



Latin American Journal of Aquatic Research

E-ISSN: 0718-560X

lajar@ucv.cl

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Chile

Payán, Luis Fernando; Navia, Andrés Felipe; Rubio, Efraín A.; Mejía-Falla, Paola Andrea
Biología de la raya guitarra *Rhinobatos leucorhynchus* (Günther, 1867) (Rajiformes: Rhinobatidae) en
el Pacífico colombiano

Latin American Journal of Aquatic Research, vol. 39, núm. 2, julio, 2011, pp. 286-296

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Valparaíso, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=175019398010>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Research Article

**Biología de la raya guitarra *Rhinobatos leucorhynchus* (Günther, 1867)
(Rajiformes: Rhinobatidae) en el Pacífico colombiano**

Luis Fernando Payán¹, Andrés Felipe Navia¹, Efraín A. Rubio² & Paola Andrea Mejía-Falla¹

¹Fundación Colombiana para la Investigación y Conservación de Tiburones y Rayas, SQUALUS
Carrera 79 N° 6-37, Cali, Colombia

²Universidad del Valle, Departamento de Biología, Sección de Biología Marina
A.A. 25360, Cali, Colombia

RESUMEN. La raya guitarra *Rhinobatos leucorhynchus* es comúnmente capturada como fauna acompañante en la pesca del camarón de aguas someras del Pacífico colombiano, tanto a nivel industrial como artesanal. A partir de 286 ejemplares capturados incidentalmente entre 2001 y 2007, se estudiaron diferentes aspectos biológicos de esta especie. Las hembras fueron proporcionalmente más grandes que los machos, aunque el crecimiento fue similar en ambos sexos (alométrico). Los embriones no presentaron diferencias sexuales significativas ni en talla ni en peso. La proporción sexual en adultos fue 2,4:1 (hembras-machos), mientras que en embriones esta proporción fue de 1:1. El 51,5% de machos presentó claspers desarrollados y calcificados y el 56,5% de las hembras estaban grávidas, presentando fecundidades entre 1 y 6 embriones, con tallas entre 3 y 19,5 cm, sugiriendo una talla de nacimiento entre 19 y 19,5 cm LT. La talla mediana de madurez de las hembras fue menor que la de machos (48,48 cm y 51,18 cm LT, respectivamente), y las hembras presentaron crías a partir de 44 cm LT. Los hábitos alimentarios de esta especie mostraron 30 ítems presa, con camarones de la familia Penaeidae, y especialmente *Trachypenaeus* sp. como alimento principal. La raya guitarra presentó diferencias significativas en la dieta de machos y hembras, y la amplitud de nicho indicó que es especialista en su dieta. Los resultados de este estudio aportan información útil para plantear medidas de manejo de *R. leucorhynchus*, especie que requiere atención, dado sus características biológicas y su importancia comercial y de consumo.

Palabras clave: batoideos, reproducción, crecimiento, dieta, ecología alimentaria.

**Biology of the guitar ray *Rhinobatos leucorhynchus* (Günther, 1867)
(Rajiformes: Rhinobatidae) in the Colombian Pacific**

ABSTRACT. The guitar ray *Rhinobatos leucorhynchus* is commonly caught as by-catch of industrial and artisanal shrimp trawling in the shallow waters of the Colombian Pacific. The biological aspects of this species were studied using 286 animals caught as by-catch between 2001 and 2007. The females were proportionally larger than males, although growth was similar (allometric) for both sexes. The embryos showed no significant differences by sex in either size or weight. The adult sex ratio was 2.4:1 (females-males), whereas in embryos this ratio was 1:1. 51.5% of males, 51.5% had developed, calcified claspers, and 56.5% of females were pregnant, carrying between 1 and 6 embryos of 3 to 19.5 cm, suggesting a size at birth of 19 to 19.5 cm TL. The median size at maturity for females was lower than that of males (48.48 cm and 51.18 cm TL, respectively), and the females had embryos starting at 44 cm TL. The feeding habits of this species showed 30 prey items, with shrimp from the Penaeidae family and especially *Trachypenaeus* sp. as main food. The diets of male and female guitar rays differed significantly, and the niche breadth indicated that this species has a specialist diet. The results of this study provide useful information for proposing management measures for *R. leucorhynchus*, a species that requires attention given its biological characteristics and its importance in terms of commerce and human consumption.

Keywords: batoids, reproduction, growth, diet, feeding ecology.

INTRODUCCIÓN

Las rayas de la familia Rhinobatidae, conocidas mundialmente como rayas guitarra y a nivel local como guitarrillas, se agrupan en cuatro géneros, tres subgéneros y al menos 48 especies, y están distribuidas en todos los mares tropicales y templados, desde aguas costeras y someras a profundidades hasta de 370 m (Compagno, 2005). En el Pacífico Oriental Tropical (POT) se encuentran los géneros *Zapteryx* y *Rhinobatos* con dos y cinco especies, respectivamente, siendo todas endémicas de esta región (Robertson & Allen, 2008). Para el Pacífico colombiano se ha confirmado la presencia de *Z. xyster*, *R. leucorhynchus*, *R. planiceps*, *R. prahli*, quedando por confirmar la presencia de *Z. exasperata* y *R. glaucostigmus* (Mejía-Falla *et al.*, 2007).

La familia Rhinobatidae, y en especial el género *Rhinobatos*, hace parte importante de la captura incidental de numerosas pesquerías en el mundo (Stobutzki *et al.*, 2002; Klippel *et al.*, 2005) lo que, junto a otras amenazas como la degradación de hábitats y el comercio de sus aletas dorsales (Fowler *et al.*, 2005), ha llevado a que 37 de las 48 especies estén incluidas en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN, siendo 10 de éstas categorizadas como vulnerables o amenazadas y una como críticamente amenazada (*Rhinobatos horkelli*) (IUCN, 2010).

Numerosos estudios sobre la historia de vida de condriictos ubican a estas especies como estrategias *k*, exhibiendo bajas tasas de crecimiento, maduración sexual tardía, bajas tasas de fecundidad y largos ciclos de vida (Holden, 1974). Para el género *Rhinobatos* se conocen pocos estudios en América. Villavicencio-Garayzar (1993) y Márquez-Farías (2007) describen que *R. productus* en el golfo de California alcanza la madurez después de los 50 cm longitud total (LT) (machos a los 53 cm y hembras a los 57 cm LT), tiene un largo periodo de gestación (11 a 12 meses) y una fecundidad promedio de cinco crías que nacen a los 17,5 cm LT. En Brasil, Lessa *et al.* (1986) y Texeira (1982) proponen que las especies de *Rhinobatos* presentan relación directa entre la talla y la fecundidad y diferenciación sexual por talla. En el Caribe colombiano, Grijalba-Bendeck *et al.* (2008) describen la biología reproductiva de *R. percellens* señalándola como una especie matrotrofica con viviparidad aplacentaria y fecundidad entre 2 y 4 embriones por año; y Polo-Silva & Grijalba-Bendeck (2008) la ubican como un depredador con dieta preferencial de crustáceos.

R. leucorhynchus (Günther, 1886) presenta dorso de coloración gris oscuro, algunas veces con manchas pálidas, hocico muy pálido, translúcido, sin punta

oscura y superficie inferior blanca. Esta especie habita aguas tropicales costeras y estuarios de fondos suaves y arenosos y está distribuida desde el golfo de California a las islas Galápagos en Ecuador (Robertson & Allen, 2008). En el Pacífico colombiano esta especie es capturada regularmente como fauna acompañante en faenas de pesca de camarón a nivel artesanal e industrial (Navia, 2002; Gómez & Mejía-Falla, 2008); y aunque no presenta un alto valor comercial, su carne es vendida a nivel local y las aletas dorsales de los ejemplares más grandes son comercializadas (Navia *et al.*, 2008). Aunque no existe una pesca dirigida hacia la especie, su presencia en hábitats estuarinos cercanos a la costa y aguas someras, la hacen vulnerable a la pesca de arrastre practicada en estas zonas.

Navia *et al.* (2009) plantean que el conocimiento sobre *R. leucorhynchus* en Colombia se limita a pocos registros de su distribución latitudinal y batimétrica (Navia, 2002; Payán, 2006), un estudio sobre sus relaciones tróficas con otras especies simpátricas de elasmobranquios (Navia *et al.*, 2007) y a un estudio preliminar para la determinación de edad (Soler, 2006). Con este trabajo, cuyo objetivo fue estudiar la biología de la raya guitarra *R. leucorhynchus*, en términos de su crecimiento, reproducción y alimentación, se incrementa el conocimiento sobre sus características de historia de vida y se aporta información útil para futuras medidas de manejo y conservación de la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre los años 2001 y 2007, se capturaron ejemplares de *R. leucorhynchus* en monitoreos a bordo de embarcaciones de pesca industrial de camarón, en la zona central de pesca del Pacífico colombiano (5°05'N, 77°16'W-2°31'N, 78°35'W). Los ejemplares fueron congelados y trasladados al laboratorio para su análisis. Se registró el peso total (W), longitud total (LT) y sexo de cada ejemplar. El estómago y las gónadas fueron removidos de la cavidad corporal, identificando, en este último caso y de manera macroscópica, el estado de madurez siguiendo las escalas de Martin & Cailliet (1988) y Snelson *et al.* (1988). Las crías encontradas fueron medidas (LT), pesadas y sexadas y los huevos fueron contados y medidos (diámetro en cm).

Las relaciones entre W (g) y LT (cm) fueron estimadas para machos y hembras (en embriones y en individuos libres) siguiendo el modelo $W = a \times LT^b$, donde *a* y *b* son constantes. El tipo de desarrollo fue definido a partir de la pendiente de la relación de los logaritmos de LT y W mediante una prueba t-Student,

probando si es isométrico ($b = 3$) o alométrico ($b \neq 3$) (Pauly, 1983). La similitud de esta relación entre machos y hembras fue evaluada mediante la comparación de los coeficientes de determinación de cada sexo (Zar, 1999).

La proporción de sexos fue determinada para adultos y embriones usando una prueba de Chi-cuadrado con los valores observados y esperados (0,5) de machos y hembras. La longitud de primera madurez de machos fue determinada por el cambio de pendiente en la relación de la longitud del clasper en función de la LT. Se evaluó la existencia de dependencia de la fecundidad con la talla de la madre, a partir de la relación de la LT con el número de huevos y el número de crías. La talla mediana de madurez se estimó para ambos sexos con una función logística de la forma $P_{Li} = 1/(1 + e^{-b(Li + L_{50})})$, donde P_{Li} es la proporción de individuos maduros en el intervalo de tallas Li , b es la pendiente y L_{50} es la talla a la cual el 50% de los individuos están maduros; este modelo fue fijado usando regresión no lineal de mínimos cuadrados (Haddon, 2001).

Los contenidos estomacales fueron identificados al nivel taxonómico más bajo posible y cada grupo de presas fue contado y pesado con 0,01 g de precisión. Para determinar si el tamaño de la muestra fue suficiente para describir con precisión la dieta se usó la medida de diversidad trófica acumulada o curva de acumulación de especies (Ferry & Cailliet, 1996); para reducir el sesgo del orden de las muestras, se realizaron 50 aleatorizaciones y para verificar la confiabilidad de la curva obtenida, se utilizaron los estimadores de riqueza de especies Chao e ICE (Colwell, 2005). La contribución de cada ítem de presa a la dieta fue estimada usando tres índices numéricos discutidos y revisados por Hyslop (1980) y Cortés (1997). El valor obtenido del Índice de Importancia Relativa (IIR) se estandarizó a porcentaje (%IIR) para facilitar la comparación entre tipos de presas de una misma especie y entre dietas de diferentes especies (Cortés, 1997). Para probar la independencia entre las categorías de alimento y sexo se realizaron tablas de contingencia (columnas x filas) (Zar, 1999), con contenidos estomacales agrupados en siete categorías grandes y expresados como ocurrencia (Cortés, 1997). Análisis de cambios ontogénicos no fueron realizados, dado el escaso número de estómagos de individuos juveniles. Para determinar la especialización en la dieta se usó la amplitud de nicho, siguiendo la medida estandarizada de Levin's (B_a) (Krebs, 1999) y aplicando el %IIR (transformado a proporción) de las diferentes presas identificadas; este índice varía en un rango de 0 a 1, donde valores cercanos a 0 indican una dieta especializada y cercanos a 1 expresan dieta generalista (Krebs, 1999).

RESULTADOS

Crecimiento

Las hembras se capturaron en tallas entre 20,0 y 76,0 cm LT ($59,21 \pm 10,56$) y los machos entre 22,5 y 64,3 cm LT ($49,12 \pm 9,86$), encontrando dimorfismo sexual en la longitud total ($n_H = 201$, $n_M = 85$, g.l. = 2,81, $t = 7,43$; $P < 0,001$). Sin embargo, ambos sexos presentaron un crecimiento similar, siendo alométrico en ambos casos ($b_{\text{Hembras}} = 3,24$, $b_{\text{Machos}} = 3,30$, $t_{c-\text{Hembras}} = 2,976$, $t_{c-\text{Machos}} = 2,207$; $P < 0,05$) y ligera, más no significativamente, menor en las hembras ($P = 0,729$) (Fig. 1).

Las crías ($n = 101$) se encontraron en diversos estadios de crecimiento intrauterino, con tallas entre 3,0 y 19,5 cm LT ($12,53 \pm 5,10$) y pesos entre 0,2 y 24,2 g ($9,19 \pm 8,22$). Las diferencias sexuales en tallas y pesos de las crías no fueron significativas (Tabla 1) y su desarrollo a nivel intrauterino fue similar entre machos y hembras, presentando ambos sexos una relación longitud total-peso casi idéntica ($P > 0,05$) (Fig. 2).

Proporción de sexos

Se analizó un total de 286 individuos adultos (201 hembras y 85 machos), hallando una proporción de sexos dominada por hembras de 2,4:1 ($\chi^2_c = 47,05$; g.l. = 1; $P < 0,001$). Por su parte, los embriones cuyo sexo pudo ser determinado (35 hembras y 46 machos) presentaron una proporción sexual de 1:1 ($\chi^2_c = 1,49$; g.l. = 1; $P < 0,001$), mostrando similitud en el aporte de ambos sexos a la población.

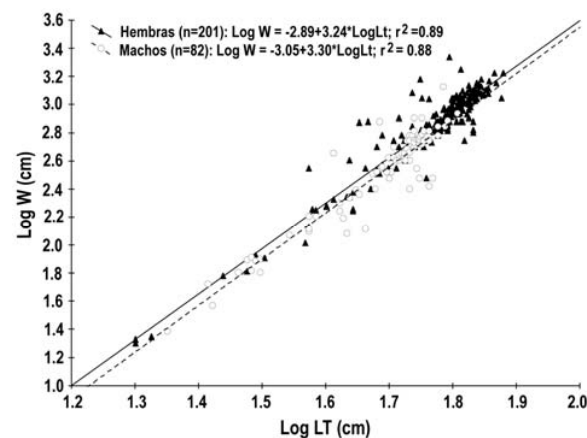


Figura 1. Relación entre la longitud total y el peso total de machos y hembras de *R. leucorhynchus*.

Figure 1. Relationship between the total length and total weight of males and females of *R. leucorhynchus*.

Tabla 1. Valores de la media y desviación estándar de la longitud total (cm) y peso (g) de las crías de *R. leucorhynchus*, indicando los valores de la prueba t entre sexos.

Table 1. Mean and standard deviation values of the total length (cm) and weight (g) of embryos of *R. leucorhynchus*, indicating the t-test values between sexes.

	Hembras (n = 35)	Machos (n = 46)	Valor t	g.l.	P
Longitud total	12,76 ± 4.92	14,40 ± 4.33	-1,562	79	0,122
Peso total	9,70 ± 8.89	11,76 ± 7.72	-0,983	79	0,329

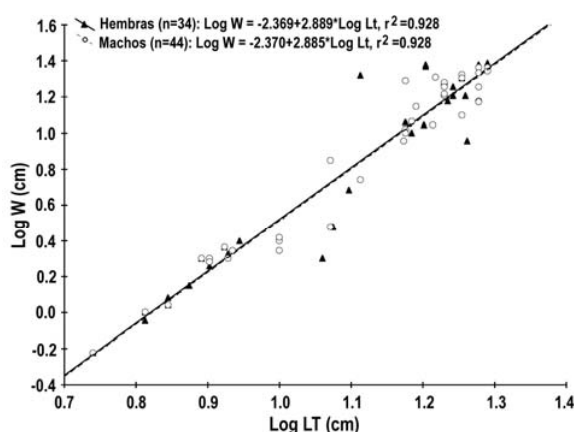


Figura 2. Relación entre la longitud total y el peso total en embriones de *R. leucorhynchus*.

Figure 2. Relationship between the total length and total weight of embryos of *R. leucorhynchus*.

Fecundidad

Rhinobatos leucorhynchus mostró funcionalidad en sus dos ovarios, con fecundidad ovárica entre 1 y 16 huevos ($5,61 \pm 2,87$) que variaron entre 0,4 y 3,4 cm de diámetro ($1,86 \pm 0,64$; $n = 183$). La fecundidad uterina varió de 1 a 6 ($3,45 \pm 1,15$) con mayor frecuencia (moda) en 4 embriones. Los resultados encontrados sugieren que la fecundidad (ovárica y uterina) de la raya guitarra es dependiente de la talla materna, donde las hembras más grandes presentaron mayor cantidad de huevos y embriones (Fig. 3). El tamaño de crías y huevos mostró una relación directa durante la etapa de gestación, observándose que a medida que los embriones crecen, los huevos también lo hacen. Finalmente, embriones con tallas cercanas a 19 cm LT, presentaron un desarrollo casi completo y un saco vitelino muy pequeño.

Estados de madurez para hembras y machos

Al evaluar el estado de madurez de los machos se encontró que el 51,5% presentó los claspers completamente desarrollados y calcificados indicando

que estaban maduros. La relación entre la longitud total (LT) y la longitud del clasper mostró un crecimiento rápido entre los 42 y 50 cm LT, con punto de inflexión en 47 cm (Fig. 4); el macho más pequeño con indicios de madurez fue de 42 cm LT, correspondientes a los 62,1% de la longitud asíntótica calculada para machos en este estudio (67,68 cm LT).

La mayoría de las hembras capturadas (86,0%) estaban maduras, de las cuales el 56,5% presentó crías en sus úteros (estado 4) y el 26,3% huevos en sus ovarios pero no crías (estado 3). La talla mínima de madurez se registró a 44 cm LT, correspondiente al 55,0% de la longitud asíntótica calculada para hembras en este estudio (80,0 cm LT).

La talla mediana de madurez de las hembras fue de 48,5 cm LT, mientras que la de machos fue mayor (51,2 cm LT) (Fig. 5). Estas tallas corresponden al 60,6% y al 75,6% de las longitudes asíntóticas calculadas en el estudio, respectivamente.

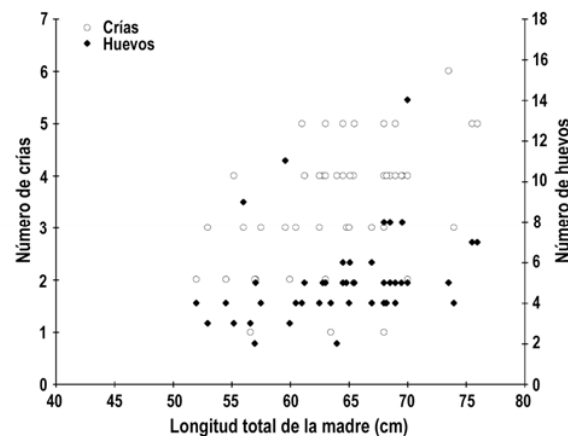


Figura 3. Relación entre la longitud total de la madre con el número de crías y huevos, indicando dependencia de la fecundidad con la talla materna.

Figure 3. Relationship between the total length of females and the number of their embryos and eggs, indicating dependence of fecundity with maternal length.

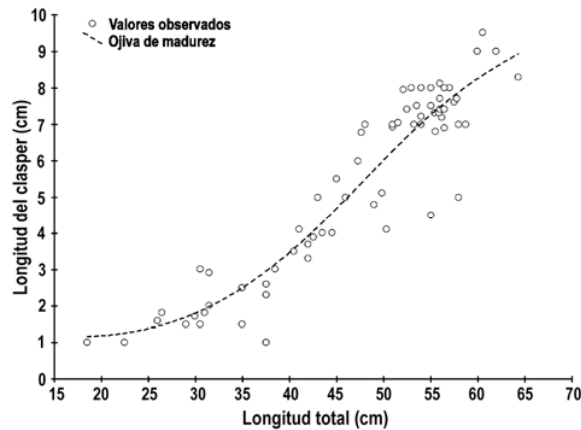


Figura 4. Relación entre la longitud total y la longitud del clasper de machos de *R. leucorhynchus*.

Figure 4. Relationship between the total length and clasper length of *R. leucorhynchus* males.

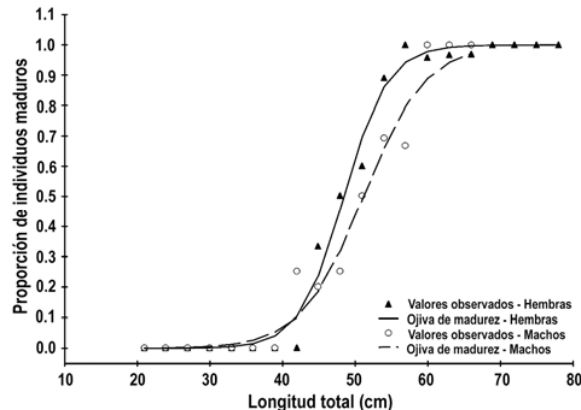


Figura 5. Ojivas de madurez sexual en machos y hembras de *R. leucorhynchus*.

Figure 5. Sexual maturity ogives for males and females of *R. leucorhynchus*.

Dieta

Se analizaron los contenidos estomacales de 211 ejemplares (147 hembras y 64 machos) donde se encontraron 30 ítems presa y un coeficiente de vacuidad de 18,0%. La curva de acumulación de presas y sus respectivos estimadores indicaron que la muestra fue suficiente para la descripción de la dieta de la especie, cubriendo más del 91,7 % del total de presas esperadas para una muestra de este tamaño (Fig. 6). De todas las presas identificadas, los camarones, especialmente *Trachypena* sp. fueron los de mayor importancia en la dieta de la especie (%IIR = 52,0) (Tabla. 2). La dieta de *R. leucorhynchus* es heterogénea, con dos ítems presa (*Trachypena* sp. y *Penaeidae*) dominantes en número, ocurrencia y

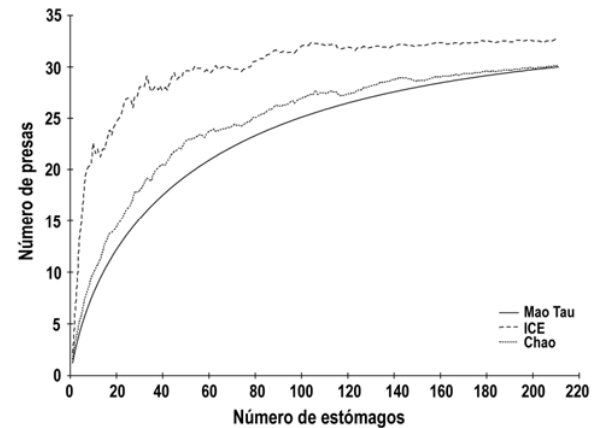


Figura 6. Curva de acumulación de especies para la dieta de *Rhinobatos leucorhynchus* y sus respectivos estimadores.

Figure 6. Species accumulation curve for the *Rhinobatos leucorhynchus* diet and its respective estimates.

peso, seguidos por crustáceos, camarones no identificados y peces (Fig. 7). La amplitud de nicho calculada para *R. leucorhynchus* fue de 0,06, indicando que es especialista en su dieta, con las dos presas principales mencionadas.

Se encontró diferencia significativa entre la dieta (agrupada) de machos y hembras de *R. leucorhynchus* ($\chi^2 = 13,288$; g.l. = 6; $P = 0,038$), existiendo diferencia en el mayor número de presas identificadas en las hembras (7) y en el mayor consumo de peces. Por su parte, los machos consumen menos presas (5), pero en mayor proporción crustáceos y estomatópodos.

DISCUSIÓN

Los ejemplares de raya guitarra colectados en el área de estudio presentaron mayores tallas que las reportadas por McEachran & di Sciara (1995) (62,5 cm LT) y por Robertson & Allen (2008) (63 cm LT) para el Pacífico Oriental Tropical, siendo esta diferencia mayor en hembras (76,0 cm LT) que en machos (64,3 cm LT). Aunque la relación entre longitud total y peso no mostró diferencias significativas entre hembras y machos, estos últimos son ligeramente más pequeños que las hembras y presentan un menor peso corporal en tallas similares. Diferencias similares aunque significativas, han sido reportadas para *R. horkelli* (Texeira, 1982), *R. productus* (Villavicencio-Garayzar, 1995) y *R. cemiculus* (Seck *et al.*, 2004). A nivel embrionario, las curvas de la relación longitud total-peso de machos y hembras fueron casi idénticas, presentando ambos sexos un crecimiento similar. De esta forma, ambos

Tabla 2. Valores de porcentaje de ocurrencia (%O), porcentaje en número (%N), porcentaje en peso (%W), índice de importancia relativa (IIR) y porcentaje de índice de importancia relativa (%IIR) de las presas consumidas por *Rhinobatos leucorhynchus*.

Table 2. Values of frequency of occurrence (%O), percentage by number (% N), percentage by weight (%W), index of relative importance (IIR) and percentage of the index of relative importance (%IIR) of prey consumed by *Rhinobatos leucorhynchus*.

Presa	%O	%N	%W	IIR	%IIR
<i>Trachypenaeus</i> sp.	28,44	33,43	21,30	1556,32	51,98
Penaeidae	18,96	18,81	24,93	829,20	27,69
Crustáceos	9,95	12,45	5,72	180,75	6,04
Camarones	8,06	11,29	5,87	138,22	4,62
Peces	9,95	3,62	10,13	136,80	4,57
<i>Porichthys margaritatus</i>	3,79	1,59	9,72	42,90	1,43
<i>Callinectes</i> sp.	4,27	1,88	5,14	29,96	1,00
Portunidae	5,21	2,32	1,84	21,68	0,72
<i>Sicyonia</i> sp.	3,32	1,45	1,57	10,01	0,33
Cangrejos	3,32	1,74	0,89	8,71	0,29
Stomatopoda	1,42	0,43	5,60	8,57	0,29
Batrachoididae	3,32	1,16	0,64	5,96	0,20
Squillidae	2,84	1,30	0,28	4,50	0,15
<i>Raninoides benedicti</i>	2,37	0,87	0,91	4,22	0,14
<i>Trachypenaeus byrdi</i>	1,90	0,87	0,73	3,04	0,10
<i>Squilla</i> sp.	1,42	1,16	0,63	2,55	0,09
<i>Callinectes toxotes</i>	1,90	0,58	0,61	2,25	0,08
<i>Portunus</i> sp.	1,90	1,01	0,09	2,09	0,07
<i>Trachypenaeus brevisuturae</i>	0,95	0,29	1,09	1,31	0,04
<i>Trachypenaeus fuscina</i>	0,95	0,43	0,68	1,06	0,04
Anomura	1,42	0,43	0,09	0,74	0,02
<i>Processa</i> sp.	1,42	0,43	0,08	0,73	0,02
<i>Sicyonia disdorsalis</i>	0,95	0,29	0,30	0,56	0,02
<i>Meiosquilla swetti</i>	0,95	0,43	0,13	0,53	0,02
Brachyura	0,95	0,43	0,10	0,51	0,02
<i>Squilla parva</i>	0,47	0,43	0,51	0,45	0,01
Solenoceridae	0,47	0,29	0,15	0,21	0,01
<i>Solenocera agassizzi</i>	0,47	0,14	0,23	0,18	0,01
Donacidae	0,47	0,29	0,03	0,15	0,00
Leucosiidae	0,47	0,14	0,03	0,08	0,00
TOTAL	122,27	100,00	100,00	2994,22	100,00

sexos presentan crecimientos similares durante su desarrollo (tanto intrauterino como externo), pero presiones intrínsecas a las hembras (p.e. su viviparidad aplacentaria) provocan ligeros cambios, siendo más marcada esta diferencia en la talla máxima alcanzada por ambos sexos.

La proporción de sexos mostró diferencias significativas siendo 2,4:1 favorable para las hembras, estableciendo una posible segregación por sexos, tal como se ha planteado para varias especies de rayas (p.e. Braccini & Chiaramonte, 2002; Ebert *et al.*,

2008). Adicionalmente, la muestra colectada para este estudio no presentó individuos juveniles y la mayoría de las hembras y machos estaban maduros; así, se puede sugerir que la zona donde se realizan los arrastres de camarón industrial, presenta una alta actividad reproductiva, con segregación por tallas y sexos. Sin embargo, considerando la proporción sexual encontrada en embriones (1:1), se propone que el aporte a la población de hembras y machos es similar, pero luego del parto y durante el desarrollo de los individuos, se inicia un proceso de segregación

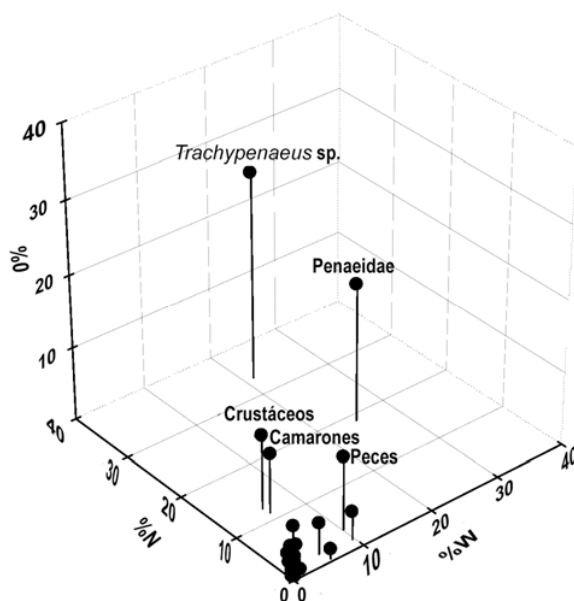


Figura 7. Representación gráfica del índice de importancia relativa (IIR) de las presas consumidas por *R. leucorhynchus*, indicando aquellas de mayor importancia.

Figure 7. Graphic representation of the relative importance index (IIR) of prey consumed by *R. leucorhynchus*, indicating those of greatest importance.

espacial en tallas y sexos. Se han encontrado resultados similares en proporción de embriones en *R. productus*, *R. hynnicephalus* y *R. rhinobatos* (Villavicencio-Garayzar, 1993, 1995; Webin & Shuyuan, 1993; Cek *et al.*, 2009).

La fecundidad uterina de *R. leucorhynchus* (entre 1 y 6 embriones) es menor a la de otras especies de la misma familia, como *R. productus* (2-10) (Downton-Hoffmann, 2001; Márquez-Farías, 2007) y *Zapteryx brevirostris* (Abilhoa *et al.*, 2007), pero más alta que la de *R. cemiculus* (2-4) (Valadou *et al.*, 2006). Así mismo, la dependencia de la fecundidad con la talla materna encontrada en la especie, ya ha sido registrada en otras especies de *Rhinobatos* como *R. horkelli*, *R. annulatus*, *R. productus* y *R. hynnicephalus* (Lessa *et al.*, 1986; Villavicencio-Garayzar, 1993; Webin & Shuyuan, 1993; Márquez-Farías, 2007; Kume *et al.*, 2009).

Los embriones con tallas cercanas a los 19 cm LT, presentaron un desarrollo casi completo y un saco vitelino muy pequeño; así, y considerando que la menor talla conocida para un organismo de vida libre es de 19 cm LT (Gómez & Mejía-Falla, 2008) y el embrión intrauterino más grande encontrado en este estudio fue de 19,5 cm LT, se considera la talla de

nacimiento entre estos valores (19,0 y 19,5 cm LT). Esta talla es similar a la reportada por Villavicencio-Garayzar (1993) y Downton-Hoffmann (2001) para *R. productus* en el Pacífico Mexicano, pero es menor a lo registrado por Abdel-Aziz *et al.* (1993), Capapé *et al.* (1997, 1999) e Ismen *et al.* (2007) para *R. rhinobatos* en el Mediterráneo y el Atlántico este tropical.

La falta de datos a lo largo del año no permitió definir el ciclo reproductivo de la especie. Sin embargo, la frecuencia de tallas de los embriones permite considerar que cerca del mes de agosto, las hembras pueden empezar a parir sus crías, tal como ha sido reportado para *R. hynnicephalus* en aguas japonesas (Kume *et al.*, 2009).

La relación directa entre el tamaño de los huevos y de los embriones, puede indicar que, simultáneamente al desarrollo embrionario se presenta el desarrollo ovárico. Esto sugiere que, una vez los embriones son expulsados, las hembras pueden recomenzar el ciclo reproductivo. Esta posible estrategia reproductiva se ajusta a la descrita para otras especies del mismo género como *R. horkelli*, *R. annulatus*, *R. productus* y *R. cemiculus* en las que para un mismo periodo de tiempo, de manera simultánea al desarrollo embrionario crecen los ovocitos de la siguiente progenie, los cuales son fecundados en los días siguientes a la expulsión de los neonatos (Villavicencio-Garayzar, 1995; Valadou *et al.*, 2006; Kume *et al.*, 2009). Esto explica además la presencia de embriones en etapas iniciales (3 cm LT) y finales (19 cm LT) del desarrollo embrionario en un mismo mes (p.e. agosto).

Más del 90% de las hembras estaban maduras, por lo que se infiere que el periodo entre junio y septiembre es época reproductiva para la raya guitarra. Aunque no se encontraron machos con semen, más del 60% estaban maduros, basado en la longitud, el grado de calcificación y rotación de los claspers tal como plantean Joung & Chen (1995). En cortes histológicos realizados a machos maduros de la especie (Payán, 2006), se observó que las células reproductivas presentaban diferentes estados de madurez, mostrando porcentajes similares entre células maduras (espermatozoides) y células inmaduras (espermátogonias y espermátidas). De acuerdo con la época reproductiva en la cual fueron tomadas las muestras, se pueden sugerir dos posibilidades, que los machos ya se hubieran apareado y por lo tanto habrían descargado todo el semen, o por otra parte, que estuvieran en una etapa previa al apareamiento en la cual sus conductos se estuvieran cargando.

La talla mediana de madurez sexual de hembras fue de 48,5 cm LT y de machos de 51,2 cm LT,

mientras que la talla promedio de captura fue de 59,2 y 49,1 cm LT, respectivamente, por lo tanto, se infiere que la mayoría de los individuos capturados ya han tenido la oportunidad de reproducirse anteriormente.

La talla mínima de madurez es similar para ambos sexos (42 y 44 cm LT, para machos y hembras, respectivamente). Sin embargo, dado que las hembras alcanzan mayores tallas, el porcentaje en que alcanzan esa talla si difiere entre machos y hembras (62,1% y 55,0%, respectivamente), y al igual que lo reportado por Kume *et al.* (2009), las hembras alcanzan la talla de madurez en tallas más grandes que los machos.

La curva de acumulación de presas construida para *R. leucorhynchus* indicó que el tamaño de muestra fue adecuado para hacer una descripción de su dieta en el área de estudio. Esta especie es especialista en su dieta consumiendo mayoritariamente camarones, en especial de la familia Penaeidae y del género *Trachypena*. Estos resultados concuerdan con lo reportado para otras especies del género en África, el Mediterráneo, California y Brasil (Caverivieré & Rabarison-Andriamirado, 1997; Goitein *et al.*, 1998; Shibuya *et al.*, 2005; Basusta *et al.*, 2007; Ismen *et al.*, 2007). Aparentemente *R. leucorhynchus*, al igual que las otras especies de su género, no está adaptada para perseguir activamente peces de media agua (Talent, 1982). Por el contrario, extrae su alimento de los fondos areno-fangosos donde habita, llevando a que su alimentación esté basada principalmente en organismos de vida bentónica como los encontrados en este estudio. Lo anterior ha llevado a que algunas especies como *R. annulatus* sean consideradas las principales depredadoras de ambientes bentónicos en localidades particulares (Harris *et al.*, 1988).

Los ítems presa encontrados para *R. leucorhynchus* concuerdan con lo descrito por Robertson & Allen (2008), quienes plantean que los peces guitarra se alimentan de invertebrados bentónicos y de peces pequeños. Basusta *et al.* (2007) reportan que *R. rhinobatos* ingiere peces como el segundo alimento en importancia mientras que esta presa fue de menor importancia para *R. leucorhynchus*, lo que puede explicarse por el gran tamaño de la primera ($LT_{max} = 147$ cm) con relación a la especie en estudio ($LT_{max} = 76,0$ cm).

En el presente estudio se encontraron diferencias significativas en el consumo de presas de machos y hembras, siendo los peces consumidos en mayor proporción por hembras y los crustáceos y estomatópodos por machos, lo que muestra un uso diferencial en la dieta. Diferencias tróficas intra-específicas ya han sido documentadas en varias especies de batoideos (Kyne & Bennett, 2002; Morato *et al.*, 2003; Scenna *et al.*, 2006) y se atribuyen

especialmente a cambios en las estructuras dentales entre los sexos.

La ausencia de ejemplares juveniles en la muestra sugiere una separación espacial entre los diferentes estados ontogénicos, por lo cual los neonatos y juveniles no ocurren en los mismos sitios de captura de los adultos, y sí lo hacen probablemente en zonas más cercanas a la costa. Los estados tempranos tienden a concentrarse en sectores poco profundos de gran productividad y abundante alimento, como por ejemplo, aguas someras, planicies submareales costeras y estuarios (Bass, 1978; Castro, 1987).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los pescadores artesanales e industriales de Buenaventura que aportaron las muestras para efectuar este trabajo; a Don Agustín Martínez, por facilitar los embarques en el barco camaronero "Arraiján"; a Henry López por facilitar el trabajo de muestras en el Puerto; a la Universidad del Valle y la Fundación SQUALUS por el apoyo logístico; a IdeaWild por la donación de equipos para trabajo de campo y de laboratorio, a los miembros de la Fundación SQUALUS José Sergio Hleap y Alexander Tobón por el apoyo a bordo, y a Juliana López por el apoyo en el análisis de muestras en campo y en laboratorio.

REFERENCIAS

- Abdel-Aziz, S.H., A.N. Khalil & S.A. Abdel-Maguid. 1993. Food and feeding habits of the common guitar fish, *Rhinobatos rhinobatos* in Egyptian Mediterranean waters. Indian J. Mar. Sci., 22: 287-290.
- Abilhoa, V., H. Bornatowski & M. Oliveira-Freitas. 2007. Some information for reproduction and embryonic development of the lesser guitarfish *Zapteryx brevirostris* in southern Brazil. Acta Adriática, 48(2): 185-190.
- Bass, A. 1978. Problems in studies of sharks in the southwest Indian Ocean. In: E.S. Hodgson & R.F. Mathewson (eds.). Sensory biology of sharks, skates and rays. Office of Naval Research, Arlington, pp. 545-594.
- Basusta, N., S.A. Demirhan, M. Karalar & M. Cekic. 2007. Diet of common guitarfish (*Rhinobatos rhinobatos* L., 1758) in the Iskenderun Bay (Northeastern Mediterranean). Rapp. Com. Int. Mer. Medit., 38: 426 pp.

- Braccini, J.M. & G.E. Chiaramonte. 2002. Biology of the skate *Psammobatis extenta* (Garman, 1913) (Batoidea: Rajidae). Rev. Chil. Hist. Nat., 75(1): 179-188.
- Capapé, C., J. Zaouali & R. Ben-Brahim. 1997. Aspects de la biologie de la reproduction de la guitare comune, *Rhinobatos rinobatos* L., 1758 (Rhinobatidae) des eaux tunisiennes (Méditerranée centrale). Ichthyophysiol. Acta, 20: 113-127.
- Capapé, C., A.A. Seck & A. Gueye-Ndiaye. 1999. Observations sur la biologie de la reproduction de la guitare comune, *Rhinobatos rinobatos* L., 1758 (Rhinobatidae) de la péninsule du Cap Vert (Sénégal, Atlantique oriental tropical). Ichthyophysiol. Acta, 22: 87-101.
- Castro, J.I. 1987. The position of sharks in the marine biological communities. In: S. Cook (ed.). Sharks, an inquiry in to biology, behaviour, fisheries and use. Oregon State University, Extension Service, pp. 11-17.
- Caverivieré, A. & G.A. Rabarison-Andriamirado. 1997. Minimal fish predation for the pink shrimp *Penaeus notialis* in Senegal (West Africa). Bull. Mar. Sci., 61(3): 685-695.
- Cek, S., N. Basusta, S.A. Demirhan & M. Karalar. 2009. Biological observations on guitarfish (*Rhinobatos rinobatos* L., 1758) from Iskenderun Bay (Turkey, Eastern Mediterranean). Anim. Biol., 59: 211-230.
- Colwell, R.K. 2005. Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Compagno, L.J.V. 2005. Check list of living elasmobranches. In: W.C. Hamlett (ed.). Sharks, skates and rays, the biology of elasmobranch fishes. Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 471-498.
- Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding base of stomach contents: application to elasmobranch fishes. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 54: 726-738.
- Downton-Hoffmann, C.A. 2001. Edad y crecimiento del pez guitarra *Rhinobatos productus* (Ayres, 1856), en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, México, 72 pp.
- Ebert, D.A., L.J.V. Compagno & P.D. Cowley. 2008. Aspects of the reproductive biology of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei) from southern Africa. ICES J. Mar. Sci., 65: 81-102.
- Ferry, L.A. & G.M. Cailliet. 1996. Sample size and data: are we characterizing and comparing diet properly? In: D. Makinlay & K. Shearer (eds.). Feeding ecology and nutrition in fish. Proceedings of the Symposium on the feeding ecology and nutrition in fish. International Congress on the Biology of Fishes. Am. Fish. Soc., San Francisco, pp. 71-80.
- Fowler, S.L., R.D. Cavanagh, M. Camhi, G.H. Burgess, G.M. Cailliet, S.V. Fordham, C.A. Simpfendorfer & J.A. Musick. 2005. Sharks, rays and chimaeras: The status of the chondrichthyan fishes. IUCN/SSC Shark Specialist Group, Switzerland, 461 pp.
- Grijalba-Bendeck, L.M., A. Acero P. & E. González. 2008. Biología reproductiva de *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) (Batoidea: Rajiformes) en el Caribe colombiano. Rev. Biol. Mar. Oceanogr., 43(3): 469-481.
- Gómez, L.S. & P.A. Mejía-Falla. 2008. Biodiversidad de rayas del Pacífico Valleciano: Aspectos biológicos y ecológicos para su conservación. Fundación SQUALUS. Doc. Téc., N° FS0207: 25 pp.
- Goitein, R., F.S. Torres & C.E. Signori. 1998. Morphological aspects related to feeding of two marine skates *Narcine brasiliensis* Olfers and *Rhinobatos horkelli* Müller & Henle. Acta Sci., 20(2): 165-169.
- Haddon, M. 2001. Modelling and quantitative methods in fisheries. Chapman & Hall, Boca Raton, 406 pp.
- Harris, S.A., B.A. Bennett & G.M. Banch. 1988. An assessment of the role of the sand shark *Rhinobatos annulatus* as a predator in Langebaan Lagoon. S. Afr. J. Mar. Sci., 7: 153-159.
- Holden, M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranchs populations and some suggested solutions. In: F.R. Harden-Jones & J. Wiley (eds.). Sea fisheries research. John Wiley & Sons, New York, pp. 117-137.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. J. Fish Biol., 17: 411-429.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2010. Red list of threatened species. Version 2010.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 30 March 2010.
- Ismen, A., C. Yigin & P. Ismen. 2007. Age, growth, reproductive biology and feed of the common guitarfish (*Rhinobatos rinobatos* Linnaeus, 1758) in Iskenderun Bay, the eastern Mediterranean Sea. Fish. Res., 84(2): 263-269.
- Joung, S.J. & C.T. Chen. 1995. Reproduction in the sand bar shark, *Carcharhinus plumbeus*, in the waters off northeastern Taiwan. Copeia, 3: 659-665.
- Klippel, S., C.M. Vooren, A.F. Lamónaca & M.B. Peres. 2005. A pesca industrial no sul do Brasil. En: C.M. Vooren & S. Klippel (eds.). Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Porto Alegre, pp. 135-178.

- Krebs, C.J. 1999. Ecological methodology. Benjamin Cummings Press, Menlo Park, 620 pp.
- Kume, G., K. Furumitsu, S. Tanaka & A. Yamaguchi. 2009. Reproductive biology of the guitarfish *Rhinobatos hynnicephalus* (Batoidea: Rhinobatidae) in Araiike Bay, Japan. *Environ. Biol. Fish.*, 85: 289-298.
- Kyne, P.M. & M.B. Bennett. 2002. Diet of the eastern shovelnose ray, *Aptychotrema rostrata* (Shaw & Nodder, 1794), from Moreton Bay, Queensland, Australia. *Mar. Freshw. Res.*, 53: 679-686.
- Lessa, R.P., C.M. Vooren, & J. Lahaye. 1986. Desenvolvimento e ciclo sexual das fêmeas, migrações e fecundidade da viola *Rhinobatos horkelli* (Muller and Henle, 1841) do Sul do Brasil. *Atlântica*, 8: 5-34.
- Martin, L.K. & G.M. Cailliet. 1988. Aspects of the reproduction of the bat ray, *Myliobatis californica*, in central California. *Copeia*, 1988: 754-762.
- Márquez-Farías, J.F. 2007. Reproductive biology of shovelnose guitarfish *Rhinobatos productus* from the eastern Gulf of California, México. *Mar. Biol.*, 151: 1445-1454.
- McEachran, J.D. & N. di Sciara. 1995. Peces Batoideos. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter & V.H. Niem (eds.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico Centro Oriental. FAO, Roma, pp. 746-792.
- Mejía-Falla, P.A., A.F. Navia, L.M. Mejía-Ladino, A. Acero & E.A. Rubio. 2007. Tiburones y rayas de Colombia (Pisces: Elasmobranchii): Lista actualizada, revisada y comentada. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 36: 111-149.
- Morato, T., M. Encarnación-Solà & G. Menezes. 2003. Diets of thornback ray (*Raja clavata*) and tope shark (*Galeorhinus galeus*) in the bottom longline fishery of the Azores, northeastern Atlantic. *Fish. Bull.*, 101: 590-602.
- Navia, A.F. 2002. Aspectos de la biología de los elasmobranquios capturados como fauna acompañante del camarón en aguas someras del Pacífico colombiano. Tesis de Biología, Universidad del Valle, Cali, 96 pp.
- Navia, A.F., P.A. Mejía-Falla & A. Giraldo. 2007. Feeding ecology of elasmobranch fishes in coastal waters of the Colombian Eastern Tropical Pacific. *BMC Ecology*, 7: 8. Accessible at <http://www.biomedcentral.com/1472-6785/7/8>.
- Navia, A.F., P.A. Mejía-Falla, L.S. Gómez, L.F. Payán, A.V. Ramírez & A. Tobón. 2008. Pesquerías y cadena productiva del recurso tiburón en el Pacífico colombiano: Análisis y perspectivas. Fundación SQUALUS, Doc. Téc. N° FS0108: 144 pp.
- Navia, A.F., P.A. Mejía-Falla, L.A. Zapata, S. Bessudo, G. Soler & E.A. Rubio. 2009. Estado del conocimiento de tiburones y rayas del Pacífico Colombiano. En: V. Puentes, A.F. Navia, P.A. Mejía-Falla, J.P. Caldas, M.C. Diazgranados & L.A. Zapata. (eds.). Avances en el conocimiento de tiburones, rayas y quimeras de Colombia. Fundación SQUALUS, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Instituto Colombiano Agropecuario, COLCIENCIAS, Conservación Internacional, WWF, pp. 133-194.
- Payan, L. 2006. Aspectos biológicos de la raya guitarra *Rhinobatos leucorhynchus* (Pisces: Elasmobranchii) del Pacífico colombiano. Tesis de Biología, Universidad del Valle, Cali, 64 pp.
- Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO, Roma, Doc. Téc. Pesca, 234: 49 pp.
- Polo-Silva, C.J. & L.M. Grijalba-Bendeck. 2008. Espectro trófico de la raya guitarra *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) (Elasmobranchii: Rhinobatidae) en Santa Marta, Caribe Colombia. *Rev. Mem. Fund. La Salle Cien. Nat.*, 68(169): 21-33.
- Robertson, D. & G. Allen. 2008 (CD-ROM). Peces costeros del Pacífico Oriental Tropical: un sistema de información. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa.
- Seck, A.A., Y. Diatta, M. Diop, O. Guelorget, C. Reynaud & C. Capapé. 2004. Observations on the reproductive biology of the blackchin guitarfish, *Rhinobatos cemiculus*, E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817 (Chondrichthyes, Rhinobatidae) from the coast of Senegal (Eastern Tropical Atlantic). *Sci. Gerund.*, 27: 19-30.
- Scenna, L.B., S.B. García de la Rosa & J.M. Díaz de Astarloa. 2006. Trophic ecology of the Patagonian skate, *Bathyraja macloviana*, on the Argentine continental shelf. *ICES J. Mar. Sci.*, 63: 867-874.
- Shibuya, A., R. de Souza-Rosa & M.C. Soares. 2005. Note on the diet of the guitarfish *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) (Elasmobranchii: Rhinobatidae) from the coast of Paraíba, Brazil. *Acta Leopoldensia*, 27(1): 63-64.
- Snelson, F.F., S.E. Williams-Hooper & T.H. Schmid. 1988. Reproduction and ecology of the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina*, in Florida coastal lagoons. *Copeia*, 1988: 729-739.
- Soler, M. 2006. Técnicas para la observación y conteo de bandas vertebrales y estimación de edad y crecimiento de la raya guitarra *Rhinobatos leucorhynchus*. Tesis de Biología, Universidad del Valle, Cali, 67 pp.

- Stobutzki, I.C., M.J. Miller, D.S. Heales & D.T. Brewer. 2002. Sustainability of elasmobranchs caught as bycatch in a tropical prawn (shrimp) trawl fishery. *Fish. Bull.*, 100: 800-821.
- Talent, L.G. 1982. Food habits of the gray smoothhound, *Mustelus californicus*, the brown smoothhound, *Mustelus henlei*, the showelnose guitar fish, *Rhinobatos productus*, and the bat ray, *Myliobatis californica*, in Elkhorn, California. *Calif. Dept. Fish Game*, 4: 224-234.
- Texeira, R.P. 1982. Biologie et dynamique des populations de *Rhinobatos horkelli* (Muller & Henle, 1841) du plateau continental du Rio Grande du Sul (Brasil). Thèse du Doctorat de Spécialité en Oceanographie, Université de Bretagne Occidentale, 234 pp.
- Valadou, B., J.C. Brethes & C.A.O. Inejih. 2006. Observations biologiques sur cinq espèces d'Élasmobranches du Parc National du Banc d'Arguin (Mauritanie). *Cybium*, 30(4): 313-322.
- Villavicencio-Garayzar, C.J. 1993. Biología reproductiva de *Rhinobatos productus* (Pisces: Rhinobatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.*, 41(3): 777-782.
- Villavicencio-Garayzar, C.J. 1995. Distribución temporal y condición reproductiva de las rayas (Pisces: Batoidei), capturadas comercialmente en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. *Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABSC*, 6(1-2): 1-12.
- Webin, Z. & Q. Shuyuan. 1993. Reproductive biology of the guitarfish, *Rhinobatos hynnicephalus*. *Environ. Biol. Fish.*, 38: 81-93.
- Zar, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Pearson Education, India, 718 pp.

Received: 29 July 2010; Accepted: 16 May 2011