas, por ej.: *N. brasiliensis* y *T. torpedo* de acuerdo con Rudloe (1989) y Abdel-Aziz (1994). Mientras que *T. marmorata* tiene un ciclo de ovulación cada dos años (Abdel-Aziz 1994). Dentro de Bahía Almejas, se ha registrado una ovogénesis anual en *Zapteryx exasperata*, *Rhinobatos productus* y *Dasyatis brevis* según Villavicencio-Garayzar (1993b, 1995a), Downton (1996) y Mariano (1997).

Los ovocitos de *N. entemedor*, hasta de 50 cm de largo por 1 cm de ancho, al parecer son únicos entre todos los batoideos. Este tipo de células difieren al tipo esférico de otras especies como: *N. brasiliensis*, *Torpedo californica*, *T. marmorata* y *T. torpedo*, según Rudloe (1989), Abdel-Aziz (1994) y Neer (1998). Otras especies de rayas también tienen el tipo de ovocito esférico. Las únicas especies con los ovocitos alargados son *Benthobatis marcida* por Daiber (1959) y en *Diplobatis ommata* (obs. pers.), sin embargo, estos ovocitos sólo alcanzan unos cuantos centímetros de largo, y no la gran dimensión de *N. entemedor* de hasta 50 cm de longitud.

En *N. entemedor* es muy notorio el hecho de que los ovocitos no se observan en abril, pero su desarrollo se inicia en mayo y alcanzan su máximo diámetro en agosto, el resto de el año no se detectan. Esta situación permitiría establecer que tiene sólo una ovulación al año.

Al ser simultáneo el desarrollo de los ovocitos con el de los embriones, podría ser prueba de que las hembras se reproducen todos los años durante su vida reproductiva.

Talla de nacimiento

La talla de nacimiento se determina con la comparación entre los embriones completamente formados en el útero, y que casi no presentan el saco vitelino externo, con respecto a la talla de los neonatos que han sido recién expulsados. Infortunadamente durante la presente investigación no se obtuvo información de los neonatos debido a que la pesquería captura sólo individuos adultos. Sin embargo, Torres-Orozco y Castro-Aguirre (1992) registraron el 27 de septiembre de 1990 la captura de un ejemplar de 157 mm LT en Bahía Magdalena. Esta talla es similar a la encontrada en los embriones más grandes sin saco vitelino externo en agosto, por lo que puede deducirse que la talla de nacimiento se ubica entre 14 y 16 cm LT.

Fecundidad

Se ha comprobado que el número de ovocitos desarrollados en *T. torpedo*, *T. marmorata* y *T. californica* no es una buena medida de la fecundidad (Abdel-Aziz 1994, Neer 1998), ya que el número de embriones por lo general es menor que el de ovocitos. Neer (1998) encontró una hembra de *T. californica* de 100 cm LT con 17 embriones, mientras que el número de ovocitos varió entre 0 y 55 en el conjunto de hembras; este número fue dependiente de la talla de la hembra.

El número de embriones por hembra registrado en las diferentes especies de rayas eléctricas oscila entre cuatro y 18 en *T. marmorata*, de dos a 12 en *T. torpedo*, de seis a 11 en *T. ocellata*, entre dos y 17 en *N. brasiliensis* y hasta 17 en *T. californica* de acuerdo con Mellinger (1971), Michaelson et al. (1979), Rudloe (1989), Abdel-Aziz (1994) y Neer (1998). Estas fecundidades son muy similares a la encontrada en *N. entemedor*, que fue de 4 a 20 embriones por hembra; sin embargo, tienen un mayor número de embriones por periodo de gestación.

Se ha observado que el número de embriones por hembra es dependiente de la talla materna en diversas especies, tanto de tiburones como de rayas, sin embargo, la dispersión de los datos para una misma talla de hembra es muy grande, por lo que no

existe una buena correlación entre el número de embriones y la talla. Este es el caso en *N. entemedor*, sin embargo en la figura 19 se observa la relación entre ambas. Esta fecundidad más alta se asocia a una mayor capacidad de ovarios y oviductos para portar ovocitos y embriones, y a que las hembras de mayor tamaño destinan una menor biomasa para su crecimiento corporal, y el mayor gasto energético es hacia la reproducción, por esto es posible plantear que *N. entemedor* tiene una fecundidad dependiente de la talla materna.

En comparación con otras especies de batoides vivíparos, la fecundidad de las rayas eléctricas es similar a la registrada en otras, por ejemplo: *Rhinobatos horkelli*, *R. hynicephalus* y *R. productus* tienden a tener fecundidades mayores a las registrados en la familia *Dasyatidae*, quienes tienen un número menor de embriones: *Dasyatis brevis* (2-4 embriones), *D. centroura* (4-6), *D. longus* (1-3), *D. sabina* (1-4) y *D. sayi* (1-6) (Struhsaker 1969, Snelson et al. 1988 y 1989, Villavicencio-Garayzar et al. 1994). Existe otro grupo, que presenta un embrión por período de gestación: *Rhinoptera steindachneri*, *R. bonasus*, y las especies de *Mobula* según Smith y Merriner (1986), Nottarbartolo-di-Sciara (1985, 1988) y Villavicencio-Garayzar (1991, 1995b). Estos dos grupos se caracterizan por presentar la reducción del ovario y oviducto derecho, además de dar a luz a embriones grandes, con

una talla de casi el tercio del de la madre (Nottarbartolo-di-Sciara 1985, 1988 y Villavicencio-Garayzar 1991).

Las anteriores observaciones permiten plantear la hipótesis de que la fecundidad de las rayas eléctricas es dependiente de la talla materna y que las hembras de estas especies tienen un número similar de embriones. Por otra parte, la fecundidad de estas rayas, junto con las del género *Rhinobatos*, son las más elevadas entre las vivíparas aplacentarias.

Proporción de sexos

La proporción de hembras por machos fue ligeramente superior, pero no estadísticamente diferente, por lo que cada hembra produce un número igual de cada sexo. Una proporción similar de sexos se ha registrado en diferentes especies de rayas vivíparas por Mellinger (1971) y Abdel Aziz (1994) en *T. marmorata*, y por Downton (1996) en *R. productus*. Sin embargo en otras especies se ha señalado una diferencia en la proporción de sexo en embriones, p. ej. en *T. torpedo* se encontró una ligera predominancia de los machos sobre las hembras (Abdel Aziz 1994).

Desarrollo embrionario

El período de gestación se define como el lapso entre la aparición de los huevos fecundados en el útero y el parto (Lyle 1987). A finales de agosto y principios de septiembre las hembras que han dado a luz, llevan a cabo la ovulación de los ovocitos recién desarrollados y la cópula con los machos que han inmigrado a la bahía. Esto plantearía que el período de gestación es de 11 a 12 meses. Sin embargo, la raya eléctrica tiene un período bien definido en el cual los embriones se desarrollan de mayo hasta agosto, por lo que el tiempo de gestación activo es aproximadamente de tres meses. El almacén de esperma y fertilización de los ovocitos se produce en la glándula nidamental (Pratt 1979, Simperdonfer 1992). Debido a que *N. entemedor* tiene la glándula nidamental reducida, es imposible que las hembras almacenen esperma para futuras fecundaciones, por esto las hembras requieren copular anualmente con los machos. El resto del año, los embriones no son visibles, situación que permite suponer que los embriones entran en una etapa de diapausa embrionaria hasta la primavera del año entrante. Este tipo de desarrollo es común en diversos géneros, por lo que al parecer ha evolucionado de manera independiente en las diferentes especies. Hasta el presente la diapausa embrionaria se ha registrado en *Rhinobatos horkelli*, *R. hynnicephalus*, *R. productus* y probablemente en *R. rhinobatos* según Lessa (1982, 1986), Wenbin y

Shuyuan (1993), Villavicencio-Garayzar (1993b), Abdel-Aziz et al. (1993) y Downton (1996); Snelson et al. (1988) y Mariano (1997) lo reportan en *D. sayi* y *D. brevis*, y Simperdonfer (1992) en *Rhizoprionodon taylori*, única especie de selacio en la que se ha descrito esta estrategia reproductiva. Resalta que *Dasyatis brevis*, *Rhinobatos productus* y *Narcine entemedor* se reproducen de manera simultánea en el complejo lagunar de Magdalena en los meses de primavera y verano. La diapausa es una estrategia reproductiva común en las especies de los géneros *Rhinobatos* y *Dasyatis*. Los resultados del presente estudio indican por primera vez esta estrategia reproductiva en una raya eléctrica. Rudloe (1989) no describió la biología reproductiva de *N. brasiliensis*, pero analizando su información, es probable que la población del Atlántico tengan un ciclo reproductivo similar a la del Pacífico.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
Este tipo de desarrollo corto lo han descrito diversos autores (Snelson et al. 1988, Villavicencio-Garayzar 1993b, 1995a, Wenbin y Shuyuan 1993, Abdel-Aziz 1994, Downton 1996, Mariano 1997) en varias especies: *R. horkelli*, *R. hynnicephalus*, *R. productus*, *Z. exasperata*, *D. brevis*, *D. sayi*, *T. torpedo*). En otras el desarrollo embrionario es más largo, 8 meses en *R. cemiculus* según Capape y Zaouali (1994) y puede ser hasta de un año, como en: *Myliobatis californica*, *Rhinoptera bonasus* y *Dasyatis*

centroura según Smith y Merriner (1986), Martin y Cailliet (1988), Struhsaker (1969) y Capape (1993).

Un aspecto interesante del crecimiento de los embriones de una población, es que su tamaño para un mismo tiempo sea dependiente de la talla de la hembra. Esto podría tener dos significados; 1) que las hembras más grandes tengan embriones más grandes, y 2) que inicien y terminen primero el período de gestación. Estas dos posibilidades son difíciles de comprobar con los presentes resultados. En las pocas especies donde se ha realizado una comparación entre la talla de los embriones y la longitud materna, no se ha encontrado una relación directa, p. ej. Abdel-Aziz et al. (1993) no la encontró en *R. rhinobatos*. En la figura 17, en la que se muestra la relación entre el tamaño de los embriones y la talla materna en *N. entemedor*, es posible observar una ligera relación. Esta hipótesis deberá de contrastarse con un mayor número de hembras grávidas.

La velocidad de crecimiento es de 62.52 mm por mes, esto es 2.084 mm por día. En *N. brasiliensis* no se conoce pero, según las tallas de los embriones descritos por Rudloe (1989), el desarrollo de los embriones es rápido. En *R. productus*, que es una especie con una reproducción similar el desarrollo es de 2.143 mm por día (Downton 1996). *Squatina californica*, que es una

especie con una gestación continua anual, la velocidad en el desarrollo es de 45 mm LT por mes en embriones pequeños y de 10 mm LT por mes en los que se aproximan a la talla de nacimiento (Natanson y Cailliet 1986). En *Myliobatis californica* se estimó un crecimiento diario de 0.5 mm por día y de 15 mm por mes en el ancho de disco (Martin y Cailliet 1988). De lo anterior se deduce que en aquellas rayas en las que el desarrollo de los embriones es en un período corto de tiempo, presentan un crecimiento de los embriones mayor que aquellas especies con una gestación de 10-12 meses.

El ciclo reproductivo de *N. entemedor* se resume en la figura 27. Durante el período de septiembre a abril las hembras entran en una diapausa embrionaria, reiniciando el desarrollo en mayo, y finalizando en agosto. En agosto y septiembre son los únicos meses en los que es posible encontrar hembras con los oviductos vacíos. Sin embargo, unos días después de parir las hembras copulan, ovulan y son fecundados los ovocitos, que descienden al oviducto.

El desarrollo de los ovocitos y de los embriones es simultáneo, y este crecimiento se asocia con el incremento de la temperatura en la bahía. El nacimiento de los embriones sucede cuando la temperatura es casi la máxima. Esto representa ventajas

adaptativas en estos organismos ectotermos: las temperaturas elevadas les permiten una mayor tasa metabólica, y por otra parte, pueden utilizar los picos de producción secundaria de la bahía después de los afloramientos de diatomeas de primavera (Simpfendorfer 1992, Felix y García 1993). Este desarrollo simultáneo al incremento de la temperatura lo han registrado diversos autores (Simpfendorfer 1992, Villavicencio-Garayzar 1995a, Downton 1996, Mariano 1997) en varias especies; el tiburón, *R. taylori*, y las rayas *D. brevis*, *R. productus* y *Z. exasperata*. El abundante alimento y altas temperaturas parecen permitirles un crecimiento más rápido y este a su vez, reduce los riesgos de depredación por otros individuos (Branstetter 1990).

Simpfendorfer (1992) planteo la hipótesis de que la diapausa permite a las hembras tener sus crías cuando las condiciones son más favorables. Por su parte, Capape y Zaouali (1994) propusieron que *R. cemiculus* presenta un desarrollo continuo de los embriones durante ocho meses, sin una diapausa, debido probablemente a las óptimas condiciones ambientales para la gestación y alumbramiento en las áreas protegidas. Debido a que las condiciones oceanográficas son cíclicas, principalmente de temperatura, con una variación entre de 12°C en marzo-abril hasta 28°C en septiembre, es difícil que exista una estabilidad en las condiciones de producción del océano que permita este crecimiento

continuo. Por lo tanto, es factible que la diapausa sea una sincronización del desarrollo a los ciclos del océano. Por otra parte, en los períodos de gestación más largos, de ocho a once meses, es probable que la velocidad de crecimiento de los embriones no sea la misma durante todos los meses, es decir, que en algún período sea lento y en otro más rápido. Esto no ha sido posible establecerlo en los diferentes períodos de gestación descritos, debido principalmente a la falta de información sobre las hembras en gestación. Smith y Merriner (1986) encontraron una disminución del desarrollo embrionario en *Rhinoptera bonasus*, aparentemente asociado a la migración, mientras que el rápido crecimiento se relaciona con su estancia en las áreas de alimentación. Sin embargo, sus resultados sobre el período de gestación no les permitieron concluir si tenían una o dos gestaciones al año.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

Viviparidad

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Debido a que para correlacionar el peso de los ovocitos con el peso de nacimiento de los embriones de una misma hembra es necesaria sacrificarla, es difícil conocer esta relación. La única información con que se cuenta es el peso promedio de los huevos una vez fecundados (13.93 gr) y el peso promedio de los embriones de finales de agosto y principios de septiembre (42.56 gr). La diferencia en ambos pesos es de 28.63 gr. La conversión

del vitelo a peso de los embriones se ha estimado de uno a dos (Ranzi 1932, Capape et al. 1990). Si consideramos que el peso del ovocito contribuirá al peso final del embrión con 27.86 gr (65%), el peso de vitelo necesario para producir un embrión de *N. entemedor* es de 21.28 gr. Esto significa que la hembra debe de proporcionar al menos el 35 % del material restante (14.7 gr), para que el embrión se desarrolle hasta alcanzar el peso de nacimiento. Esto sin tomar en cuenta que los neonatos tienen una reserva de vitelo en su estómago que los nutre durante los primeros días de vida libre.

Por otra parte, el valor del BQD de 1.52 en *N. entemedor* permite definir también que la raya eléctrica es una especie matrotrofica. Este valor es mayor que el 0.5 obtenido por Capape et al. (1990) en dos especies del género *Squatina* y 0.8 en *Torpedo*, y Capape y Zaouali (1994) obtuvieron 1.13 en *Rhinobatos cemiculus*. Estos resultados demuestran que estas especies son lecitotróficas; dependen solamente del vitelo contenido en el embrión para originar a los embriones. Por el contrario, el valor de BQD alcanza valores hasta de 30.6 en las rayas matrotólicas. Tales resultados demuestran que *N. entemedor* es una especie vivípara matrotrofica (Wourms 1977, 1981). El alimento es proporcionado por la hembra a través de la leche uterina producida por el epitelio glandular de las vellosidades de la

pared y los pliegues uterinos (Wourms 1981, Webbin y Shuyuan 1993). Por su parte, el embrión lo incorpora por la circulación sanguínea superficial, el espiráculo y la boca. Estos resultados sugieren que aproximadamente un tercio del peso de el embrión es proporcionado por la madre vía la leche intrauterina y la otras dos terceras partes por el vitelo.

Un período de gestación menor a seis meses es característico de dasiátidos, gimnúridos y miliobátidos (Mellinger 1989), y producen ovocitos de peso menor en comparación al peso del embrión, con un alto grado de matrotrofia (Wourms et al. 1988). Por su parte, los elasmobranquios vivíparos aplacentarios como escuálidos, squatínidos, rinobátidos y torpedínidos, tienen ovocitos más pesados y son llamados lecitotróficos. Se ha planteado que la transferencia de alimento del saco vitelino al embrión es más lento en las especies lecitotróficas que en las matrotroficas (Wourms et al. 1988). Según Capape y Zaouali (1994), esto explica por que el tiempo de gestación es mayor en las especies lecitotróficas que las matrotroficas. Sin embargo esta hipótesis no se aplica a las especies con diapausa embrionaria, debido a que tienen un desarrollo rápido de los embriones en dos o tres meses.

Un aspecto interesante de la raya eléctrica es que desarrolla los ovocitos de manera simultánea a los embriones, lo que podría significar la producción de 13.93 gr por ovocito en tres meses, además de proporcionar al embrión 10.64 gr de peso equivalente al vitelo. Si se considera una fecundidad de 12 embriones, la hembra debería de producir durante este período 294.84 gr de vitelo para el desarrollo de los ovocitos y embriones. Esto es considerando que la fecundidad potencial de los ovarios es igual a la de los oviductos. Esta elevada cantidad de energía sólo es posible de obtener durante los picos de producción secundaria de la bahía.

EDAD Y CRECIMIENTO

Las relaciones lineales entre el ancho de disco y la longitud total, y de esta última con el diámetro de la vértebra, así como el exponente de la relación peso-longitud, que no difirió significativamente de 3, permite suponer que la raya eléctrica tiene un crecimiento isométrico. Este es uno de los requisitos básicos para utilizar el ajuste de la edad a la curva de crecimiento de von Bertalanffy. En general las rayas tienen un crecimiento isométrico en su desarrollo corporal, de ahí que el modelo más utilizado para describir el crecimiento sea este.

Validación

Para que una estructura sea útil en la determinación de la edad, en este caso la vértebra, se requiere que tenga un crecimiento de manera proporcional a la talla del individuo, y que los incrementos se continúen adicionando a la estructura (Cailliet et al. 1986). Esto se demostró en la raya eléctrica al examinar el diámetro de la vértebra y su relación con la longitud total. El crecimiento es continuo y con base en las gráficas de edad, no hay evidencias de reabsorción de las bandas, por esto las vértebras de *N. entemedor* se consideraron adecuadas para la determinación de la edad.

Retrocálculo: Debido a la fuerte asimetría entre las dos partes de las vértebras, ocasionó que la distancia del centro a cada una de las marcas fuera muy diferente, por lo que no fue posible realizar el retrocálculo de las longitudes a las diferentes edades. Este es el primer registro en una especie de elasmobranquio del desarrollo asimétrico de las vértebras.

Tipo de borde: El tipo de borde opaco o translúcido fue difícil de determinar, y en la mayoría de las ocasiones no se pudo establecer. Inclusive, las lecturas intra e inter lectores no mostraron consistencia, por lo que esta técnica no se utilizó.

Incremento marginal: La formación de las bandas de crecimiento anchas y angostas están directamente relacionadas con las diferencias en densidad en los procesos de mineralización que suceden durante las fases de crecimiento (Cailliet et al. 1986). Estas bandas se han correlacionado con la época del año en *M. californica*; las bandas angostas se forman en invierno, y las amplias en verano (Martin y Cailliet 1988). La formación de las bandas opacas de *R. productus* se lleva a cabo entre octubre y diciembre, seguida de la formación de la banda translúcida (Timmons 1991, Timmons y Bray 1997), y *R. horkelli* en septiembre y octubre (Lessa 1982). En *R. annulatus* Rossow (1984) encontró que la depositación de la banda opaca es entre julio y abril y la hialina entre abril y julio. Por su parte, Neer (1998) no pudo determinar el patrón de formación de las bandas en *T. californica*. En *N. entemedor* se detectó la depositación de sólo una banda opaca en el verano y una translúcida anualmente en ambos sexos, lo que coincide con los patrones temporales en la depositación de las bandas en diferentes especies de rayas. Sin embargo la depositación de la banda en los machos se encuentra desfasada un mes en comparación a las hembras. Esta información comprueba que los conteos realizados corresponden efectivamente a años.

La frecuencia de tallas en los primeros dos o tres grupos de edad se ha utilizado para verificar las curvas de crecimiento en varias especies (Babel 1967, Sage et al. 1972, Martin y Cailliet 1988, Simpfendorfer 1993, Carlson y Parsons 1997). En el presente estudio, la principal dificultad fue la obtención de neonatos y juveniles. Esto imposibilitó comparar las estimaciones del crecimiento con las tallas de los organismos de edad cero, uno y dos. Sin embargo, los escasos puntos que se tienen para ambos sexos, se ajustan de manera general a la curva de crecimiento.

Parámetros de la ecuación de crecimiento

Longitud infinita.

Los valores obtenidos con los dos ajustes a dos y tres parámetros en hembras, tuvieron una diferencia pequeña de 1.4 cm, lo que indica que ambos ajustes dan valores similares. Esta longitud resultó ser unos 11 cm menor que la máxima observada de 93 cm LT. ®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En los machos la diferencia entre los dos estimados fué considerable, de 15 cm. La longitud infinita obtenida con el ajuste a tres parámetros fue 10 cm mayor que la longitud máxima observada de 67 cm LT; se considera que el mejor estimado es el de 61.2 cm.

La longitud infinita no es la longitud máxima que alcanzaría un individuo si su crecimiento fuera como el modelo predice. Esta longitud infinita en realidad es la longitud promedio de los ejemplares de mayor edad.

t_0

En hembras el valor de -1.14 obtenido con el ajuste a tres parámetros es similar al registrado por Lessa (1982) de -1.0785 para ambos sexos de *R. horkelli*. Sin embargo, es un valor más pequeño en comparación a los estimados en *R. productus* de -3.8 años por Timmons y Bray (1997) y en *M. californica* de -2.059 años (Martin y Cailliet 1988).

En machos el valor de t_0 obtenido con el ajuste a tres parámetros fue de -5.32 años. Este valor fue muy superior a los previamente registrados en todas las especies de rayas (Lessa 1982, Rossouw 1984, Smith y Merriner 1987, Martin y Cailliet 1988, Timmons y Bray 1997).

Existe gran controversia sobre el significado biológico de t_0 . Algunos autores proponen que es una medida del tiempo desde el momento en el que los pronúcleos masculinos y femeninos se fusionan para dar origen a un individuo hasta su nacimiento, esto

sería, el período de gestación (Holden 1974). Otros investigadores sugieren que es simplemente un parámetro de ajuste de la ecuación.

Los valores tan altos de t_0 , en particular de los machos originan estimados bajos del coeficiente de crecimiento y sobreestimados de la longitud infinita. Lo anterior se debe a que no fué posible obtener ejemplares de los primeros grupos de edad, los que no se han reclutado al área y a la pesquería. Estos grupos de edad son los que forzarían a la curva para que baje e incremente el valor de k . De ahí la importancia de contar con individuos de los primeros grupos de edad, ya que además de permitir estimar bien k , ayudan a definir el patrón de formación de las marcas y con ello validar la temporalidad en su depositación.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Algunos autores han definido a $t=0$ como la edad a la cual nacen[®] los embriones en los elasmobranquios (Smith y Merriner 1987).

Esto no ha sido probado en la mayoría de los tiburones y rayas en las que se han realizado estudios sobre la edad y crecimiento. Es probable que en realidad $t=0$ corresponda con la talla de nacimiento, pero debido a que en la mayoría de las ocasiones no se cuenta con suficientes datos, no es posible demostrarlo.

Coefficiente de crecimiento.

En hembras se obtuvieron coeficientes de crecimiento de 0.302 m/año (ajuste a tres parámetros) y 0.372 m/año (ajuste a dos parámetros). Esta diferencia se debe a que al reducir el valor de L_0 a 15 cm en vez de 27.6, se obliga a la curva a aumentar su pendiente. El estimado de 0.372 se considera más confiable que el de 0.302, ya que en realidad la curva debería de cortar al eje Y aproximadamente a los 15 cm (Smith y Merriner 1987).

Holden (1977) propuso que el coeficiente de crecimiento en tiburones y rayas era de 0.1 a 0.2 y 0.2 a 0.3, respectivamente. Los valores del coeficiente obtenido para otras especies de rayas con un crecimiento más importante en el sentido longitudinal que transversal son: en *T. californica* el valor de k es de 0.07326 y de 0.1372 en hembras y machos, respectivamente (Neer 1998); en *R. productus* de 0.016 y de 0.095, en machos y hembras, respectivamente (Timmons y Bray 1997); en *R. annulatus* de 0.24 para ambos sexos (Rossouw 1984). Por su parte Ryland y Ajayi (1984) registraron coeficientes de crecimiento en tres especies de Raja entre 0.086 y 0.152. En las rayas con un mayor crecimiento en el eje transversal se han registrado los siguientes coeficientes de crecimiento: en *Myliobatis californica* de 0.0995 en hembras y de 0.229 en machos (Martin y Cailliet 1988); en *Rhinoptera bonasus* de 0.119 en hembras y de 0.126 en

machos (Smith y Merriner 1987): El coeficiente estimado para hembras y machos es ligeramente superior al pronosticado por Holden (1977).

El coeficiente de crecimiento obtenido en diversas especies de tiburones de talla pequeña ha resultado ser menor en las hembras que los machos: en *Sphyrna tiburo* de 0.28 y 0.69, en hembras y machos respectivamente (Carlson y Parsons 1997); en *Rhizoprionodon terraenovae* de 0.36 y 0.53 (Parsons 1985 y Branstetter 1987). En contraste, los tiburones grandes, como *Carcharhinus obscurus*, tienen una velocidad de crecimiento menor ($K=0.03$), una edad de madurez tardía y una longevidad de 33 años (Natanson et al. 1995). La velocidad de crecimiento en las especies pequeñas al parecer están en función de su edad de madurez temprana, la cual en general es entre 2 y 3 años y de su relativa vida corta (hasta 12 años).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Un rápido crecimiento durante el desarrollo embrionario y durante el primer año de vida lo han registrado Quignard (1973) y Rudloe (1989) en *Torpedo marmorata* y *N. brasiliensis*, respectivamente; en esta última se ha estimado por progresión de modas que los individuos que nacen a una talla menor de 14 cm LT en agosto, crecen hasta alcanzar 15-19 cm LT en marzo, en septiembre del año siguiente 20-28 cm LT, y alcanzan la madurez sexual a los dos

años. Por su parte, Michaelson et al. (1979) encontraron que los neonatos de *T. ocellata* en cautiverio crecieron de 11 gr al doble en cuatro meses. Sin embargo, en el primer mes disminuyó, posiblemente debido al "estrés" del cautiverio, por lo que en realidad su crecimiento debe de ser mayor en condiciones normales. Un desarrollo rápido en los primeros años se ha descrito en *Dasyatis sabina* según Sage et al. (1972). Este crecimiento rápido en el primer año también es característico en tiburones: *Sphyrna tiburo* crece casi 200 mm en el primer año (Carlson y Parson 1997), *R. taylori* 315 cm en el primer año (Simpfendorfer 1993), y *R. terranova* hasta 50 mm por mes en el verano y a una tasa menor en el invierno (Parsons 1985 y Branstetter 1987).

La longevidad encontrada en el presente estudio, de 11 y 15 años en machos y hembras, respectivamente, es una edad similar a la registrada en otras especies de rayas. En *T. californica* se ha obtenido una longevidad de 6 y 11 años en machos y hembras (Neer 1988); en *R. horkelli* y *R. productus* de 11 años para ambos sexos (Lessa 1982, Timmons y Bray 1997). La edad máxima observada en hembras de *M. californica* fue de 24 años (Martin y Cailliet 1988). La edad estimada por la progresión modal en *N. brasiliensis* es de 4 años (Rudloe 1989). La longevidad de tiburones pequeños también ha sido menor a los 15 años; en

Mustelus californicus las hembras y machos alcanzan los 9 y 6 años y en *M. henlei* de 13 y 7 años (Yudin y Cailliet 1990); en *M. manazo* de 9 años en ambos sexos (Cailliet et al. 1990); en *Sphyrna tiburo* de 12 años en hembras y 8 años en machos (Carlson y Parsons 1997). La edad máxima de machos y hembras de *N. entemedor* son parecidas a las registradas en otras especies de rayas.

Los primeros machos que alcanzan la madurez sexual tienen dos años de edad, y en el tercero todos están maduros, y se reclutan al área con fines reproductivos. Por su parte, las primeras hembras en alcanzar la madurez sexual tienen 3 años de edad, y a partir del quinto año, prácticamente todas son maduras. El rápido crecimiento de *Narcine entemedor* en sus primeros años, es característico de las especies pequeñas de aguas tropicales, lo cual parece estar en función de su edad de madurez precoz y su relativa corta vida (Carlson y Parsons 1997).

SUMARIO

Se encontró que morfométricamente *N. entemedor* es diferente en dos características de *N. brasiliensis* (espacio interorbital y la distancia entre las quintas aberturas branquiales), siendo similares en las restantes comparaciones. Con respecto al número de ámpulas de Lorenzini, *N. entemedor* presentó en promedio 2.2 (moda=2), mientras que *N. brasiliensis* presentó 3.7 (moda=4), con una diferencia estadística significativa ($P=0.05$). En cuanto a la coloración se encontraron patrones diferentes en ambas. Además, se encontraron diferencias biológicas importantes (los valores para *N. brasiliensis* van en paréntesis: la talla máxima de machos y hembras es mayor, 67 y 93 cm LT (45 y 51.5 cm), asimismo la talla de primera madurez es de 45 y 63 cm LT (22 y 29 cm). La fecundidad es ligeramente mayor, 4-20 (2-17). Notablemente hay diferencias en los ovocitos que son vermiformes y hasta de 50 cm de largo (redondos, 2 cm de diámetro). Por las diferencias anteriores se reconoce válidez taxonómica a ambas especies.

Los aspectos biológicos de *N. entemedor* en Bahía Almejas fueron los siguientes: las capturas son mínimas (menor de 0.12 ind/red/día) de septiembre a abril, con un incremento hasta casi 0.58. La proporción de sexos anual fue de 11.15 hembras por macho. Los machos sólo se capturaron de julio a septiembre. La talla de hembras fue de 29 a 93 cm LT ($X=75.47\pm 7.72$) y machos de 24 a 67 cm ($X=53.74\pm 5.89$). La relación longitud peso fue exponencial en los dos sexos, con valores en el exponente de 2.894 ($P=0.05$) y 2.539 ($P=0.05$) en hembras y

machos, respectivamente. La captura comercial está compuesta principalmente por individuos adultos.

El desarrollo de los ovocitos de junio (3 mm de diámetro) a agosto (9 mm) y de los embriones de mayo ($X=17.32$ mm) a agosto ($X=137.73$ mm) demuestra que *N. entemedor* tiene una sola ovulación y desarrollo embrionario al año. La fecundidad fue dependiente de la talla materna entre 4 y 20 embriones, y esta fue de tipo lineal ($R^2=0.49$), la proporción de sexos en embriones fue uno a uno. El Balance Químico del desarrollo fue de 1.52, lo que indica una transferencia de alimento de la madre al embrión. De finales de agosto y septiembre llevan a cabo la cópula, sin embargo el huevo permanece en diapausa embrionaria. Los machos y hembras alcanzan la talla de primera madurez a los 45 y 62 cm LT.

La relación entre el ancho de disco y la longitud total fue lineal en ambos sexos (hembras $R^2=0.897$, $P=0.05$; machos $R^2=0.779$, $P=0.05$). El crecimiento de la vértebra con respecto a la longitud total también fue lineal (hembras $R^2=0.702$, machos $R^2=0.7507$), aunque con una asimetría entre ambos lados del corte. Los conteos del número de bandas en hembras tuvieron un promedio de error porcentual y de el índice de precisión de 10.38% y 6.1%, respectivamente (machos de 8.35% y 4.71%). El incremento marginal permitió establecer que en los dos sexos se termina de depositar una banda en verano. Los valores de la ecuación de crecimiento para hembras fueron de $L_{\infty}=81.2$ cm y $K=0.372$ (machos de 61.2 cm y 0.315).

LITERATURA CITADA

- ABDEL-AZIZ, S.H. 1994. Observations on the biology of the common torpedo (*Torpedo torpedo*, Linnaeus, 1758) and marbled electric ray (*Torpedo marmorata*, Risso, 1810) from egyptian mediterranean waters. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 45:693-704.
- ABDEL-AZIZ, S.H., A.N. KHALIL y A. ABDEL-MAGUID. 1993. Reproductive cycle of the common guitarfish, *Rhinobatos rhinobatos* (Linnaeus, 1758), in Alexandria waters, Mediterranean Sea. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 44:507-517.
- ALVAREZ, S., A. GALINDO y A. CHEE. 1975. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, B.C.S. Ciencias Marinas. 2(2):94-110.
- ARCOS, H.N.E. y J.R. TORRES V. 1990. Ciclo reproductivo de la macarela del Pacífico *Scomber japonicus* Houttuyn (Pisces: Scombridae) en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Inv. Mar. CICIMAR. 5(1):37-45.
- BABEL, J.S. 1967. Reproduction, life story, and ecology of the round stingray *Urolophus halleri* Cooper. Calif. Dept. Fish and Game. Fish. Bull. 137:1-104.
- BAGENAL, T.B. y F.W. TESCH. 1978. Methods for assessment of fish production in fresh waters. 3ed. Blackwell Scientific Publications. 365p.
- BAKUN, A. 1973. Coastal upwelling indices, west coast of North America, 1946-1971. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-671. 103p.
- BAKUN, A. y C.S. NELSON. 1976. Climatology of upwelling related processes off Baja California. CalCOFI Rep. 19:107-127.
- BEAMISH, R.J. y D.A. FOURNIER. 1981. A method for comparing the precision of a set of age determinations. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38:982-983.

BEEBE, W. y J. TEE-VAN. 1941. Eastern Pacific expeditions of the New York Zoological Society. XXVIII: Fishes from the tropical eastern Pacific. From Cedros islands, Lower California, south to the Galapagos islands and northern Peru. Part 3. Rays, mantas and chimaeras. Zoologica, N.Y. 26(3):245-280.

BIGELOW, H.B. y W.C. SCHROEDER. 1953. Fishes of the western North Atlantic. Sawfishes, guitarfishes, skates, rays and chimaeroids. 2:588.

BRANSTETTER, S. 1987. Age and growth validation of newborn sharks held in laboratory aquaria, with comments on the life history of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terranovae*. Copeia. 1987(1):291-300.

BRANSTETTER, S. 1990. Early life-history implications of selected carcharhinoid and lamnoid sharks of the northwest Atlantic. NOAA. 17-28 p.

BRAY, N.R. y M.A. HIXON. 1978. Night-shocker: predatory behavior of the Pacific electric ray (*Torpedo californica*). Sci. 200:333-334.

BREDER, C.M. Jr. 1928. Elasmobranch from Panamá to Lower California. Bull. Bingham Oceanographic Collection. New York. 2(1): 1-18.

BRIGGS, J.C. 1974. Marine Zoogeography. McGraw-Hill. New York. 475p.

BULLIS, H.R. Jr y P. STRUHSAKER. 1961. Life history notes on the roughtail, *Dasyatis centroura* (Mitchill). Copeia. 1961(1):232-234.

CAILLIET, G.M., K.G. YUDIN, S. TANAKA y T. TANIUKI. 1990. Growth characteristics of two populations of *Mustelus manazo* from Japan based upon cross-readings of vertebral bands. p. 167-176. In: Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics and the status of fisheries. H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber T. Taniuchi (eds.). NOAA Tech. Rep. NMFS. 518pp.

CAILLIET, G.M. 1992. Demography of the central California population of leopard sharks (*Triakis semifasciata*). Australian J. Mar. and Freshwater Res. 43(1):183-193.

- CAILLIET, G.M., R.L. RADTKE y B.A. WELDEN. 1986. Elasmobranch age determination and verification: a review, p. 345-360. IN: Indo-Pacific Fish Biology: Proc. of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes. T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi y K. Matsuura (eds.). 29 julio 3 de agosto 1985. National Science Museum; Sociedad Ictiológica de Japón. Tokio, Japón.
- CARVALHO, M. 1999. A systematic revision of the electric ray genus *Narcine* Henle, 1834 (Chondrichthyes: Torpediniformes: Narcinidae). p. 80. In: Program book and abstracts, ASIH meeting. State College, Pennsylvania.
- CAPAPE, C. 1979. La torpille marbrée, *Torpedo marmorata* Risso, 1810 (Pisces, Rajiformes) des cotes tunisiennes: nouvelles données sur l'écologie et la biologie de la reproduction de l'espèce, avec une comparaison entre les populations méditerranéennes et atlantiques. Ann. de Sciences naturelles, Zoologie, Paris. 13(1):79-97.
- CAPAPE, C. 1993. New data on the reproductive biology of the thorny stingray, *Dasyatis centroura* (Pisces: Dasyatidae) from off Tunisian coasts. Env. Biol. of Fishes. 38:73-80.
- CAPAPE, C. y J. ZAOUALI. 1994. Distribution and reproductive biology of the blackchin guitarfish, *Rhinobatos cemiculus* (Pisces: Rhinobatidae), in Tunisian waters (Central Mediterranean). Aust. J. Mar. Freshwater Res. 45:551-561.
- CAPAPE, C., J.P. QUIGNARD y J. MELLINGER. 1990. Reproduction and development of two angel sharks, *Squatina squatina* and *S. ocellata* (Pisces: Squatinidae), off Tunisian coasts: semi-delayed vitellogenesis, lack of egg capsules and lecithotrophy. J. Fish Biol. 37:347-356.
- CARLSON, J.K y G.R. PARSON. 1997. Age and growth of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, from northwest Florida, with comments on clinal variation. Env. Biol. of Fishes. 50:331-347.
- CASTELAN, A.C. 1999. Capturas comerciales de elasmobranquios en Baja California Sur, México. Tesis Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S.
- CASTAÑEDA, B.E. y Ma. T. GASPAR-DILANES. 1995. Diferenciación taxonómica de *Narcine brasiliensis* (Olfers, 1831) y *Narcine entemedor* Jordan y Starks, 1855 (Elasmobranchii: Torpedinidae). Rev. Invest. Mar. 16(1-3):107-112.

CASTRO, J.I. 1996. The biology of the blacktip shark, *Carcharhinus limbatus*, off the southeastern United States. Bull. Mar. Sci. 59(3):508-522.

CASTRO-AGUIRRE, J.L. 1965. Peces sierra, rayas, mantas y especies afines de México. Anales Inst. Nac. Inv. Biol-Pesq. Méx. 1:169-256.

CASTRO-AGUIRRE, J.L. y R. TORRES-OROZCO. 1993. Consideraciones acerca del origen de la ictiofauna de Bahía Magdalena-Almejas, un sistema lagunar de la costa occidental de Baja California Sur, México. An. Esc. nac. Cienc. biól., Méx. 38:67-73.

CASTRO-AGUIRRE, J.L. y H. ESPINOSA-PEREZ. 1996. Listados faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México. (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideomorpha). Inst. Biol. UNAM. 1-75p.

CHANG, W.Y. 1982. A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39:1208-1210.

CHEN, C.T., Y. LIAO y S. JOUNG. 1996. Reproduction of the blacktip catshark, *Galeus sauteri*, in the waters off northeastern Taiwan. Ichthyol. Res. Japan. 43(3):231-237.

CERVIGON, F.M. 1966. Los peces marinos de Venezuela. Fundación La Salle.

COADS. 1994. Data on CD-ROM of the Eastern Pacific ocean. NOAA/NMFS and ORSTOM. Monterey, California. Vol. 5.

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

DA SILVA, B.V. 1987. Length-weight relationship of the little guitarfish *Zapterix brevirostris* (Chondrichthyes: Rhinobatidae), from Itaipu Inlet, Rio de Janeiro, Brazil. Copeia. 1987(3):787-789.

DAIBER, F.C. 1959. An observation on the deep-sea electric ray. Copeia. 1959(1):74.

DAGET, J. 1983. Vers une conception biogénétique du genre les poissons. Bull. Mus. nain. Hist. nat. Paris. 4(5):399-406.

- DE LA CRUZ-AGUERO, J., F. GALVAN-MAGAÑA, E.A. ABITIA-CARDENAS y F.J. GUTIERREZ-SANCHEZ. 1994. Lista sistemática de los peces marinos de Bahía Magdalena, Baja California Sur (México). *Ciencias Marinas*. 20(1):17-31.
- DE LA CRUZ-AGUERO, J., M. ARELLANO M. y V.M. COTA G. 1996. Lista sistemática de los peces marinos de las lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro, B.C.S., México. *Ciencias Marinas*. 22(1):111-128.
- DORIS, E.CH. y R.J. BEAMISH. 1982. Age determination methods for fishes studied by the groundfish program at the Pacific Biological Station. *Can. Special Pub. Fish. Aqu. Sci.* 60:1-102.
- DOWNTON, H.C.A. 1996. Estrategia reproductiva de la guitarra, *Rhinobatos productus* (Ayres, 1856), en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. México. 50p.
- FECHHELM, J.D. y J.D. MCEACHRAN. 1984. A revision of the electric ray genus *Diplobatis* with notes on the interrelationships of Narcinidae (Chondrichthyes, Torpediniformes). *Bull. Florida State Mus., Biol. Sci.* 29(5):171-209.
- FELIX, P.F.E. y F.A. GARCIA D. 1993. Macrobentos sublitoral de Bahía Magdalena, Baja California Sur. p. 389-410. In: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO. México.
- FELIX, U.R. 1990. Crecimiento de *Sardinops sagax caerulea* en Bahía Magdalena, México. *Inv. Mar. CICIMAR*. 5(1):27-31.
- FLORES, J., M. RODRIGUEZ, M. SHIMIZU y T. MACHII. 1995. Evaluation of demersal fishery of the Gulf of California using mexican shrimp trawlers. *National Fisheries University*. 44(1):9-19.
- FUNICELLI, N.A. 1975. Taxonomy, feeding, limiting factors, and sex ratios of *Dasyatis sabina*, *Dasyatis americana*, *Dasyatis sayi*, and *Narcine brasiliensis*. Ph.D. Thesis. Univ. of Southern Mississippi.
- GUTIERREZ, S.F.J. 1997. Ecología de peces de fondos blandos en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. CICIMAR. La Paz, B.C.S., México. 99p.

HOENIG, J.M. y S.H. GRUBER.1990. Life-history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. p. 1-16. In: Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics and the status of fisheries. H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber T. Taniuchi (eds.). NOAA Tech. Rep. NMFS. 518p.

HOLDEN, M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranchs populations and some suggested solutions. p.117-137. In: Sea Fisheries Research. F.R. Harden-Jones (ed.). John Willey and Sons, New York.

HOLDEN, M.J. 1977. Elasmobranchs. p.187-215. In: Fish populations dynamics. J.A. Gulland (Ed.). J. Wiley and Sons. New York, New York.

HUBBS, C. y R. ISHIYAMA. 1968. Methods for the study and description of skates (Rajidae). Copeia. 1967(3):483-491.

HUBBS, C.L. y C. HUBBS. 1953. An improved graphical analysis and comparison of series of samples. Syst. Zool. 2:49-56.

JORDAN, D.S. 1895. The fishes of Sinaloa. Proc. Cal. Acad. Sci. 2(5):377-541.

KAPPENMAN, R.F. 1981. A method for growth curve comparisons. Fish. Bull. 79(1):95-101.

KUSHER, D.I., S.E. SMITH y G.M. CAILLIET. 1992. Validated age and growth of the leopard shark, *Triakis semifasciata*, with comments on reproduction. Env. Biol. of Fishes. 35(2):187-203.

LESSA, R.T. 1982. Biologie et dynamiques des populations de *Rhinobatos horkelli*, du plateau continental du Rio Grande de Sul (Brasil). Univ. do Bretagne Occidentale, (Brasil). Tesis Doctoral. 238pp.

LESSA, R.T. 1986. Desenvolvimento e ciclo sexual das femeas, migracoes e fecundidade de viola *Rhinobatos horkelli* (Muller y Henle, 1841) Do Sul Do Brasil. Atlantica, Rio Grande. 8:5-34.

LYINN, R.J. y J.J. SIMPSON. 1987. The California current system: the seasonal variability of its physical characteristics. Geophysical Research. 92(12):12947-12966.

LYLE, J.M. 1987. Observations on the biology of *Carcharhinus caudus* (Whitely), *C. melanopterus* (Quoy & Gaimard) and *C. fitzroyensis* (Whitely) from northern Australia. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 44:507-517.

MARIANO, M.E. 1997. Biología reproductiva de la raya lodera *Dasyatis brevis* (Garman, 1880), en Bahía Almejas, B.C.S., México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. México. 46p.

MARTIN, L.K. y G.M. CAILLIET. 1988. Aspects on the reproduction of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Central California. Copeia. 1988(3):754-762.

MEEK, S.E. y S.F. HILDEBRAND. 1923. The marine fishes of Panamá. Pt. 1. Publ. Field. Mus. Nat. Hist. Zool. Ser. 15(1):1-330.

MELLINGER, J. 1971. Croissance et reproduction de la torpille (*Torpedo marmorata*) I.- Introduction, ecologie, croissance, generale et dimorphisme sexuel. Cycle fecondite. Bull. biol. Fr. Belg. 105:165-218.

MELLINGER, J. 1973. Croissance et reproduction de la torpille (*Torpedo marmorata*). Bull. biol. Fr. Belg. 107(3):213-229.

MELLINGER, J. 1981. Biologie et physiologie du développement, de la croissance et de la reproduction des torpilles. Un aperçu des recherches depuis 1965. Archs. Inst. Pasteur Tunis. 58(3-4):441-463.

MELLINGER, J. 1989. Reproduction et développement de *Chondrichthyens*. Océanis. 15:283-303.

MELLINGER, J. y J. WRISEZ. 1989. Biologie et physiologie comparée de deux selaciens ovipares, les roussettes, *Scyliorhinus canicula* y *Scyliorhinus stellaris*. Evolution de la matière sèche de l'eau et des ions (Cl, Na, K) dans le vitellus de *S. canicula* au cours du développement. Bull. Soc. Zool. Fr. 114:51-62.

MERCADO, S.J.E. 1975. Inventario preliminar de la fauna ictica de la Bahía de Cartagena y algunas consideraciones ecológicas. Centro Inv. Pesq. Indirena. Rep. Int. 7p.

MICHAELSON, D.M., D. STERNBERG y L. FISHELSON. 1979. Observations on feeding, growth, and electric discharge of newborn *Torpedo ocellata* (Chondrichthyes, batoidei). *J. Fish. Biol.* 15:159-163.

MIYAKE, T., J.D. MCEACHRAN, P.J. WALTON y B.K. HALL. 1992. Development and morphology of rostral cartilages in batoid fishes (Chondrichthyes: Batoidea), with comments on homology within vertebrates. *Biol. J. Linnean Soc.* 46:259-298.

NATANSON, L.J. y G.M. CAILLIET. 1986. Reproduction and development of the Pacific angel shark, *Squatina californica*, off Santa Barbara, California. *Copeia*. 1986(4):987-994.

NATANSON, L.J. y G.M. CAILLIET. 1990. Vertebral zone deposition in Pacific angel sharks. *Copeia*. 1990(4):1133-1145.

NATANSON, L.J., J.G. CASEY y N.E. KOHLER. 1995. Age and growth estimates for the dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, in the western north Atlantic oceans. *U.S. Fish. Bull.* 93:116-126.

NEER, J. 1998. Life history of the Pacific electric ray, *Torpedo californica* (Ayres), in central and southern California. M. Sc. Thesis. San Jose State University, Moss Landing Marine Laboratories. 62p.

NELSON, J. 1994. *Fishes of the world*. 3ed. John Willey and Sons, Inc. 600pp.

NOTTARBARTOLO-DI-SCIARA, G. 1985. A revisionary study of the genus *Mobula* Rafinesque, 1810 (Chondrichthyes: Mobulidae) with description of a new species, and natural history notes on east Pacific. Ph.D. Thesis. Univ. Calif. San Diego. 346p.

NOTTARBARTOLO-DI-SCIARA, G. 1987a. A revisionary study of the genus *Mobula* Rafinesque, 1810 (Chondrichthyes: Mobulidae) with description of a new species. *Zool. J. Linn. Soc.* 91:1-91.

NOTTARBARTOLO-DI-SCIARA, G. 1987b. Myliobatiform rays fished in the southern Gulf of California (Baja California Sur, México) (Chondrichthyes: Myliobatiformes). p 109-115. In: Malagrino, G.H. y E. Santoyo (eds.). *Mem. Simp. Biol. Mar. UABCS. La Paz, B.C.S., México. Octubre 24-26.*

NOTTARBARTOLO-DI-SCIARA, G. 1988. Natural history of the rays of the genus *Mobula* in the Gulf of California. *Fish. Bull.* 86(1):45-66.

OSBURN, R.C. y J.T. NICHOLS. 1916. Shore fishes collected by the "Albatros" expedition to Lower California, with description of a new species. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 35:139-181.

PEREZ-MELLADO, J. y L.T. FINDLEY. 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa, México. p. 201-254. In: Yañez-Arancibia, A. (Ed.). Recursos pesqueros potenciales de México: la pesca acompañante del camarón. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México D.F. 748p.

PRATT, H.W. Jr. 1979. Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*. *Fish. Bull.* 77:445-470.

PRATT, H.W. Jr. 1988. Elasmobranch gonad structure: a description and survey. *Copeia*. 1988(3):719-729.

PRATT, H.W. Jr. y T. OTAKE. 1990. Recommendations for work needed to increase our knowledge of reproduction relative to fishery management. p. 509-510. In: Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics and the status of fisheries. H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber T. Taniuchi (eds.). NOAA Tech. Rep. NMFS. 518p.

PRATT, H.L. Jr. y J.G. CASSEY. 1983. Age and growth of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, using four methods. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40:1944-1957.

QUIGNARD, J.P. 1973. Recherches sur la biologie d'un selacien du Golfe de Tunis, *Torpedo torpedo*, 1758 (croissance relative, croissance absolue, coefficient de condition). *Ann. Inst. Michel Pacha*. 6:72-110.

QUIGNARD, J.P. y C. CAPAPE. 1974. Recherches sur la biologie d'un selacien du golfe de Tunis, *Torpedo torpedo* Linné, 1758. *Bull. De l'Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et de Pêche de Salammbô*. 3(1-4):99-129.

RANZI, S. 1932. Le basi fisio-morfologiche dello sviluppo embrionale dei selaci. Parte 1. Pubblicazioni della Stazione Zoologica de Napoli. 12:209-290.

- RASCHI, W. 1978. Notes on the gross functional morphology of the ampullary system in two similar species of skates, *Raja erinacea* y *R. ocellata*. *Copeia*. 1978(1):48-53.
- ROSSOUW, G.J. 1984. Age and growth of the sand shark *Rhinobatos annulatus*, in Algoa Bay, South Africa. *J. Fish. Biol.* 25(2):213-222.
- RUDLOE, A. 1989a. Captive maintenance of the lesser electric ray, with observations of feeding behavior. *The Progressive Fish-Culturist*, 51:37-41.
- RUDLOE, A. 1989b. Habitat preferences, movement, size frequency patterns and reproductive seasonality of the lesser electric ray, *Narcine brasiliensis*. *Northeast Gulf Sci.* 10(2):103-112.
- RYLAND, J.S. y T.O. AJAYI. 1984. Growth and population dynamics of three *Raja* species (Batoidei) in Carmarthen Bay, British Isles. *J. Cons. int. Explor. Mer.* 41:111-120.
- SAGE, M., R.G. JACKSON, W.L. KLESCH y V.L. DE VLAMING. 1972. Growth and seasonal distribution of the elasmobranch *Dayatis sabina*. *Contr. Mar. Sci.* 16:71-74.
- SALINAS-ZAVALA, C.A., A. LEYVA-CONTRERAS, D. LLUCH-BELDA y E. DIAZ-RIVERA. 1990. Distribución geográfica y variabilidad climática de los regímenes pluviométricos en Baja California Sur, México. *Atmósfera*. 3:217-237.
-
- SCHMID, T.H. 1988. Age and growth, and movements patterns of the Atlantic stingray, *Dayatis sabina*, in a Florida coastal lagoon system. Tesis Maestría. Universidad de Central Florida, Orlando, Florida. 85pp.
- SIMPFENDORFER, C.A. 1992. Reproductive strategy of the australian sharpnose shark, *Rhizoprionodon taylori* (Elasmobranchii: Carcharhinidae), from Cleveland Bay, Northern Queensland. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 43:67-75.
- SIMPFENDORFER, C.A. 1993. Age and growth of the Australian sharpnose shark, *Rhizoprionodon taylori*, from north Queensland, Australia. *Env. Biol. Fishes.* 36:233-241.
- SMITH, J.W. y J.V. MERRINER. 1986. Observations of the reproductive biology of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in Lower Chesapeake Bay. *Fish. Bull.* 84(4):871-877.

- SMITH, S.E. 1984. Timing of vertebral-band deposition in tetracycline-injected leopard sharks. *Trans. Am. Fish. Soc.* 113:308-313.
- SMITH, J.W. y J.V. MERRINER. 1987. Age and growth, movements and distribution of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in Chesapeake Bay. *Estuaries*. 10(2):153-164.
- SNELSON, F.F., S.E. WILLIAMS-HOOPER y T.H. SCHMID. 1988. Reproduction and ecology of the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina*, in Florida coastal lagoons. *Copeia*. 1988(3):729-739.
- SNELSON, F.F., S.E. WILLIAMS-HOOPER y T.H. SCHMID. 1989. Biology of the bluntnose stingray, *Dasyatis sayi*, in Florida coastal lagoons. *Bull. Mar. Sci.* 45(1):15-25.
- STRUHSAKER, P. 1969. Observations on the biology and distribution of the thorny stingray, *Dasyatis centroura* (Pisces:Dasyatidae). *Bull. Mar. Sci.* 19(2):456-481.
- TANAKA, S., G.M. CAILLIET y K. YUDIN. 1990. Differences in growth of the blue shark, *Prionace glauca*: Technique o population. 177-187. In: *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics and the status of fisheries*. H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber T. Taniuchi (eds.). NOAA Tech. Rep. NMFS. 518p.
- TIMMONS, M. 1991. Age, growth and sexual maturity of the shovelnose guitarfish, *Rhinobatos productus* (Ayres). Calif. State Univ. M. Sc. Thesis. Long Beach, Calif. 84p.
- TIMMONS, M. y R.N. BRAY. 1997. Age, growth, and sexual maturity of shovelnose guitarfish, *Rhinobatos productus* (Ayres). *Fish. Bull.* 95:349-359.
- TORRES-OROZCO, B.R.E. y J.L. CASTRO-AGUIRRE. 1992. Registros nuevos de peces tropicales en el Complejo Lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas, Baja California Sur, México. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool.* 63(2):281-286.
- VAN DYKHUISEN, G. y H.F. MOLLET. 1992. Growth, age estimation, and feeding of captive sevengill sharks, *Notorynchus cepedianus*, at the Monterey Bay Aquarium. In: *Sharks: Biology and Fisheries*. J.G. Pepperell (Ed.). *Australian J. Mar. Freshwater Res.* 43:297-318.

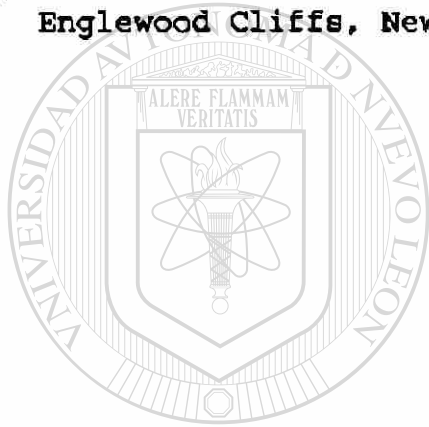
- VILLAVICENCIO-GARAYZAR, C.J. 1991. Observations on the *Mobula munkiana* (Chondrichthyes: Mobulidae) in the Bahía de La Paz, B.C.S., México. Rev. Inv. Cient. 2(2):78-81.
- VILLAVICENCIO-GARAYZAR, C.J. 1993a. Observaciones sobre la biología reproductiva de *Narcine brasiliensis* (Olfers) (Pisces: Narcinidae), en Bahía Almejas, B.C.S., México. Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABCS. 4(1):95-99.
- VILLAVICENCIO-GARAYZAR, C.J. 1993b. Biología reproductiva de *Rhinobatos productus* (Pisces: Rhinobatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. Rev. Biol. Trop. 41(3):441-446.
- VILLAVICENCIO-GARAYZAR, C.J. 1995a. Biología reproductiva de *Zapteryx exasperata* (Pisces: Rhinobatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. Cienc. Mar. 21(2):141-153.
- VILLAVICENCIO-GARAYZAR, C.J. 1995b. Distribución temporal de las rayas (Pisces: Batoidei), capturadas comercialmente en Bahía Almejas, B.C.S., México. Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABCS. 6(1-2):1-12.
- VILLAVICENCIO-GARAYZAR, C.J. y L.A. ABITIA-CARDENAS. 1994. Elasmobranchios de Bahía Magdalena y Laguna de San Ignacio, Baja California Sur, México. Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABCS. 5(2):63-67.
- VILLAVICENCIO-GARAYZAR, C.J., C. DOWNTON H. y E. MARIANO M. 1994. Tamaño y reproducción de la raya *Dasyatis longus* (Pisces: Dasyatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. Rev. Biol. Trop. 42(1/2):375-377.
- VON BERTALANFFY, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws.2). Hum. Biol. 10:181-213.
- WENBIN, Z. y Q. SHUYUAN. 1993. Reproductive biology of the guitarfish, *Rhinobatos hynnicephalus*. Env. Biol. Fish. 38:81-92.
- WOURMS, J.P. 1977. Reproduction and development in chondrichthyan fishes. Amer. Zool. 17:379-410.
- WOURMS, J.P. 1981. Viviparity: The maternal-fetal relationship in fishes. Amer. Zool. 21:473-515.

WOURMS, J.P., J.O. GROOVE y J. LOMBARDI. 1988. The maternal-embryonic relationship in viviparous fishes. p.1-134. In: Fish Physiology. W.S. Hoar y J.D. Randall (Eds.). Vol.11. Academic Press, London.

YANO, K. y J.A. MUSICK. Comparison of morphometrics of Atlantic and Pacific specimens of the catshark, *Pseudotriakis microdon*, with notes on stomach contents. *Copeia*. 1992 (3):877-886.

YUDIN, K.G. y G.M. CAILLIET. 1990. Age and growth of the gray smoothhound, *Mustelus californicus*, and the brown smoothhound, *M. henlei*, sharks from central California. *Copeia*. 1990 (1):191-204.

ZAR, H.J. 1984. Biostatistical analysis. 2ed. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. 718p.

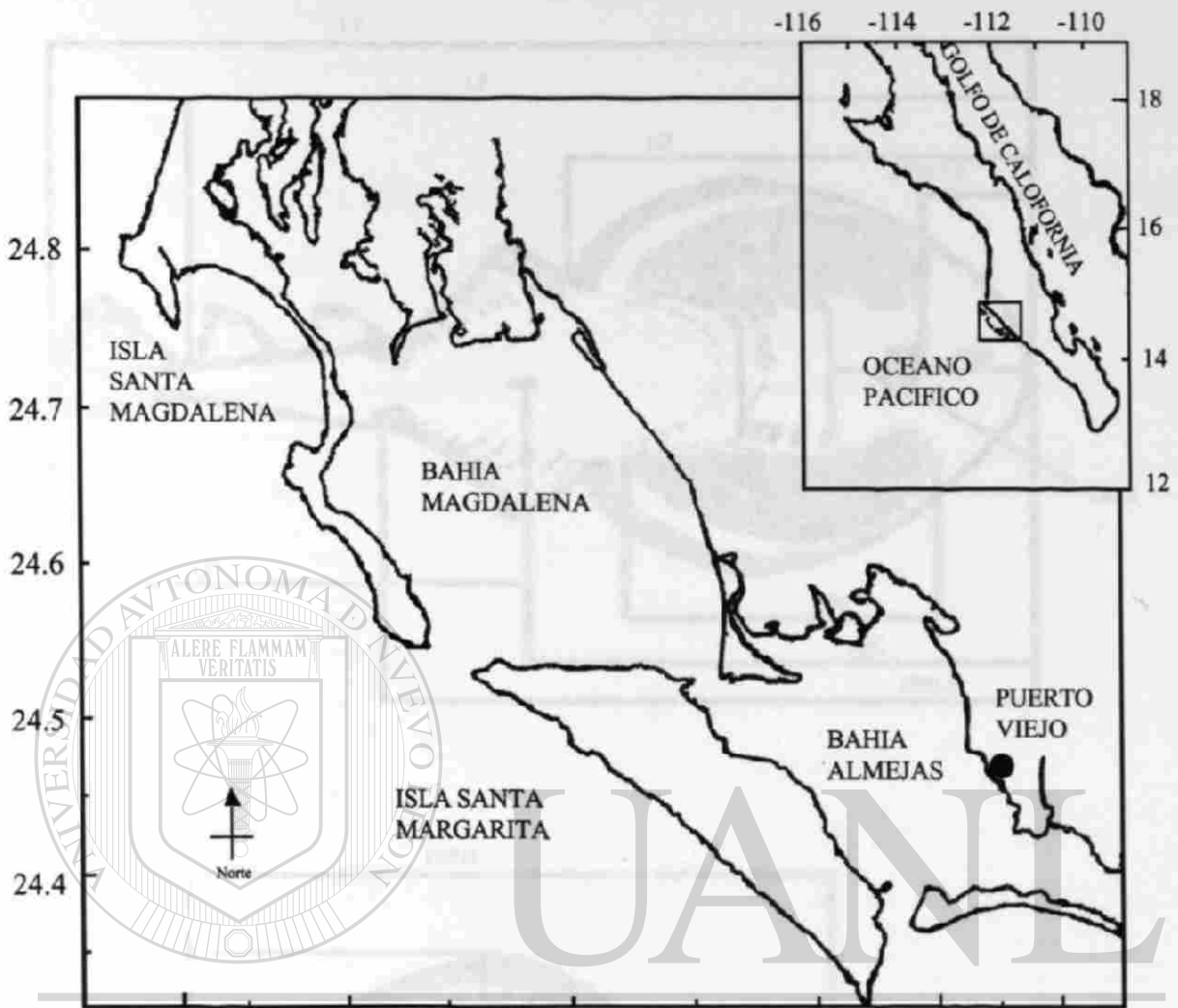


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Fig. 1. Descripción del área de estudio y localización del campo pesquero de Puerto Viejo y Laguna de San Ignacio, B.C.S., México.

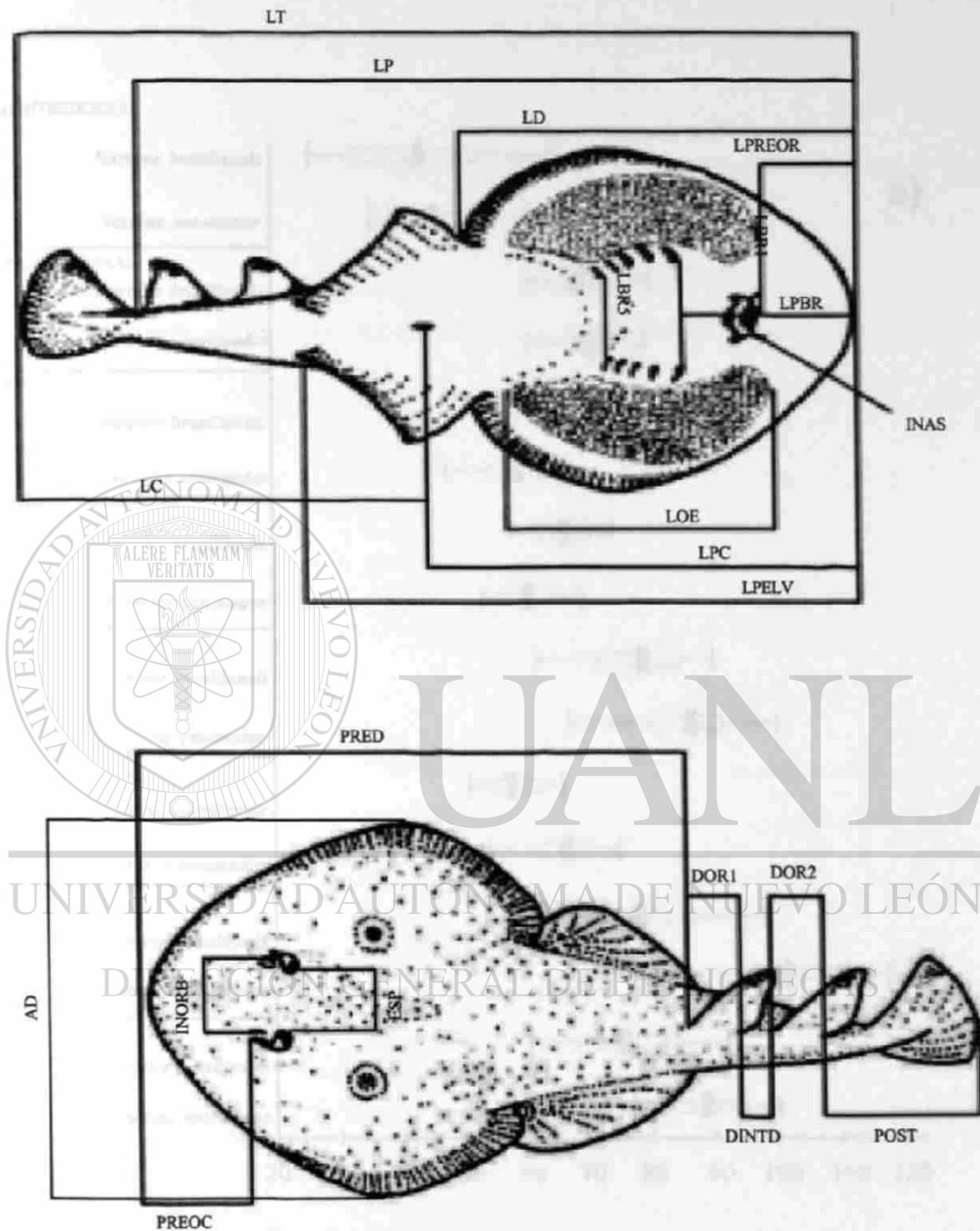


Fig. 2. Mediciones efectuadas en los ejemplares de *Narcine entemedor* y *N. brasiliensis*. Vista dorsal (a) y ventral (b). Las abreviaturas se explican en el texto.

ESPACIO INTERDORSAL

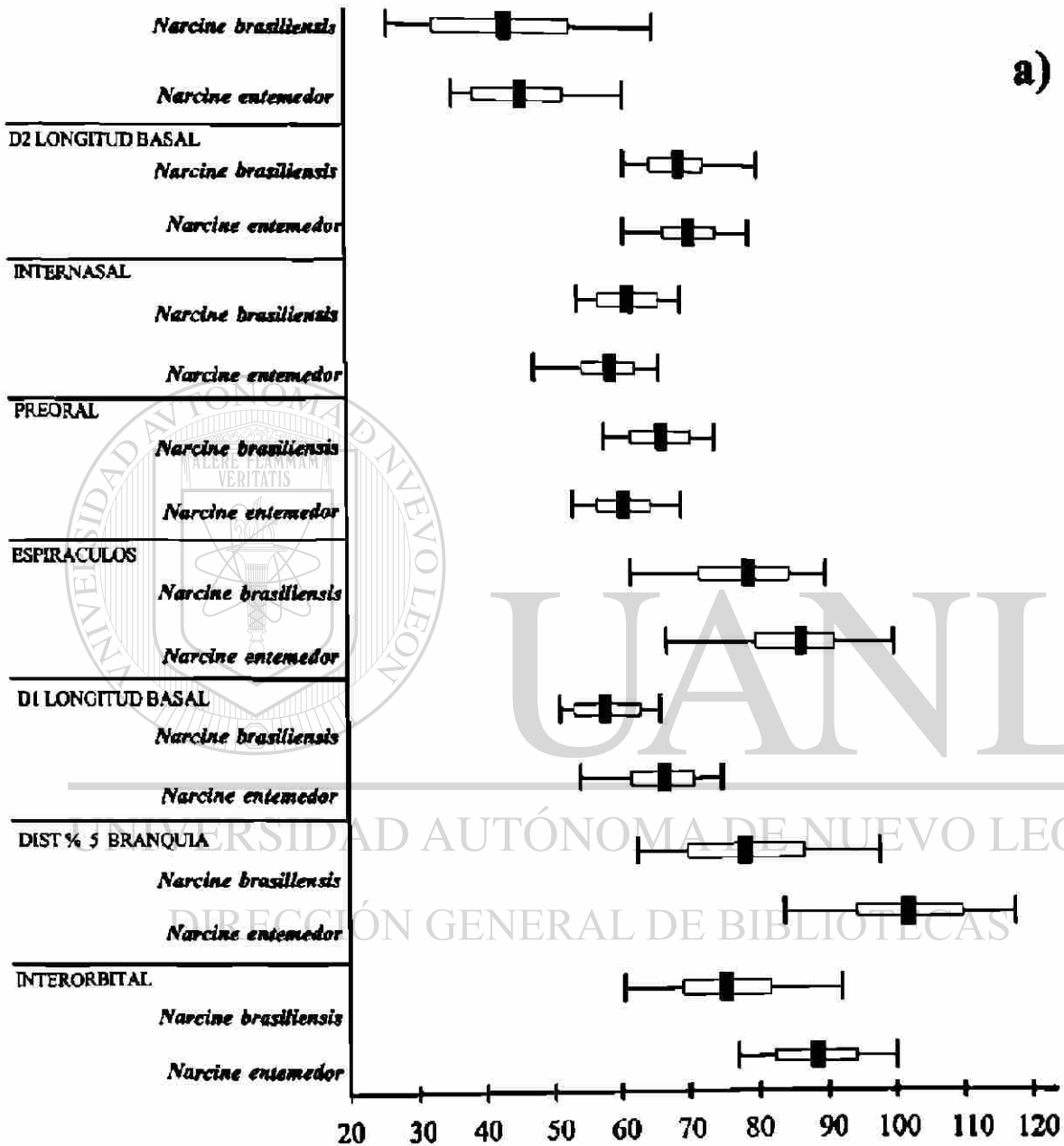


Fig. 3. Comparaciones morfométricas entre *Narcine entemedor* y *N. brasiliensis*. Línea base=intervalo, línea vertical=media, área clara=desviación estándar, área obscura= 2 veces el error estándar.

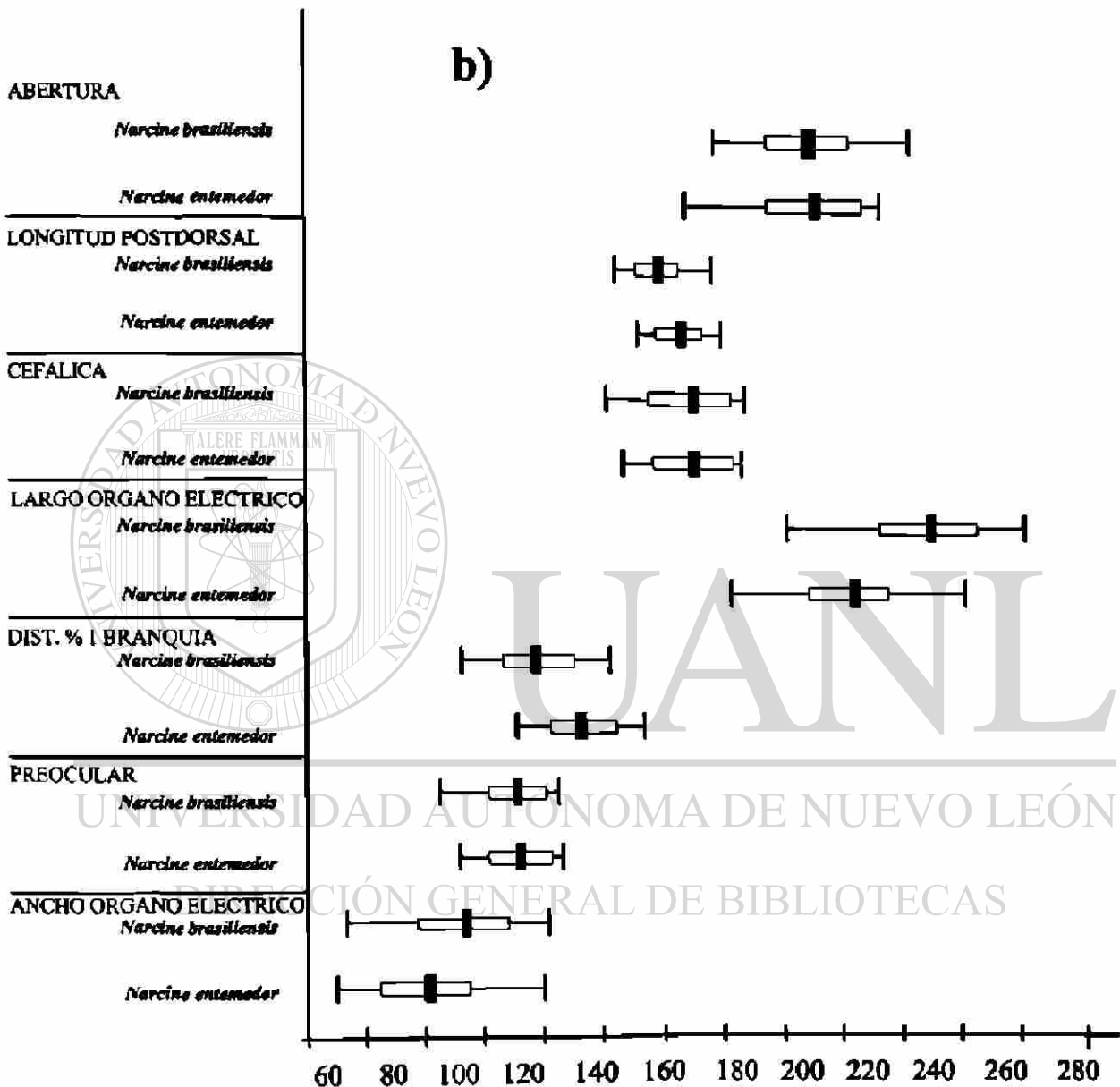
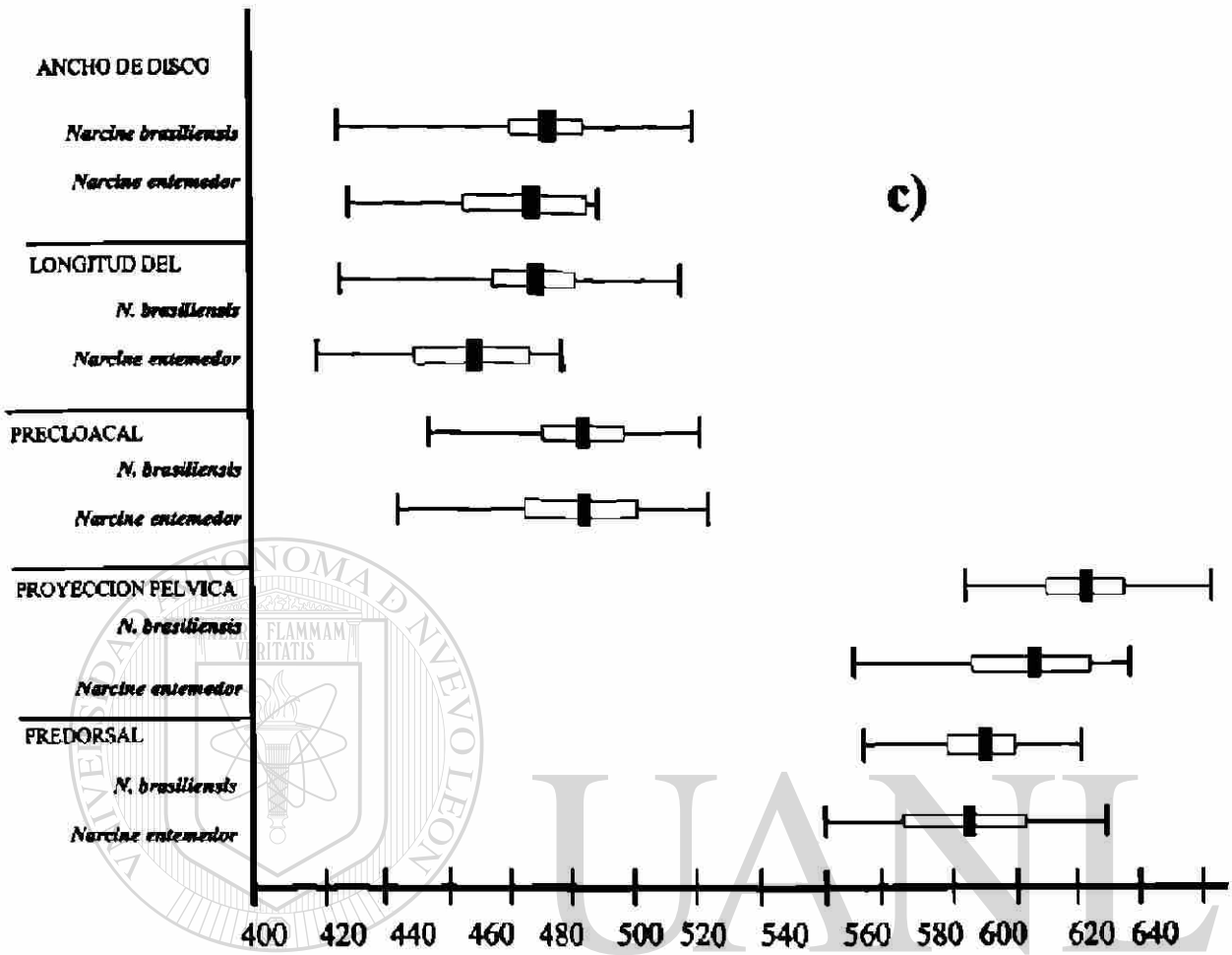


Fig. 3. Continuación...



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

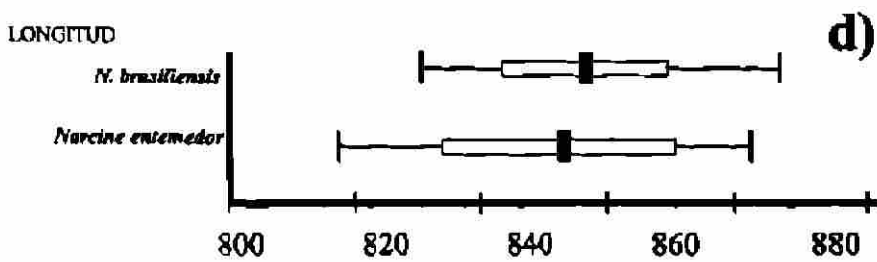
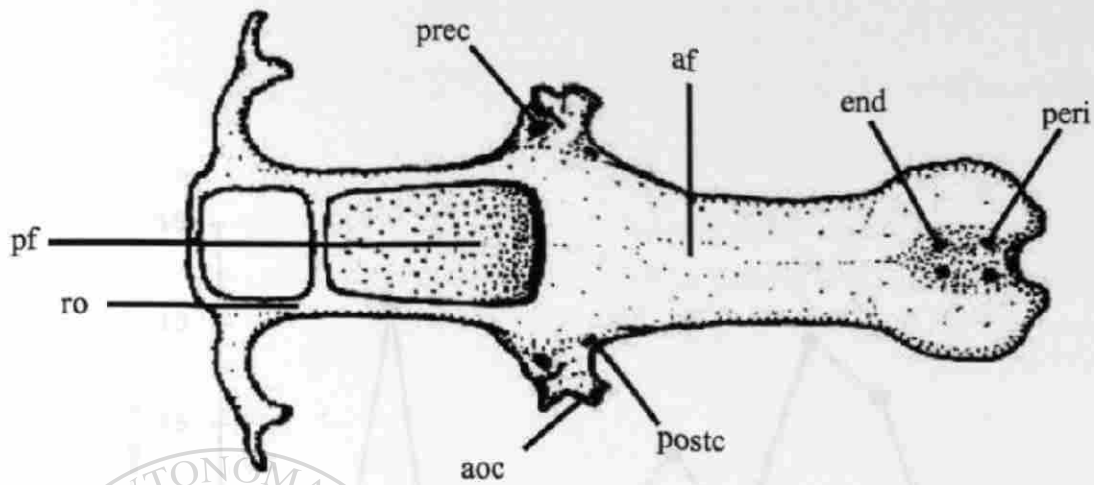


Fig. 3. Continuación...

a)



b)

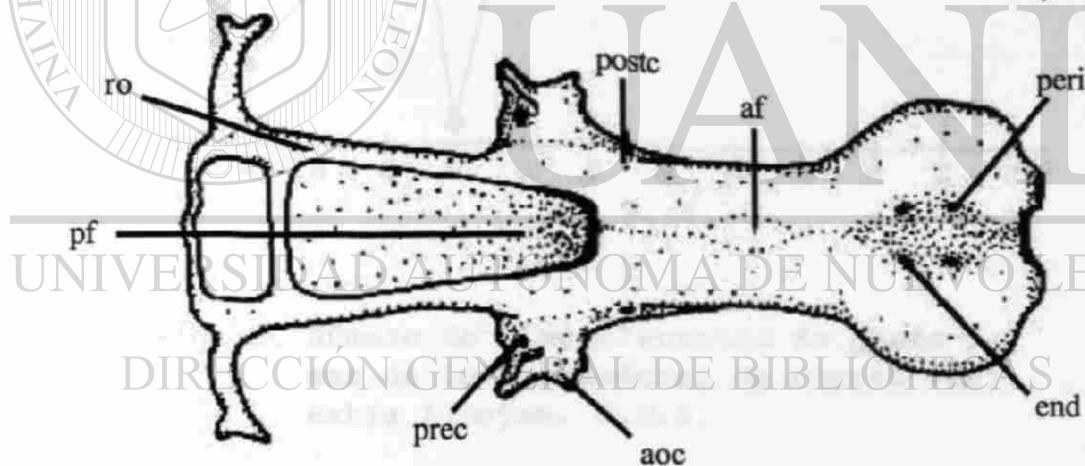


Fig. 4. Neurocráneo de *Narcine entemedor* (a) y *N. brasiliensis* (b). Foramen perilinfático (peri), foramen endolinfático (end), fontanela anterior (af), foramen del canal postorbital (postc), cóndilo anterorbital (aoc), foramen del canal preorbital (prec), rostrum (ro) y fosa precerebral (pf) y cápsula nasal (nc).

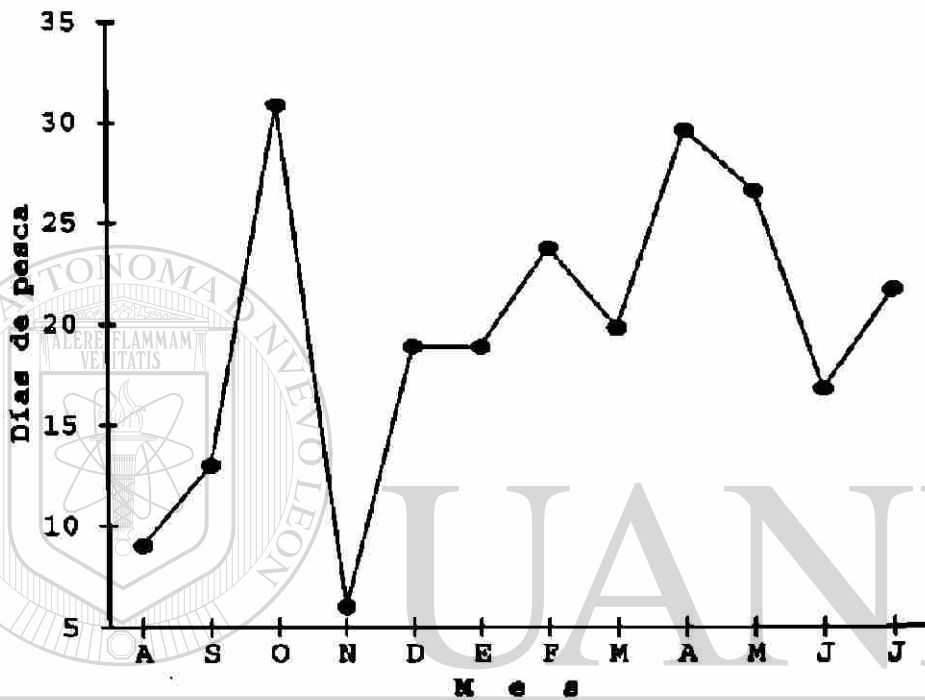


Fig. 5. Número de días efectivos de pesca por mes de los pescadores de Puerto Viejo, Bahía Almejas, B.C.S.

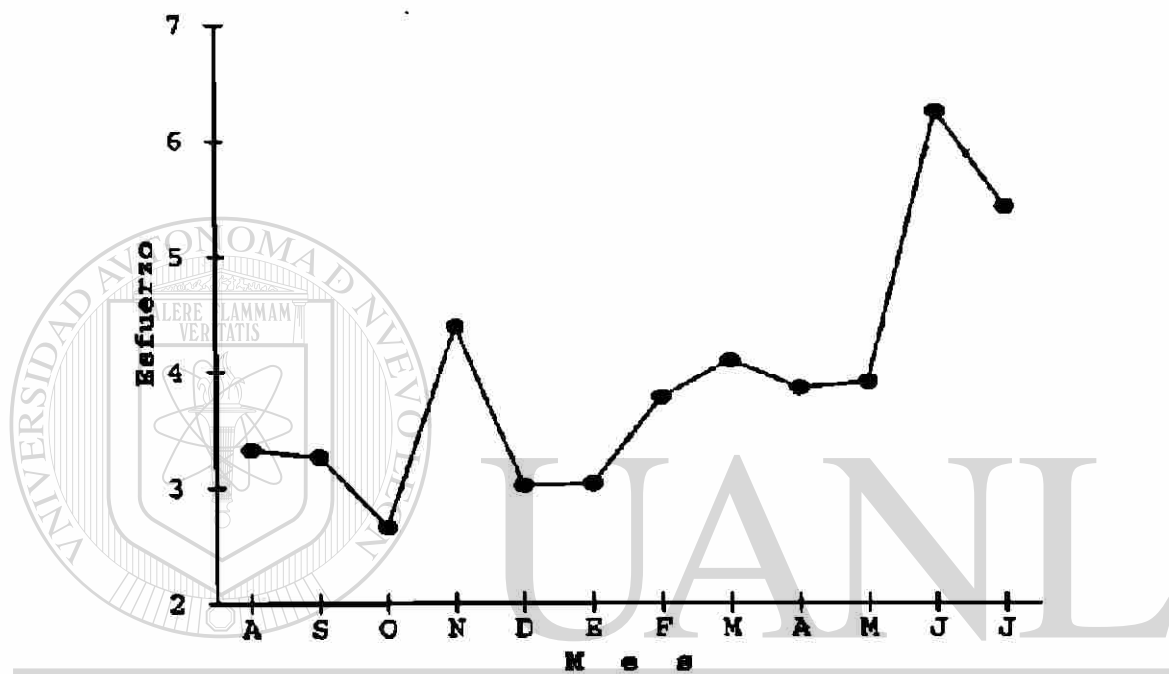


Fig. 6. Distribución del esfuerzo de captura mensual de los pescadores de Puerto Viejo, Bahía Almejas, B.C.S.

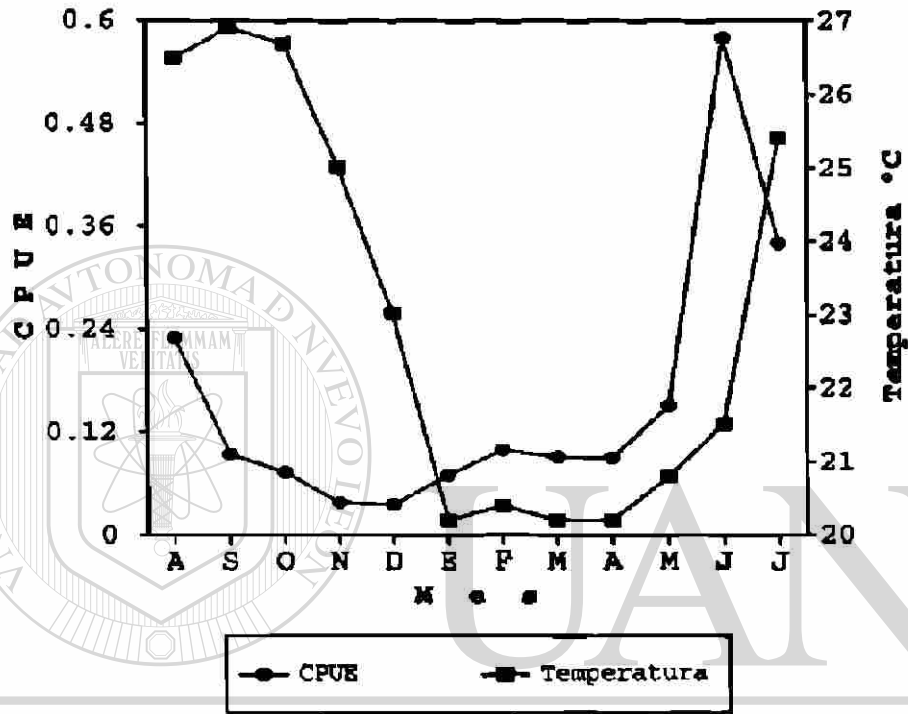
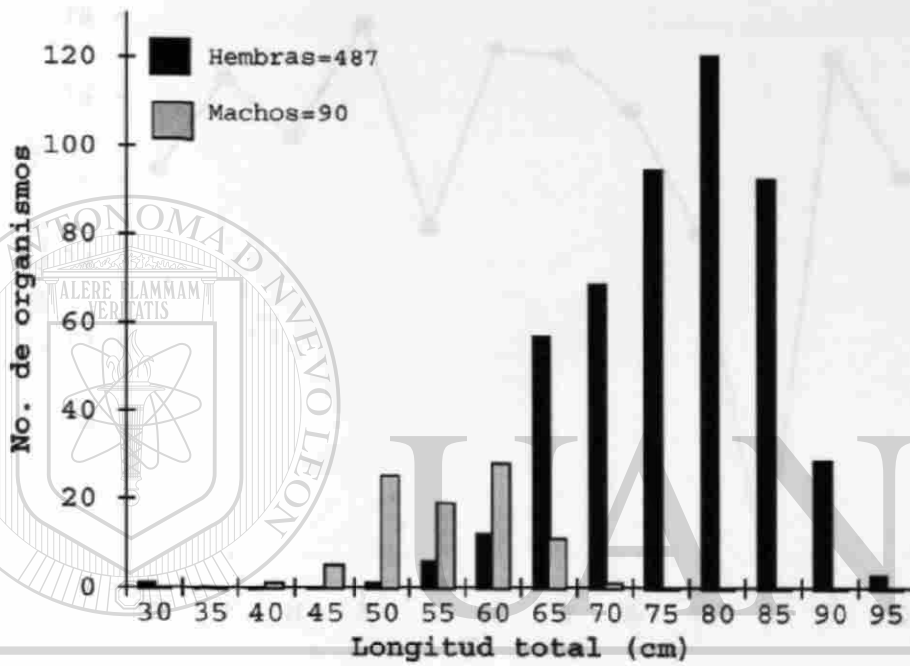


Fig. 7. Captura por unidad de esfuerzo mensual de *N. entemedor* en Bahía Almejas, B.C.S.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Fig. 8. Composición de tallas de hembras y machos de *N. entemedor* en la captura comercial de Bahía Almejas, B.C.S.

®

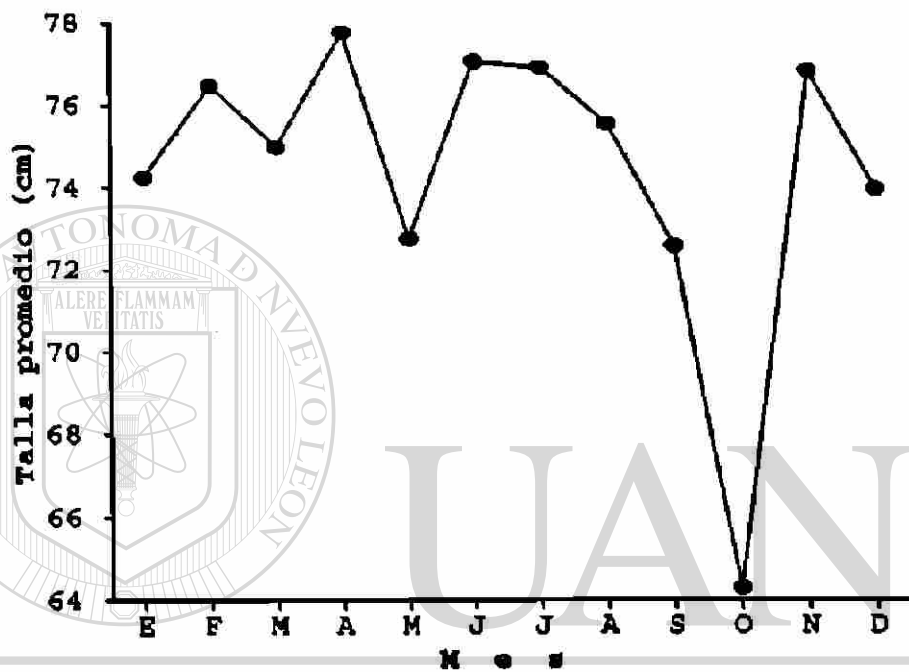
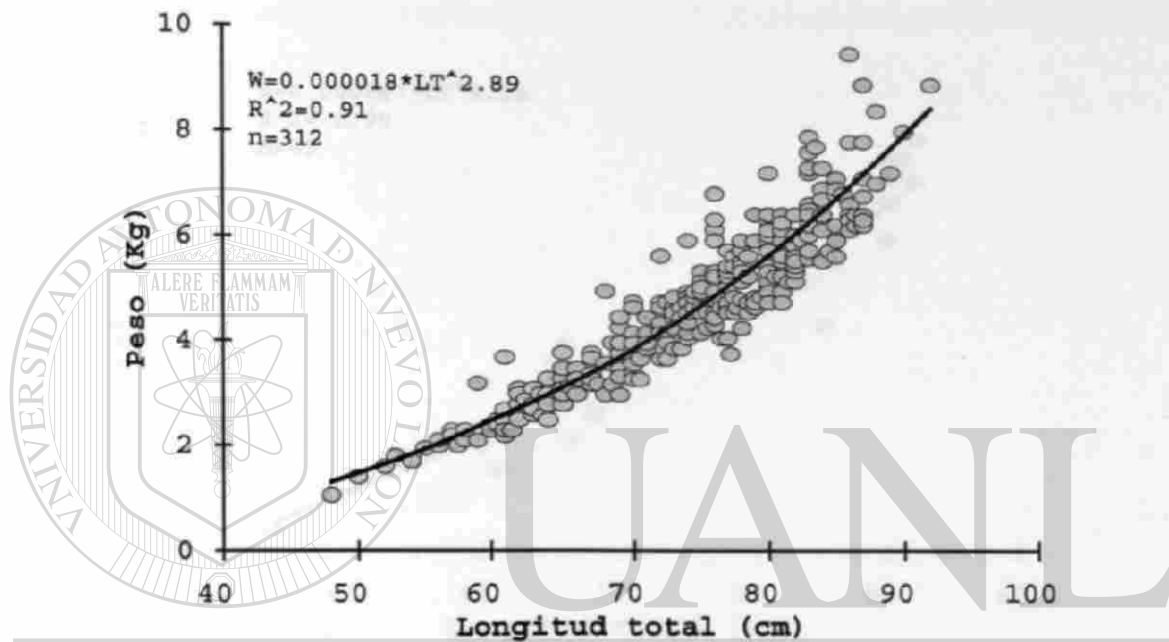


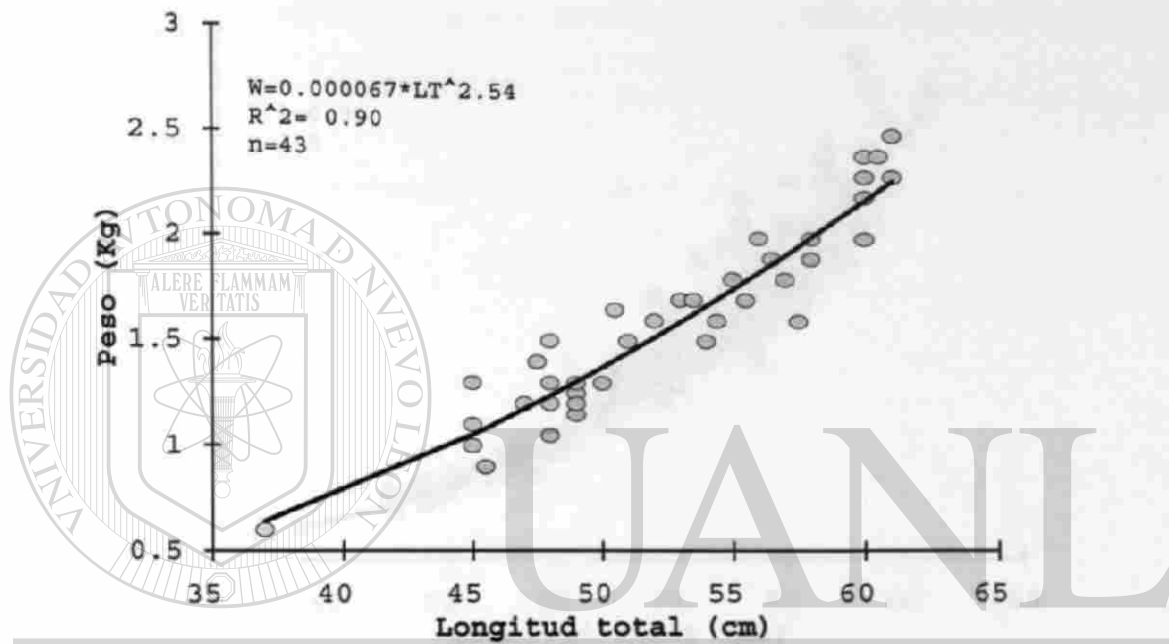
Fig. 9. Talla promedio mensual de las hembras de *N. entemedor* en la captura comercial de Bahía Almejas, B.C.S.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Fig. 10. Relación peso-longitud de las hembras de *N. entemedor* en Bahía Almejas, B.C.S.

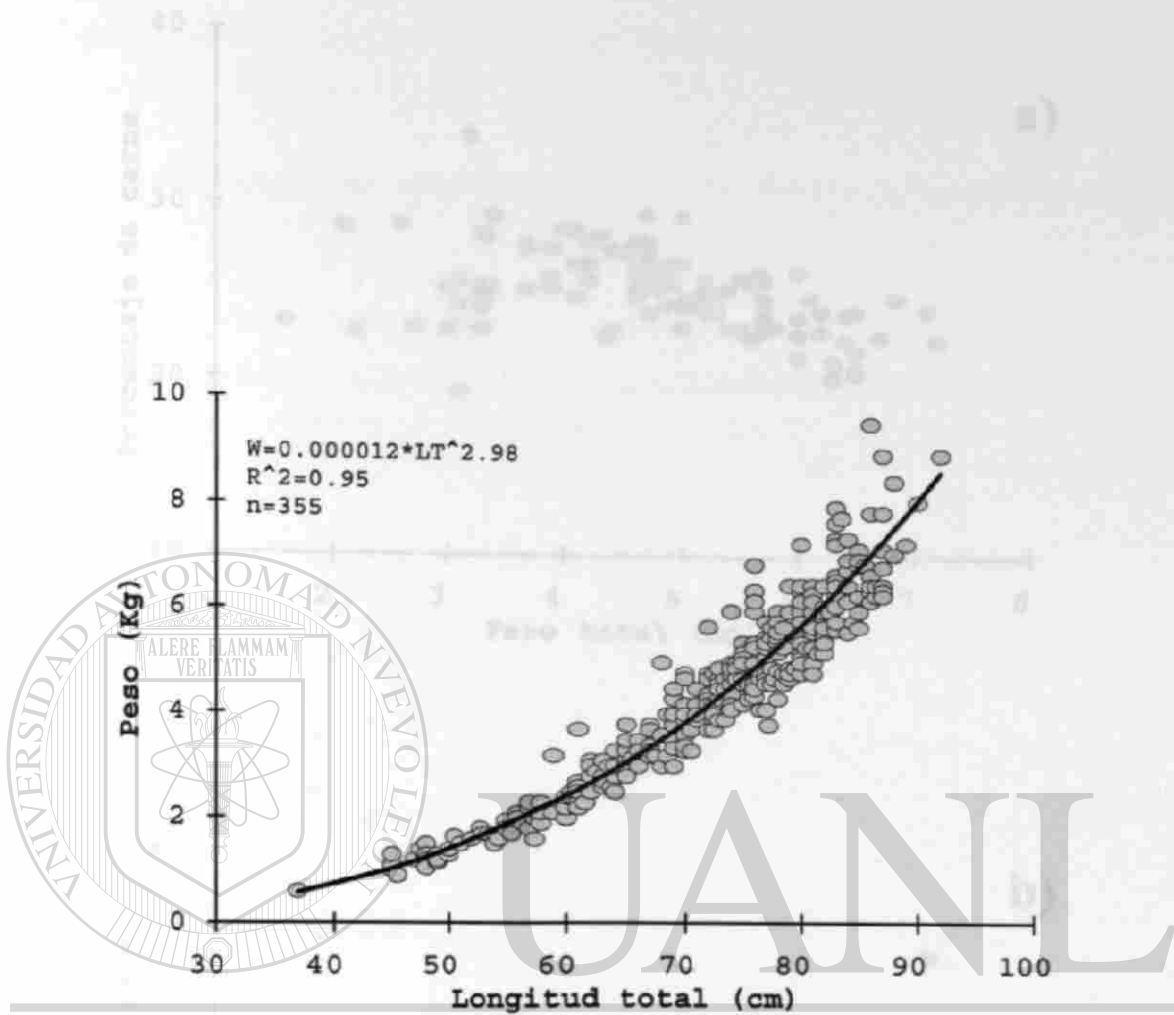
®



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Fig. 11. Relación peso-longitud de los machos de *N. entemedor* en Bahía Almejas, B.C.S.

®



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Fig. 12. Relación peso-longitud para ambos sexos combinados de *N. entemedor* en Bahía Almejas, B.C.S.

®

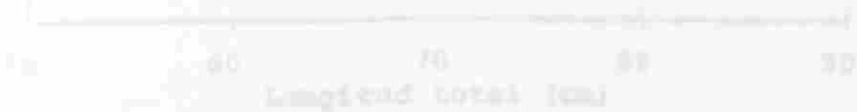


Fig. 13. Porcentaje de crecimiento en rango con respecto al peso total (a) y la longitud total (b) en *N. entemedor*.

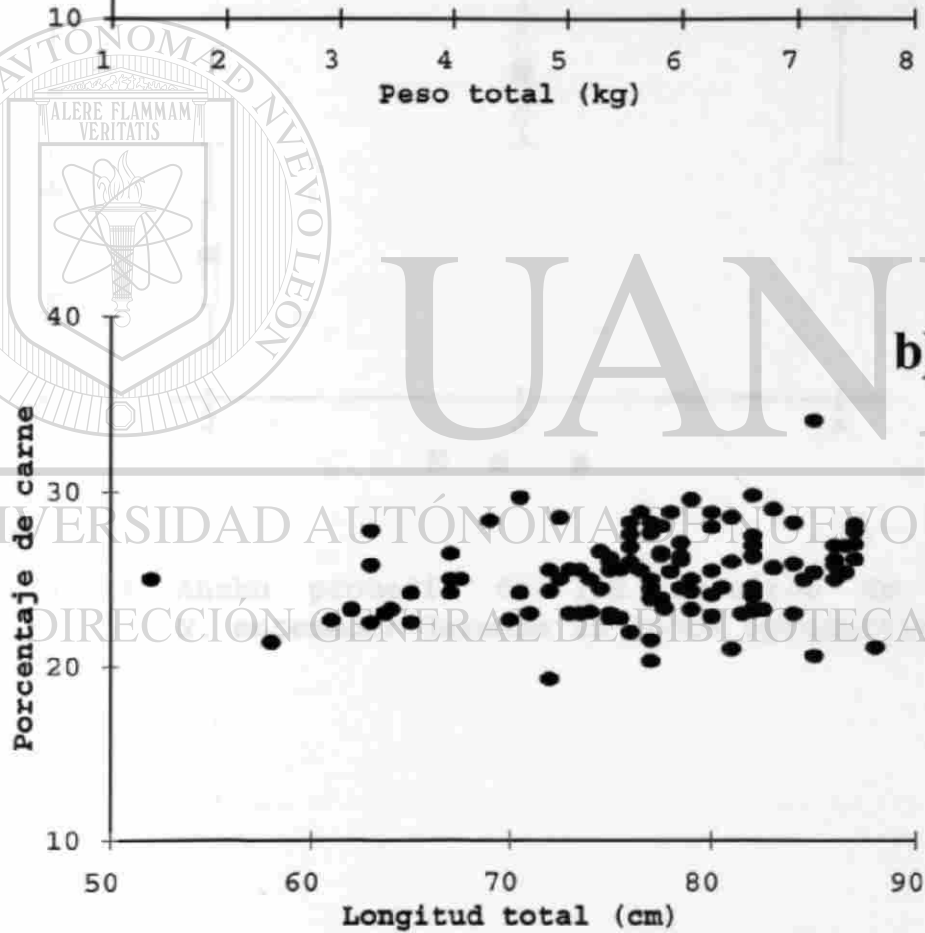
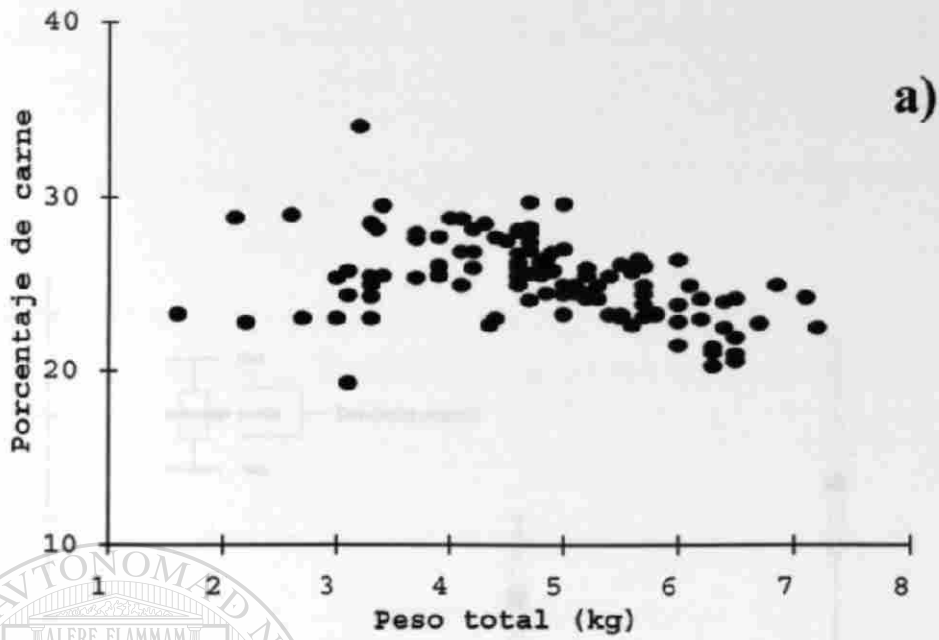


Fig. 13. Porcentaje de rendimiento en carne con respecto al peso total (a) y la longitud total (b) en *N. entemedor*.

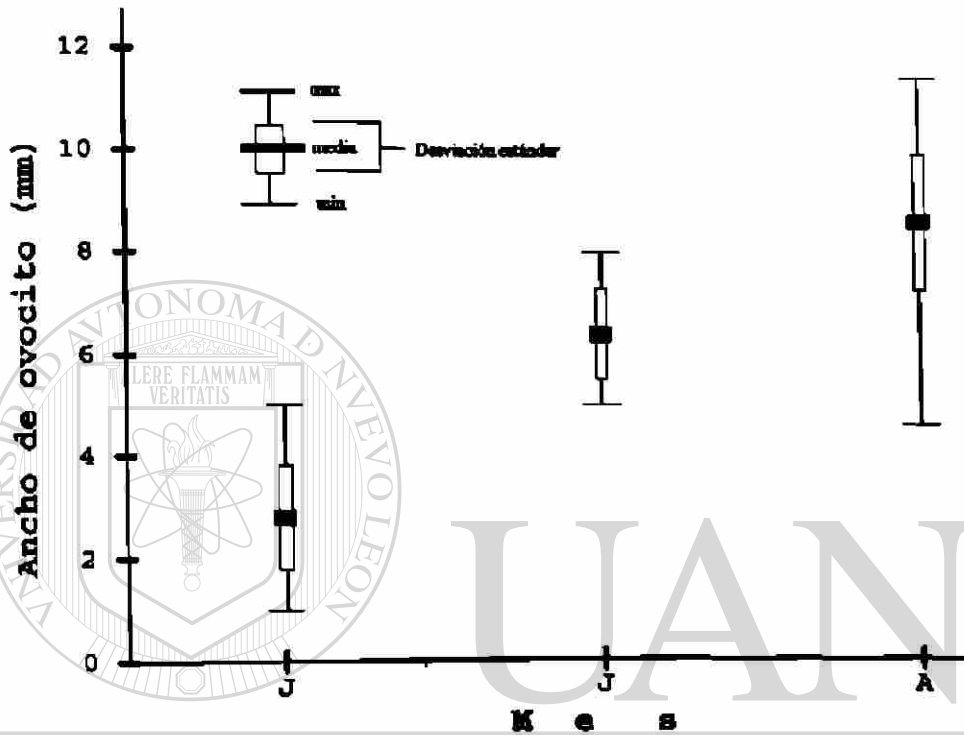


Fig. 14. Ancho promedio de los ovocitos de *N. entemedor* durante la época reproductiva.

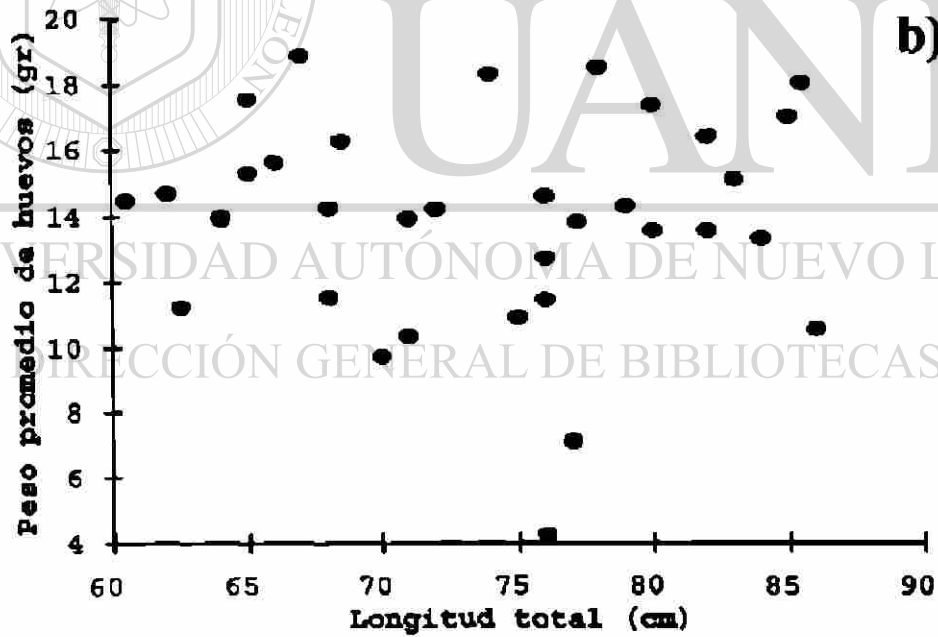
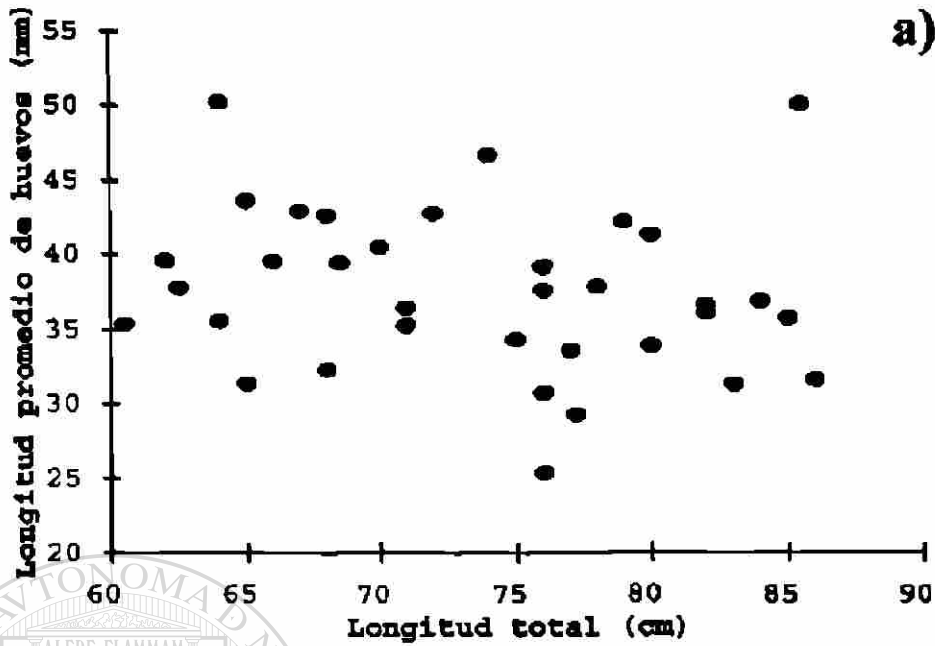
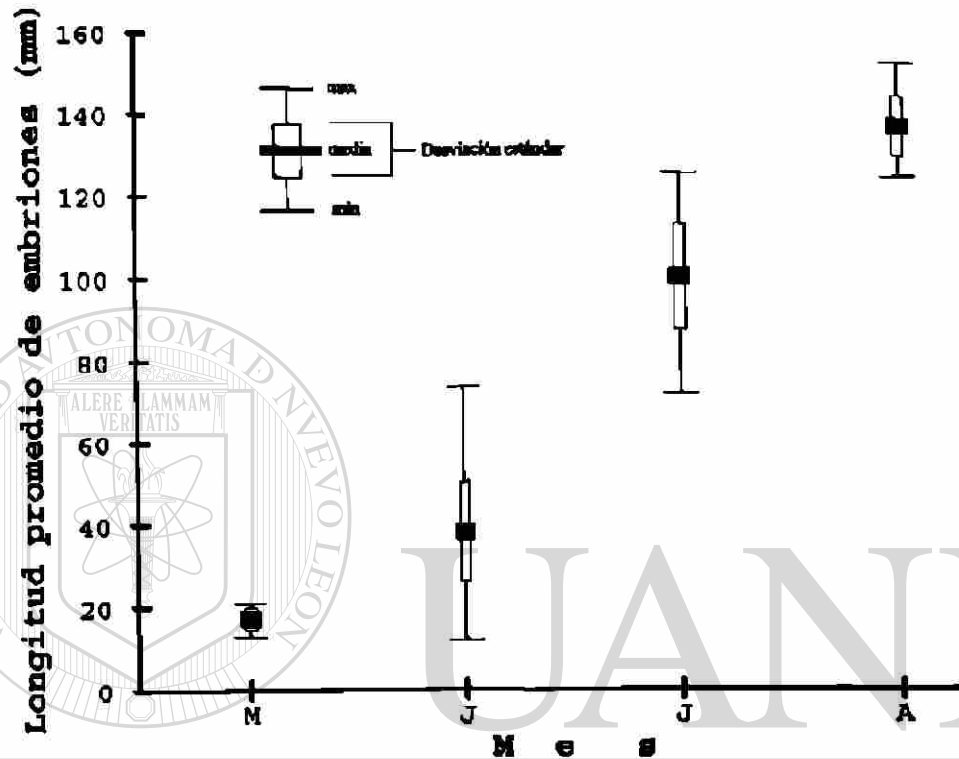


Fig. 15. Relación entre la longitud total de la hembra y el largo promedio de los huevos por individuo (a), y el peso promedio de los huevos por individuo (b) de *N. entemedor*.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Fig. 16. Talla promedio mensual por hembra de los embriones de *N. entemedor*.

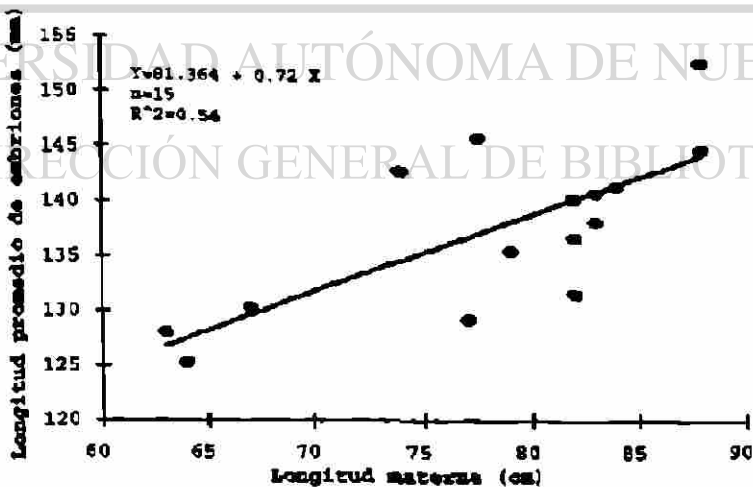
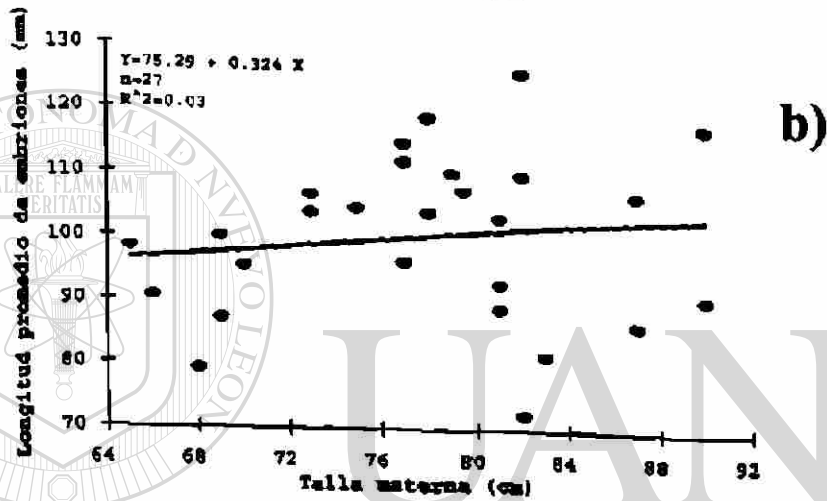
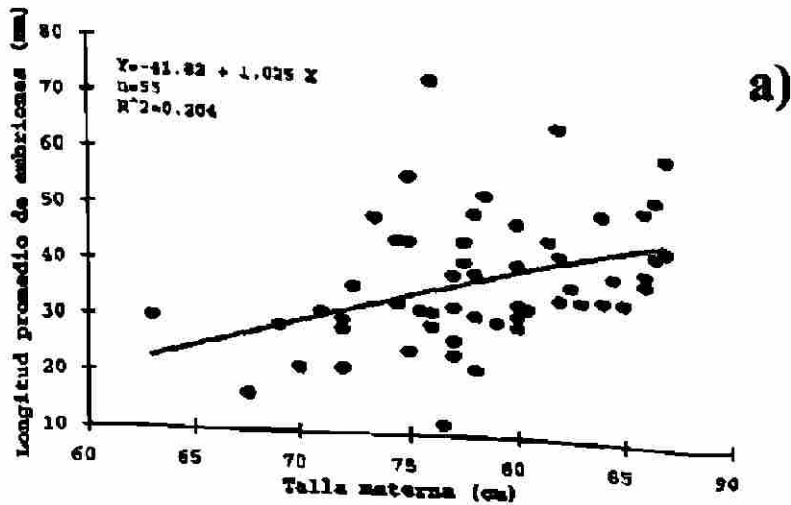


Fig. 17. Relación entre la longitud materna y la talla promedio de los embriones por hembra de *N. entemedor*. Junio (a), julio (b) y agosto (c).

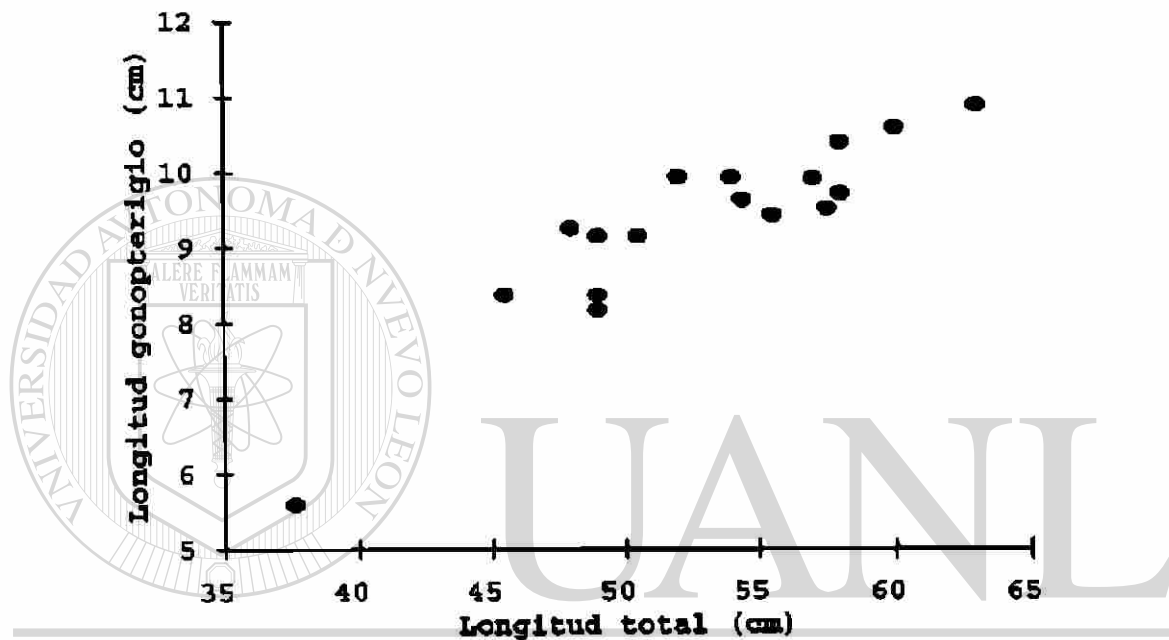
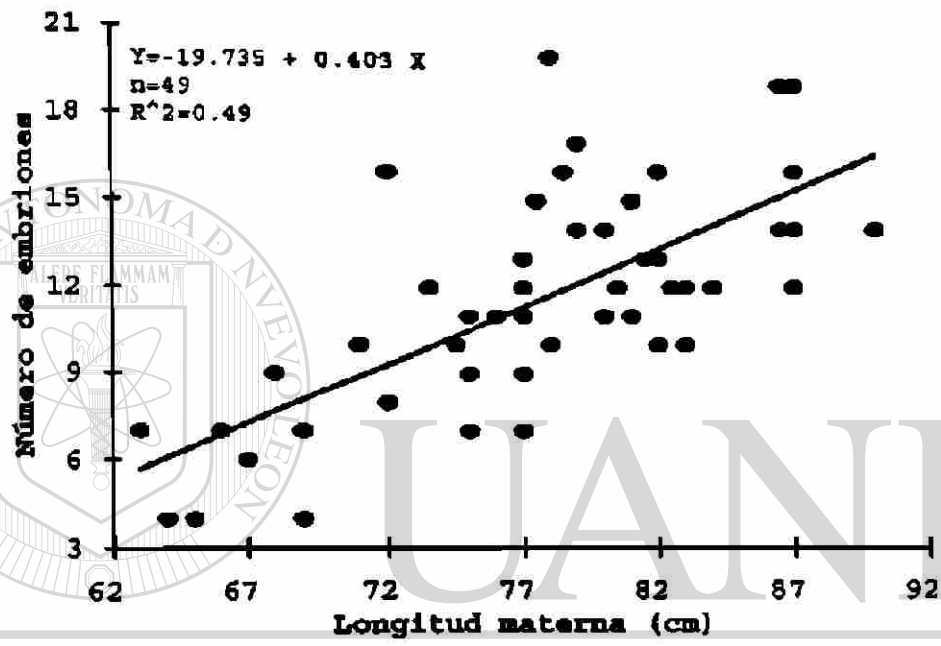


Fig. 18. Desarrollo de los gonopterigios en los machos de *N. entemedor*.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Fig. 19. Número de embriones por hembra de *N. entemedor*.

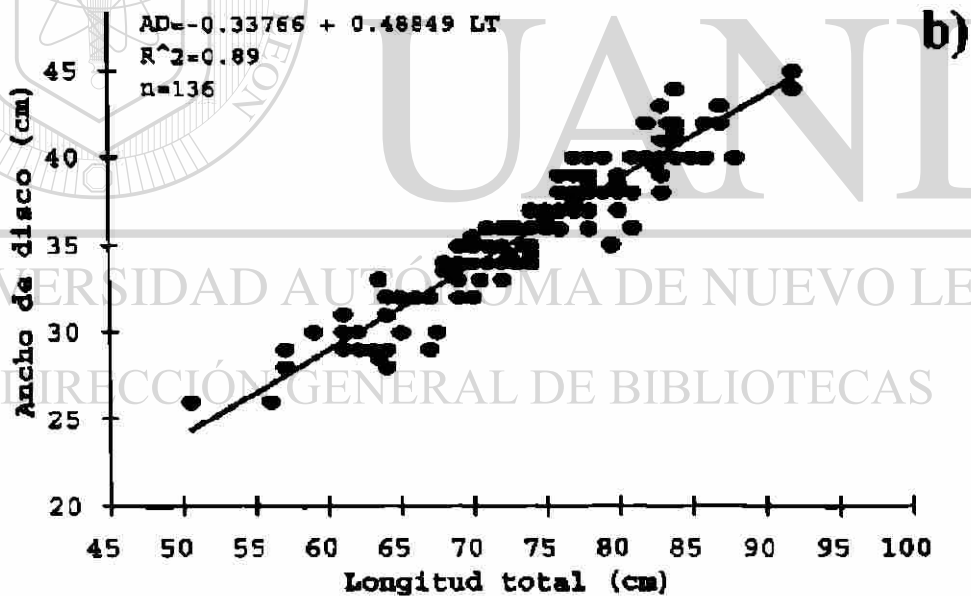
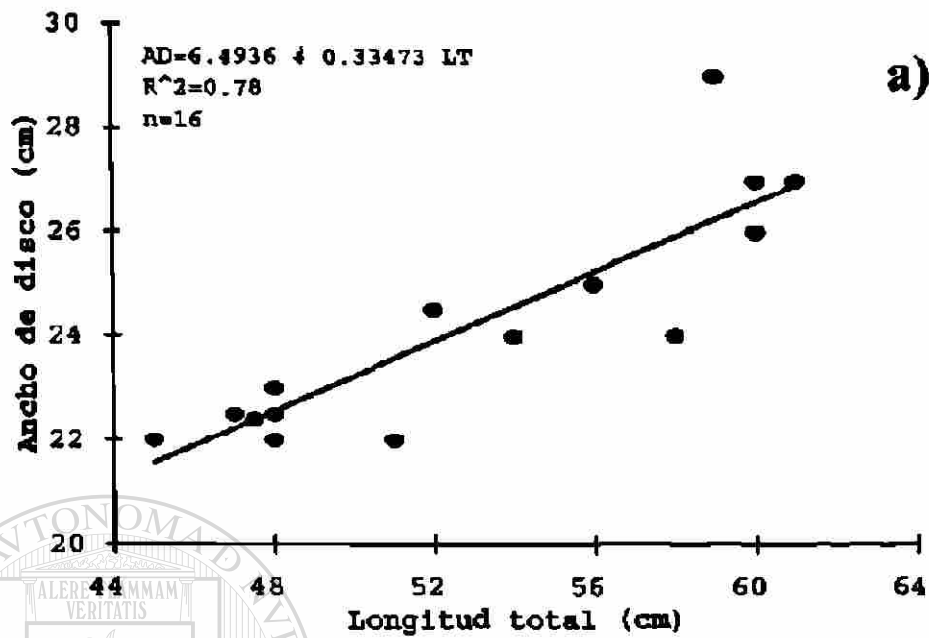


Fig. 20. Relación entre la longitud total y el ancho de disco en hembras (a) y machos (b) de *N. entemedor*.

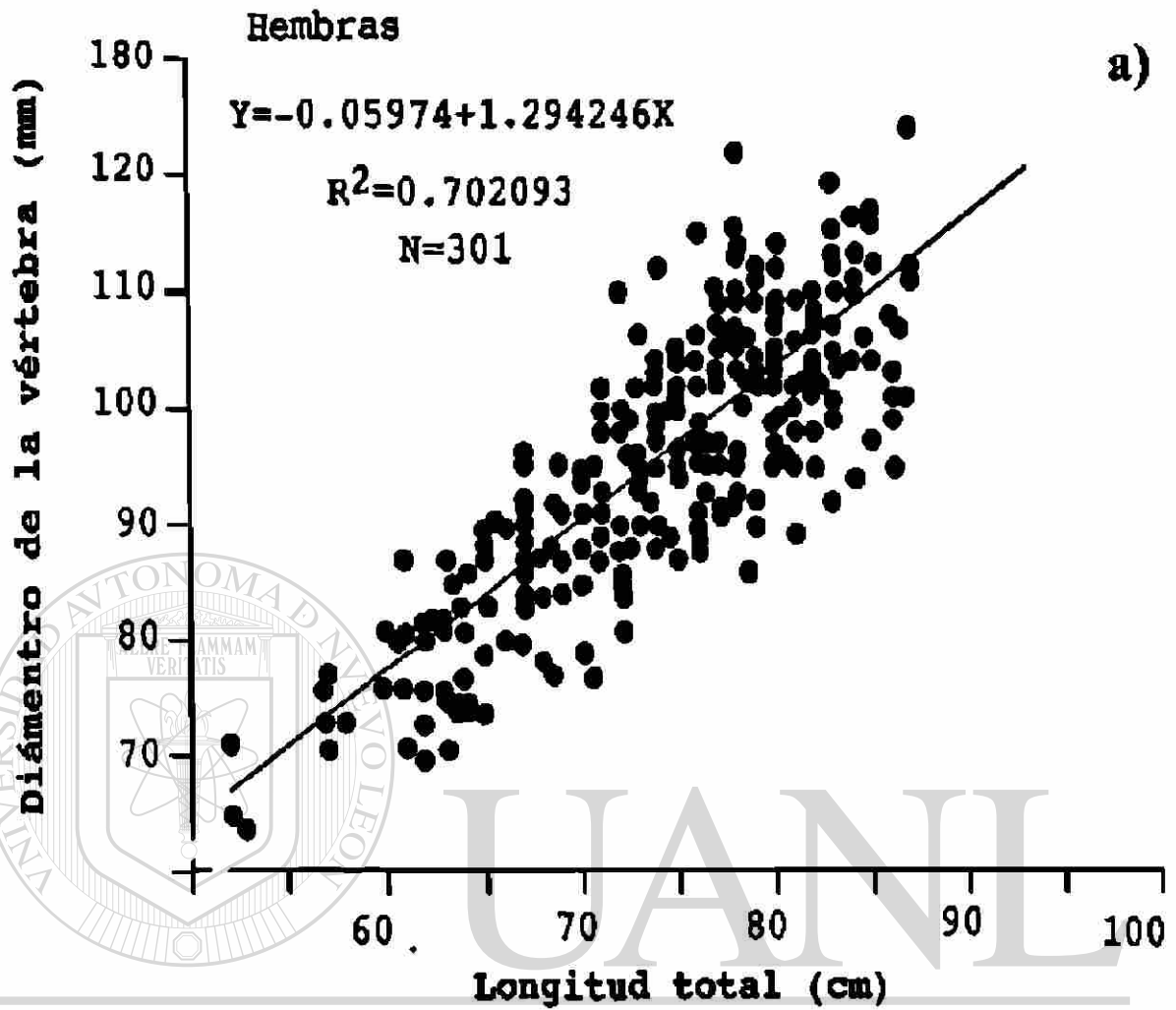
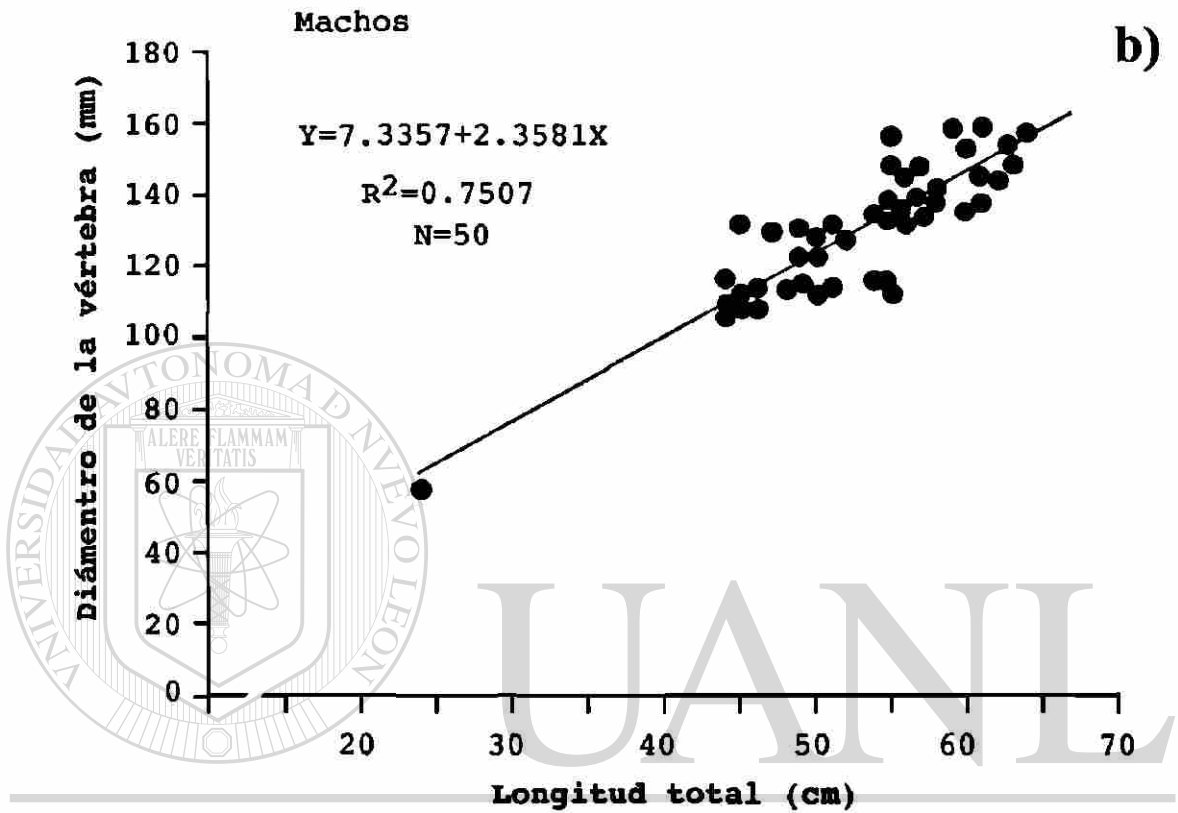


Fig. 21. Relación entre la longitud total y el diámetro de las vértebras en hembras (a) y machos (b) de *N. entemedor*.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Fig. 21. Continuación...

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

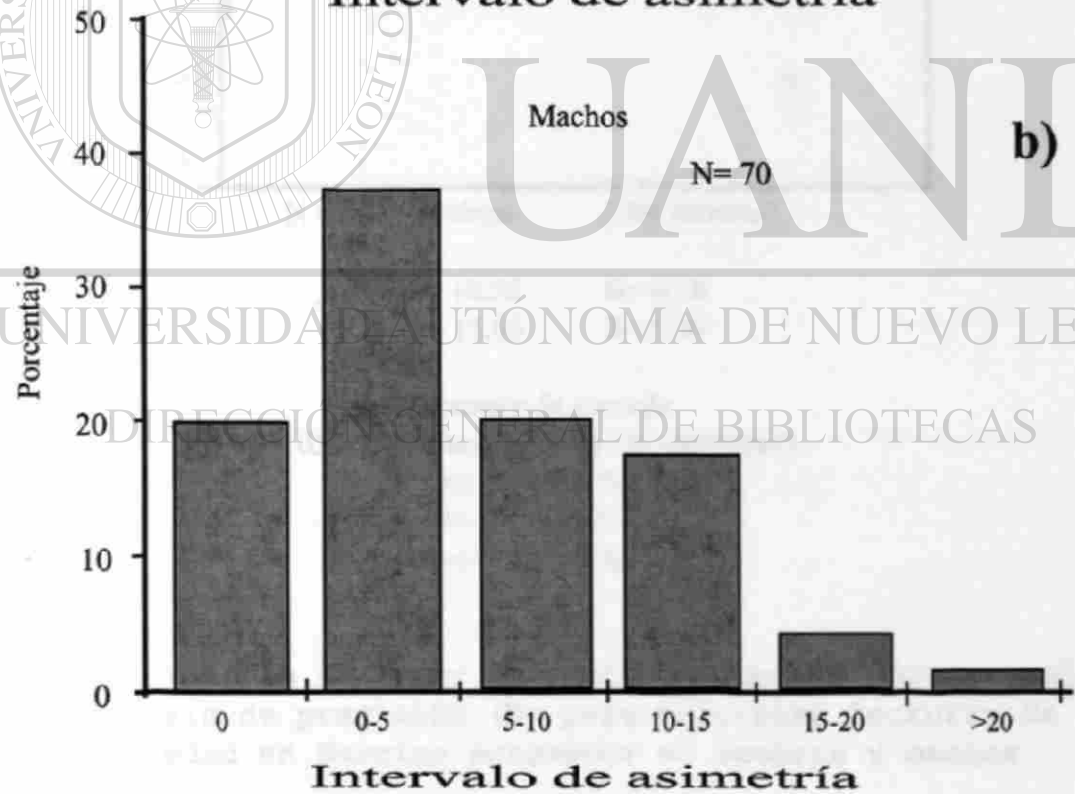
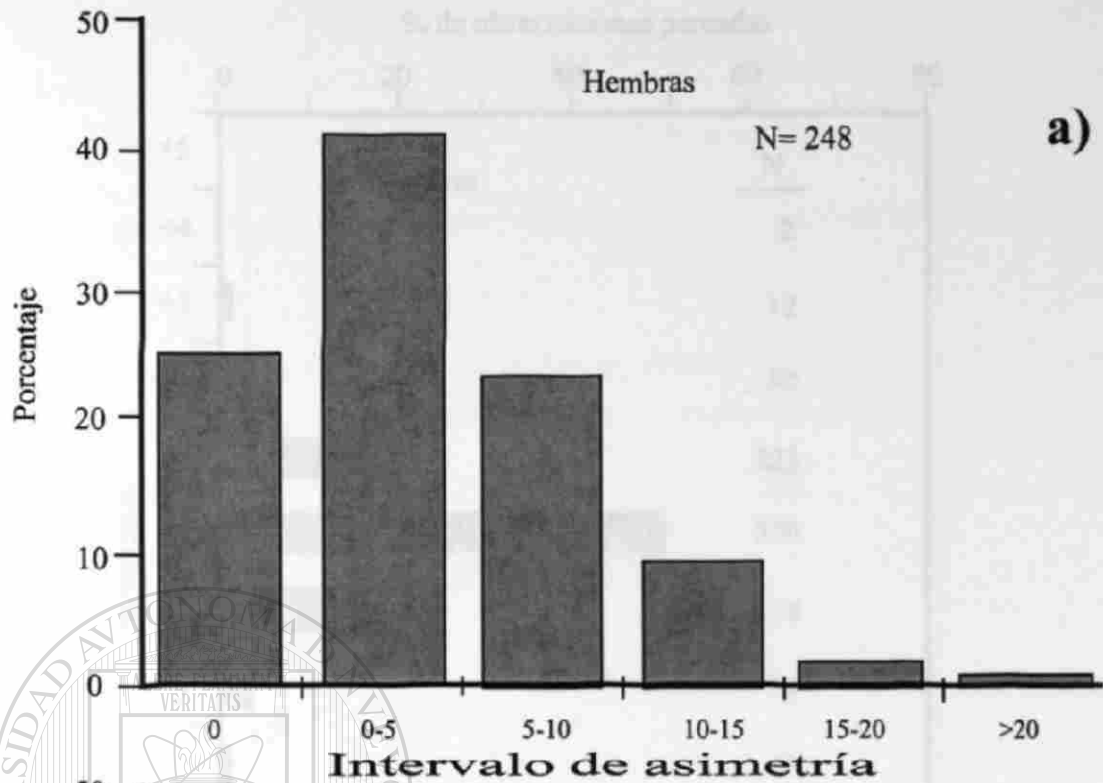
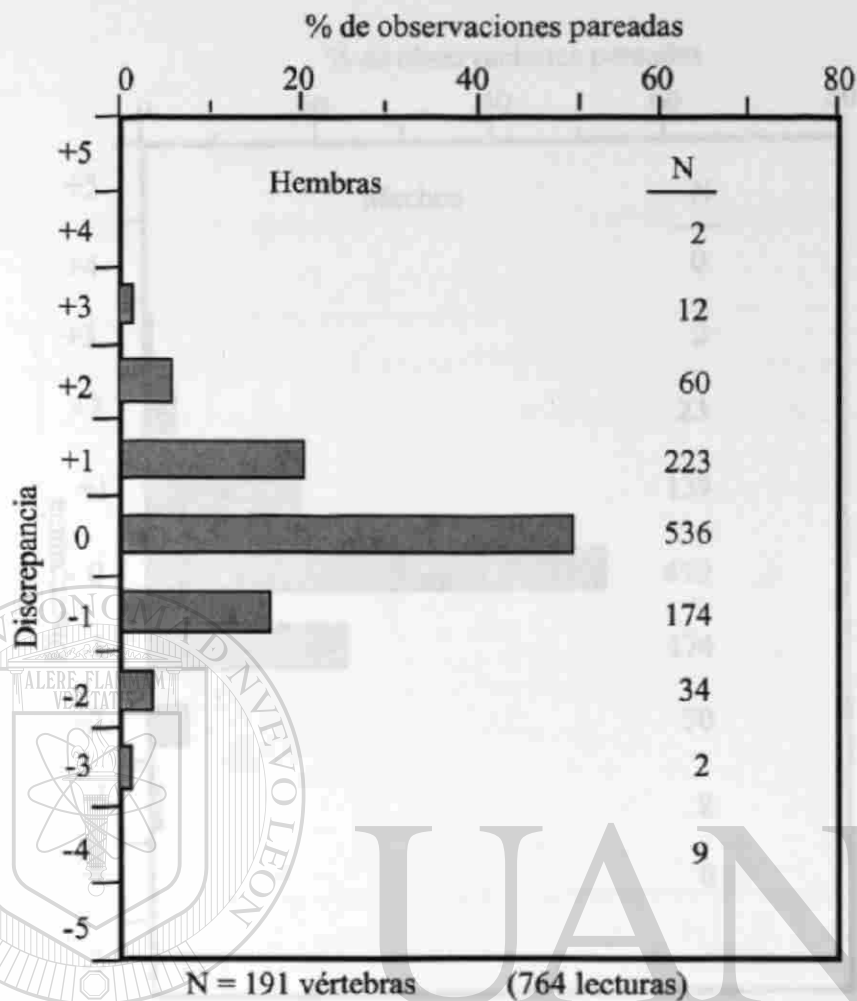


Fig. 22. Histograma de asimetría en los brazos de las secciones de vértebras en hembras (a) y machos (b) de *N. entemedor*.

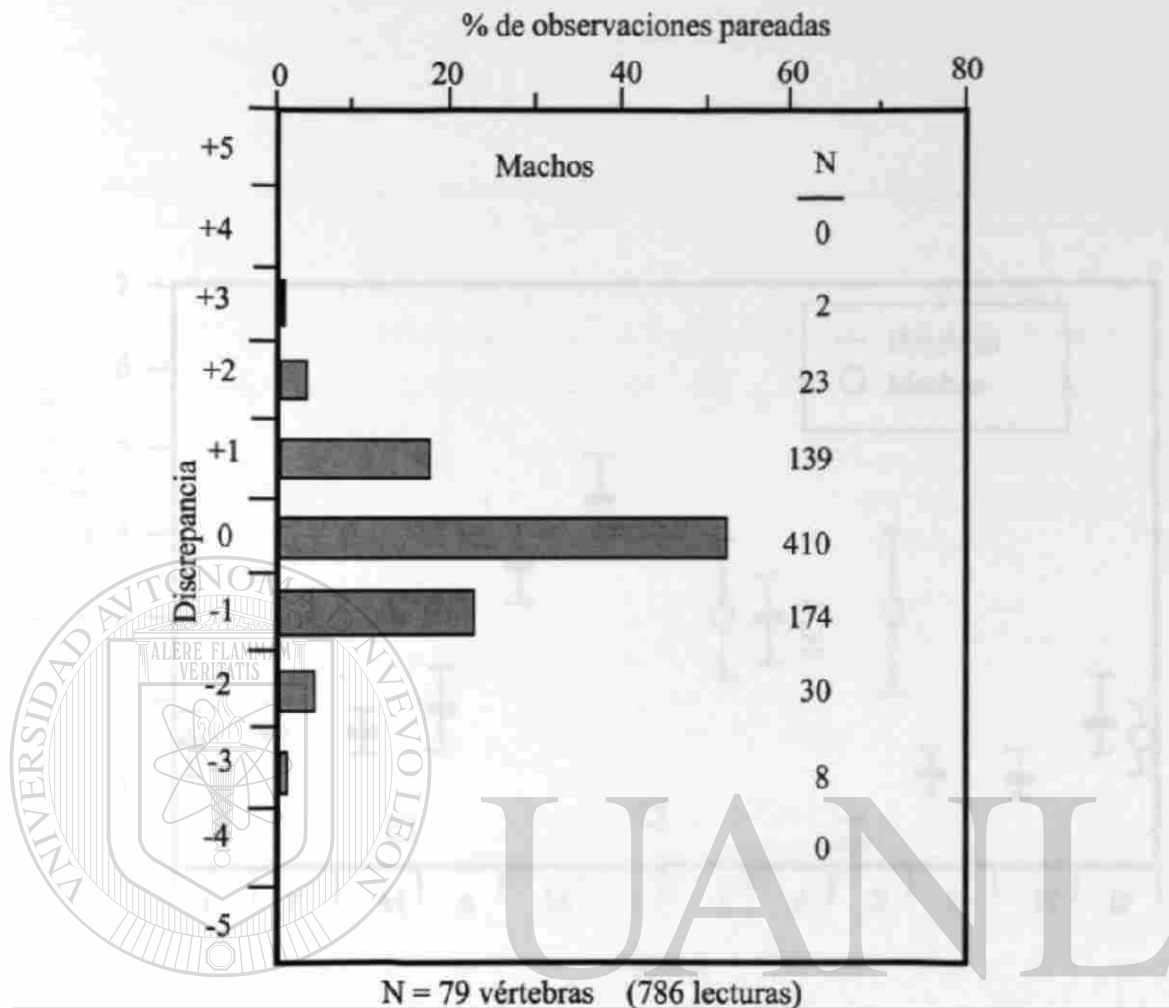


APE = 10.38 D = 6.10
 S = 11.88 S = 6.56

Porcentaje de acuerdo
 (1052 comparaciones para 181 vértebras)

+/- 1 = 88.6 %
 +/- 2 = 97.6 %
 +/- 3 = 99.6 %

Fig. 23. Valores de Error Porcentual Promedio (APE), Análisis de precisión (D) para múltiples lecturas de edad en *Narcine entemedor* en hembras y machos.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

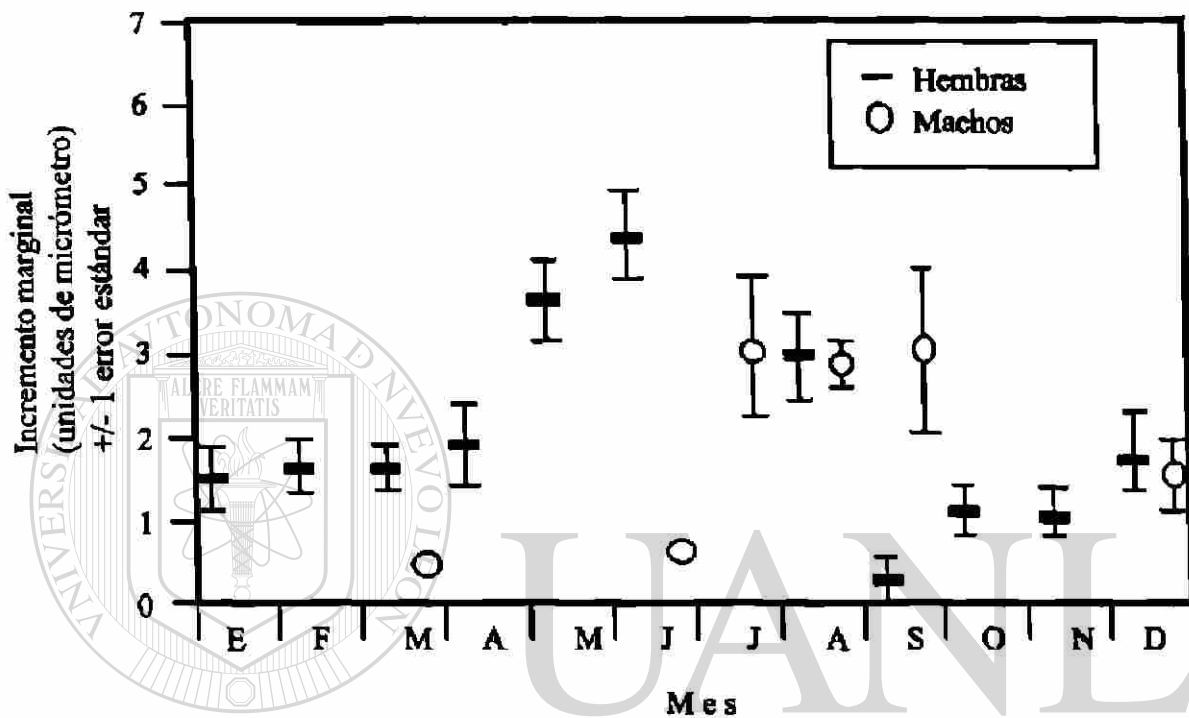
APE = 8.35 D = 4.71
S = 7.97 S = 4.37

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Porcentaje de acuerdo
(850 comparaciones para 78 vértebras)

+/- 1 = 92.0 %
+/- 2 = 98.7 %
+/- 3 = 100 %

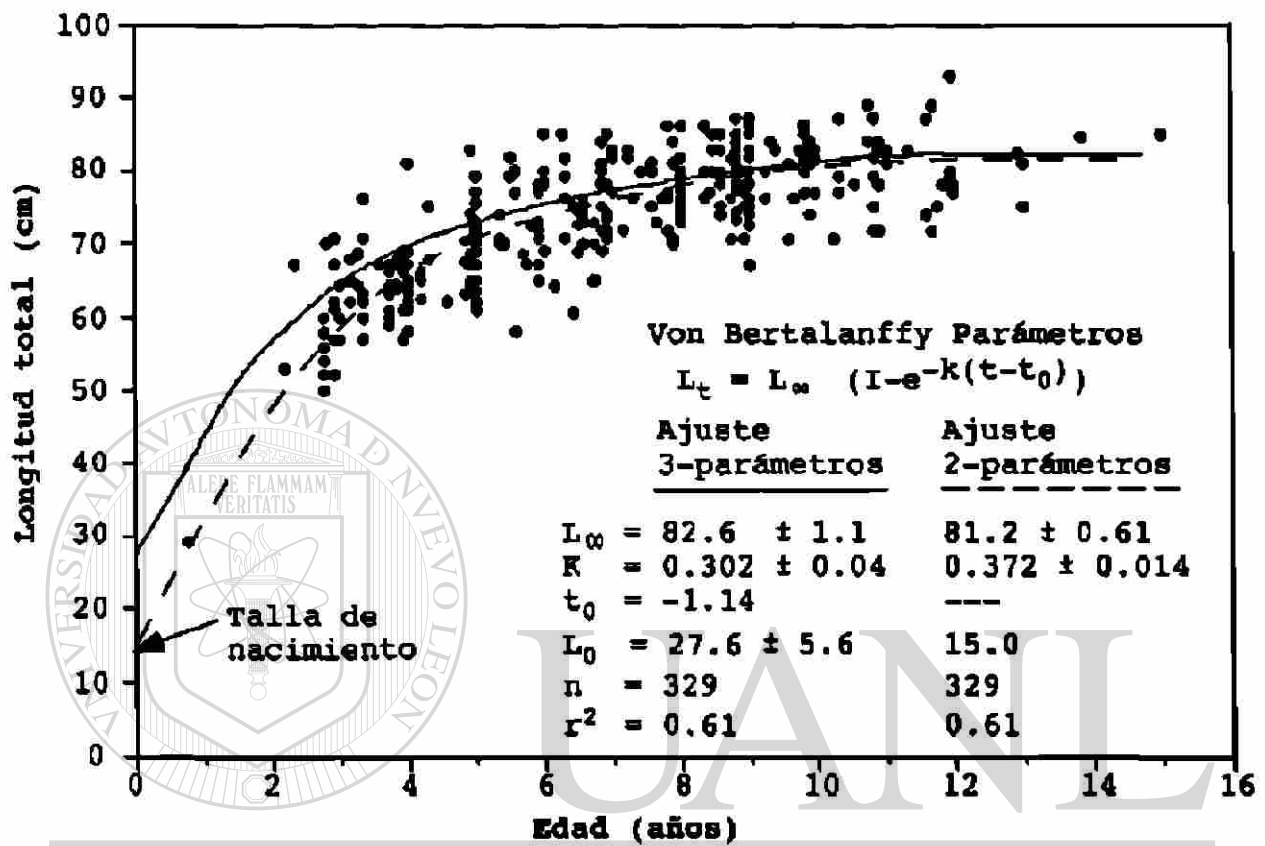
Fig. 23. Continuación...



Hembras n=	6	9	32	8	14	43	0	42	2	7	8	21
Machos n=	0	0	1	0	0	1	14	34	2	0	0	3

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Fig. 24. Incremento marginal de las vértebras de *Narcine entemedor* en hembras y machos.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Fig. 25. Edad y ajuste a la curva de crecimiento de von-Bertalanffy de las hembras de *Narcine entemedor*.

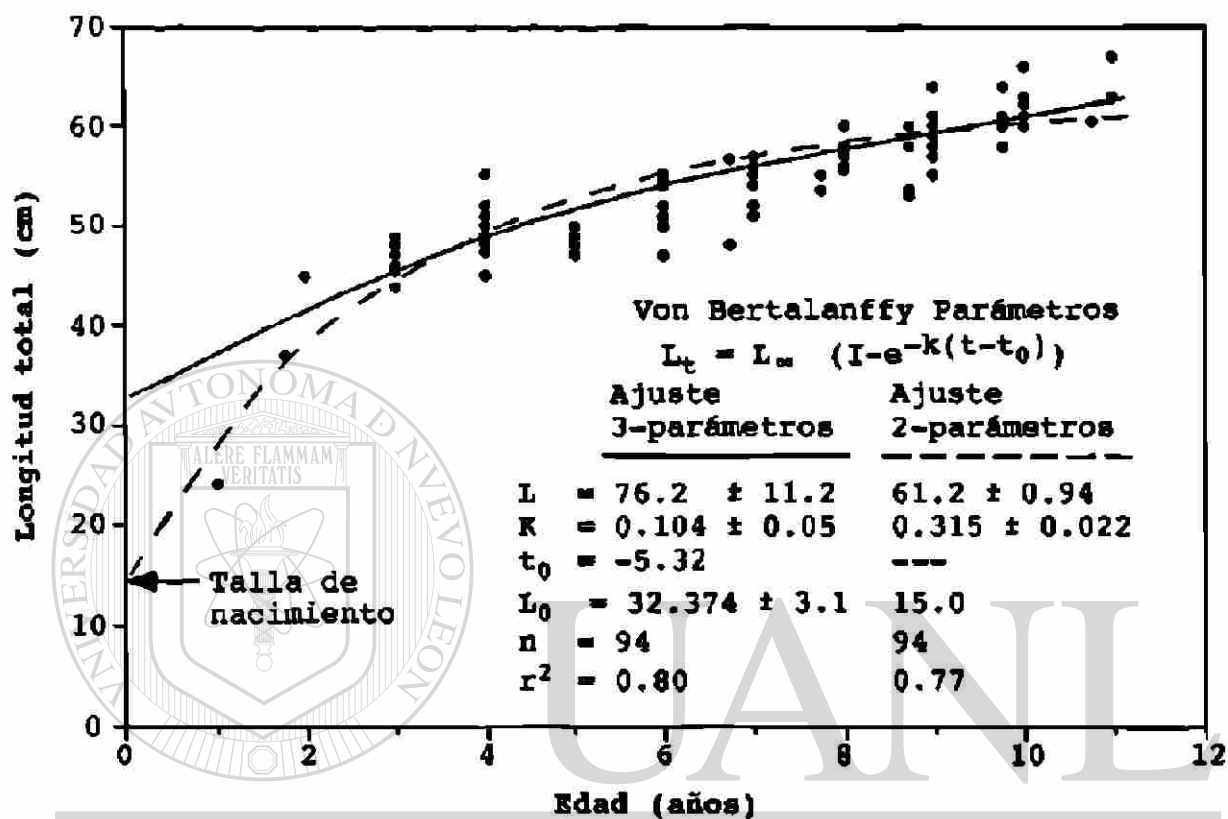
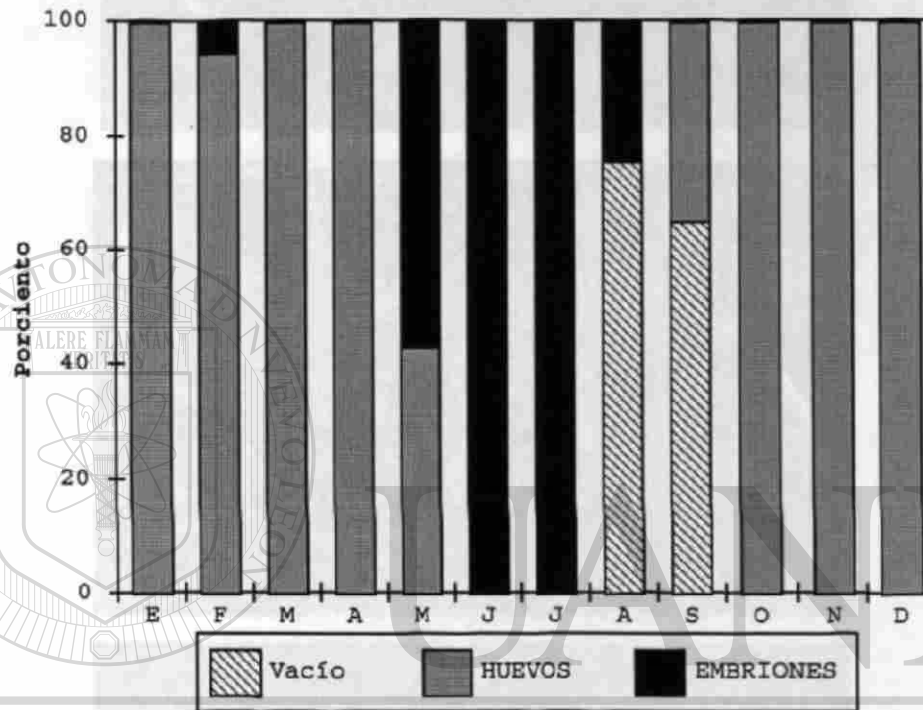


Fig. 26. Edad y ajuste a la curva de crecimiento de von Bertalanffy de los machos de *Narcine entemedor*.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Fig. 27. Ciclo reproductivo de *N. entemedor* en Bahía Almejas, B.C.S.

®

Fig. 28. Patrón de la colonización larval de *N. entemedor*.



Fig. 28. Patrones de la coloración dorsal de *N. entemedor*.



Fig. 29. Patrones de la coloración dorsal de *N. brasiliensis*.

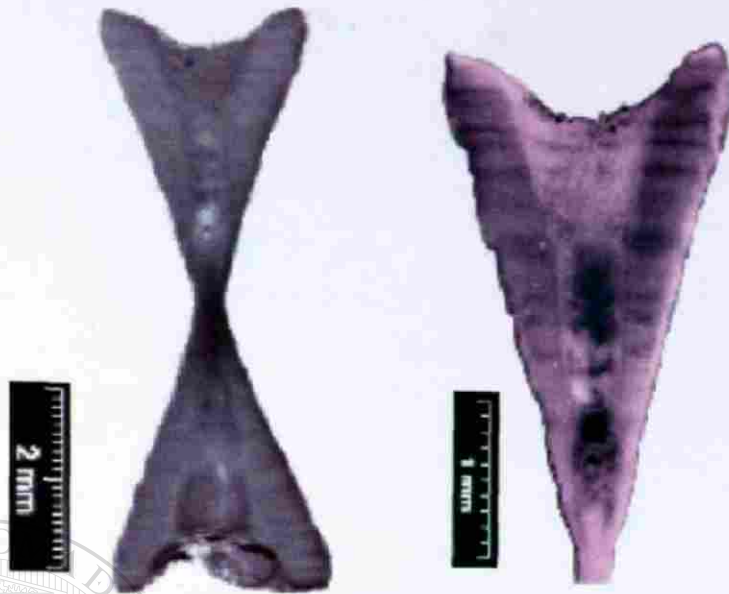
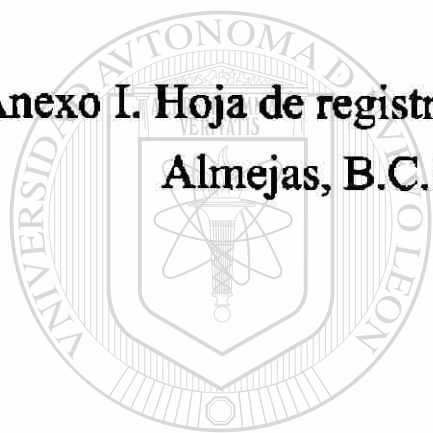


Fig. 30. Secciones de vértebras de las hembras de *Narcine entemedor*.



Fig. 31. Secciones de vértebras de los machos de *Narcine entemedor*.

**Anexo I. Hoja de registro diario de la captura comercial en Bahía
Almejas, B.C.S.**



UANL

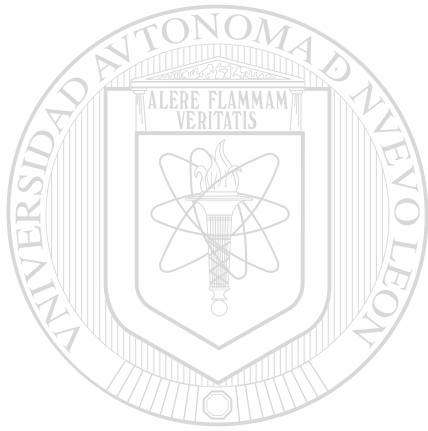
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR
HOJA DE DATOS PARA TIBURONES Y RAYAS

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Número de redes							
Guitarra							
Mariposa							
Mantarraya lodera							
Mantarraya Hondo							
Tecolote							
Poncho gris							
Poncho rojo							
Eléctrico							
Guitarra							
Puro							
Pepelaco							
Encerado							
Sardinero							
Garnbuso							
Chato							
Tintorera							
Tintorera azul							
Gata arenera							
Arqueada							
Barrosa							
Prieta							
Jaibera							
Gallocerdo							
Otro							



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



