

**ASPECTOS TAXONÓMICOS Y BIOLÓGICOS DE LAS RAYAS ESPINOSAS
DEL GÉNERO *Urotrygon* EN EL PACÍFICO VALLECAUCANO,
COLOMBIA**

BEATRIZ EUGENIA MEJÍA-MERCADO

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA
BOGOTÁ
2007**

**ASPECTOS TAXONÓMICOS Y BIOLÓGICOS DE LAS RAYAS ESPINOSAS
DEL GÉNERO *Urotrygon* EN EL PACÍFICO VALLECAUCANO,
COLOMBIA**

BEATRIZ EUGENIA MEJÍA-MERCADO

Proyecto del trabajo de grado para optar el título de Biólogo Marino

Directora

PAOLA ANDREA MEJÍA FALLA

Bióloga B Sc

Codirector

EFRAÍN ALFONSO RUBIO

Biólogo Ph D

Asesora

MARCELA GRIJALBA BENDECK

Bióloga Marina B Sc

UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO

FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA

BOGOTÁ

2007

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Ciudad y fecha (día, mes, año) _____

DEDICATORIA

En la memoria de mi papá, ese ser que hizo de mi vida una completa maravilla... conseguiste que mi ilusión de vivir estuviera acompañada por tu entusiasmo y respaldo y que aún sin tu compañía mi espíritu de conocer y experimentar lo que realmente me gusta siguiera adelante, solo espero que desde allá arriba, puedas seguir viendo mis triunfos y mis ganas de continuar con esto... te quiero...

Entender que parte de nuestros deseos por querer cambiar este país, llenarlo de cosas positivas y dignas, es tener el deber de indagar por sus atributos y cualidades e imprimirlas en nuestros estándares de muestra hacia nosotros mismos y los que llevan el valor de vivenciarlos, me incita a crear herramientas para aumentar un nivel más en la curiosidad y entusiasmo de conocer lo desconocido y encontrar más oportunidades de fortaleza.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer mis triunfos y aunque son muchas las personas que han participado en mi preparación para ellos, sólo espero que todos se sientan incluidos de una u otra forma en este texto...

- A mi papá, el ángel de mi guarda, el haberme enseñado todas aquellas virtudes y cualidades llenas de singularidad de una persona que consigue lo que quiere y que me permitieron grandes oportunidades para tener y ser lo que hasta ahora he alcanzado... mis agradecimientos sobrenaturales llegan tan lejos que son respondidos de forma real y pronta...
- A mi familia, mamá y hermanos por colaborarme en todo momento, brindarme parte de su vida para que saliera adelante y cumpliera lo que un día, sin mucho conocimiento, me propuse... es de admirar la confianza que han depositado en mi para creer en mis actos y simplemente darme un respaldo incondicional...
- A Santiago Acevedo por darme ánimo en los momentos más duros, en los que pensé desfallecer en mis impulsos de sacar esto adelante... solo quiero que sepa que ha sido gran compañía y apoyo y que las cosas grandes y sinceras se llevan para siempre en el corazón...
- A Marcela Grijalba por darme ese empujoncito que necesitaba para alcanzar lo que realmente quería hacer...
- A Paola A. Mejía por colaborarme en este trabajo, guiarme y acompañarme durante todo el tiempo de investigación... aunque las dificultades son enormes es más grande nuestra fuerza de superarlas y continuar adelante...

- A Efraín Rubio por endulzar los momentos de trabajo e irradiar esa tranquilidad que siempre lo acompaña...
- A la Fundación SQUALUS por darme la oportunidad de trabajar en el Pacífico, mi territa, y aprender cosas realmente importantes para el desarrollo de este proyecto y de muchos más que se irán presentando.
- A Pío por brindarme su larga juventud viviendo conmigo la inolvidable experiencia de estar en un paraíso como es mi Valle, haciendo un trabajo de mucho conocimiento y aprendizaje...
- A Paúl le agradezco por participar en mi enseñanza de entender que la distancia no es motivo de separación... también quiero que sepa que sus grandes conocimientos me ayudaron artísimamente para terminar esta etapa de mi vida...
- A los pescadores que me colaboraron con el desarrollo de mi tesis, proporcionándome las muestras y colaborándome con el acogimiento en su casa.
- A mi Universidad, Jorge Tadeo Lozano, por haberme permitido vivir tantas experiencias nuevas... las cosas no tienen que ser siempre como uno quiere, es importante recibirlas y aceptar aquello que nos sirve...
- A la Universidad del Valle y todas las personas que en ella me colaboraron, porque sin su ayuda no hubiera sido posible el haber terminado este logro que un día me propuse... Aunque hayan grandes

situaciones que impidan nuestro proceso, siempre habrán recompensas más grandes aún...

- A todas las personas que no fueron nombradas explícitamente, por darme un poquito de ustedes y haber creído en mis ganas de llegar lejos y conseguir lo que quiero... a todas ellas mis deseos de que permanezcan siempre a mi lado, pues este es solo uno más de los triunfos que quiero compartir con ustedes...
- A Dios, por haberme dado la fuerza y la compañía de mis días débiles y ser la persona que en mis alegrías siempre me acompaña... seguridad y tranquilidad fueron la clave que me enseñaste para no desfallecer...

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	17
2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	19
2.1. MARCO TEÓRICO	19
2.2. ESTADO DEL ARTE	21
2.2.1. Taxonomía	22
2.2.2. Crecimiento	24
2.2.3. Reproducción	24
3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	26
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
5. HIPÓTESIS	28
6. METODOLOGÍA	29
6.1. Área de estudio	29
6.2. Fase de Campo.....	32
6.3. Fase de Laboratorio.....	33
6.3.1. Aspectos taxonómicos	34
6.3.2. Aspectos de crecimiento.....	36
6.3.3. Aspectos reproductivos	36
6.4. Fase de Gabinete.....	38
6.4.1. Aspectos taxonómicos.....	38
6.4.1.1. Especies de estudio	38
6.4.1.2. Caracteres morfométricos	39
6.4.1.3. Caracteres morfológicos	40
6.4.2. Aspectos de crecimiento.....	41
6.4.2.1. Tipo de crecimiento	41
6.4.2.2. Longitud asintótica.....	42
6.4.3. Aspectos reproductivos	42
6.4.3.1. Descripción anatómica	42
6.4.3.2. Estados de madurez.....	42
6.4.3.3. Madurez sexual	42
6.4.3.4. Proporción de sexos.....	43
6.4.3.4. Fecundidad	44
7. RESULTADOS	45
7.1. Aspectos Taxonómicos.....	45
7.1.1. Especies de estudio.....	45
7.1.2. Caracteres morfométricos	46

7.1.3. Caracteres morfológicos	50
7.1.4. Clave dicotómica.....	56
7.2. Aspectos de crecimiento.....	57
7.2.1. Tipo de crecimiento.....	57
7.2.2. Longitud asintótica.....	60
7.3. Aspectos reproductivos	61
7.3.1. Descripción anatómica	61
7.3.2. Estados de madurez.....	64
7.3.2.1. Observaciones macroscópicas	64
7.3.2.1.1. <i>Desarrollo del útero</i>	64
7.3.2.1.2. <i>Desarrollo embrionario</i>	64
7.3.2.2. Observaciones microscópicas.....	66
7.3.2.3. Escala de madurez.....	66
7.3.4. Madurez sexual.....	69
7.3.4.1. Tallas mínimas de madurez	69
7.3.4.2. Tallas medias de madurez sexual.....	71
7.3.3. Proporción de sexos	72
7.3.5. Fecundidad	73
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	75
8.1. Aspectos taxonómicos.....	75
8.1.1. Especies de estudio.....	75
8.1.2. Caracteres morfométricos	76
8.1.3. Caracteres morfológicos.....	77
8.2. Aspectos de crecimiento.....	82
8.3. Aspectos reproductivos	84
8.3.1. Descripción anatómica	84
8.3.2. Estados de madurez.....	88
8.3.3. Madurez sexual.....	90
8.3.4. Proporción de sexos	91
8.3.5. Fecundidad	92
9. CONCLUSIONES	94
10. RECOMENDACIONES.....	98
11. BIBLIOGRAFÍA	99

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Escala de madurez para elasmobranquios propuesta por Urban (2000).....	37
Tabla 2. Número mensual de animales (embriones libres y adultos) capturados en las dos localidades de muestreo.	45
Tabla 3. Valores promedio (Promed), desvió (d.) y coeficiente de variación (C.V.) de las variables morfométricas tomadas en individuos de la especie <i>U. rogersi</i> y <i>U. aspidura</i>	47
Tabla 4. Parámetros de las regresiones de tipo potencial (Variable = $a*LT^b$) llevadas a cabo entre las diversas variables morfométricas y la longitud total de <i>U. rogersi</i> (n=207)..	48
Tabla 5. Parámetros de las regresiones de tipo potencial (Variable = $a*LT^b$) llevadas a cabo entre las diversas variables morfométricas y la longitud total de <i>U. aspidura</i> (n=21)	49
Tabla 6. Variables dimórficas ($p<0,05$) y no dimórficas ($p>0,05$) de las especies <i>U. rogersi</i> y <i>U. aspidura</i>	51
Tabla 7. Variables empleadas para observar el carácter válido que separe a <i>U. rogersi</i> de <i>U. aspidura</i> al tener un $p<0,05$	52
Tabla 8. Valor mínimo, máximo, promedio (Promed.) y desviación estándar (d.) del ángulo rostral para hembras y machos de las dos especies estudiadas.....	54
Tabla 9. Caracteres morfológicos de identificación entre las especies <i>U. rogersi</i> y <i>U. aspidura</i> y entre sexos.....	55
Tabla 10. Tipo de crecimiento de machos, hembras y toda la especie de <i>U. rogersi</i> y <i>U. aspidura</i> , indicando los valores calculados para el nivel de decisión.....	60
Tabla 11. Tallas máxima, mínima y promedio (en cm) de individuos adultos de <i>U. aspidura</i> y <i>U. rogersi</i> , diferenciando por sexos y por lugar de monitoreo.	60

Tabla 12. Valores mínimos, máximos, promedios (X) y desviación estándar (S) de la longitud total, ancho del disco y el peso de los embriones de ambos sexos de <i>U. rogersi</i>	65
Tabla 13. Valores mínimos, máximos, promedios (X) y desviación estándar (S) de la longitud total, el ancho del disco y el peso de los embriones libres de ambos sexos de <i>U. rogersi</i>	66
Tabla 14. Escala de madurez propuesta para las especies <i>U. aspidura</i> y <i>U. rogersi</i>	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las ecorregiones del Pacífico colombiano, indicando la Ecorregión de Buenaventura (BUE) (Modificado de Invemar, 2000).....	30
Figura 2. Ubicación del Pacífico vallecaucano, indicando los dos sitios de monitoreo (Juanchaco y La Bocana) (Modificado de Navia, 2002).....	31
Figura 3. "Changa", arte de pesca empleado para realizar las faenas de captura en las localidades de Juanchaco y La Bocana.....	33
Figura 4. Medidas morfométricas y caracteres externos tomados a los individuos del género <i>Urotrygon</i>	35
Figura 5. Método empleado para tomar el ángulo rostral en los ejemplares analizados.....	35
Figura 6. Vista de las placas dentarias de machos (A, B) y hembras (C, D) de las especies <i>U. rogersi</i> y <i>U. aspidura</i>	52
Figura 7. Vista del ángulo rostral de las hembras y machos de la especie <i>U. aspidura</i> (A) y <i>U. rogersi</i> (B).....	53
Figura 8. Diferentes formas (cinco) de las aletas caudales encontradas en <i>U. rogersi</i> , con una atípica (B). También se muestra una única disposición de la aleta caudal en <i>U. aspidura</i> (A).....	54
Figura 9. Curvas de crecimiento descritas para <i>U. rogersi</i> con sus respectivas linealizaciones.....	58
Figura 10. Curvas de crecimiento descritas para <i>U. aspidura</i> con sus respectivas linealizaciones.....	59
Figura 11. Vista ventral anatómica del sistema reproductor de hembras de las especies <i>U. aspidura</i> y <i>U. rogersi</i>	61
Figura 12. Forma del sistema reproductor (A) y ubicación del ovario (B) en las hembras de <i>U. rogersi</i> y <i>U. aspidura</i>	62
Figura 13. Vista ventral anatómica del sistema reproductor masculino de las especies <i>U. rogersi</i> y <i>U. aspidura</i>	63
Figura 14. Sistema reproductor masculino típico en una raya madura de las especies <i>U. rogersi</i> y <i>U. aspidura</i>	63

Figura 15. Disposición de los cláspers con el rifiodón abierto.....	64
Figura 16. Desarrollo de la región derecha (A) y de las dos regiones izquierda y derecha (B) de las hembras de <i>U. rogersi</i>	65
Figura 17. Cortes histológicos de hembras.....	67
Figura 18. Cortes histológicos de machos	68
Figura 19. Gónada masculina de un individuo de la especie <i>U. rogersi</i> con 25,5 cm LT que fue capturado en la localidad de La Bocana.	69
Figura 20. Relación longitud total (LT) vs longitud del cláster (LC) en machos de la especie <i>U. rogersi</i>	71
Figura 21. Relación longitud total (LT) vs número de embriones (A) y longitud total (LT) vs número de ovocitos (B) en hembras de la especie <i>U. rogersi</i> ..	71
Figura 22. Relación longitud total (LT) vs % de individuos maduros para observar la talla media de madurez en machos y hembras de la especie <i>U. rogersi</i>	72
Figura 23. Frecuencia de tallas para hembras y machos de la especie <i>U. rogersi</i> (A) y <i>U. aspidura</i> (B).....	73

RESUMEN

Se estudiaron aspectos taxonómicos, reproductivos y de crecimiento de las especies *U. rogersi* y *U. aspidura* en las localidades de Juanchaco y La Bocana, Pacífico vallecaucano en un periodo de muestreo de tres meses. Para la identificación se tuvieron en cuenta caracteres morfométricos y morfológicos; en la reproducción se analizaron factores como descripción anatómica de los aparatos reproductores de machos y hembras, proporción de sexos, escala de madurez a nivel macro y microscópico y fecundidad; así como el tipo de crecimiento y la longitud asintótica. Se encontró que las claves taxonómicas que en su mayoría emplean medidas morfométricas, no resultan útiles para la identificación de este género, siendo más relevantes en su estudio taxonómico los caracteres morfológicos. A nivel reproductivo la especie *U. rogersi* presentó una proporción de sexos en adultos de 1:2 (M:H) y de 1:1 en embriones, y una fecundidad de uno a cuatro embriones por hembra; ambas especies mostraron funcionalidad en sus dos úteros con una disposición de su sistema reproductor muy similar. *U. rogersi* presentó un crecimiento de tipo isométrico y una longitud asintótica de 54,74 cm, mientras que *U. aspidura* mostró un crecimiento alométrico y una longitud asintótica de 36,31 cm, aunque el tamaño muestral en esta última fue bajo.

Palabras claves: *Urotrygon rogersi*, *Urotrygon aspidura*, Rayas espinosas, Costa Pacífica, Taxonomía, Morfometría, Crecimiento, Reproducción.

ABSTRACT

Taxonomical, reproductive and growing aspects of the species *U. rogersi* and *U. aspidura* in the locations of Juanchaco and La Bocana, on the Pacific coast of Valle del Cauca during a sampling period of three months. Some morphometrical and morphological features were taken into account for their identification; in their reproduction some factors such as the anatomical description of the reproductive system in males and females, sex proportion, maturity scale at the levels macro and microscopic and fecundity were analyzed; finally some analysis was also made on their type of growth. It was found that the most taxonomic keys which use morphometrical measurements were not useful for the identification of this gender, finding the morphological features to be more relevant for their study. At the reproductive level the specie *U. rogersi* presented a sex proportion of 1:2 (M:H) in adults and 1:1 in embryos, and a fecundity in a ranges from one to four embryos per female; both species showed functionality in their two uteruses with a disposition of a very similar reproductive system. *U. rogersi* presented an isometric type of growth and an asintotic length of 54,74 while *U. aspidura* showed an alometric type of growth and an asintotic length of 36.31cm, although the sampling size for the latter was low.

Keywords: *Urotrygon rogersi*, *Urotrygon aspidura*, Stingrays, Pacific coast, Taxonomy, Morphometry, Growth, Reproduction.

INTRODUCCIÓN

Del género *Urotrygon* se conoce que posee características específicas (McEachran y di Sciara, 1995) que lo distinguen de otros géneros y una condición reproductiva de viviparidad aplacentada con trofonemas, así como todas las de su orden (Myliobatiformes) (Carrier *et al.*, 2004), que ha sido estudiada solamente en la especie *Urotrygon microphthalmum* en el Brasil (Almeida *et al.*, 2000), siendo nulos sus estudios en las especies presentes para el Pacífico. Muestra una amplia distribución con hábitos bentónicos y hace parte del 30% (27 millones de toneladas) del volumen de pesca mundial el cual está constituido por especies de fauna acompañante no objeto de la pesca, que se descartan y retornan al mar como desechos (Sutton y Whitfield, 1997).

Las especies para el género *Urotrygon* para el área del Pacífico Oriental Tropical son: *U. aspidura* (Jordan y Gilbert, 1882); *U. chilensis* (Gunther, 1871); *U. munda* (Gill, 1863); *U. nana* (Miyake y McEachran, 1988); *U. serrula* (Hildebrand, 1946); *U. reticulata* (Miyake y McEachran, 1988); *U. rogersi* (Jordan y Starks, 1895); *U. simulatrix* (Miyake y McEachran, 1988) y *U. cimar* (López y Bussing, 1998) (Miyake y McEachran, 1988; McEachran y di Sciara, 1995; López y Bussing, 1998; Chirichigno y Cornejo, 2001; Robertson y Allen, 2002).

Para Colombia se han mencionado solo cuatro de estas especies: *U. aspidura*, *U. chilensis*, *U. munda* y *U. simulatrix* (Rubio, 1984a; 1984b; 1990; Árdila y Rubio, 1992; Castillo, 1998; Navia 2002), confirmando las sinonimias de *U. goodei* con *U. chilensis* y *U. asterias* con *U. munda* (Eschmeyer, 2004). Sin embargo, se ha presentado cierta confusión en la identificación de estas especies, debido a la semejanza en sus caracteres y a la poca claridad y uniformidad en los mismos, al ser descritos en claves taxonómicas.

Es por esto, que dada la problemática de identificación taxonómica existente en el género *Urotrygon* y la gran importancia de obtener un mayor conocimiento sobre aspectos biológicos específicos de éste para llenar un vacío actual de información, se llevó a cabo un estudio taxonómico, reproductivo y de crecimiento de las especies del género presentes en dos localidades del Pacífico vallecaucano, enmarcándolo dentro de un área de estudio estipulada en el Plan de Ciencia y Tecnología del Mar por COLCIENCIAS (1999-2004), la cual contribuye con el inventario de las especies que conforman la biota colombiana y con el fortalecimiento del conocimiento sobre la biodiversidad de flora y fauna.

Este estudio se enmarca dentro del proyecto de la Fundación SQUALUS titulado “ *Biodiversidad de rayas del Pacífico vallecaucano: aportes biológicos y ecológicos para su conservación* ”, financiado en parte, por la Iniciativa para Especies Amenazadas, Jorge Ignacio Hernández-Camacho (Becas IEA, Alianza entre Conservación Internacional - Fondo para la Acción Ambiental - Fundación Omacha). Así mismo, se contó con el apoyo logístico del laboratorio de ictiología de la sección de Biología Marina de la Universidad del Valle.

2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

2.1. MARCO TEÓRICO

La familia Urotrygonidae abarca rayas con tallas entre 16 a 80 cm de longitud total y entre 20 y 50 cm de ancho del disco, el cual es de forma ovalada a casi circular. La cola está claramente demarcada del cuerpo, es moderadamente esbelta, con una longitud aproximadamente igual a aquella del disco, con una o más espinas aserradas largas y venenosas y con una aleta caudal bien desarrollada en torno al extremo posterior. Las aletas pectorales no forman lóbulos subrostrales ni aletas cefálicas. Su hocico es obtuso, redondeado o más o menos puntiagudo. Sus ojos y espiráculos están situados en el dorso de la cabeza. Poseen dientes pequeños dispuestos en numerosas series formando bandas en ambas mandíbulas. La cara dorsal es desnuda o armada de agujones y dentículos, de color generalmente grisáceo a café oscuro, a veces con manchas u otras marcas más claras; mientras que la cara ventral generalmente es blanquecina (McEachran y di Sciara, 1995).

Estas rayas viven en zonas tropicales a templado-cálidas, generalmente en aguas someras, lagunas y estuarios, pero algunas especies pueden encontrarse a profundidades mayores de 100 m, habitando el océano Atlántico occidental, Índico y Pacífico. Todas las especies son bentónicas y permanecen a menudo parcialmente semienterradas en fondos blandos por largos periodos de tiempo. Dentro del área del Pacífico Oriental Tropical existen 12 especies agrupadas en dos géneros: *Urobotis* y *Urotrygon*, los cuales son de tallas pequeñas, diversas y carecen de importancia comercial. Estos géneros se diferencian en que en *Urotrygon* la cola es claramente más larga que el cuerpo, y los lóbulos dorsal y ventral de la caudal no son confluentes (Robertson y Allen, 2002).

En este estudio, se trabajó el género *Urotrygon*, cuya clasificación taxonómica se plantea de acuerdo a Compagno (2004) y McEachran y Aschliman (2004):

Reino	Animalia
Phylum	Chordata
Clase	Chondrichthyes
Subclase	Elasmobranchii
Superorden	Batoidea
Orden	Myliobatiformes
Familia	Urotrygonidae (McEachran, Dunn y Miyake, 1996)
Género	<i>Urotrygon</i> (Gill, 1864)

Dentro de las especies de este género se ha dado la confirmación de la especie *U. goodei* como sinonimia de *U. chilensis* y de *U. asterias* como sinonimia de *U. munda* (Eschmeyer, 2004). Lo que permite mencionar que según McEachran y di Sciara (1995), se encuentran siete especies del género *Urotrygon* en el Pacífico Centro Oriental: *U. aspidura*, raya redonda con agujones confinados a la línea media de la cola en ejemplares mayores a 20 cm, con diámetro ocular aproximadamente un tercio del espacio interorbitario y longitud preorbital 11,8 a 15,6% de longitud total, con una talla máxima de 42,1 cm de longitud total (LT) y 23,3 cm de ancho del disco (AD); *U. chilensis* con dentículos esparcidos sobre el disco, no dispuestos en hileras, ángulo rostral 112 a 132° en los machos y 123 a 134° en las hembras, talla máxima de 41,9 cm LT y 16 cm AD; *U. munda* con la cara dorsal densamente cubierta por dentículos relativamente grandes y encorvados, los de la línea media no agrandados, diámetro de la orbita igual o mayor que la longitud de los espiráculos, longitud del lóbulo dorsal de la aleta caudal 9,5 a 17,6% de la longitud estándar y talla máxima conocida 28,8 cm LT y 16 cm AD; *U. nana* con cara dorsal con relativamente escasos dentículos dérmicos pequeños y encorvados, los de la línea media no

agrandados, diámetro de la orbita menor que la longitud del espiráculo, longitud del lóbulo caudal superior 12,4 a 19,8% de la longitud estándar, talla máxima conocida 25 cm LT y 15 cm AD; *U. reticulata* con cara dorsal con fino reticulado de color café y una talla máxima de 24,1 cm LT y 13 cm AD; *U. rogersi* con dentículos dispuestos en hileras paralelas a lo largo de la línea media dorsal y sobre la cavidad visceral, y en hileras radiales en los bordes del disco, ángulo rostral 100 a 121° en los machos y 114 a 128° en las hembras, con talla máxima de 46,2 cm LT y 27,8 cm AD; y *U. simulatrix* con dentículos y aguijones de la línea media similares, de corona alta, cónica y encorvada y de base estrellada, aguijones regularmente espaciados desde la región nucal hasta la base de la aleta caudal y con una talla máxima de 26,7 cm LT y 14,3 cm AD.

Estas rayas presentan fecundación interna en donde las hembras retienen sus embriones por varios periodos de tiempo para protegerlos en sus estados más vulnerables (Carrier *et al.*, 2004), con viviparidad aplacentada, donde no hay una conexión entre la madre y la cría (McEachran y di Sciara, 1995) pero sí una serie de extensiones filamentosas llamadas trofonemas, que ayudan junto con el estómago e intestino, a ingerir el vitelo (Hamlett *et al.*, 1996). El número de embriones por puesta así como la talla, varía según la especie y el tamaño del individuo adulto (Cervigón *et al.*, 1992).

2.2. ESTADO DEL ARTE

Los aspectos más estudiados de las rayas del género *Urotrygon* se han dado en términos taxonómicos (con la utilización de claves) y de abundancia. En cuanto a los aspectos de crecimiento y reproducción, la información es escasa, por lo que para el segundo se plantean trabajos de otras rayas con condiciones de viviparidad aplacentada similar.

2.2.1. Taxonomía

Miyake y McEachran (1988) en el Pacífico Este realizaron un estudio basado en morfometría y caracteres merísticos, en donde describieron tres nuevas especies de *Urotrygon*: *U. nana*, la cual se diferencia por presentar ojos pequeños, una densa cobertura de dentículos en el rostro y en el margen del disco y una talla pequeña de madurez sexual; *U. reticulata* con presencia de vermiculaciones típicas de color café; y *U. simulatrix* distinguida por sus delgados dentículos recurvados que cubren su superficie dorsal y su ancho borde amarillo con blanco a lo largo del disco dorsal y las aletas pélvicas.

López y Bussing (1998) describieron una nueva especie del género *Urotrygon* en la costa pacífica de Costa Rica y Nicaragua (*U. cimar*), especie grande que alcanza por lo menos 38,2 cm de longitud total y es distinguida por su densa cobertura de dentículos punzantes y su coloración pintada. Esta especie se encontró a una profundidad de 85 m y es usualmente colectada en aguas poco profundas de no más de 10 m.

Así mismo, para el Pacífico Centro Oriental McEachran y di Sciara (1995) registraron a *U. aspidura*, *U. chilensis*, *U. munda*, *U. nana*, *U. reticulata*, *U. simulatrix* y *U. rogersi*; Allen y Robertson (1998) a *U. aspidura*; Chirichigno y Cornejo (2001) mencionan a *U. aspidura*, *U. chilensis*, *U. goodei* (Jordan y Bollman) (ahora *U. chilensis*), *U. munda*, *U. asterias* (Jordan y Gilbert) (ahora *U. munda*) y *U. reticulata*; y Robertson y Allen (2002) citan a las especies *U. aspidura*, *U. chilensis*, *U. cimar*, *U. munda*, *U. nana*, *U. reticulata*, *U. rogersi* y *U. simulatrix*.

En Colombia, se han llevado a cabo diferentes estudios de abundancia y composición. Rubio (1984a) presentó un estudio taxonómico preliminar de la ictiofauna asociada al ecosistema de manglar-estuario en la Bahía de Buenaventura. Al realizar muestreos en seis estaciones entre 1978 y 1980

encontró la presencia de las rayas *Urotrygon aspidura* con una abundancia de 38 individuos, *U. asterias* (*U. munda*) con 36 y *U. munda* con cinco.

En el mismo año, Rubio (1984b) publicó la composición taxonómica preliminar de la fauna ictiológica colectada en tres estaciones de la Bahía Málaga entre marzo de 1980 y marzo de 1981, mostrando en los resultados nuevamente la presencia de *U. asterias* (*U. munda*) con tres individuos y encontrando que las abundancias de juveniles se presentaban para esta especie en el mes de agosto.

Castillo (1998) en su estudio obtuvo seis especies de tiburones y cuatro de rayas como fauna acompañante de las faenas de camarón en el Golfo de Tortugas, Pacífico colombiano, encontrando a las especies *U. serrula* con 41 individuos y *U. asterias* (*U. munda*) con 60.

En cuanto a composición, Rubio (1990) con las colectas realizadas durante varios años en zonas de manglares y estuarios del Pacífico colombiano logró obtener 306 especies de peces con la presencia de seis familias de rayas, dentro de la cual estaba Dasyatidae que contenía las especies, según su clasificación, *Dasyatis brevis*, *Gymnura marmorata*, *U. aspidura*, *U. asterias* (*U. munda*), *U. goodei* (*U. chilensis*), *U. munda* y *U. serrula*.

Igualmente, Rubio y colaboradores (1992) realizaron diferentes expediciones a la isla Malpelo desde 1980 con el objetivo de conocer sus recursos, con lo cual presentan la relación taxonómica de 295 especies de peces pertenecientes a 90 familias, 12 de las cuales corresponden a peces cartilaginosos, entre los que se encuentran la familia Dasyatidae de nuevo con el género *Urotrygon*, aunque con una especie no identificada.

Árdila y Rubio (1992) llevaron a cabo una reseña sobre la composición ictiofaunística y la situación actual de las pesquerías artesanales en la

ensenada de Guapi (Pacífico colombiano), en donde registraron a *U. aspidura*. Finalmente, Navia (2002) realizó muestreos en embarcaciones de pesca de camarón de aguas someras en el Pacífico colombiano, colectando un total de 235 individuos pertenecientes a cinco especies de tiburones y seis de rayas, entre ellas, *U. aspidura*.

2.2.2. Crecimiento

Navia (2002) en un estudio en el Golfo de Tortugas (Pacífico vallecaucano), estudió aspectos de crecimiento de *U. aspidura*, encontrando animales con tallas entre 13 - 48 cm de longitud total, y un crecimiento de tipo isométrico para la especie. Para el género no se conocen otros estudios de crecimiento y algunas claves plantean solo la longitud máxima registrada para cada especie (p.e. Robertson y Allen, 2002).

2.2.3. Reproducción

Almeida *et al.* (2000) llevaron a cabo un estudio en aguas bajas de Maranhao (Brasil) con la especie *Urotrygon microphthalmum* donde analizaron aspectos taxonómicos, reproductivos y alimenticios. Dentro de los aspectos reproductivos encontraron que los machos alcanzan su talla de madurez en 21,9 cm LT y las hembras a partir de 23,9 cm LT, además que el número promedio de embriones por útero es tres para esta especie.

Villavicencio-Garayzar (1991) realizó observaciones de *Mobula munkiana* en bahía de la Paz, México, tratando temas de madurez sexual y fecundidad y encontrando resultados como funcionalidad del ovario y oviducto izquierdo. Este mismo autor (1993a) trabajó la biología reproductiva de *Rhinobatos productus* encontrando mayor talla en hembras que en machos, una producción de sexos no diferencial y una reducción en el oviducto y ovario derecho. En este mismo año (1993b), realizó un estudio con *Gymnura marmorata*, donde encontró que esta especie presenta los dos oviductos

funcionales, aunque el ovario derecho reducido; un dominio de machos en la proporción de sexos en embriones y una fecundidad dependiente de la talla materna.

Villavicencio-Garayzar *et al.* (1994) llevaron a cabo un estudio sobre el tamaño y reproducción de la raya *Dasyatis longa* en donde encontró que los machos presentan 98 cm AD y una talla de madurez de 80 cm y hembras 156 cm AD y talla de madurez de 110 cm, también encontró que la fecundidad era de uno a tres embriones por hembra.

Un año después (1995a) estudió la distribución temporal y condición reproductiva de las rayas capturadas comercialmente haciendo énfasis en la condición reproductiva de éstas con aspectos como fecundidad, proporción de sexos, talla de madurez, entre otros, en las rayas *Rhibobatos productus*, *Gymnura marmorata*, *Dasyatis brevis*, *Narcine brasiliensis*, *Myliobatis californica*, *Rinoptera steindachneri*, *Dasyatis longus*, *Myliobatis longirostris* y *Zapteryx exasperata*. En este mismo año (1995b) también realizó estudios de la biología reproductiva de la guitarra pinta *Zapteryx exasperata* encontrando una fecundidad para esta especie de 4 a 11 embriones y una proporción de sexos de 1:1.

Posteriormente, Villavicencio-Garayzar (1996) llevo a cabo un estudio con *Myliobatis californica* y *M. longirostris* encontrando en la primera tallas de 37-86 cm AD para machos y 30-128 cm AD para hembras y en la segunda 31-59 y 31-88 cm para machos y hembras respectivamente y con una maduración de los machos a los 50 cm AD, en ambas especies.

Finalmente, Ismen (2003) llevo a cabo un estudio en el Mediterráneo este sobre la edad, crecimiento, reproducción y alimentación de la raya *Dasyatis pastinaca*, encontrando una proporción de sexos 1:1, una talla de madurez en machos de 43 cm LT y 22 cm AD y en hembras de 46 cm LT y 24 cm AD.

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Dada la problemática de identificación taxonómica existente en el género *Urotrygon* y la gran importancia de obtener un mayor conocimiento sobre aspectos biológicos del mismo, se espera aclarar las diferencias taxonómicas de las especies encontradas a partir de medidas morfométricas y caracteres morfológicos, así como realizar la evaluación de algunos aspectos reproductivos y de crecimiento de individuos capturados en el Pacífico vallecaucano en un tiempo de estudio entre febrero y junio de 2006.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer las diferencias taxonómicas de las especies del género *Urotrygon* presentes en dos localidades del Pacífico vallecaucano, sugiriendo una clave de identificación para las mismas.
- Determinar la presencia de caracteres dimórficos en las especies estudiadas.
- Evaluar el tipo de crecimiento para las especies del género *Urotrygon* encontradas en la zona.
- Evaluar la condición reproductiva de esas especies proponiendo una escala de los estados de madurez.

5. HIPÓTESIS

- En el Pacífico vallecaucano, específicamente en las localidades de Juanchaco y La Bocana, el género *Urotrygon* está compuesto principalmente por las especies *U. aspidura*, *U. chilensis*, *U. munda* y *U. simulatrix*.
- Las diferencias taxonómicas entre las especies están basadas primordialmente por diferencias en las medidas morfométricas que cada una presenta.
- En las especies del género *Urotrygon* se espera encontrar un crecimiento de tipo isométrico.
- Los aspectos relacionados con la biología reproductiva de las especies estudiadas son similares entre ellas, dado a la condición reproductiva de viviparidad aplacentada que presentan.

6. METODOLOGÍA

6.1. ÁREA DE ESTUDIO

La costa Pacífica de Colombia se ubica en la región occidental, limitada al norte por la frontera con Panamá (7° 13' N 77° 49' W) y al sur por la desembocadura del río Mataje en la frontera con Ecuador (1° 36' N 79° 01' W). Tiene una longitud de línea de costa de 1300 km, un área terrestre de 131246 km² y una zona económica de 367823 km², correspondiente al 6,6% del territorio nacional (Steer *et al.*, 1997). Sus principales puertos pesqueros son Buenaventura y Tumaco (Zapata, 1992).

Esta costa ha sido dividida en seis ecorregiones (Invemar, 2000): 1. Ecorregión del Pacífico Norte (PAN): abarca toda la zona norte más septentrional del Pacífico colombiano comprendida entre el límite fronterizo con Panamá y Cabo Corrientes (Chocó); 2. Ecorregión Baudó (BAU): se extiende desde Cabo Corrientes hacia el sur, hasta el brazo de la desembocadura del río San Juan localizado más al norte (boca Charambirá); 3. Ecorregión Buenaventura (BUE): se extiende desde la boca de Charambirá (Chocó) hacia el sureste hasta la desembocadura del río Raposo (Valle del Cauca), y abarca el delta del río San Juan y las bahías de Málaga y Buenaventura; 4. Ecorregión Naya (NAY): se extiende desde la desembocadura del río Raposo (Valle del Cauca) hasta la desembocadura del brazo suroccidental del río Guapi (límite entre Nariño y Cauca); 5. Ecorregión Sanquianga (SAQ): abarca desde la desembocadura del río Guapi hasta la Isla del Gallo (Nariño); 6. Ecorregión Tumaco (TUM): se extiende desde la Isla del Gallo hasta la desembocadura del río Mataje y abarca la ensenada de Tumaco y el delta del río Mira (Figura 1).

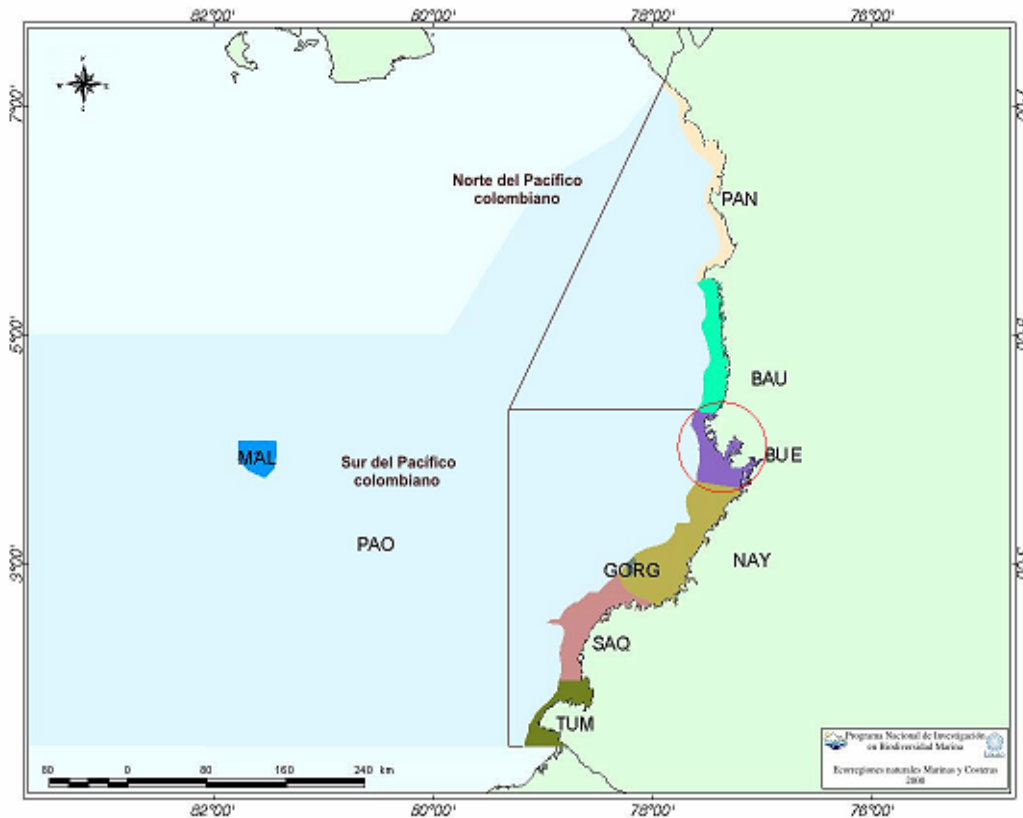


Figura 1. Ubicación de las ecorregiones del Pacífico colombiano, indicando la Ecorregión de Buenaventura (BUE) (Modificado de Invemar, 2000).

Esta investigación se llevó a cabo en la Ecorregión de Buenaventura (BUE), realizando muestreos en Juanchaco y La Bocana, específicamente en las zonas de pesca de La Barra ($3^{\circ} 54' 27''$ N y $77^{\circ} 22' 15''$ W) y Punta Soldado ($3^{\circ} 45' 38''$ N y $77^{\circ} 10' 24''$ W) (Figura 2).

La morfología del litoral de esta Ecorregión es contrastante, pues se combinan planos aluviales y deltáicos fuertemente influenciados por el régimen mareal con acantilados formados por rocas sedimentarias poco consolidadas (limolitas y areniscas del terciario y cuaternario) que dominan el sector de Juanchaco, Ladrilleros, área exterior de Bahía Málaga y flanco norte de la Bahía de Buenaventura. La influencia de las descargas de los ríos San Juan, Dagua, Anchicayá y Raposo, se refleja en las bajas salinidades y la alta turbidez de las aguas costeras. Los manglares están bien

representados en los tramos de costa aluvial, y en algunas áreas de Bahía Málaga existen algunos fondos sumergidos con comunidades propias de ellos. La plataforma continental, aunque no es muy ancha, se amplía considerablemente en este sector. Las comunidades biológicas del litoral son las propias de playas de amplio rango mareal y de manglares (Invemar, 2000).

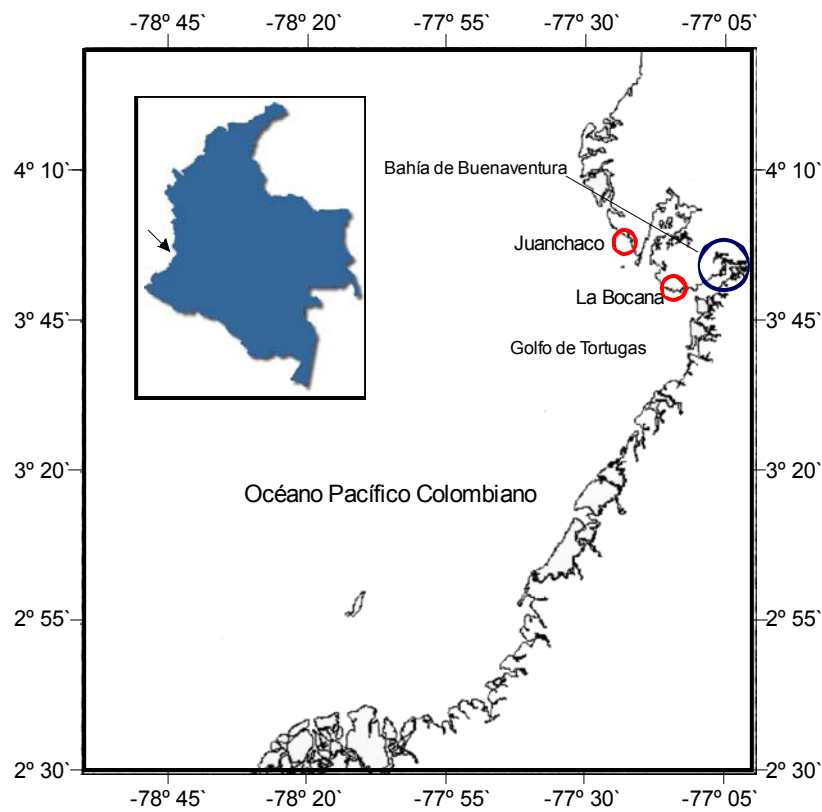


Figura 2. Ubicación del Pacífico vallecaucano, indicando los dos sitios de monitoreo (Juanchaco y La Bocana) (Modificado de Navia, 2002).

La Bahía de Buenaventura se caracteriza por poseer acantilados rocosos de origen terciario, con pequeñas formaciones de manglares creciendo sobre planos de lodo al borde de los acantilados. Su profundidad promedio es de 5 m, encontrándose el canal más profundo cerca de la parte central de la Bahía, con profundidades promedio cercanas a 12 m. En esta zona los vientos soplan todo el año pero sin mucha intensidad, alcanzándose un máximo de 18 Km/h; el clima se caracteriza por su alta precipitación con promedios superiores a 6000 mm/año, que pueden llegar, en algunos casos

a 8000 mm/año. Los meses más lluviosos van de agosto a noviembre y los de menor intensidad de lluvias son enero a marzo; esta región es una de las zonas de mayor precipitación en el mundo. La temperatura del agua varía entre 25,7 y 29,8°C, con un promedio de 27,5°C y una salinidad promedio de 18,4 UPS (Prahl *et al.*, 1990).

El acantilado de Pianguita-La Bocana influenciado por la Bahía de Buenaventura, está localizado en el lado norte de la región exterior de dicha bahía (3° 50' N y 77° 13' W); se encuentra constituido por una mezcla de rocas duras y blandas formando capas bien estratificadas, con mayor abundancia de rocas duras (Prahl *et al.*, 1990).

La zona de la costa comprendida entre Juanchaco y Ladrilleros presenta un acantilado de origen sedimentario con una altura promedio de 15 m (Prahl *et al.*, 1990); Juanchaco se encuentra formando parte de Bahía Málaga, la bahía más abrigada, extensa y profunda del Pacífico colombiano, compuesta básicamente por ecosistemas de manglar sin desembocaduras de ríos; posee una temperatura promedio de 26°C, con una precipitación anual superior a los 10500 mm y una humedad relativa de un 90% (MinAmbiente, 2002).

6.2. FASE DE CAMPO

Los muestreos fueron realizados en tres salidas de campo, dos a Juanchaco y una a La Bocana, en los meses de marzo a mayo de 2006, con un periodo de duración entre tres a cinco días cada una.

Para la captura de los individuos se realizaron monitoreos directos de faenas realizadas por pescadores artesanales, que emplean como arte de pesca la changa de 12 m de diámetro, la cual consta de un cabo de 30 m de largo, un ojo de malla de ¼ pulgada, 114 plomos, una boya y dos compuertas de

madera que van en ambos extremos (Figura 3). Posterior a su captura, los individuos fueron inicialmente (primera salida) conservados en una solución de formol (10%), agua de mar, sal y piedra lumbre; sin embargo, dado el interés del análisis anatómico de las gónadas, en las siguientes salidas los individuos fueron congelados y transportados de esta forma para su posterior identificación y evaluación en el laboratorio; aunque en algunos casos los datos morfométricos y la rotulación se realizó directamente en campo. Las muestras fueron obtenidas previo acuerdo con los pescadores, al ser estas rayas, individuos de descarte y no tener importancia comercial. En cada muestreo se tomaron datos de la zona de pesca y la fecha de captura.



Figura 3. "Changa", arte de pesca empleado para realizar las faenas de captura en las localidades de Juanchaco y La Bocana.

6.3. FASE DE LABORATORIO

Los análisis para el estudio taxonómico y reproductivo fueron realizados en el laboratorio de Ictiología de la Universidad del Valle, sede Meléndez. Cada individuo fue rotulado en orden consecutivo por localidad.

6.3.1. Aspectos taxonómicos

Con el fin de clarificar la taxonomía de las especies encontradas y la existencia de caracteres dimórficos en las mismas, se tomaron con ayuda de un calibrador (precisión de 0,1 mm) y una cinta métrica, las siguientes medidas morfométricas siguiendo los criterios de Carvalho (2001): longitud total (LT), ancho del disco (AD), longitud del disco (LD), longitud preorbital (LPO), longitud preoral del rostro (LPOR), longitud prenasal (LPN), longitud del hocico al mayor ancho del disco (LHAD), distancia interorbital (DIO), longitud del ojo (LO), distancia inter-espiracular (DIE), longitud del espiráculo (LE), ancho del espiráculo (AE), ancho de la boca (AB), distancia entre narinas (DN), distancia entre las primeras hendiduras branquiales (DPHB), distancia entre las últimas hendiduras branquiales (DUHB), longitud entre la primera y la quinta hendidura branquial (LHB), longitud de la aleta pélvica (LAP), ancho de la aleta pélvica (AAP), margen anterior de la aleta pélvica (MAP), margen posterior de la aleta pélvica (MPP), ancho de la cola (AC), longitud del lóbulo dorsal de la aleta caudal (LDC), longitud del lóbulo ventral de la aleta caudal (LVC), alto del lóbulo dorsal de la aleta caudal (ADC), alto del lóbulo ventral de la aleta caudal (AVC), alto de la aleta caudal (AAC), longitud de la cloaca a la aleta caudal (LCAC), longitud de la espina 1 (LE1) y para análisis reproductivo la longitud del cláster (LC) (Figura 4).

Así mismo, se tuvieron en cuenta datos como presencia y ubicación de agujones y dentículos, presencia y número de espinas, forma de aleta caudal, coloración y ángulo rostral (Figura 5). Para observar la forma de dientes se extrajo toda la placa dentaria de 10 individuos, cinco hembras y cinco machos de *U. rogersi* y seis, tres hembras y tres machos de *U. aspidura*.

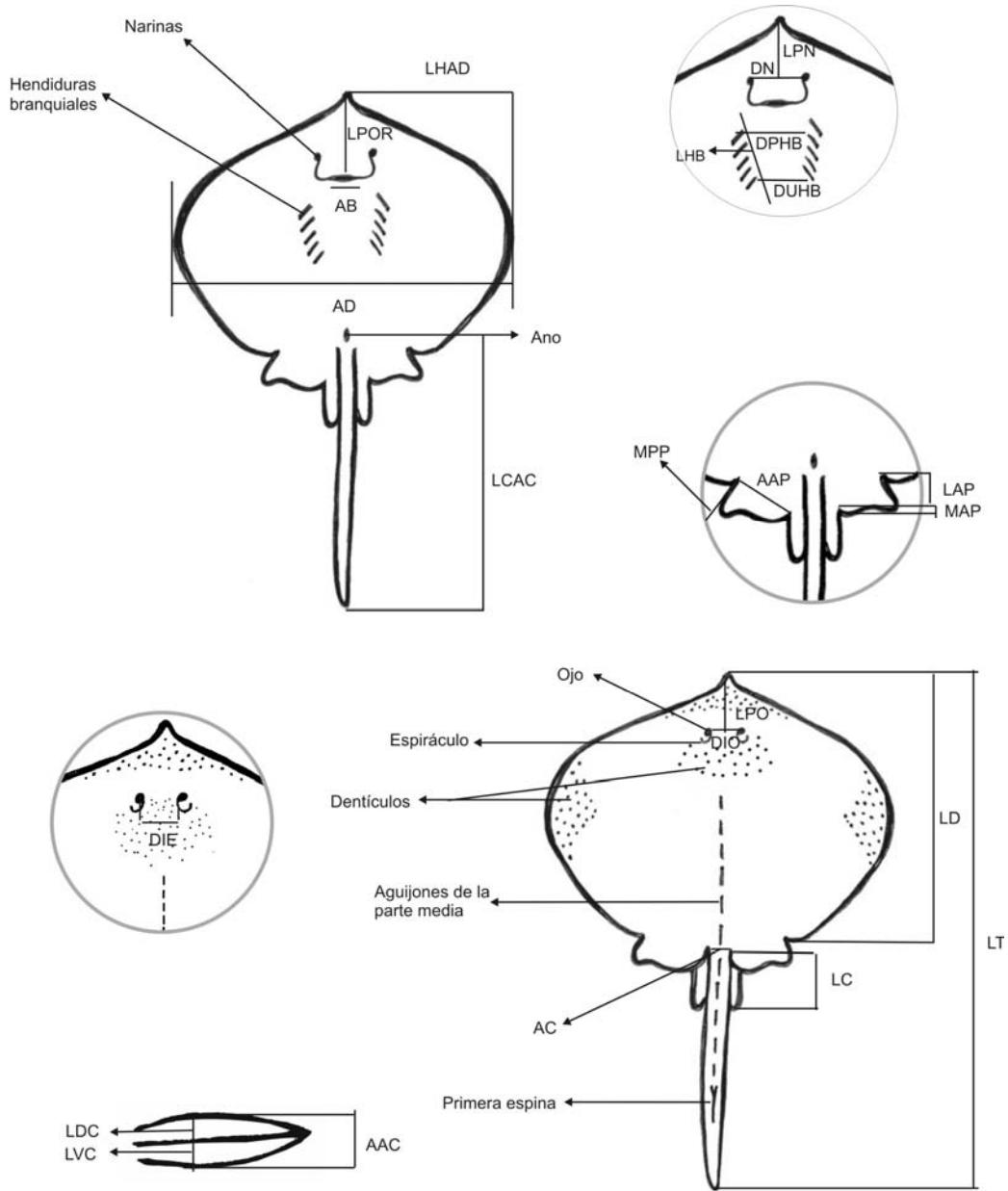


Figura 4. Medidas morfométricas y caracteres externos tomados a los individuos del género *Urotrygon*.

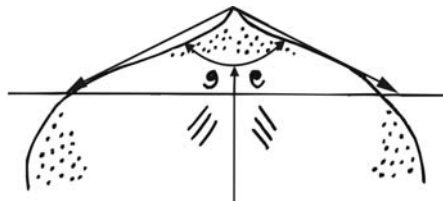


Figura 5. Método empleado para tomar el ángulo rostral en los ejemplares analizados.

Una vez tomados todos los datos necesarios se llevó a cabo la identificación hasta especie o morfotipo, según la viabilidad de ésta, de cada uno de los ejemplares colectados, con ayuda de claves de identificación de Miyake y McEachran (1988), McEachran y di Sciara (1995), Allen y Robertson (1998), Chirichigno y Cornejo (2001) y Robertson y Allen (2002), tomando caracteres específicos como coloración, presencia y/o disposición de agujones, proyección y forma del rostro, entre otros.

6.3.2. Aspectos de crecimiento

Separando por especie, los individuos de ambos sexos fueron pesados con una balanza OHAUS (precisión de 0,1 g) y su longitud total (LT, tomada desde la punta de la aleta caudal hasta la punta del hocico) fue obtenida de las mediciones morfométricas realizadas.

6.3.3. Aspectos reproductivos

Con ayuda de un equipo de disección, a cada ejemplar se le realizó un corte ventral extrayendo gónadas, las cuales se pesaron en una balanza electrónica OHAUS (precisión de 0,1 g), se midieron con una cinta métrica y se analizaron en fresco para determinar los aspectos reproductivos.

Los estados de madurez fueron definidos a partir de observaciones directas de las gónadas (análisis macroscópico) y corroboradas con cortes histológicos de las mismas (análisis microscópico). Las observaciones macroscópicas fueron analizadas a nivel anatómico basándose en la escala de Urban (2000) (Tabla 1), la cual fue modificada posteriormente para el género *Urotrygon*:

Tabla 1. Escala de madurez para elasmobranquios propuesta por Urban (2000).

Estadios	Machos	Hembras
(i)	Individuos inmaduros con cláspers pequeños y flácidos sin llegar al borde posterior de las aletas pélvicas.	Ejemplares inmaduros con los ovarios apenas distinguibles y sin huevos.
(ii)	Ejemplares en maduración en los cuales el tamaño de sus órganos copuladores aumentan y se extienden hasta el borde posterior de las pélvicas, con la estructura interna visible.	Hembras en maduración en las cuales los huevos en los ovarios son de color blanco y el resto del aparato reproductor no se ha desarrollado.
(iii)	Animales maduros en donde los órganos llegan bastante más allá del extremo posterior de las aletas pélvicas y la estructura interna es visible, dura y osificada.	Hembras maduras en las que se observan huevos amarillos en los ovarios excepto luego de la ovulación en especies vivíparas, la glándula nidamental se agranda y los oviductos se distinguen claramente. En vivíparas el tamaño de la cloaca está asociado con la madurez.

Para las hembras se contó el número y diámetro de los ovocitos (con un calibrador con precisión de 0,1 mm), el número, talla, ancho del disco, peso y sexo de los embriones, y se hizo la descripción de los ovarios y oviductos. En los machos, se tuvo en cuenta el desarrollo de los testículos, el largo de los cláspers y la presencia de semen. Adicionalmente a los individuos pequeños que se encontraron libres se les determinó el grado de desarrollo de las branquias (según el tamaño de la apertura de éstas) y la forma de los espiráculos (p.e. en individuos maduros y de gran talla se encuentran completamente cerrados); si las branquias y espiráculos no estaban formados, estos individuos se denominaron embriones libres.

Para el análisis microscópico de las gónadas, éstas fueron fijadas en solución Buffer (Formol 10% + 2,6 g de Bórax/l). Con la determinación preliminar de estadios a nivel macroscópico, se tomaron muestras de uno o dos individuos para realizar los cortes histológicos, los cuales fueron efectuados por Laboratorios ANGEL de la ciudad de Cali; estos cortes fueron

transversales de 4 μc para hembras en útero y ovario, y para machos en testículos y vesícula seminal. Esto con el fin de modificar y complementar la escala de madurez de Urban (2000) definiendo una propia para las especies del género para cada sexo. El método para su interpretación se basó en la determinación, mediante un microscopio, de la presencia y el número de ovogonias para hembras y espermatogonias para machos, en diferentes estadios.

Luego de su análisis, los animales fueron fijados en formol (10%) y posteriormente introducidos en alcohol (70%) para su preservación. Un total de 30 muestras, 10 de *U. aspidura* y 20 de *U. rogersi*, fueron conservadas en la colección ictiológica de referencia de la Universidad del Valle (CIRUV), departamento de Biología; las demás quedaron como pertenencia de la Fundación SQUALUS.

6.4. FASE DE GABINETE

6.4.1. Aspectos taxonómicos

6.4.1.1. Especies de estudio

Teniendo en cuenta las sinonimias encontradas, las especies conocidas hasta hoy en el Pacífico Centro Oriental serían nueve: *U. chilensis*, *U. rogersi*, *U. simulatrix*, *U. munda*, *U. nana*, *U. cimar*, *U. aspidura*, *U. serrula* y *U. reticulata*.

Debido a la gran dificultad de interpretar todos los caracteres encontrados en las diferentes claves taxonómicas empleadas, se llevó a cabo la escogencia de aquellos que fueran típicos para cada especie y permitieran descartar aquellas que no mostraran estar presentes en los ejemplares capturados. *U. nana* y *U. serrula* no presentan agujones en la línea media del disco ni de la cola (Miyake y McEachran, 1988; McEachran y di Sciara, 1995; Chirichigno y Cornejo, 2001) y aunque McEachran y di Sciara (1995) dicen que *U. munda*

igualmente no tiene aguijones en la línea media del disco y de la cola en todas las tallas, Robertson y Allen (2002) la citan con púas curvas a lo largo de la parte media dorsal desde la mitad del disco a la espina caudal, por lo que la presencia o ausencia de estos no se tuvo en cuenta, pasando a evaluar su forma del disco. *U. reticulata* presenta vermiculaciones café oscuro a negruzcas típicas que cubren toda la superficie dorsal (Allen y Robertson, 1994; Robertson y Allen, 2002) y *U. cimar* se caracteriza por una forma totalmente redondeada muy diferente a todas las demás especies (López y Bussing, 1998). Por lo tanto estas especies quedaron descartadas de la identificación de los individuos encontrados.

De esta forma, los individuos adultos que fueron colectados y presentaron aguijones sólo en la línea media de la cola, correspondieron a *U. aspidura*, la cual presentó además una forma típica con hocico muy pronunciado. Los individuos que presentaron aguijones en la línea media del dorso y cola en adultos y en el dorso y ocasionalmente en la cola en juveniles (Miyake y McEachran, 1988; Robertson y Allen, 2002.) pudieron corresponder a *U. rogersi*, *U. simulatrix* y *U. chilensis*. Sin embargo, *U. chilensis* presenta un color grisáceo en la parte dorsal con manchas oscuras esparcidas irregularmente (Robertson y Allen, 2002), de color gris a negro (obs. pers.), muy diferente a los individuos encontrados. Para diferenciar a *U. rogersi* de *U. simulatrix* se tomó como carácter de identificación la forma de la base de aguijones y dentículos, siendo en la primera la base de los aguijones de forma ovalada y la de los dentículos de forma estrellada, y en la segunda la base de aguijones y dentículos estrellada (McEachran y di Sciara, 1995; Robertson y Allen, 2002).

6.4.1.2. Caracteres morfométricos

Se calcularon los promedios, desviaciones estándar y coeficientes de variación para cada una de las 29 variables morfométricas (datos originales).

Inicialmente, se elaboraron regresiones de tipo potencial con cada una de las variables morfométricas para cada especie, empleando la longitud total como variable independiente o covariable [$X_i = a*(LT)^b$], y usando una prueba t se verificó si la pendiente b era igual o diferente de 1. En caso de ser igual a 1 se consideró que la variable poseía un crecimiento isométrico; en caso de ser menor de 1 la variable se comportó de manera alométrica negativa y cuando era mayor de 1 alométrica positiva (Ibáñez y Leonart, 1996). De esta forma se determinaron las variables isométricas, las cuales se suponía servirían para identificar la especie.

Sin embargo, para comprobar que dichos caracteres eran útiles en la separación de especies, se necesitó evaluarlos a nivel de sexos en cada una, por lo que realizando pruebas para verificar los supuestos de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y de homogeneidad de varianzas (Prueba de Levene) (Zar, 1999), se llevaron a cabo pruebas t-student con cada una de las variables estandarizadas como el porcentaje de la longitud total, entre machos y hembras. A partir de estos resultados se definieron las variables dimórficas ($p < 0,05$) y las no dimórficas ($p > 0,05$). Estas últimas comunes entre las dos especies, fueron evaluadas entre ambas especies usando igualmente una prueba t (si $p < 0,05$, luego es una variable útil para identificar las dos especies).

6.4.1.3. Caracteres morfológicos

Los caracteres morfológicos fueron analizados mediante estadística descriptiva y algunos con estadística inferencial. A los datos de ángulo rostral se les halló el promedio y la desviación estándar tanto para *U. aspidura* como para *U. rogersi*. Adicionalmente, se le realizó una prueba t para ver si existían diferencias significativas entre sexos de cada especie (Zar, 1999).

6.4.2. Aspectos de crecimiento

6.4.2.1. Tipo de crecimiento

Para establecer el tipo crecimiento de cada especie, se calculó la relación longitud total (LT) y peso total (WT) mediante la siguiente ecuación:

$$WT = a * LT^b$$

Esta ecuación exponencial de crecimiento fue linealizada utilizando la función logaritmo:

$$\text{Log } W = \text{Log } a + b \text{ Log } L$$

Donde: WT = peso total del animal en gramos

LT = longitud total del animal en centímetros

a = intercepto con el eje y

b = pendiente de la recta

Si la constante b es igual a 3 (hipótesis nula) el crecimiento es isométrico, siendo alométrico cuando el valor es significativamente diferente de 3 (hipótesis alterna). La comparación entre el valor estimado de b y el valor de referencia se realizó mediante una prueba t-student, estimando el estadístico t calculado a partir de la ecuación de Pauly (1984):

$$T_c = \frac{S(\log LT) * |b-3| * \sqrt{n-2}}{S(\log WT) * \sqrt{1-r^2}}$$

Donde: S(log LT) = desviación estándar del logaritmo de la longitud total

S(log WT) = desviación estándar del logaritmo del peso total

r² = coeficiente de correlación

b = valor de la pendiente

n = número de datos

El nivel de decisión fue: si $t_{cal.}$ es mayor al t_{tabla} se rechaza la hipótesis nula.

6.4.2.2. Longitud asintótica

La longitud máxima que puede alcanzar el individuo o longitud asintótica (L_{∞}) se calculó utilizando la fórmula propuesta por Pauly (1984) para las dos especies estudiadas:

$$L_{\infty} = \frac{L_{max}}{0,95}$$

Donde: L_{max} = longitud máxima de captura

0,95 = Factor de estandarización

6.4.3. Aspectos reproductivos

6.4.3.1. Descripción anatómica

A partir de las observaciones del tracto reproductivo de los individuos machos y hembras de ambas especies, se realizaron las descripciones de los órganos que lo constituyen, estableciendo sus condiciones reproductivas.

6.4.3.2. Estados de madurez

A partir de las observaciones macro y microscópicas de las gónadas, se estructuró una escala de madurez para las especies *U. rogersi* y *U. aspidura*.

6.4.3.3. Madurez sexual

Se realizó un análisis exploratorio de la relación longitud del cláster-longitud total en machos y número de embriones-longitud total y número de ovocitos-longitud total en hembras, con el fin de observar las tallas mínimas de reproducción.

Así mismo, se calculó la talla media de los individuos de la población (TMM), siendo el inicio de la primera maduración sexual o bien, el momento en que el 50% de los individuos que constituyen una población entran a la fase de maduración sexual. Esta se calculó a partir de las frecuencias relativas acumuladas de machos y hembras en los estados III y IV y se graficó utilizando la LT en cm vs el porcentaje de individuos maduros (Tresierra y Culquichicón, 1999).

6.4.3.4. Proporción de sexos

La proporción de sexos (número de machos:número de hembras) tanto en adultos como en crías por especie, fue probada estadísticamente mediante una prueba de Chi-cuadrado (X^2), con un nivel de significancia del 95%, de la siguiente forma:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i}$$

Donde O_i es el valor observado y e_i es el valor esperado ($n \cdot 0.5$). El valor de la tabla corresponde a $X^2_{\alpha, k-1}$ ($k=2$).

Se trabajó con la hipótesis nula de que la proporción en las poblaciones es 50% machos y 50% hembras y con la hipótesis alterna de que las proporciones son diferentes a las anteriormente mencionadas (Tresierra y Culquichicón, 1999). De esta forma si X^2 calculado es mayor al X^2 de la tabla, luego se rechaza la H_0 de la proporción entre sexos de 1:1.

Adicionalmente, teniendo en cuenta la proporción de sexos por rango de tallas y sabiendo que ésta puede mostrar la tendencia que tienen los individuos a un reclutamiento, crecimiento y mortalidad, se evaluó la mortalidad diferencial (viendo si uno de los sexos predominaba en cierto rango de tallas grandes) y el reclutamiento diferencial (mediante el

predominio de uno de los sexos en cierto rango de tallas pequeñas) (Tresierra y Culquichicón, 1999).

6.4.3.4. Fecundidad

Para determinar la fecundidad se contó el número de embriones en el útero (Holden y Raitt, 1975), y posteriormente se evaluó la relación entre la longitud total (LT) de las hembras maduras vs el número de éstos en cada hembra.

7. RESULTADOS

Se colectó un total de 266 animales adultos y embriones libres en los sitios de monitoreo, 131 en la localidad de Juanchaco (específicamente en La Barra) y 135 en La Bocana (en la zona de pesca de Punta Soldado) (Tabla 2).

Tabla 2. Número mensual de animales (embriones libres y adultos) capturados en las dos localidades de muestreo.

Periodo	Localidad		
	Juanchaco	La Bocana	TOTAL
Marzo	45	-	45
Abril	86	-	86
Mayo	-	135	135
TOTAL	131	135	266

7.1. ASPECTOS TAXONÓMICOS

7.1.1. Especies de estudio

Basada en la revisión bibliográfica realizada de las claves taxonómicas se encontró que *U. aspidura* presenta características propias como ausencia de aguijones en la parte media del dorso, aguijones grandes en la parte media de la cola en adultos y ausencia en crías y hocico notablemente proyectado en una forma típica corazonada; mientras que *U. rogersi* presenta aguijones en la parte media de dorso y cola tanto en adultos como en crías y dorso café con manchas o puntos de color café también.

7.1.2. Caracteres morfométricos

Un total de 228 individuos adultos correspondientes a las especies *U. rogersi* (207 ind.) y *U. aspidura* (21 ind.) fueron empleados para el estudio morfométrico.

Los datos originales de los caracteres ADC y LE1 para *U. rogersi* son los que presentan una mayor variación (coeficiente de variación de 32,7% y 48,29%, respectivamente), en tanto que el más homogéneo fue el carácter LO (18,94%). Para *U. aspidura* AAP y MPP con coeficientes de 35,42% y 36,24% respectivamente, son los de mayor variación; siendo LE el más homogéneo (17,28%) (Tabla 3).

La tabla 4 muestra para *U. rogersi*, que de los 28 caracteres analizados, un total de 21 son alométricamente negativos con respecto a LT, siendo LO el más marcadamente negativo ($b = 0,522$). Para *U. aspidura* los caracteres alométricamente negativos con respecto a LT fueron 22 con LE como el más negativo ($b = 0,497$) (Tabla 5). Esto indica que la proporción de gran mayoría de las variables tomadas y la longitud total es menor cuanto mayor es el tamaño del individuo en las dos especies.

Basándose en la prueba t realizada para dimorfismo sexual en cada una de las especies, se encontró que hembras y machos de *U. rogersi* presentaron diferencias significativas en la LT ($n=207$, $t_c=5,67$, $p<0,01$), siendo las primeras más grandes (LT promedio de hembras= $28,59 \pm 6,41$ y de machos= $24,18 \pm 4,75$). *U. aspidura*, por su parte, no presentó diferencias en la LT entre machos y hembras ($n=21$, $t_c=0,76$, $p>0,05$), teniendo las hembras una LT promedio de 21,19 cm (DS=5,63) y los machos de 19,60 cm (DS=4,00).

Tabla 3. Valores promedio (Promed), desvió (d.) y coeficiente de variación (C.V.) de las variables morfométricas tomadas en individuos de la especie *U. rogersi* y *U. aspidura*.

Caracteres morfométricos	<i>U. rogersi</i> (n=207)		<i>U. aspidura</i> (n=21)	
	Promed ± d.	C.V. (%)	Promed ± d.	C.V. (%)
LT	26,8889±6,1967	23,0456	20,2810±4,7050	23,1989
AD	14,5971±3,2968	22,5852	11,5286±2,2583	19,5892
LD	13,4072±3,0327	22,6202	10,1619±2,1301	20,9620
LPO	3,5667±0,7574	21,2344	3,0381±0,5679	18,6916
LPOR	3,3198±0,6852	20,6389	2,8429±0,5114	17,9904
LPN	2,7816±0,5696	20,4763	2,4048±0,5113	21,2640
LHAD	7,0522±1,4848	21,0546	5,7571±1,1205	19,4632
DIO	1,8696±0,4367	23,3562	1,3619±0,2439	17,9071
LO	0,5464±0,1008	18,4563	0,3524±0,0750	21,2725
DIE	1,9705±0,4054	20,5714	1,7190±0,2994	17,4145
LE	0,9237±0,2264	24,5104	0,6762±0,1179	17,4386
AE	0,6382±0,1876	29,3940	0,3333±0,0658	19,7484
AB	1,7107±0,3820	22,3319	1,2048±0,2636	21,8785
DN	1,5043±0,3169	21,0648	1,1524±0,1965	17,0532
DPHB	3,5155±0,7392	21,0261	2,5905±0,4538	17,5168
DUHB	1,8903±0,4296	22,7267	1,4476±0,2400	16,5817
LHB	2,1691±0,4456	20,5430	1,6381±0,2889	17,6377
LAP	2,7652±0,6840	24,7373	2,0571±0,4296	20,8842
AAP	3,1517±1,0212	32,4009	2,3190±0,5546	23,9165
MAP	2,5826±0,5509	21,3309	2,0810±0,3530	16,9641
MPP	3,3899±1,1200	33,0412	2,3571±0,5287	22,4316
AC	1,9106±0,5149	26,9496	1,4333±0,3799	26,5055
LDC	3,8072±0,9605	25,2290	3,2857±0,8845	26,9186
LVC	4,4478±1,0781	24,2389	3,6762±0,9823	26,7205
ADC	0,3720±0,1023	27,5119	0,2143±0,0655	30,5505
AVC	0,3372±0,0956	28,3578	0,2286±0,0717	31,3748
AAC	0,7116±0,1794	25,2152	0,4429±0,1248	28,1774
LCAC	14,7184±3,3872	23,0136	11,2810±2,8278	25,0673
LE1	3,2995±0,8306	25,1744	2,4143±1,0111	41,8791

Tabla 4. Parámetros de las regresiones de tipo potencial (Variable = $a \cdot LT^b$) llevadas a cabo entre las diversas variables morfométricas y la longitud total de *U. rogersi* (n=207). Se indica el coeficiente de determinación (r^2), el resultado de la prueba t llevada a cabo para probar la alometría de los datos (t_c) y el tipo de relación: “-” = Alometría negativa, “+” = Alometría positiva, “=” = Isometría.

Variable	a	b	r^2	t_c	Tipo
AD	0,718	0,915	0,967	-8,162	-
LD	0,567	0,961	0,977	-4,652	-
LPO	0,207	0,865	0,909	-16,713	-
LPOR	0,220	0,825	0,923	-24,890	-
LPN	0,197	0,804	0,882	-26,627	-
LHAD	0,397	0,875	0,963	-15,717	-
DIO	0,102	0,885	0,876	-25,614	-
LO	0,098	0,522	0,392	45,934	-
DIE	0,147	0,789	0,853	-39,153	-
LE	0,073	0,770	0,547	144,951	-
AE	0,016	1,115	0,739	-21,051	+
AB	0,102	0,856	0,758	-26,938	-
DN	0,087	0,866	0,911	-54,611	-
DPHB	0,225	0,836	0,909	-20,653	-
DUHB	0,106	0,876	0,883	-27,728	-
LHB	0,147	0,818	0,922	-40,422	-
LAP	0,136	0,915	0,792	-8,895	-
AAP	0,079	1,113	0,712	8,953	+
MAP	0,228	0,736	0,716	-25,034	-
MPP	0,091	1,091	0,627	5,973	+
AC	0,128	0,816	0,522	-20,370	-
LDC	0,203	0,891	0,761	-7,953	-
LVC	0,237	0,891	0,780	-7,451	-
ADC	0,011	1,058	0,769	-5,509	+
AVC	0,012	1,005	0,640	-0,340	=
AAC	0,024	1,027	0,784	-7,222	=
LCAC	0,557	0,995	0,986	-0,766	=
LE1	0,171	0,902	0,822	-9,347	-

Tabla 5. Parámetros de las regresiones de tipo potencial (Variable = $a \cdot LT_b$) llevadas a cabo entre las diversas variables morfométricas y la longitud total de *U. aspidura* (n=21). Se indica el coeficiente de determinación (r^2), el resultado de las pruebas t llevadas a cabo para probar la alometría de los datos (t_b) y el tipo de relación: “-“ = Alometría negativa, “+“ = Alometría positiva, “=” = Isometría.

Variable	a	b	r^2	t_b	Tipo
AD	0,912	0,839	0,983	-6,621	-
LD	0,670	0,904	0,986	-4,540	-
LPO	0,272	0,802	0,928	-8,767	-
LPOR	0,251	0,808	0,961	-12,230	-
LPN	0,187	0,847	0,687	-4,164	-
LHAD	0,444	0,853	0,990	-11,124	-
DIO	0,150	0,734	0,817	-27,508	-
LO	0,049	0,652	0,392	5,450	-
DIE	0,184	0,744	0,913	-21,381	-
LE	0,151	0,497	0,379	20,525	-
AE	0,056	0,594	0,402	6,120	-
AB	0,081	0,898	0,834	-19,694	-
DN	0,133	0,718	0,892	-86,229	-
DPHB	0,265	0,759	0,951	-15,186	-
DUHB	0,183	0,688	0,833	-27,764	-
LHB	0,182	0,731	0,875	-20,607	-
LAP	0,170	0,828	0,783	-6,829	-
AAP	0,191	0,828	0,637	-4,559	-
MAP	0,257	0,696	0,803	-12,386	-
MPP	0,182	0,851	0,767	-4,820	-
AC	0,122	0,815	0,499	-10,265	-
LDC	0,121	1,096	0,956	5,123	+
LVC	0,142	1,081	0,926	3,020	+
ADC	0,007	1,128	0,575	-1,618	+
AVC	0,009	1,064	0,431	-0,726	+
AAC	0,017	1,081	0,609	-1,988	+
LCAC	0,438	1,079	0,993	5,249	+
LE1	0,162	0,929	0,801	-2,410	-

Para evaluar la diferencia en las medidas morfométricas entre hembras y machos de *U. rogersi*, se asumieron varianzas iguales (gl=205) excepto para

LT (gl=200), LPOR (gl=197), DIO (gl=142), LO (gl=143), LE (gl=129), AB (gl=130), MAP (gl=193), LE1 (gl=127) (prueba de Levene), encontrando 23 variables dimórficas. En *U. aspidura* se asumieron varianzas iguales (gl=19) excepto para LPN (gl=9,59) y se encontraron dos variables dimórficas (Tabla 6). Así, considerando las variables no dimórficas comunes entre ambas especies, se encontró que ningún carácter mostró diferencias significativas entre las especies con un $p > 0,05$ (Tabla 7).

7.1.3. Caracteres morfológicos

Se observó una diferencia dimórfica más no entre especies en las placas dentarias. En ambas especies, estas placas mostraron forma plana en individuos de tallas muy pequeñas (tanto en machos como en hembras); en machos de tallas un poco más grandes, los dientes centrales se tornaron en forma de cúspide quedando los laterales planos; y en machos adultos todos los dientes se observaron en forma de cúspide (Figura 6A); las hembras adultas continuaron con el patrón de las juveniles (dientes planos) (Figura 6B).

Las hembras de las especies *U. rogersi* y *U. aspidura* presentaron sus bordes rostrales cóncavos, mientras que en los machos estos eran rectos (Figura 7A y 7B). De acuerdo a las pruebas estadísticas realizadas, en *U. rogersi* con varianzas no homogéneas (Prueba de Levene $F=50,36$, $p < 0,0001$) se presentaron diferencias significativas en el ángulo rostral entre hembras y machos ($n=214$, $t_c=14,59$, $p < 0,0001$), presentando las hembras en promedio ángulos más grandes. En *U. aspidura* con varianzas homogéneas (Prueba de Levene $F=1,424$, $p > 0,05$) también se presentaron diferencias dimórficas para este carácter morfológico ($n=21$, $t_c=2,605$, $p < 0,05$), presentando los machos los ángulos rostrales más grandes (Tabla 8).

Tabla 6. Variables dimórficas ($p < 0,05$) y no dimórficas ($p > 0,05$) de las especies *U. rogersi* y *U. aspidura*.

Variable	<i>U. rogersi</i>		<i>U. aspidura</i>	
	t	p-valor	t	p-valor
LT	5,67	<0,0001	0,76	0,458
AD	2,05	0,041	0,46	0,653
LD	0,43	0,667	0,26	0,799
LPO	-5,77	<0,0001	-0,82	0,424
LPOR	-8,35	<0,0001	-1,17	0,255
LPN	-5,64	<0,0001	-0,65	0,530
LHAD	-6,94	<0,0001	-0,43	0,671
DIO	-0,55	0,582	0,08	0,935
LO	-2,24	0,026	-0,63	0,534
DIE	-2,21	0,028	-0,06	0,951
LE	-1,28	0,204	0,15	0,881
AE	2,50	0,013	-1,63	0,120
AB	-3,09	0,002	-0,77	0,449
DN	-12,25	<0,0001	-0,86	0,402
DPHB	-0,38	0,705	0,02	0,987
DUHB	1,96	0,052	-0,35	0,732
LHB	-0,58	0,524	-0,52	0,610
LAP	-2,36	0,019	0,30	0,769
AAP	13,75	<0,0001	1,99	0,061
MAP	-3,65	0,0003	-1,86	0,079
MPP	10,42	<0,0001	1,65	0,116
AC	3,77	0,0002	1,23	0,232
LDC	-2,78	0,006	0,33	0,744
LVC	-3,25	0,001	0,97	0,344
ADC	-2,38	0,018	-2,24	0,038
AVC	-3,52	0,0005	0,41	0,685
AAC	-3,76	0,0002	-0,73	0,472
LCAC	-5,29	<0,0001	2,17	0,043
LE1	-3,21	0,0017	-0,37	0,714

Tabla 7. Variables empleadas para observar el carácter válido que separe a *U. rogersi* de *U. aspidura* al tener un $p < 0,05$.

Variable	t	p-valor
LD	-0,81	0,418
DIO	1,37	0,172
LE	0,71	0,484
DPHB	1,27	0,206
DUHB	-1,25	0,212
LHB	-0,17	0,863

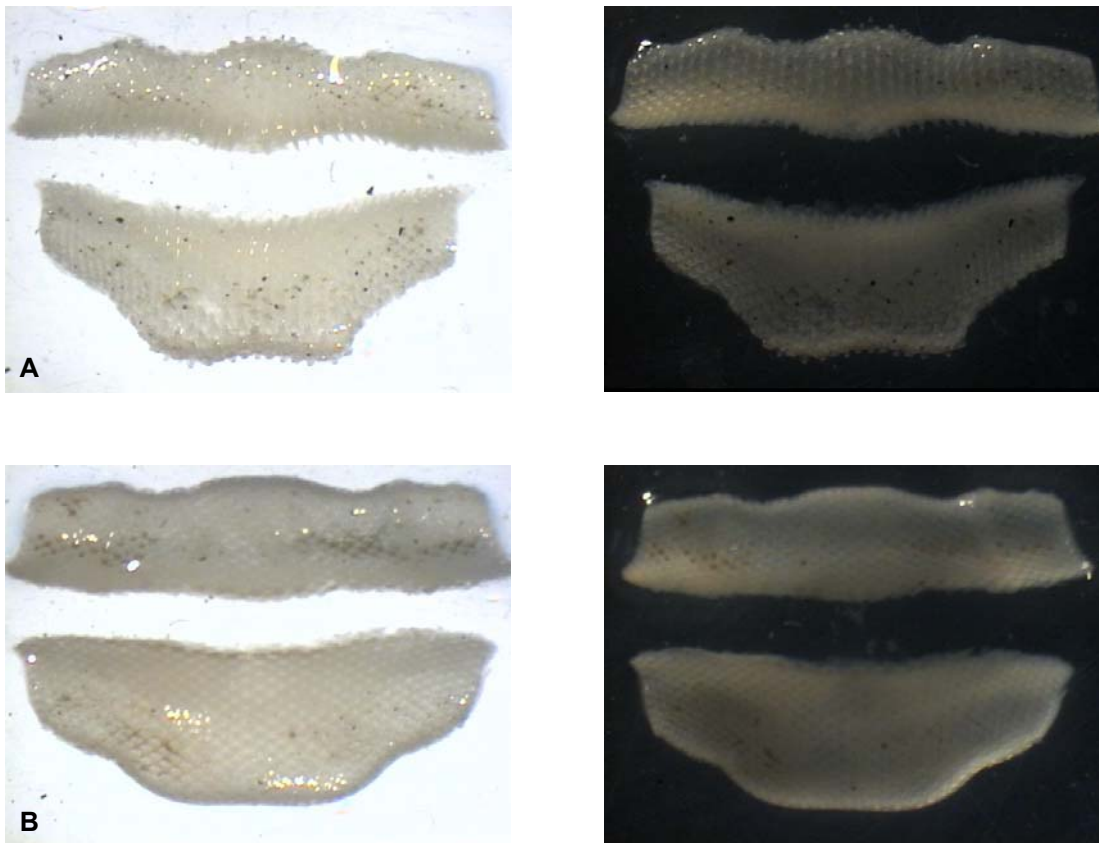


Figura 6. Vista de las placas dentarias de machos (A) y hembras (B) de las especies *U. rogersi* y *U. aspidura*.

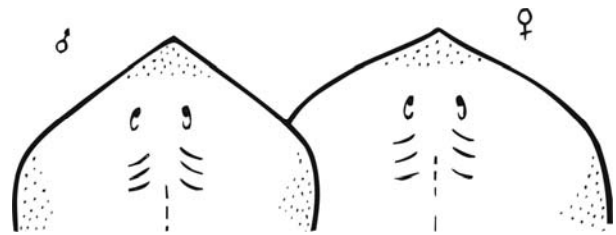
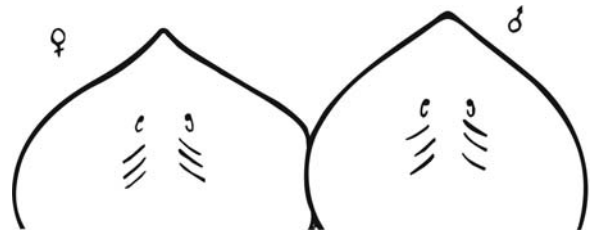
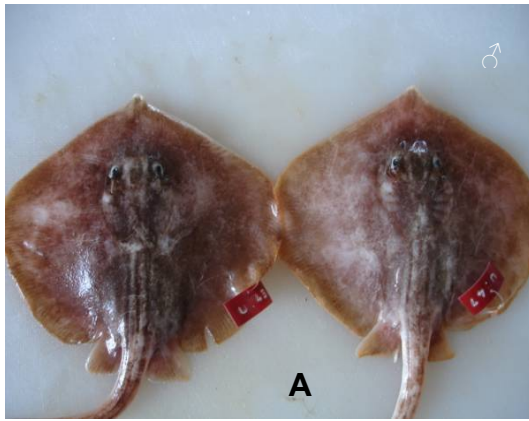


Figura 7. Vista del ángulo rostral de las hembras y machos de la especie *U. aspidura* (A) y *U. rogersi* (B)

Tabla 8. Valor mínimo, máximo, promedio (Promed.) y desviación estándar (d.) del ángulo rostral para hembras y machos de las dos especies estudiadas.

Ángulo rostral (°)	<i>U. rogersi</i>		<i>U. aspidura</i>	
	Machos ♂ (84)	Hembras ♀ (130)	Machos ♂ (12)	Hembras ♀ (9)
Mínimo	108	119	109	114
Máximo	130	130	120	121
Promed. ± d.	115,95 ± 5,10	124,76 ± 2,68	115,00 ± 3,69	118,78 ± 2,64

La coloración en la especie *U. rogersi* fue dorsalmente café claro, complementándose en las hembras con manchas tenues o puntos bien definidos grandes o pequeños siempre de color café; otras no presentaron ninguna mancha ni punto. Los machos presentaron puntos café definidos o demasiados tenues pero a diferencia de las hembras, en la mayoría no se observaron manchas. Los individuos de *U. aspidura* dimórficamente no presentaron coloraciones diferentes; el patrón para machos y hembras fue café claro.

La forma de la aleta caudal en *U. rogersi* tuvo cinco modelos diferentes, observándose aletas redondeadas y alargadas, y en un sólo individuo una forma carnosa. *U. aspidura* presentó una forma en su aleta caudal única, siendo ésta alargada y angosta, en forma de pluma (Figura 8).

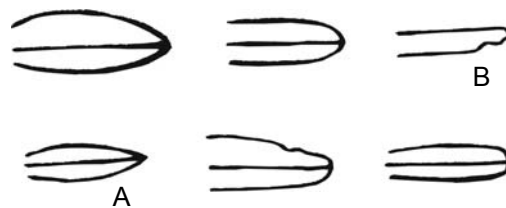


Figura 8. Diferentes formas (cinco) de las aletas caudales encontradas en *U. rogersi*, con una atípica (B). También se muestra una única disposición de la aleta caudal en *U. aspidura* (A).

En *U. rogersi* los agujones en la línea media se presentaron continuos y/o discontinuos, unos individuos con mayor abundancia de agujones en la parte media del dorso que en la cola y otros en la cola que en el dorso; los juveniles de esta especie mostraron la presencia permanente de grandes agujones en el dorso, mientras que en la cola no. En *U. aspidura* se observó claramente la presencia de grandes agujones sólo en la cola de individuos adultos, en juveniles no se observó la presencia de éstos en la línea media.

La presencia de una espina en la cola se evidenció en todos los individuos de las dos especies encontradas, sin embargo, algunos presentaron una segunda debajo de la usual que fue siempre más pequeña, siendo en *U. rogersi* 1/3 y en *U. aspidura* 1/4 aproximadamente de la longitud de la primer espina. Este carácter no mostró ningún patrón específico de identificación taxonómica o dimórfica.

Es así, como se presenta una tabla resumida de los caracteres morfológicos que describe cada sexo de las especies y las especies en sí (Tabla 9).

Tabla 9. Caracteres morfológicos de identificación entre las especies *U. rogersi* y *U. aspidura* y entre sexos.

Características	<i>U. rogersi</i>		<i>U. aspidura</i>	
	Macho	Hembra	Macho	Hembra
Placas dentarias	Cúspide	Planos	Cúspide	Planos
Ángulo rostral	Lados rostrales rectos	Lados rostrales convexos	Lados rostrales rectos	Lados rostrales convexos
Forma aleta caudal	Variada	Variada	Angosta y puntuda	Angosta y puntuda
Posición de agujones	Parte media dorso y cola	Parte media dorso y cola	Parte media cola	Parte media cola
No. espinas	1 ó 2	1 ó 2	1 ó 2	1 ó 2
Coloración	Café con puntos y manchas	Café con puntos y manchas	Café sin puntos ni manchas	Café sin puntos ni manchas

7.1.4. Clave dicotómica

Recopilando los caracteres morfométricos y morfológicos de *U. rogersi* y *U. aspidura*, se realizó una clave dicotómica, haciendo énfasis en los aspectos válidos para una identificación clara de las especies:

Géneros

Longitud de la cola igual o menor que la mitad de la longitud total; lóbulos dorsal y ventral de la caudal confluentes.....***Urobatis***

Longitud de la cola mayor que la mitad de la longitud total; lóbulos dorsal y ventral de la caudal no confluentes.....***Urotrygon***

Especies del género *Urotrygon*

Aguijones grandes confinados únicamente en la línea media de la cola en individuos adultos, en crías ausencia de agujones; coloración dorsal café sin ninguna mancha conspicua; grado de rostro en machos 115,00° (DS=3,69) y en hembras 118,78° (DS= 2,64); forma de la aleta caudal alargada y angosta, en forma de pluma.....***U. aspidura***

Aguijones continuos o discontinuos presentes en la línea media de cola y dorso en adultos y crías (en menor cantidad); coloración dorsal con presencia de manchas o puntos de color café; grado de rostro en machos 115,95° (DS=5,10) y en hembras 124,76° (DS= 2,68); aleta caudal de formas variadas pero nunca alargada y angosta ni en forma de pluma.....***U. rogersi***

7.2. ASPECTOS DE CRECIMIENTO

7.2.1. Tipo de crecimiento

La Figura 9 (A, B y C) describe la relación longitud total (LT) vs peso total (WT) de la especie *U. rogersi* con sus respectivas linealizaciones. Puede observarse en esta especie poca similitud en el tipo de crecimiento exponencial para los dos sexos, mientras que entre hembras y la especie la similitud es notoria. La relación longitud-peso (exponencial y linealizada) para esta especie se describe con las ecuaciones:

Machos (n=83)	$WT = 0,0244x^{2,4574}$	Log. WT = - 3,7126 + 2,4574 * Log. LT
Hembras (n=133)	$WT = 0,0056x^{2,9876}$	Log. WT = - 5,1802 + 2,9876 * Log. LT
Especie (n=216)	$WT = 0,0061x^{2,9386}$	Log. WT = - 5,0973 + 2,9386 * Log. LT

La Figura 10 (A, B y C) describe la relación longitud total (LT) vs peso total (WT) de la especie *U. aspidura* con sus respectivas linealizaciones; mostrando cierta similitud tanto entre sexos como entre ellos y la especie. Para esta especie la relación longitud-peso (exponencial y linealizada) se describe con las ecuaciones:

Machos (n=13)	$WT = 0,0076x^{2,8471}$	Log. WT = - 4,8814 + 2,8471 * Log. LT
Hembras (n=9)	$WT = 0,0134x^{2,6543}$	Log. WT = - 4,3118 + 2,6543 * Log. LT
Especie (n=22)	$WT = 0,0102x^{2,7463}$	Log. WT = - 4,5850 + 2,7463 * Log. LT

En *U. rogersi* el valor de $b = 2,4574$ para machos describe un crecimiento alométrico, mientras que para las hembras y para la especie con valores de $b = 2,9876$ y $b = 2,9386$ respectivamente, demostraron un crecimiento isométrico. En *U. aspidura*, se observó que los machos presentan un crecimiento isométrico, mientras que las hembras y la especie muestran un crecimiento de tipo alométrico (Tabla 10).

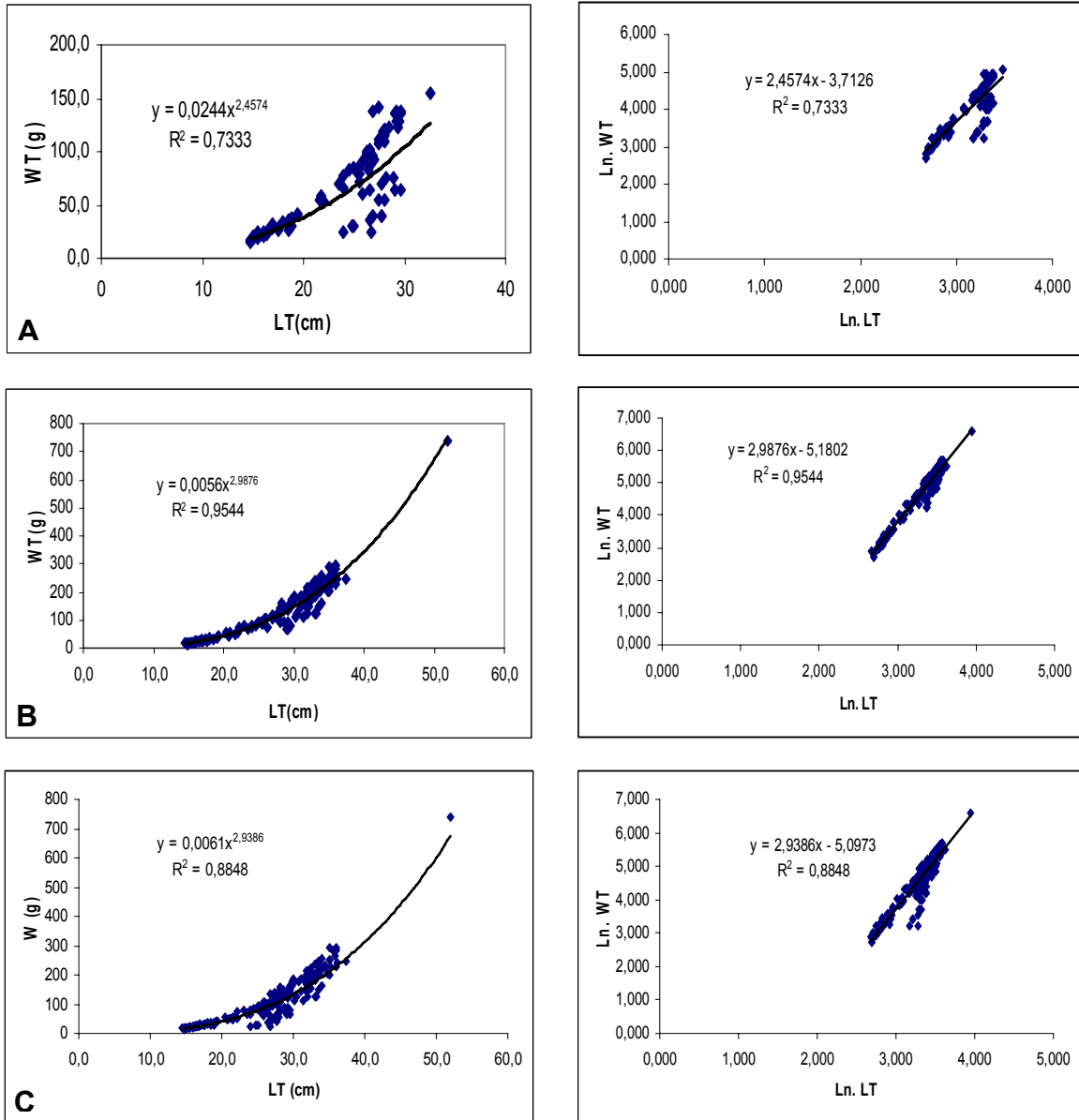


Figura 9. Curvas de crecimiento descritas para *U. rogersi* con sus respectivas linealizaciones: para machos (A), para hembras (B) y para toda la especie (C).

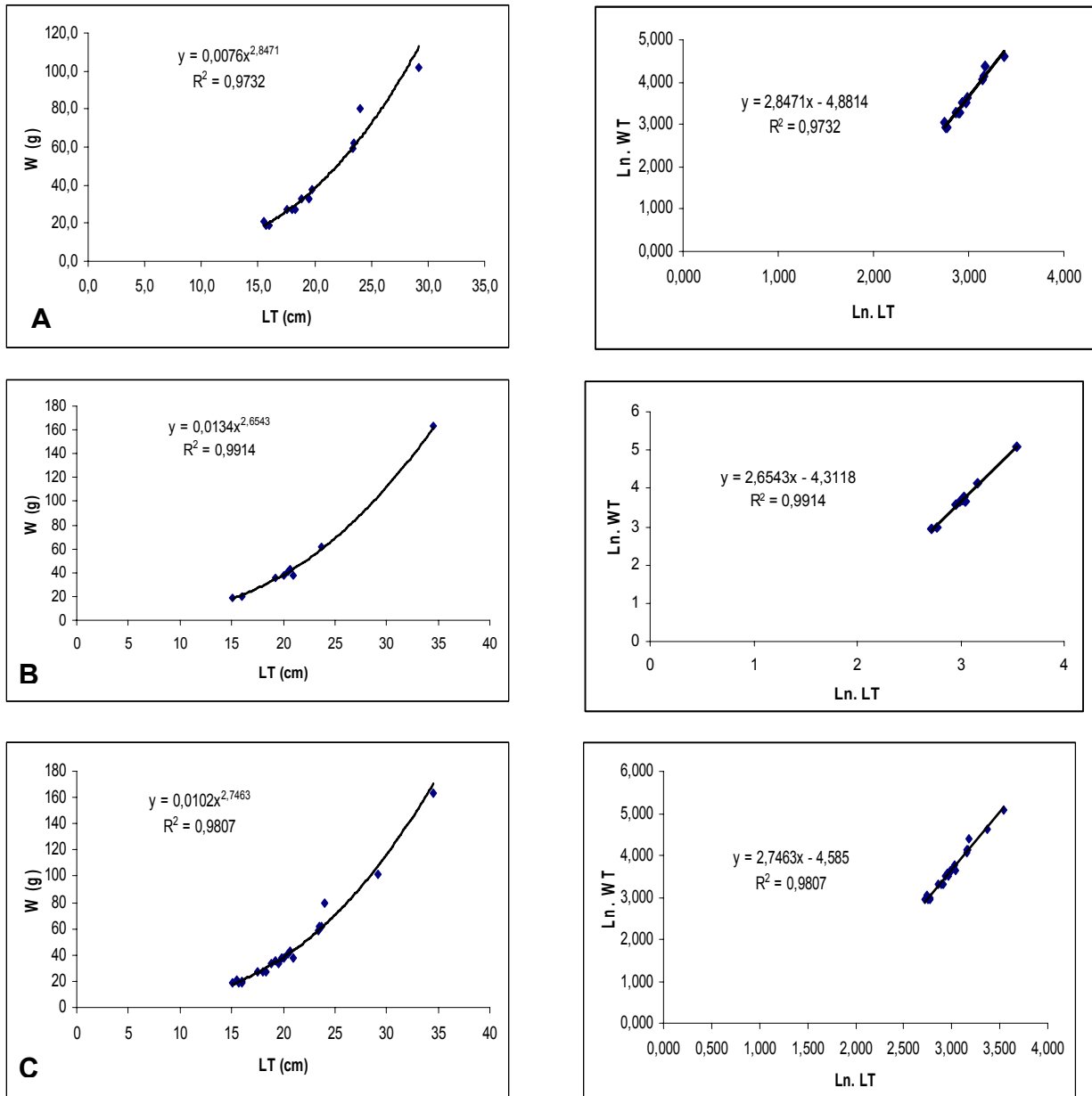


Figura 10. Curvas de crecimiento descritas para *U. aspidura* con sus respectivas linealizaciones: para machos (A), para hembras (B) y para toda la especie (C).

Tabla 10. Tipo de crecimiento de machos, hembras y toda la especie de *U. rogersi* y *U. aspidura*, indicando los valores calculados para el nivel de decisión.

	<i>U. rogersi</i>			<i>U. aspidura</i>		
	Machos	Hembras	Especie	Machos	Hembras	Especie
S(log LT)	12,206	16,366	0,116	0,082	0,1032	0,090
S(log WT)	15,571	23,244	0,362	0,239	0,2752	0,250
R ²	0,7333	0,9544	0,8848	0,9732	0,9914	0,9807
b	2,4574	2,9876	2,9386	2,8471	2,6543	2,7463
n	83	133	216	13	9	22
t _{cal}	-7,413	-0,468	-0,848	-1,063	-3,691	-2,940
t _{tabla}	-1,66	-1,66	-1,65	-1,77	-1,83	-1,71
Crecimiento	Alométrico	Isométrico	Isométrico	Isométrico	Alométrico	Alométrico

7.2.2. Longitud asintótica

En Juanchaco, *U. rogersi* presentó una talla máxima de 52 cm LT (hembra) y en La Bocana, ambas especies (*U. rogersi* y *U. aspidura*) presentaron una talla máxima similar (34,0 y 34,5 cm, respectivamente, en hembras) (Tabla 11).

Tabla 11. Tallas máxima, mínima y promedio (en cm) de individuos adultos de *U. aspidura* y *U. rogersi*, diferenciando por sexos y por lugar de monitoreo.

Sitios de monitoreo	Juanchaco n=119		La Bocana n=109			
	<i>U. rogersi</i>		<i>U. rogersi</i>		<i>U. aspidura</i>	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
LT mínima	16,0	15,1	15,3	15,1	15,1	15,5
LT máxima	52,0	32,5	34,0	27,7	34,5	29,2
LT promedio	32,0	26,5	23,3	21,6	21,19	19,6

De esta forma, la longitud asintótica que presentó *U. rogersi* fue de 54,74 cm, mientras que *U. aspidura* presentó una mucho menor de 36,31 cm.

7.3. ASPECTOS REPRODUCTIVOS

7.3.1. Descripción anatómica

En las dos especies estudiadas se presentó el mismo patrón en el aparato reproductor femenino (Figura 11). Se observaron los úteros como estructuras pareadas unidas al lado de la columna vertebral y a la pared anterior por unos microfilamentos; de cada útero sale un oviducto en la parte superior (Figura 12A); el ovario se sitúa en la parte frontal (Figura 12B), siendo un saco de paredes delgadas que resulta ser frágil al contacto y que contiene los huevos más pequeños observados a veces como sustancia vitelina de color amarillo-naranja. Las paredes internas del útero y los oviductos presentaron vellosidades, denominadas trofonemas en ambas especies.

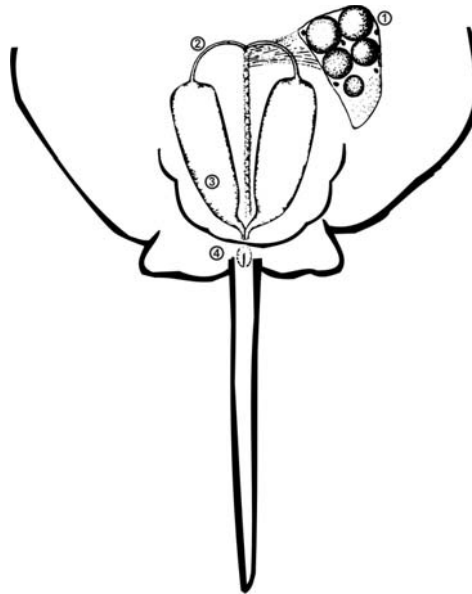


Figura 11. Vista ventral anatómica del sistema reproductor femenino de las especies *U. aspidura* y *U. rogersi*. 1) ovario. 2) oviductos. 3) úteros. 4) cloaca.

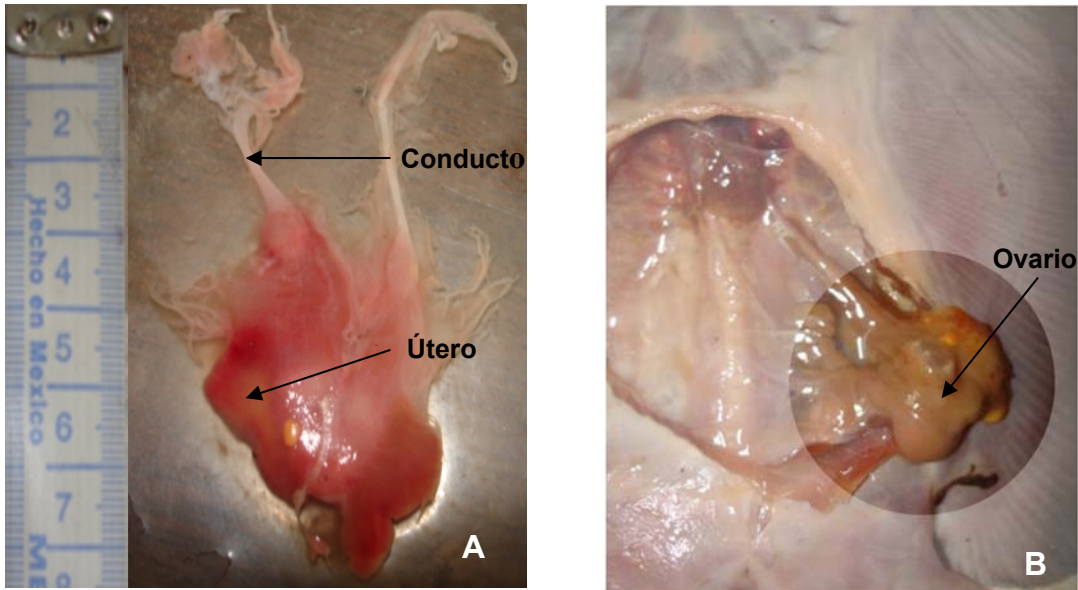


Figura 12. Forma del sistema reproductor (A) y ubicación del ovario (B) en las hembras de *U. rogersi* y *U. aspidura*.

En los machos también se cumple un mismo patrón en las dos especies (Figura 13), observándose testículos pareados, situados y unidos a lado y lado de la columna vertebral. El aparato reproductor masculino mostró una disposición de arriba abajo de la siguiente forma: testículos, epidídimo, conductos deferentes y vesícula seminal (Figura 14). El semen es de color blanco y de apariencia viscosa.

El cláster es un conducto que en algunas oportunidades mostró el rifiodón abierto (Figura 15). Este presentaba cierto grado de rotación aunque no mostró ser característica diferencial en los individuos.

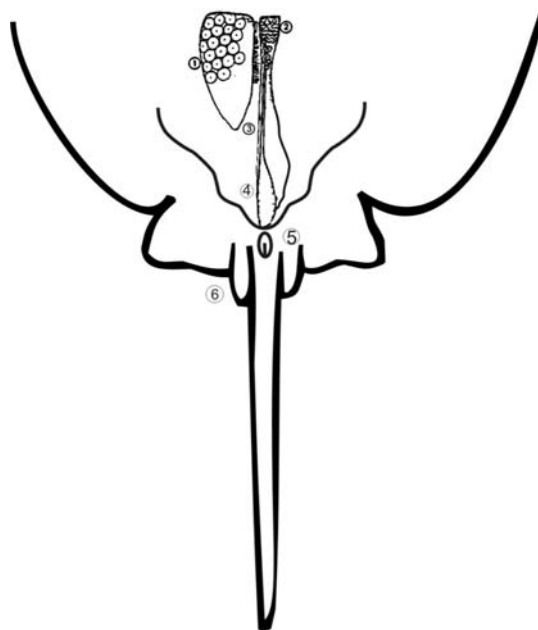


Figura 13. Vista ventral anatómica del sistema reproductor masculino de las especies *U. rogersi* y *U. aspidura*. 1) testículos. 2) epidídimo. 3) conducto deferente. 4) vesícula seminal. 5) cloaca. 6) cláasper.

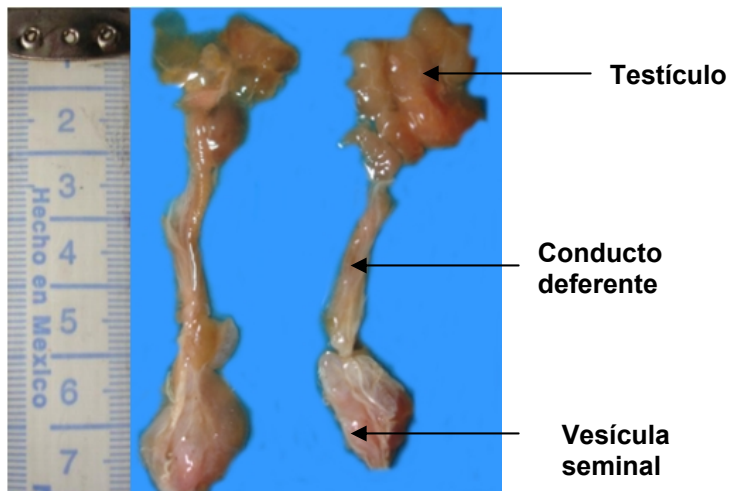


Figura 14. Sistema reproductor masculino típico en una raya madura de las especies *U. rogersi* y *U. aspidura*.

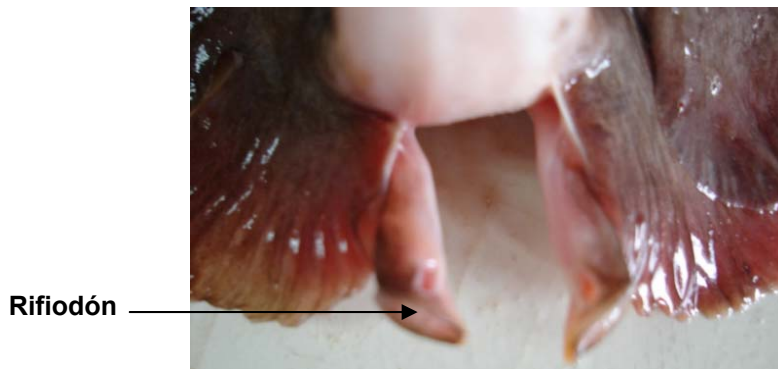


Figura 15. Disposición de los cláspers con el rifiodón abierto.

7.3.2. Estados de madurez

7.3.2.1. Observaciones macroscópicas

7.3.2.1.1. Desarrollo del útero

La mayor cantidad de hembras de *U. rogersi* estudiadas albergaron embriones en el útero izquierdo (Figura 16A), sin embargo algunas presentaron también embriones en el lado derecho (Figura 16B) cuando éstos eran más de dos, por tanto se determinó que *U. rogersi* presenta funcionalidad de ambos úteros. En *U. aspidura* aunque no se obtuvieron embriones, si se observó en todas las hembras mayor desarrollo del útero izquierdo.

7.3.2.1.2. Desarrollo embrionario

En la especie *U. rogersi* se observaron 94 embriones, de todos los tamaños, desde algunos apenas reconocibles por la silueta hasta otros ya bien desarrollados y grandes, que presentaron una reserva de sustancia vitelina en un saco unido a la parte ventral. Se tuvieron en cuenta 90 embriones, 47 hembras y 43 machos, para analizar la longitud total (LT), ancho del disco (AD) y peso (W), puesto que los otros cuatro al ser tan pequeños no permitieron ser medidos, pesados ni sexados. Así, los machos presentaron en promedio tallas y pesos mayores que las hembras (Tabla 12).

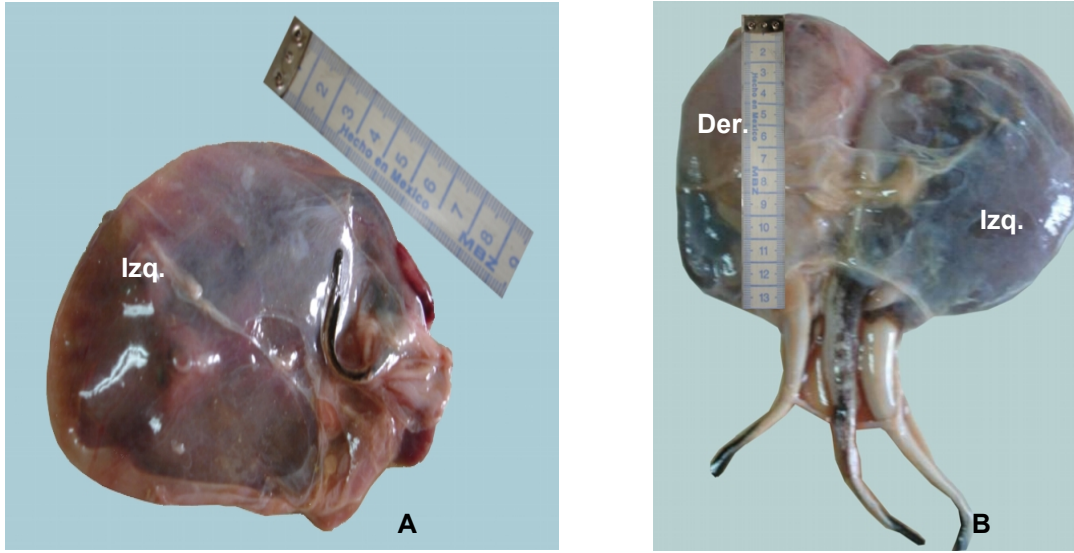


Figura 16. Desarrollo de la región derecha (A) y de las dos regiones izquierda y derecha (B) de las hembras de *U. rogersi*.

Tabla 12. Valores mínimos, máximos, promedios (X) y desviación estándar (S) de la longitud total, ancho del disco y el peso de los embriones de ambos sexos de *U. rogersi*.

	Hembras n=47			Machos n=43		
	Min.	Max.	X±S	Min.	Max.	X±S
Longitud (cm)	3,9	13	9,6 ± 2,5	4,1	14,5	10,1 ± 2,7
Ancho del disco (cm)	1,4	8,3	5,0 ± 1,7	1,4	8,2	5,3 ± 1,8
Peso (g)	0,3	15	5,8 ± 4,9	0,1	23,9	7,1 ± 5,4

Se encontraron 37 embriones libres, 15 hembras y 22 machos de *U. rogersi* y una hembra de *U. aspidura*. Estos embriones presentaron desarrollo incompleto de branquias y espiráculos. En estas las hembras de *U. rogersi* fueron mayores que los machos tanto en la longitud total como en el ancho del disco y peso (Tabla 13). El embrión libre de *U. aspidura* presentó 13,8 cm LT, 8,5 cm AD y 15,3 g de peso.

Tabla 13. Valores mínimos, máximos, promedios (X) y desviación estándar (S) de la longitud total, el ancho del disco y el peso de los embriones libres de ambos sexos de *U. rogersi*.

	Hembras n=15			Machos n=22		
	Min.	Max.	X±S	Min.	Max.	X±S
Longitud (cm)	8,1	14,8	13,5 ± 1,7	7,5	15,0	13,0 ± 2,3
Ancho del disco (cm)	3,6	8,8	7,8 ± 1,2	3,0	9,9	7,6 ± 1,8
Peso (g)	2,0	18,4	14,3 ± 4,6	1,8	20,0	12,7 ± 5,5

7.3.2.2. Observaciones microscópicas

Las observaciones generales realizadas en cada uno de los individuos definidos con un estado de madurez a nivel macroscópico, permitieron definir ciertas características como presencia y abundancia de células foliculares, desgarramiento del tejido conectivo laxo, entre otras, para hembras (Figura 17) y tamaño con grado de actividad de tubulos para machos (Figura 18).

7.3.2.3. Escala de madurez

Basándose en la escala de madurez para elasmobranquios propuesta por Urban (2000) se determinaron ciertas características a nivel macroscópico, y se complementaron con otras a nivel microscópico para proponer una escala de madurez para las especies *U. aspidura* y *U. rogersi* (Tabla 14). En los machos se encontró un sólo individuo que presentó las gónadas demasiado hinchadas con aspecto de una masa compacta (Figura 19).

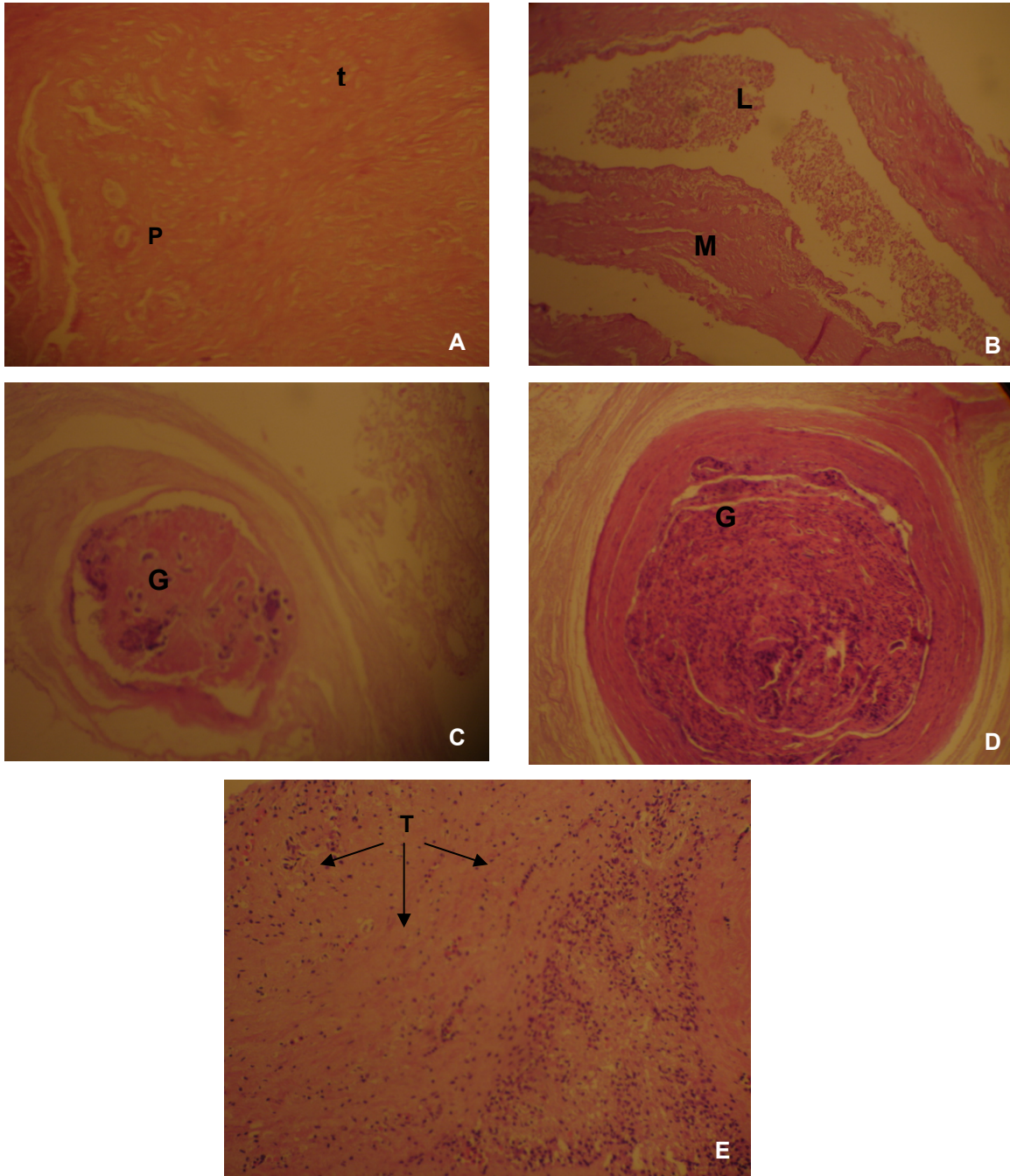


Figura 17. Cortes histológicos de hembras. A. En un individuo estadio II, folículos primordiales (P) que son oocitos primarios rodeados por células epiteliales foliculares; tejido conectivo laxo (t). B. Lumen (L) de la cavidad uterina con material amorfo de reserva y pared uterina con músculo liso (M). C y D. Corte trasversal de la glándula (G) de un individuo de la especie *U. aspidura* perteneciente al estadio macroscópico IVa, con una talla de 23,7 cm LT y otro individuo de la especie *U. rogersi* en estadio macroscópico IVb, con talla de 29,8 cm LT, respectivamente. E. Células luteínicas en capa granulosa (T). Técnica de Hematoxilina y Eosina (10X).

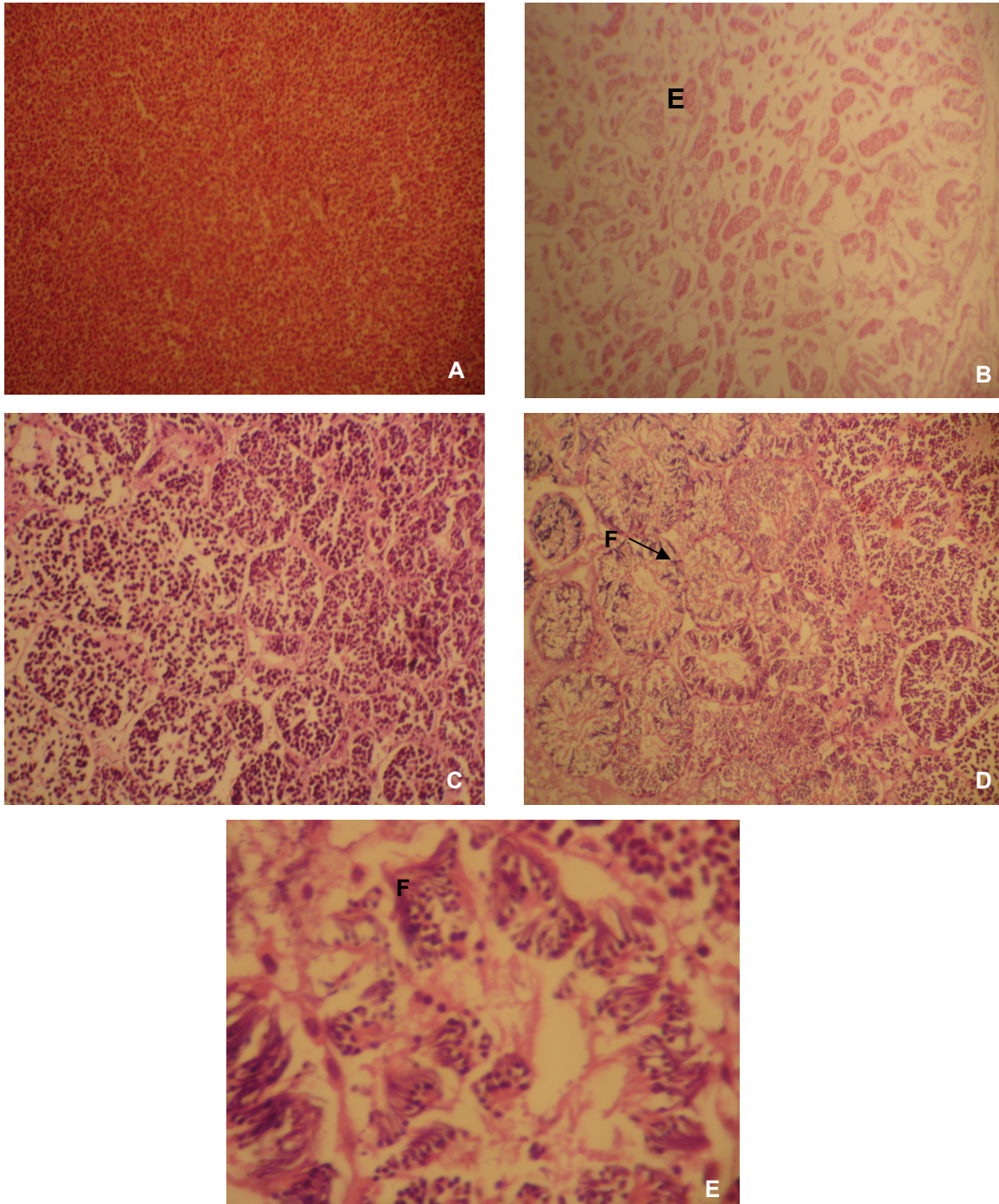


Figura 18. Cortes histológicos de machos A. gónada atrófica con presencia de Espermatogonias (10X). B. Espermatides (E) caracterizadas por presentar un núcleo en forma elipsoidal de un individuo perteneciente a la especie *U. rogersi* en estadio macroscópico II (10X). C. Tubulos seminíferos en un corte trasversal de un individuo de la especie *U. aspidura*, con una longitud total de 29,2 cm LT y un peso de 101,8 g (10X). D. Espermatozoides reunidos en células de Sertoli (F) (10X). E. Espermatozoides reunidos en células de Sertoli (F) (40 X). Técnica de Hematoxilina y Eosina.

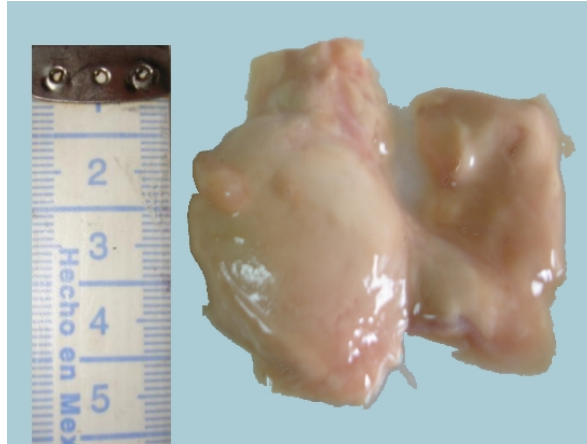


Figura 19. Gónada masculina de un individuo de la especie *U. rogersi* con 25,5 cm LT que fue capturado en la localidad de La Bocana.

7.3.4. Madurez sexual

7.3.4.1. Tallas mínimas de madurez

La cantidad de individuos machos y hembras de la especie *U. aspidura* fue de 12 y 8 respectivamente, un valor muy bajo que no permitió relacionar las variables de tallas con longitud del cláster (en machos) y número de embriones y huevos (en hembras).

En la relación de longitud total (LT) vs longitud del cláster (LC) de 80 machos de *U. rogersi* se pudo observar que la talla promedio a la cual éstos empiezan a ser maduros es de 22 cm LT aproximadamente, puesto que ya la longitud del cláster comienza a tener un crecimiento más rápido (Figura 20).

En el caso de las hembras de *U. rogersi*, en la Figura 21 se observa que 128 alcanzan su madurez sexual a los 22 cm de LT aproximadamente, en donde aparecen los primeros embriones (A) y ovocitos (B).

Tabla 14. Escala de madurez propuesta para las especies *U. aspidura* y *U. rogersi*

Estadios	Machos	Hembras
(I)	Testículos no visibles; ductos muy delgados, pequeños, transparentes y flácidos, apenas distinguibles.	Inmaduros, presencia de una tela transparente muy delgada. Sin desarrollo del aparato reproductor.
(II)	Testículos blanco-rojizos de consistencia gelatinosa; vesícula seminal un poco notoria. Sin presencia de líquido seminal al presionar el vientre. Vista de túbulos seminíferos poco activos con cromatina de espermatida en periodo de espermatogénesis.	Úteros rojo-naranja, pequeños y nada distensionados. Cavidad del lumen pequeña con células foliculares en reposo. Sin glándulas y con muchos capilares.
(III)	Testículos blanquizcos y desarrollados. Al hacer presión en el vientre salen gotas de líquido seminal. Presencia de túbulos seminíferos pequeños (poco activos) y grandes (activos), con los cromosomas condensados.	Úteros un poco distensionados. Presencia de huevos y vitelo. Cantidad de células en estado de reposo menor que en el estadio anterior. Se observa material de vitelo amorfo en el lumen.
(IV)	Maduro. Gónadas muy prominentes e hinchadas. Testículos formando masas blanquizcas. Vesícula seminal ya casi vacía. Cláspers abiertos. Salida de líquido seminal por los cláspers y la cloaca cuando se presiona ligeramente el vientre. Túbulos seminíferos activos, más grandes, con desarrollo de espermatidas, y espermatozoides empaquetados en células de Sertoli.	<p>Tejidos mas distensionados y mayor desarrollo de la cavidad del lumen. Presencia de glándulas. Presencia de embriones en útero y de huevos en ovario.</p> <p>Estadio IVa. Presencia de embriones sin desarrollo completo, algunos solo visibles por su forma, hasta los 4,9 cm de LT.</p> <p>Estadio IVb. Crías con mayor desarrollo, entre tallas de 5,0 a 9,9 cm de LT.</p> <p>Estadio IVc. Ovarios muy distensionados con crías en estado de desarrollo avanzado presentando tallas entre 10,0 y 15,0 cm LT. Se puede presentar curvatura en la parte dorsal y aumento en el seno urogenital (cloaca).</p>
(V)	Testículos pequeños. Vesícula seminal vacía. Presencia de tubulos seminíferos activos y poco activos. En algunos se observa aún desarrollo de espermatidas y espermatozoides empaquetados en células de Sertoli.	Úteros rojos y vacíos. Unos pocos huevos en estado de reabsorción. Cuerpo luteínico formado por restos de ovocitos.

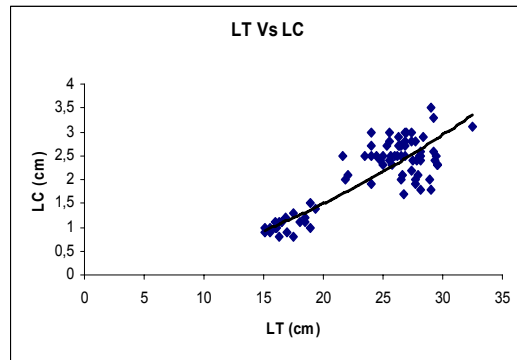


Figura 20. Relación longitud total (LT) vs longitud del cláspes (LC) en machos de la especie *U. rogersi*.

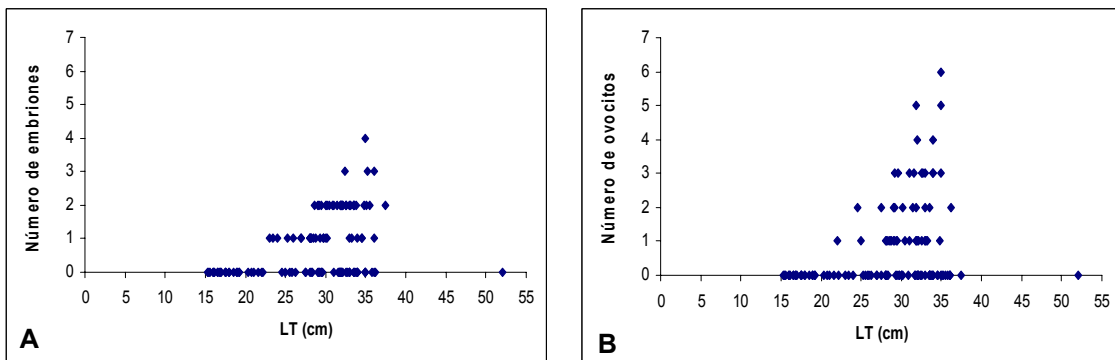


Figura 21. Relación longitud total (LT) vs número de embriones (A) y longitud total (LT) vs número de ovocitos (B) en hembras de la especie *U. rogersi*.

7.3.4.2. Tallas medias de madurez sexual

A partir de 85 hembras y 32 machos de *U. rogersi*, se observó que la talla media de madurez se presenta en los machos en un rango de 26-28 cm LT y en las hembras en un rango de tallas de 30-32 cm LT (Figura 22).

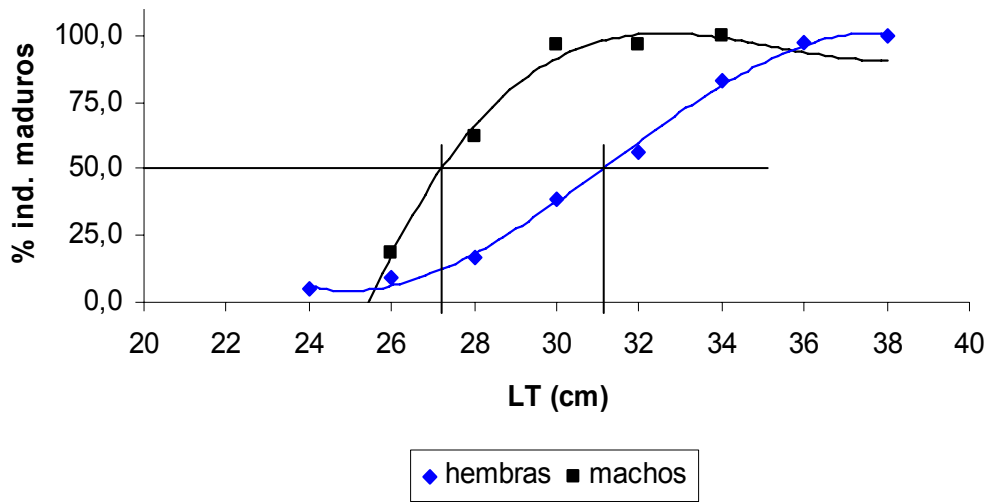


Figura 22. Relación longitud total (LT) vs % de individuos maduros para observar la talla media de madurez en machos y hembras de la especie *U. rogersi*.

7.3.3. Proporción de sexos

Teniendo en cuenta los individuos adultos de *U. rogersi*, se encontró una relación de machos:hembras de 1:2 ($n=198$, $X^2_c = 11,64$, $p<0,05$), mientras que en *U. aspidura*, los adultos si presentaron una proporción 1:1 ($n= 23$, $X^2_c = 0,39$, $p>0,05$). En cuanto a los embriones de *U. rogersi*, se halló una relación de machos:hembras de 1:1 ($n= 88$, $X^2_c = 0,18$, $p>0,05$).

En *U. rogersi* se observó que las hembras predominaron en un rango de talla alto, mientras que en un rango de talla bajo el predominio que se presentó fue por parte de los machos (Figura 23A). Los adultos machos de *U. aspidura* predominaron en el rango de tallas más bajo (15-19 cm), mientras que las hembras lo hicieron en un rango mayor (19-23 cm) (Figura 23B).

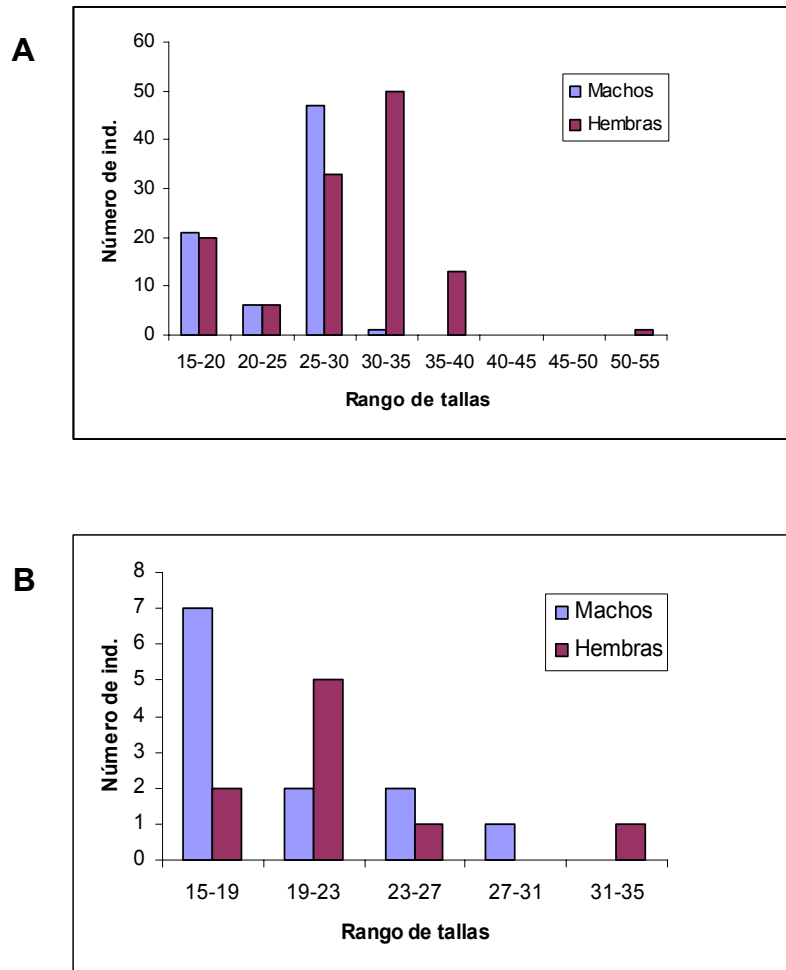


Figura 23. Frecuencia de tallas para hembras y machos de la especie *U. rogersi* (A) y *U. aspidura* (B).

7.3.5. Fecundidad

Al analizar los aparatos reproductores de 127 rayas hembras de la especie *U. rogersi*, se encontró que el 44,88% (57 ind.) presentaban crías en su útero, mientras que un 55,12% (70 ind.) no tenían. En *U. aspidura* se revisaron nueve hembras de las cuales ninguna presentó crías.

El número de embriones de *U. rogersi* varió de 1 hasta 4; este último valor lo presentó una hembra de 35 cm de LT. La fecundidad promedio fue de dos embriones por hembra.

En la Figura 21 se observa que a medida que aumenta la talla de la hembra, aumenta el número de crías y de huevos. Así, a partir de 28 cm las hembras presentan más de dos embriones y a partir de 32 cm tres embriones. En general la fecundidad de *U. rogersi* es relativamente baja.

En 49 hembras de la especie *U. rogersi* en estadios III y IV, se encontró un total de 89 ovocitos con un diámetro mínimo de 0,2 mm y un máximo de 1,2 mm; el diámetro promedio fue de 0,51 mm \pm 0,21. Solo en una hembra de *U. aspidura* se encontraron tres ovocitos cada uno de 0,3 cm de diámetro. Sin embargo, la fecundidad estimada a partir del número de ovocitos no se trabajó debido a la poca claridad en la presencia de huevos en cada una de las hembras, éstos mostraban ser una masa poco consistente que al tacto se deshacía.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8.1. ASPECTOS TAXONÓMICOS

8.1.1. Especies de estudio

Rubio (1984a) en la Bahía de Buenaventura encontró a *U. aspidura* y *U. munda*, y en el mismo año (1984b) en Bahía Málaga sólo registró a *U. munda*. Al estar La Bocana (Punta Soldado) influenciada por la Bahía de Buenaventura (Prahl *et al.*, 1990) y Juanchaco (La Barra) por Bahía Málaga (MinAmbiente, 2002), se plantea que en los meses muestreados la especie *U. munda* no estuvo presente en tales áreas o que simplemente por las dificultades taxonómicas que se han presentado en el género, esta especie haya sido confundida.

En otras zonas más alejadas de los sitios de muestreo y sin ninguna influencia directa sobre estos, como en el Golfo de Tortugas se han registrado las especies *U. serrula*, *U. munda* (Castillo, 1998) y *U. aspidura* (Castillo, 1998; Navia, 2002). Así mismo, Ardila y Rubio (1992) en la ensenada de Guapi hallaron a *U. aspidura* y Rubio (1990) en manglares y estuarios del Pacífico colombiano registraron a *U. aspidura*, *U. munda*, *U. serrula* y *U. chilensis*. La presencia de todas estas especies, asumiendo identificaciones taxonómicas correctas, indica que este género posee una distribución en todo el Pacífico vallecaucano pudiendo habitar distintos ambientes, y un poco cambiantes, dada las influencias de corrientes y ríos que modifican las condiciones del agua (salinidad, pH, oxígeno disuelto, entre otros).

Por otra parte, aunque *U. rogersi* no fue registrada anteriormente en ningún estudio en el área del Pacífico vallecaucano, ésta pudo ser confundida con

U. chilensis, pues las claves existentes no permiten una clara diferenciación entre las dos, dándoles características muy similares.

8.1.2. Caracteres morfométricos

Para *U. rogersi* se observaron dos variables morfométricas por encima del 30%, mientras que para *U. aspidura* el número de variables superior a este porcentaje fue de tres (Tabla 3). Sparre y Venema (1995) mencionan que el coeficiente de variación determina el grado de homogeneidad, aceptando los datos como homogéneos cuando presentan un coeficiente de variación inferior al 30%. Esto indica que al presentarse de 29 variables medidas en ambas especies dos (*U. rogersi*) y tres (*U. aspidura*) variables heterogéneas, los datos obtenidos si muestran ser consistentes para un análisis morfométrico.

Dado a que los caracteres fenotípicos son el efecto compuesto de genotipo y medio ambiente, bajo la influencia de la selección natural (Dobzhansky, 1970. En: Vidalis *et al.*, 1997), se esperaría encontrar diferencias entre las dos especies estudiadas, sin embargo, se pudo observar que la mayor cantidad de variables morfométricas en estas rayas predominan siendo alométricamente negativas (Tabla 4 y 5) indicando que no son válidas para ser empleadas como medidas de identificación de las especies. Esto muestra también la necesidad de realizar otros trabajos con estas especies, relacionados con morfometría, que puedan corroborar dichos resultados.

La variabilidad dentro de una misma especie, la cual se esperaría baja, muestra la necesidad de elegir características que varíen poco dentro de un grupo o taxón, ya que son más confiables que las altamente variables para la comparación taxonómica (Bass, 1973). *U. rogersi* presentó 23 caracteres dimórficos, mientras que *U. aspidura* sólo dos. Lo sucedido en la primera especie puede deberse a que las hembras mostraron ser más robustas que los machos, lo cual hace que varíen las medidas morfométricas; en cuanto a

la segunda, este resultado puede estar afectado por el bajo número de animales obtenidos, esto considerando que en elasmobranquios el dimorfismo sexual es común (Braccini y Chiaramonte, 2002). Harvey y Bradbury (1991) plantean que el dimorfismo sexual estaría asociado a aparatos de reproducción polígamos, tasas de maduración diferentes, proporciones de sexos desiguales o un uso diferente de los recursos. Sin embargo, de estas cuatro posibles opciones que explicarían el alto dimorfismo sexual en la especie *U. rogersi*, la proporción de sexos y las tasas de maduración fueron las únicas trabajadas en la especie, obteniéndose un resultado de igualdad de proporción en crías y en la tasa de maduración para ambos sexos en adultos. Esto indica que el desarrollo de eventos diferentes a este en esta especie, son los que afectarían directamente el dimorfismo, pero que estos eventos deben realizarse en estudios más extensos y con mayor énfasis a nivel de comportamiento en apareamiento.

En cuanto a la variabilidad entre especies la cual se esperaría fuera alta debido a las características que presenta cada especie en particular, ésta fue muy baja en el género, ya que mediante un análisis univariado no se obtuvo ningún carácter morfométrico que permitiera la separación entre *U. rogersi* y *U. aspidura*.

8.1.3. Caracteres morfológicos

Es importante tener en cuenta, que muchas especies presentan caracteres sexualmente dimórficos que hay que evaluar antes de realizar una identificación por especies.

Aunque no hay estudios sobre la dentadura del género *Urotrygon*, en las dos especies obtenidas en este trabajo se observó una diferencia dimórfica, en donde las hembras presentaron dientes planos y en forma de diamante (Figura 6A) y los machos dientes en forma cónica (Figura 6B). Adicionalmente, la forma de los dientes encontrada para los machos, indican

que estas especies presentan además una diferenciación etaria, lo cual podría ser explicado por el tipo de alimento que consumen los juveniles y los adultos como sucede con la raya guitarra (*Rhinobatos leucorhynchus*), la cual en un estudio realizado por Payan (2006) en el Golfo de Tortugas, Pacífico colombiano, presentó diferencias en las dietas por tallas, donde animales mayores a 52 cm incluyeron peces en su dieta. Sin embargo, en para las especies de *Urotrygon* se requeriría de un estudio detallado de dietas, para corroborarlo. La diferenciación en dentición, entre sexos y edades o tallas ha sido notada en especies de rayas: *Urolophus halleri* (ahora *Urobatis halleri*), especie de un género muy similar, presenta una distinción sexualmente dimórfica, donde los dientes de las hembras tienen apariencia de diamantes planos mientras que los machos presentan las últimas hileras de la placa dentaria en forma cónica (Nordell, 1994). En *Psammobatis extenta* los machos y hembras juveniles presentan dientes de forma redondeada con la punta cónica y roma, distribuidos en hileras oblicuas; mientras los machos maduros presentan dientes de base redondeada y forma cónica, con su punta aguda, en hileras longitudinales las hembras continúan con el mismo patrón descrito para juveniles (Braccini y Chiaramonte, 2002).

Hay varias hipótesis de estas diferencias dimórficas en las placas dentarias, Nordell (1994) por ejemplo plantea que esta diferenciación puede estar dada por la necesidad de los machos de mantener cerca a las hembras durante la cópula; Stevens (1974) propone que mediante los mordiscos los machos pueden inducir la receptividad de las hembras y Nordell (1994) y Wourms (1977) plantean que más que una respuesta fisiológica es comportamental y que por medio de este mecanismo el macho puede transmitirle alguna información a la hembra de su potencial como compañero para defender territorio o recursos. Por lo que se pudo observar en el género estudiado es posible que este dimorfismo sexual en dentición no este dado para eventos reproductivos o de cópula, pues no se encontraron marcas en las hembras, o

bien, el tiempo de muestreo de este estudio no coincidió con este tipo de eventos.

El ángulo rostral resultó ser un carácter dimórfico; éste está incluido en dos de las claves empleadas (McEachran y di Sciara, 1995 y Miyake y McEachran, 1988), como una partida de identificación entre especies. Sin embargo, al tratar de confrontar los resultados obtenidos de este carácter para los individuos estudiados con tales claves no se obtuvieron buenos resultados debido a que los rangos del ángulo rostral en McEachran y di Sciara (1995) para *U. chilensis* (en machos 112-134° y en hembras 123-134°) y *U. rogersi* (en machos 100-121° y en hembras 114-128°) se sobreponen; y en Miyake y McEachran (1988) el rango está dado solo para hembras (113-140°) de *U. aspidura*, *U. rogersi*, *U. chilensis* y *U. simulatrix*, pero sin ninguna determinación para cada una. Los valores obtenidos en el estudio para *U. rogersi* presentaron un rango de 108-130° en machos y 119-130° en hembras que confrontado con los valores de la bibliografía citada no permiten ubicar con precisión los individuos de la especie dentro de algún rango ya establecido. Esto indica que este carácter no es como tal válido para usarse en la identificación de especies dada su amplitud y su variación según las características de los individuos colectados. Sin embargo, a nivel de dimorfismo sexual, aunque no sea preciso en la determinación de uno u otro sexo se observa que las hembras presentan un ángulo mayor en ambas especies (Tabla 8).

La coloración no resultó ser un carácter dimórfico en ninguna de las especies estudiadas, pero a nivel taxonómico sí fue un aspecto clave en la identificación de *U. aspidura* y *U. rogersi*. La primera presentó la coloración típica con cara dorsal de color café, con o sin manchas o puntos tenues, pero siempre sin reticulado ni marcas conspicuas (McEachran y di Sciara, 1995; Chirichigno y Cornejo, 2001). *U. rogersi*, siguiendo estas claves, mostró algunos inconvenientes al ser confundida con *U. chilensis*; ya que según

Chirichigno y Cornejo (2001) *U. chilensis* posee manchas o pecas negras y según McEachran y di Sciara (1995) su color dorsal es café, con o sin manchas o puntos, no mostrando gran diferencia con los individuos de *U. rogersi* observados. No obstante, Robertson y Allen (2002) describen a *U. chilensis* con una coloración gris oscura o pálida en la región dorsal, con manchas oscuras o grisáceas esparcidas irregularmente, carácter que descartó tener esta especie. Esto fue corroborado directamente con observaciones personales de un ejemplar de *U. chilensis* colectado en Pianguita en noviembre de 2003, cuya coloración es distinta a la de los ejemplares del estudio, planteándose por tanto la especie *U. rogersi* como especie capturada en el estudio. Es así como se comprueba que de las claves empleadas que mencionan la coloración como carácter de identificación sólo la de Robertson y Allen (2002) reúne todas las características necesarias en cuanto a las especies *U. rogersi* y *U. chilensis*.

Los caracteres como presencia, disposición y forma de los aguijones no son dimórficos, pero si permiten la identificación taxonómica de las especies encontradas. La disposición y la forma de los aguijones entre las dos especies fueron notablemente diferentes. Aunque se observó que la disposición de los aguijones de *U. aspidura* es un carácter claro de identificación, en *U. rogersi* no lo es. Para *U. aspidura*, McEachran y di Sciara (1995) plantean que se encuentran ejemplares de 10 a 20 cm de longitud total, con dentículos dérmicos bastante espaciados y en ejemplares mayores a 20 cm con aguijones confinados a la línea media de la cola; Miyake y McEachran (1988) describen en la especie aguijones presentes únicamente en la línea media de la cola; en tanto que Chirichigno y Cornejo (2001) plantean que generalmente estas rayas no presentan aguijones agudos en la mitad del dorso. Sin embargo, Allen y Robertson (1998) y Robertson y Allen (2002) presentan a *U. aspidura* con dentículos pequeños y débiles esparcidos cubriendo el disco y la cola y aguijones grandes en la línea media dorsal y la cola. En este estudio se observaron individuos pequeños sin

aguijones, y adultos con aguijones solo en la línea media de la cola, bastante espaciados; lo que puede explicar que esta especie si presente como carácter clave de identificación la ausencia o predominio de algunos aguijones en la línea media dorsal, que igualmente presentarían una forma única muy aguda y sobresaliente en relación a las demás especies.

Debido a la gran similitud presentada entre las especies *U. simulatrix* y *U. rogersi*, se necesitó de un carácter específico que pudiera diferenciarlas lo más certeramente posible. En la especie *U. rogersi*, se encontró que un carácter clave estaba dado por los aguijones y dentículos pero no exactamente por la disposición como en *U. aspidura*, sino por la forma de éstos más en su parte basal. Teniendo en cuenta la clave taxonómica de Miyake y McEachran (1988), *U. simulatrix* presenta la forma de los dentículos y de aguijones muy similar (forma cónica alta y recurvada con la base en forma estrellada); mientras que McEachran y di Sciara (1995) para *U. rogersi* plantean que sus dentículos y aguijones son de forma diferente (dentículos erguidos a levemente encorvados y aguijones a lo largo de la línea media, en forma de quilla, de bases ovals e irregularmente espaciados). De esta forma, los individuos colectados quedaron pertenecientes a *U. rogersi*. Sin embargo, se hace necesario comprobar este carácter en algún ejemplar identificado como *U. simulatrix*.

Robertson y Allen (2002) mencionan a *U. aspidura* con una aleta caudal relativamente redondeada y angosta y a *U. rogersi* con una aleta caudal relativamente angosta, puntiaguda (Figura 9A). Sin embargo en este estudio en *U. aspidura* la forma de la aleta caudal fue siempre típica siendo alargada, angosta y puntiaguda, mientras que para *U. rogersi* este carácter no sirvió para identificación entre especies o sexos debido a su variabilidad (Figura 9), que puede serle útil en ambientes con diferentes condiciones a las que estén sometidas. Por otro lado, la presencia de dos espinas en la cola, para ambas especies se presentó como un carácter no útil para separar entre sexos y/o

especies; ninguna de las claves taxonómicas igualmente proponen esta característica como clave para identificación. Este carácter está presente en todas las especies del género y permiten identificarlos dentro de un taxón mayor (a nivel de familia), siendo a la vez, una respuesta a sus hábitos bentónicos que al permanecer a menudo parcialmente semienterrados en fondos blandos por largos periodos de tiempo (Robertson y Allen, 2002), utilizan sus espinas para defenderse de los predadores y ocasionalmente de los humanos, quienes inadvertidamente las pisan, tal como sucede con *Urobatis halleri* y otras rayas espinosas de las familias Urolophidae, Urotrygonidae y Dasyatidae (Campbell, 1951; Russell, 1953).

8.2. ASPECTOS DE CRECIMIENTO

El tipo de crecimiento fue isométrico para hembras de *U. rogersi* y para machos de *U. aspidura* (Tabla 11), muy similar al resultado presentado en las hembras de *Zapteryx brevirostris* ($b=2,947$) (Da Silva, 1987) y *Rhinobatos productus* ($b=3,221$) (Villavicencio-Garayzar, 1993a) y en ambos sexos de *R. horkelli* ($b = 3,068$) (Lessa, 1982. En: Da Silva, 1987) que presentan también un crecimiento isométrico. Los resultados de crecimiento de *U. aspidura* pueden estar afectados por el bajo número de individuos estudiados; no obstante, este crecimiento de la especie puede estar determinado por factores como metabolismo, estacionalidad y disponibilidad de alimento dado que la temperatura juega un papel importante para el crecimiento y determina la estacionalidad de los mismos (Urban, 2000). Sin embargo, la isometría (igualdad en la proporción de las variables medidas y la longitud total sin importar el tamaño del individuo) no significa crecimiento constante a lo largo de la vida y la alometría (proporción menor (negativa) o mayor (positiva) entre las variables medidas y la longitud total, cuanto mayor es el tamaño del individuo) tampoco va de la mano con la estacionalidad, por lo que en un crecimiento alométrico para *U. aspidura*, lo que puede suceder es que

algunos animales no dejen de crecer isométricamente sino que al presentar tasas de crecimiento diferentes en algunas épocas del año, o inclusive en algunas etapas de su vida, este crecimiento no continúe siendo el mismo (Martin y Cailliet, 1988).

Según McEachran y di Sciara (1995), *U. aspidura* presenta una talla máxima de 42,1 cm LT y 23,3 cm AD y *U. rogersi* una de 46,2 cm LT y 27,8 cm AD, por debajo de la talla máxima encontrada en este estudio en un individuo perteneciente a la especie *U. rogersi* con 52 cm de LT y 33,6 cm de AD. Esta talla encontrada en *U. rogersi* puede estar relacionada con la edad del animal, indicando un aumento de tamaño dependiente de la edad y las condiciones ambientales, que según Urban (2000) estarían más influenciadas por la temperatura que crea cambios en el metabolismo por una estacionalidad o disponibilidad de alimento.

Por lo general en los Batoideos, las hembras alcanzan tallas mayores que los machos, como se observa en *Zapteryx brevirostris* (Da Silva, 1987), *Dasyatis centroura* (Struhsaker, 1969), *D. sabina* (Snelson *et al.*, 1988), *Myliobatis californica* (Martin y Cailliet, 1988), *Rhinoptera bonasus* (Smith y Merriner, 1987) y *Rhinobatos productus* (Villavicencio-Garayzar, 1993a). Esto mismo fue encontrado en ambas especies estudiadas del género *Urotrygon*, y a la vez siendo las hembras de *U. rogersi* (52 cm LT) más grandes que las hembras de *U. aspidura* (34,5 cm LT). Sin embargo, en un trabajo realizado en el Golfo de Tortugas por Navia (2000), esta última especie presentó una talla máxima de captura de 48,0 cm. De esta forma, la longitud asintótica que mostró *U. aspidura* en este estudio, fue mucho menor que la encontrada por Navia (2000) (50,5 cm), que a su vez sobrepasa la talla máxima mencionada por McEachran y di Sciara (1995) de 44,32 cm. Esta diferencia en tallas de captura, puede estar dada por los artes empleados en cada estudio. En el presente trabajo el arte de pesca utilizada (changa) presenta un ojo de malla de ¼ pulgada permitiendo la captura de individuos muy pequeños; mientras que en el estudio de Navia (2000), el arte de pesca usado (redes arrastreras)

con ojo de malla promedio de 2 ¼ de pulgada, permiten la captura de individuos de mayor tamaño. Igualmente, la distancia a la costa también puede influir en estas diferencias, considerando que la mayor capacidad de dispersión y movilidad superficial es de las rayas más grandes (Cortés, 2004); así se podría interpretar que los animales más grandes pueden ocupar zonas más distantes de la costa (p.e. Golfo de Tortugas), mientras que los animales más pequeños ocupan áreas más costeras (p.e. Punta Soldado y La Barra); basado igualmente en lo que dicen Gaston y Blackburn (1996) que el ámbito doméstico y la dispersión se incrementan con el tamaño corporal, aunque viéndolo a una escala local.

8.3. ASPECTOS REPRODUCTIVOS

8.3.1. Descripción anatómica

En los individuos de las dos especies estudiadas se pudo observar un patrón anatómico del aparato reproductor femenino sin algunos elementos descritos para elasmobranquios por autores como Hamlett y Koob (1999). Las hembras presentaron un ovario, dos oviductos, dos úteros que en la mayoría de los casos presentaba desarrollo único del lado derecho, glándulas y una cloaca. Hamlett y Koob (1999) mencionan además el ostium (cavidad que se encuentra en los conductos y recibe los óvulos fértiles para luego ser transportados por los conductos) y el istmo (segmento corto que une la glándula nidamental con el útero y evita el reflujo del hitótrofo), en general para todos los batoideos, e incluso para los elasmobranquios. La observación de glándulas nidamentales, fue una característica visible en hembras en estadios avanzados (IV). En especies vivíparas esta glándula oviducal o nidamental crece con el desarrollo de los folículos, alcanzando su tamaño máximo antes de la ovulación y luego disminuyendo al descargar los precursores de la capsula (Hamlett y Koob, 1999).

Los ovarios que pueden ser pareados como en *R. horkelli* (Texeira, 1982) o único como se presenta en *U. aspidura* y *U. rogersi* tienen tres funciones principales: 1) generación de células embrionarias, 2) adquisición y acumulación de vitelo y 3) biosíntesis y secreción de hormonas, la mayoría esteroides (Hamlett y Koob, 1999). Dado al análisis realizado durante el estudio, sólo fue posible verificar la segunda función, donde se observó gran cantidad de vitelo como un líquido viscoso, denso y amorfo, que en algunos casos estaba acompañado de huevos. En la mayoría de las especies vivíparas aplacentadas predomina un ovario sobre otro; por ejemplo en tiburones el ovario derecho es el principal generador de huevos ovulados, mientras que el izquierdo es rudimentario o ausente, en cambio en la mayoría de las rayas el ovario izquierdo es el principal productor de ovas maduras (Hamlett y Koob, 1999), siendo el mismo ovario funcional en las especies de *Urotrygon* estudiadas.

En el sistema reproductor de rayas hembras, la organización y forma del útero y oviducto es altamente variable dado a la diversidad de especies y al gran rango de patrones reproductivos que existen; en especies vivíparas, la última región del oviducto se expande para formar el útero el cual es altamente desarrollado y muestra varias modificaciones (Wourms, 1977). En las especies estudiadas *U. aspidura* y *U. rogersi*, se observaron los úteros como estructuras pareadas al lado de la columna vertebral unidos a la pared anterior dorsal como describe Wourms (1977), con una forma elongada similar a como lo presentan los tiburones y algunas rayas (Babel, 1967).

Hoar (1969) reúne las funciones de los oviductos en los siguientes puntos: 1) colección de huevos. 2) transporte de huevos al exterior. 3) sitio de desarrollo de los juveniles en formas vivíparas. 4) sitio de recepción y almacenaje del esperma. Debido a la dificultad de observar microscópicamente los oviductos y viendo el útero como la expansión de la última porción de éste, sólo el

transporte de huevos y desarrollo de juveniles fueron funciones evidentes de estos conductos para las rayas *U. aspidura* y *U. rogersi*.

Los úteros independientemente se unen en una cloaca. Esto pareciera tener importante papel en eventos reproductivos basado en dos observaciones, en donde los embriones en desarrollo gastan la última mitad de la gestación en una cámara ensanchada que consiste de útero y cloaca y que esta última aumenta con la maduración sexual sugiriendo ser así una característica sexual secundaria (Hamlett y Koob, 1999). En las hembras de la especie *U. rogersi* se observó este suceso, en donde las que presentaban crías en desarrollo avanzado mostraban cierta elasticidad y agrandamiento en la cloaca, sirviendo esta característica como elemento clave para proponer la escala de madurez para el género.

La mayoría de las especies vivíparas ovulan huevos relativamente grandes, sin embargo unas pocas de tamaño pequeño (Hamlett y Koob, 1999), como las rayas espinosas *Urotrygon*, producen huevos muy pequeños, con poco vitelo, siendo insuficientes para completar el desarrollo del embrión; esto puede ser el resultado de la estrategia reproductiva que presentan (viviparidad aplacentada con vellos uterinos), en donde el epitelio forma vellos alargados llamados trofonemas que incrementan la superficie para la secreción de histótrofos y el intercambio gaseoso, y en los fetos el estómago e intestino funcionan tempranamente en el desarrollo para digerir los nutrientes del histótrofo. El resultado de esta forma de reproducción es poca descendencia de gran tamaño, tal como se observó en las especies estudiadas y como ha sido reportado para otras especies como *Toperdo ocellata*, *Dasyatis violacea*, *Dasyatis americana* y *Myliobatus freminvillei* (Hamlett y Koob, 1999). Así mismo, la presencia de estas vellosidades o trofonemas en las paredes uterinas, las cuales son las encargadas de producir la leche intrauterina, se presenta también en *R. productus*

(Villavicencio-Garayzar, 1993a) y en *D. longa* (Villavicencio-Garayzar *et al.*, 1994).

En los machos de las especies *U. rogersi* y *U. aspidura* se observó un sistema reproductor conformado por testículos, epidídimo, conducto deferente, vesícula seminal, cloaca y cláspers. Para los elasmobranquios Hamlett y Koob (1999) mencionan además la glándula alcalina, la cual es una estructura pareada situada en la base de riñón y la vesícula seminal que posiblemente neutraliza la orina acida protegiendo los espermatozoides; sin embargo esta estructura no fue identificada.

En machos de las dos especies estudiadas, se encontró el sistema reproductor como estructuras pareadas situadas a lado y lado de la columna vertebral, unidos al cuerpo del animal como regularmente se describe en los elasmobranquios (Wourms, 1977). Su forma se observó como muchos lóbulos de consistencia gelatinosa en algunos y en otros como una sustancia densa pero no tan lobulada, patrón muy similar al que presentan los tiburones canasta (*Cetorhinus maximus*) (Mattheus, 1950).

La vesícula seminal se observó como una estructura grande en diámetro blanca o menos blancuzca según la cantidad de líquido seminal que presentara. Según Hamlett y Koob (1999) cada vesícula seminal tiene una dilatación lateral llamada saco espermático el cual corresponde a las glándulas alcalinas de Marshall, que tampoco fueron identificadas en los individuos estudiados.

Como en todas las rayas, los cláspers se presentaron pareados y como extensiones de la base posterior de las aletas pélvicas. En los Batoideos el saco sifonal que se presenta en tiburones, es reemplazado por la glándula del cláspers, la cual se encuentra en ambos hemipenes (La Marca, 1964; Babel, 1967), la cual no fue examinada en los ejemplares colectados de

Urotrygon. En individuos maduros se observó el rifiodón de los clápers abiertos, el cual posiblemente indicaban una etapa de cópula en estos individuos.

8.3.2. Estados de madurez

Considerando el desarrollo de útero y ovario, según Wourms (1977) las rayas vivíparas presentan el ovario y oviducto derecho ausentes o reducidos. Sin embargo, probablemente el estado de reducido no quiera decir no funcional, puesto que similar a *Rhinobatos productus* (Villavicencio-Garayzar, 1993a), *R. horkelli* (Texeira, 1982), *R. annulatus* (Rossouw, 1983), *Narcine brasiliensis* (Villavicencio-Garayzar, 1995a) y *Zapteryx exasperata* (Villavicencio-Garayzar, 1995b) que poseen los dos ovarios y oviductos funcionales, las hembras de las especies *U. aspidura* (en las cuales no se encontraron crías) y *U. rogersi*, presentaron sus dos oviductos funcionales incluyendo úteros y el ovario, aunque *U. rogersi* presentó en su mayoría en una vista dorsal, sólo el útero y oviducto izquierdo funcional, estando el derecho reducido (Figura 15A). Esta funcionalidad y desarrollo de los dos úteros se alcanzó a observar en tres hembras en las cuales se desarrollaron dos, tres o cuatro embriones (Figura 15B). Esto las diferencia de otras rayas vivíparas, en las que el oviducto y ovario derecho se presentan reducidos y no funcionales (Daiber y Booth, 1960; Wourms, 1981; Smith y Merriner, 1986; Martin y Cailliet, 1988) como se da en *Dasyatis longa*, *D. centroura*, *D. sabina*, *D. sayi*, *D. brevis* (Struhsaker, 1969; Snelson *et al.*, 1988 y 1989; Villavicencio-Garayzar *et al.*, 1994; Villavicencio-Garayzar, 1995a); *D. bleckeri* (Babel, 1967) y *Mobula munkiana* (Villavicencio-Garayzar, 1991) que presentan funcional el ovario y oviducto izquierdo; en el género *Urolophus* (Wourms, 1977), en *Gymnura marmorata*, *G. micrura*, *G. altavela* (Bigelow y Schroeder, 1953; Daiber y Booth, 1960; Villavicencio-Garayzar, 1995a) y *Myliobatis californica* (Villavicencio-Garayzar, 1995a) que presentan los dos oviductos funcionales y solo el ovario izquierdo funcional.

En cuanto al desarrollo embrionario, Wenbin y Shuyuan (1993) plantean que en los Myliobatiformes todos los embriones dentro de una misma hembra crecen a un mismo ritmo, sin embargo en *U. rogersi* las tallas entre los embriones diferían bastante, apartándose los Urotrygonidos de esta condición.

Por lo que se pudo observar en las hembras analizadas, en *U. rogersi*, los embriones se quedan dentro de la madre hasta que ya están completamente desarrollados siguiendo el patrón de viviparidad (McEachran y di Sciara, 1995), que según las observaciones del trabajo es cuando los espiráculos se presentan completamente cerrados y hay un mayor desarrollo externo de las branquias. Sin embargo, la talla máxima de los embriones encontrados en los úteros fue de 14,5 cm LT (Tabla 12) y la de los embriones libres de 15 cm LT (Tabla 13), por lo que estos valores tan cercanos pueden indicar que las hembras liberan sus crías en el momento en que se sienten estresadas o se encuentran frente a un cambio de presión, probablemente siendo un mecanismo para su sobrevivencia o una simple respuesta fisiológica.

Según Urban (2000) la mejor manera de definir la madurez de los machos es a partir del desarrollo de los órganos copuladores (cláspers), en donde en los animales adultos llegan bastante más allá del extremo posterior de las aletas pélvicas. Sin embargo, esto difirió mucho de lo encontrado para los machos de *U. rogersi* y *U. aspidura* en este trabajo, puesto que la longitud del cláspers de los individuos maduros e inmaduros no presentó gran variación. Por tal razón, se considera que las características más relevantes para el análisis en este género están en la cantidad de semen que presenta el animal y en el aspecto de color y forma de las gónadas.

Igualmente Urban (2000) plantea que la madurez de las hembras se determina mediante examen interno, puesto que poseen un sistema reproductivo conformado generalmente por dos ovarios, oviductos que

realizan la secreción de albúmina y almacenamiento de esperma, y una glándula nidamental que se encuentra en el útero que no fue posible determinar con claridad en los individuos analizados a nivel macroscópico. Solo a nivel microscópico pudo observarse una serie de glándulas (posiblemente nidamentales) comprobando que para la observación de un sistema anatómico reproductivo en estas especies se necesita de un análisis micro y macroscópico.

Para definir estados de madurez muchos trabajos como el tomado como guía de Urban (2000) no incluyen la parte microscópica, la cual sirve de soporte y complemento para definir cuando un organismo está en un estado temprano o más avanzado. Es así como reuniendo aspectos micro y macroscópicos se planteó una escala de madurez para las especies *U. aspidura* y *U. rogersi*, la cual posiblemente puede ser extendida al género, dada las similitudes entre ambas especies; sin embargo, se requiere realizar estudios comparativos con otras especies de *Urotrygon* para corroborarlo.

8.3.3. Madurez sexual

Las tallas medias de madurez sexual son de gran importancia para evaluar la edad óptima a la primera captura de una especie o Tallas Medias de Captura (Tresierra y Culquichicón, 1999). Se encontró que en los meses de marzo a mayo, tanto machos como hembras de *U. rogersi* empiezan a ser maduros a partir de los 22 cm LT aproximadamente; los machos con crecimiento rápido del cláster y las hembras con presencia de los primeros embriones y ovocitos. Por su parte, Almeida *et al.* (2000) en *U. microphthalmum* observó que a partir de los 23,9 cm LT todas las hembras ya estaban maduras, presentando los machos su madurez sexual cerca de 21,9 cm de LT. Es probable que por el tamaño que caracteriza a las especies del género *Urotrygon*, las tallas de su primera madurez sexual se mantengan en un rango similar.

De esta forma, analizando esta talla mínima de madurez para la especie *U. rogersi* y evaluando la talla a la cual el 50% de la población de *U. rogersi* alcanza su primera madurez sexual (26-28 cm LT en machos y 30-32 cm LT en hembras) (Figura 20), se plantea que la especie se está capturando a tallas (y por tanto a edades) muy pequeñas con rangos para la especie *U. rogersi* en Juanchaco de 32 cm LT para hembras y 26,5 cm LT para machos y en La Bocana 23,3 cm LT para hembras y 21,6 cm LT para machos, donde cerca de la mitad de los machos y las hembras no han alcanzado su primera reproducción, lo que afecta su desarrollo y así mismo su sobrevivencia y mantenimiento en el tiempo.

8.3.4. Proporción de sexos

La proporción de sexos por tallas revela factores importantes que se enmascaran en la proporción sexual global, tales como cuál es la relación entre hembras y machos en un intervalo de talla dado (Tresierra y Culquichicón, 1999). Este puede indicar la influencia que tienen en esta relación el reclutamiento, el crecimiento y la mortalidad, esto es: si uno de los sexos predomina en cierto rango de tallas grandes, supone mortalidad diferencial como sucedió en la especie *U. rogersi* al predominar las hembras frente a los machos en rangos de tallas grandes (adultos), aunque estos predominaron frente a ellas en rangos de tallas pequeñas, indicando un reclutamiento diferencial, es decir una mayor cantidad de hembra adultas y de machos juveniles para el área. En la especie *U. aspidura*, tal vez influenciado por el número de individuos capturados, no se presentó un predominio de sexos que pudiera dar para la especie una mortalidad o un reclutamiento diferencial.

Por otro lado, como en *R. productus* (Villavicencio-Garayzar, 1993a) y en *Zapteryx exasperata* (Villavicencio-Garayzar, 1995b), en *U. rogersi* no se presenta una producción diferencial de un sexo en embriones, mas si en adultos; así es probable que esta última se deba a una segregación por área

y tiempo. En la proporción de sexos de *U. aspidura* en adultos si se presentó una de 1:1; sin embargo, dada a la tendencia en los elasmobranchios de segregarse por tallas y sexos (Holden, 1974), o a la selectividad de los artes de pesca (Villavicencio-Garayzar, 1993a) es recomendable obtener la proporción de sexos con base en embriones, los cuales no fueron obtenidos dado al reducido número de individuos y/o porque no era época reproductiva para esta especie.

8.3.5. Fecundidad

Como plantean Cervigón *et al.* (1992), se presentó una tendencia de la fecundidad dependiente de la talla materna en *U. rogersi*, dándose que a mayor longitud de la madre mayor es el número y la talla de los embriones (Figura 22). Esta tendencia ha sido encontrada en otras especies de géneros muy similares al de *Urotrygon* como en *Gymnura altavela* (Daiber y Booth, 1960), *Urolophus halleri* (*Urobatis halleri*) (Babel, 1967), *D. longa* (Villavicencio-Garayzar *et al.*, 1994) y *D. marmorata* (Capapé y Zaouali, 1995) y *Rhinobatos horkelli*, *R. annulatus* y *R. productus* (Villavicencio-Garayzar, 1993a), *Zapteryx exasperata* (Villavicencio-Garayzar, 1995b), que también presentan dicha tendencia. Esto puede estar dado en *Urotrygon* y posiblemente en otras de las mencionadas, a la relación del tamaño que puede llegar a alcanzar un embrión y el espacio disponible que tiene una hembra para albergarlo, ya que estas rayas presentan una cavidad abdominal relativamente pequeña, para mantener sus crías de tallas promedio relativamente altas.

Según Holden y Raitt (1975), para determinar la fecundidad se cuentan los huevos amarillos desarrollados en cada ovario y el número de crías en el útero. Sin embargo, en *U. rogersi* el conteo de huevos no fue posible realizarlo, dado su pequeño tamaño y textura, por lo que la fecundidad se halló a partir de los embriones. De esta forma, *U. rogersi* presentó una fecundidad entre uno a cuatro embriones, difiriendo de Cervigón *et al.* (1992),

quienes dicen que en la mayoría de especies de este género, el número de embriones es de cuatro a seis. En *U. microphthalmum* se verificó un número promedio de tres embriones por hembra (Almeida *et al.*, 2000), mientras que en otras rayas con viviparidad aplacentada como *R. productus*, la fecundidad varía de seis hasta 16 embriones por hembra y en *Narcine brasiliensis* de cuatro a 12 embriones por hembra (Villavicencio-Garayzar, 1995a). Sin embargo la fecundidad en el género *Dasyatis* es la que más se asemeja a la del género estudiado puesto que en general es baja, presentándose en *D. sabina* de uno a cuatro; en *D. sayi*, de uno a seis (Snelson *et al.*, 1988 y 1989); en *D. centroura* de cuatro a seis (Struhsaker, 1969) y en *D. longa* de uno a tres (Villavicencio-Garayzar *et al.*, 1994).

9. CONCLUSIONES

- Según este estudio, en el Pacífico vallecaucano, específicamente en las localidades de Juanchaco (La Barra) y La Bocana (Punta Soldado), el género *Urotrygon* está compuesto principalmente por las especies *U. aspidura* y *U. rogersi*.
- La especie *U. aspidura* presenta una clara identificación taxonómica con otras especies presentando el hocico muy pronunciado y aguijones bastante grandes sólo en la parte media de la cola en adultos, estando ausentes en juveniles.
- Para la identificación de *U. rogersi* se hizo necesario evaluar la base de los aguijones y denticulos como último carácter para separar entre esta especie y la especie *U. simulatrix*, dada su gran similitud.
- La evaluación de caracteres morfológicos entre sexos es indispensable para realizar una identificación taxonómica entre especies.
- La identificación por caracteres morfométricos no es viable para la identificación de rayas en las especies *U. rogersi* y *U. aspidura* debido a sus semejanzas biométricas.
- Los principales caracteres morfológicos dimórficos sexualmente en las especies *U. rogersi* y *U. aspidura* son la forma de los dientes y el ángulo rostral.
- Las placas dentarias son útiles para diferenciar entre sexos en estas dos especies; sin embargo siendo posible determinar externamente el

sexo en elasmobranquios, este carácter morfológico sirve para estudios de comportamiento alimenticio y reproductivo más que para estudios taxonómicos.

- El ángulo rostral es un carácter morfológico clave para diferenciar entre sexos tanto en *U. rogersi* como en *U. aspidura*, al igual que para diferenciar entre una y otra especie.
- La coloración y la presencia de agujones en la parte media dorsal en las dos especies estudiadas resulta ser típica en cada uno para diferenciarlos taxonómicamente. Sin embargo, *U. rogersi* presenta cierta confusión con otras especies como *U. chilensis* y *U. simulatrix* necesaria de especificar en las diferentes claves taxonómicas existentes.
- El número de individuos de cada sexo en *U. rogersi* y *U. aspidura* no condicionan el tipo de crecimiento para la especie.
- La especie *U. rogersi* presentó un crecimiento isométrico mientras que el crecimiento de *U. aspidura* fue de tipo alométrico; sin embargo, este último pudo estar influenciado por el bajo número de individuos analizados de esta especie.
- Se reportó para Juanchaco (La Barra) la máxima talla encontrada para la especie *U. rogersi* con 52 cm LT en una hembra.
- Las hembras de ambas especies mostraron tallas mayores que los machos como se han observado en otras especies de rayas.
- No resultó fácil observar todas las partes de aparatos reproductores masculinos y femeninos mencionadas por diferentes autores para

elasmobranquios, en las especies *U. rogersi* y *U. aspidura*, debido a la textura y tamaño de los aparatos en las mismas.

- La condición de viviparidad aplacentada con trofonemas, mencionada para Myliobatiformes, se evidenció en las especies estudiadas.
- A nivel anatómico las especies *U. rogersi* y *U. aspidura* muestran gran similitud dado a la condición reproductiva de viviparidad aplacentada y a sus condiciones corporales como el pequeño tamaño que presentan.
- Las hembras de la especie *U. rogersi* y *U. aspidura* presentan funcional sólo el ovario izquierdo; mientras que ambos úteros presentan funcionalidad, observándose mayor desarrollo en el izquierdo.
- Se encontraron embriones fuera de las hembras sin desarrollo completo de branquias y espiráculos y con tallas menores a aquellos encontrados dentro de las mismas, indicando un mecanismo de defensa frente a posibles amenazas contra su supervivencia.
- Al proponer una escala de madurez para las especies *U. rogersi* y *U. aspidura* se constató la necesidad de observaciones macro y microscópicas en este tipo de análisis.
- La talla mínima de madurez sexual para hembras y machos de la especie *U. rogersi* fue la misma (22 cm LT), mientras que la talla media si varió entre un sexo y otro.
- Las tallas de madurez sexual encontradas en la especie *U. rogersi* muestran que las capturas con el arte de pesca changa están

afectando la población pues la mitad de ésta no se han reproducido ni una sola vez.

- La proporción de sexos en embriones para *U. rogersi* no resultó ser diferencial; así mismo para el área hubo un predominio de hembras adultas y de machos juveniles. Para *U. aspidura* se necesita de una mayor cantidad de individuos para conocer su proporción de sexos a nivel embrionario, su reclutamiento y mortalidad diferencial.
- La fecundidad en *U. rogersi* varió de 1 a 4, con un promedio de dos embriones por hembra.

10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda reevaluar las claves taxonómicas existentes, que están siendo empleadas para la diferenciación de las especies del género *Urotrygon*.
- La poca cantidad de datos de *U. aspidura* pueden influir en los resultados de crecimiento y reproducción, y se recomienda realizar un estudio más detallado con esta especie.
- Se recomienda seguir realizando estudios del género *Urotrygon*, teniendo en cuenta que, aunque este género no presenta valor comercial, están siendo capturados incidentalmente en diversas pesquerías y extraídos de un hábitat donde cumplen una función ecológica vital para el ecosistema.
- Es necesario realizar estudios genéticos, más allá de los morfométricos y descriptivos para obtener una identificación taxonómica más segura y confiable del género *Urotrygon*, dada la gran similitud entre estos caracteres que impiden su clara identificación.
- Se recomienda reevaluar el uso del arte de pesca "changa", pues este arte arrasa con todo tipo de individuos que habitan en el fondo, afectando las poblaciones de varias especies, al capturar individuos juveniles y adultos, sin dejar crecer a los primeros ni reproducirse a los segundos.

11. BIBLIOGRAFÍA

ALLEN, G. y ROBERTSON, D. Peces del Pacífico Oriental Tropical. Bathurst, Australia: Crawford House Press Pty Ltd., 1998. 327 p.

ALMEIDA, Z; NUÑES, J y COSTA, C. Presencia de *Urotrygon microphthalmum* (Elasmobranchii: Urolophidae) en aguas bajas de Maranhao (Brasil) y notas sobre su biología. Bol. Invest. Mar. Cost. Santa Marta, 2000. 29: 67-72 p.

ARDILA, C. y RUBIO, E. Análisis preliminar sobre la ictiofauna y las pesquerías artesanales en la zona de influencia de la ensenada de Guapi (Pacífico colombiano). En: SEMINARIO NACIONAL DE LAS CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DEL MAR (8º: 1992: Santa Marta). Memorias del VIII Seminario nacional de las ciencias y las tecnologías del mar. Centro de convenciones Pozos Colorados, Santa Marta: Congreso centroamericano y del Caribe en ciencias del mar, Octubre 26-30 de 1992. 859-872 p.

BASS A.J. Analysis and description of variation in the proportional dimensions of scyliorhinid, carcharhinid and sphyrnid sharks. South African Association for Marine Biological Research, Oceanographic Research Institute, 1973. Investigational Report No. 32. 28 p.

BABEL, J.S. Reproduction, life story, and ecology of the roun stingray *Urolophus halleri* Cooper. Calif. Dept. Fish Game, Fish. Bull., 1967. 137: 1-104 p.

BIGELOW, H.B. y SCHROEDER, W.C. Fishes of Western North Atlantic. Sawfishes, guitar fishes, skates, rays and chimaeroids. Mem. Sears Found. Mar. Res., 1953. 1(2):1-588 p.

BRACCINI, J.M. y CHIARAMONTE, G.E. Biology of the skate *Psammobatis extenta* (Garman, 1913) (Batoidea: Rajidae). *Rev. chil. hist. nat.*, Mar. 2002, vol.75, no.1, 179-188 p. ISSN 0716-078X.

CAMPBELL, B. The locomotor behaviour of spinal elasmobranchs with an analysis of stinging in *Urobatis*. *Copeia*, 1951. 4:77-284 p.

CAPAPÉ, C. y ZAOUALI, J. Reproductive biology of the marbled stingray, *Dasyatis marmorata* (Steindachner, 1892) (Pisces: Dasyatidae) in Tunisian waters (Central Mediterranean). *J. Aquaricult. Aquat. Sci.* 1995. 7:108–119 p.

CARVALHO, M.R. de. A new species of electric ray, *Narcine leoparda*, from the tropical eastern Pacific ocean (Chondrichthyes: Torpediniformes: Narcinidae). *Proceedings of the biological society of Washington*, 2001. 114(3):561-573 p.

CASTILLO, L.F. Fluctuación poblacional (composición y abundancia) de la ictiofauna acompañante del camarón de aguas someras en el Golfo de Tortugas, Pacífico colombiano. Colombia. 1998. 95 p. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.

CARRIER, J.; PRATT, H. y CASTRO, J. Reproductive biology of elasmobranchs. 269-286 p. En: CARRIER, J.; MUSICK, J. y HEITHAUS, M (Eds.). *Biology of sharks and their relatives*. CRC press. Boca Ratón, Florida, 2004. 596 p.

CERVIGÓN, F.R.; CIPRIANI, W.; FISCHER, L.; GARIBALDI, M.; HENDRICKX, A.J.; LEMUS, R.; MÁRQUEZ, J. M.; POUTIERS, G.; ROBAINA y RODRÍGUEZ, B. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de

aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. Roma: Ficha FAO de identificación de especies para los fines de la pesca, 1992. 513 p. ISBN 9253031298.

CHIRICHIGNO, N.F. y CORNEJO, M. Catálogo comentado de los peces marinos del mar del Perú. Callao- Perú: Instituto del Mar Perú, 2001. 314 p.

COLCIENCIAS. Plan estratégico 1999-2004. Programa Nacional de Ciencias y Tecnología del Mar. Bogotá, 1999. 99 p.

COMPAGNO, L. Check list of living elasmobranches. 503-548 p. In: W.C. Hamlett. (Ed): Sharks, Skates and Rays, The Biology of Elasmobranch Fishes, Johns Hopkins University Press. Baltimore. 2004.

CORTÉS, E. Life history patterns, demography and population dynamics. Historical zoogeography of the selachii. En: CARRIER, J.; MUSICK, J. y HEITHAUS, M (Eds.). Biology of sharks and their relatives. CRC press. Boca Ratón, Florida, 2004. 596 p.

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

DAIBER, F.C. y BOOTH, R.A. Notes on the biology of the butterfly rays, *Gymnura altavela* and *G. micrura*. En: Copeia, 1960. (2): 137-139 p.

ESCHMEYER, W.N. Catalog of fishes. California Academy of Sciences. (en línea) 2004. <<http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/>> (citado en 13 de septiembre de 2006).

GASTON, K.J. y BLACKBURN, T.M. Range size-body size relationships: evidence scale dependence. *Oikos*, 1996. 754: 479-485 p.

HAMLETT, W. C. MUSICK, J.A.; EULITT, A.M.; JARELL, R.L. y KELLY, M.A. Ultrastructure of uerine trophonemata accommodation for uterolactation and gas exchange in the southern stingray, *Dasyatis americana*. *Can. J. Zool.* 1996. 74:1417-1430 p.

HAMLETT, N.C. y KOOB, T. Female reproductive system. 398-443 p. In: Hamlett, W. (Eds.). *Sharks, skates and rays. The biology of elasmobranch fishes.* The Johns Hopkins University Press Baltimore, 1999. 515 p.

HARVEY, P.H. y BRADBURY, J.W. Sexual selection. In: Krebs, J.R. y Davies, N.B (Eds.). *Behavioural Ecology and Evolutionary Approach.* Blackwell. Oxford, 1991. 203-233 p.

HOAR, W.S. Reproduction. En: HOAR, W.S. y RANDALL, D.J. (eds.) *Fish physiology.* Academic Press New York, 1969. Vol 3. 1-72 p.

HOLDEN, M.J. y RAITT, D.F. Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Roma: FAO, Documento Técnico de Pesca. 1975. (115): 211 p.

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

IBÁÑEZ, A. y LLEONART, J. Relative growth and comparative morphometrics of *Mugil cephalus* L. and *M. curema* V. In the Gulf of Mexico. *Sci. Mar.*, 1996. 60(2-3):361-368 p.

INVEMAR. Programa nacional de investigación en biodiversidad marina y costera PNIBM. Editado por J. Díaz y D. Gómez. INVEMAR, FONADE, MMA. Santa Marta, Colombia, 2000. 83 p.

ISMEN, A. Age, growth, reproduction and food of common stingray (*Dasyatis pastinaca* L., 1758) in Iskenderum Bay, the eastern Mediterranean. Fisheries Research. Faculty of Fisheries, Canakkale Onsekiz Mart University. Turkey, 2003. 60:169-176 p.

LA MARCA, M.J. The functional anatomy of the clasper gland of the yellow stingray, *Urolophus jamaicensis* (Cuvier). J. Morph. 1964. 114: 303-324 p.

LÓPEZ, M.I. y BUSSING, W.A. *Urotrygon cimar*, a new eastern Pacific stingray (Pisces: Urolophidae). Escuela de Biología y Centro de Investigación de Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica. Costa Rica: Rev. Biol. Trop., 46 Supl, 1998. 6: 271-277 p.

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

MATTHEWS, I. Reproduction in the basking shark *Cethorhinus maximus* (Gunner). Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1950. 23-4 B: 247-316 p.

McEACHRAN, J. D. y ASCHLIMAN, N.. Phylogeny of Batoidea. In: Carrier, J.C., Musick, J. A. and Heithaus, M. R. (Eds.): Biology of sharks and their relatives. CRC Press. Florida. 2004. 79-114p.

McEACHRAN, J.D. y DI SCIARA, G.N. Peces Batoideos. En: FISCHER, W.; KRUPP, F.; SCHNEIDER, W.; SOMMER, C.; CARPENTER, K. E. y NIEM V. H. (Eds.): Guía para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro - Oriental. Roma: FAO, Vol. 2, 1995. 746-792 p.

MINAMBIENTE. Uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, 2002. 59 p.

MIYAKE, T. y McEACHRAN, J. Three new species of the stingray genus *Urotrygon* (Myliobatiformes: Urolophidae) from the eastern Pacific. *Bulletin of Marine Science*, 1988. 42(3): 366-375 p.

NAVIA, A. F. Aspectos de la biología de los elasmobranquios capturados como fauna acompañante del camarón en aguas someras del Pacífico colombiano. Colombia, 2002. 96 p. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.

NORDELL, S.E. Observations of the mating behavior and dentition of the round stingray *Urolophus halleri*. En: *Environmental Biology of Fishes*. 1994. 39: 219-229 p.

PAULY, D. Fish population dynamics in tropical water. A manual for use with progammable calculators. Manila, International Center for Living Aquatic Resource Management. ICLARM. 1984. 41 p.

PAYAN, L.F. Aspectos taxonómicos y biológicos de la raya guitarra *Rhinobatos leucorhynchus* (Pisces: Elasmobranchii) del Pacífico colombiano. Colombia, 2006. 65 p. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.

PRAHL, H., CANTERA, J. y CONTRERAS, R. Manglares y hombres del Pacífico colombiano. Bogotá: Fondo FEN y editorial Presencia, 1990. 198 p.

ROBERTSON, D.R. y ALLEN, G. Peces costeros del Pacífico Oriental Tropical: Un sistema de información. (CD-ROM): Windows 95 ó posterior.

Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá, 2002. ISBN: 9962-614-02-3.

ROSSOUW, G.J. The biology of the sand shark *Rhinobatos annulatus*, in Algoa Bay with notes on other elasmobranches. 1983. Ph.D. Thesis, University of Port Elizabeth.

RUBIO, E. A. Estudios sobre la ictiofauna del Pacífico colombiano. 1. Composición Taxonómica de la Ictiofauna Asociada al Ecosistema de manglar-Estuario en la Bahía de Buenaventura. Cali: Cespedesia, julio-diciembre de 1984a. Vol. 13. Nos. 49-50. 296-313 p.

_____. Estudio taxonómico preliminar de la ictiofauna de Bahía Málaga (Pacífico colombiano). Santa Marta: An. Inst. Inv. Mar, Punta Betín, 1984b. 14: 157-173 p.

_____. Estructura taxonómica y caracterización ecológica preliminar de las comunidades de peces colectadas en zonas estuarinas y de manglares en la costa del Pacífico de Colombia. En: SEMINARIO NACIONAL DE LAS CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DEL MAR (7º: 1990: Cali). Memorias del VII seminario nacional de las ciencias y tecnologías del mar. Cali: Secretaria General Comisión Colombiana de oceanografía, octubre 30-noviembre 2 de 1990. 92-105 p.

RUBIO, E; SUÁREZ, A.; ESTUPIÑÁN, F.; HENAO, W. y VARGAS, B. Los recursos ictiológicos de la isla Malpelo (Colombia). 1. Una revisión de su conocimiento y nuevos reportes para la ictiofauna de la isla. En: SEMINARIO NACIONAL DE LAS CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DEL MAR (8º: 1992: Santa Marta). Memorias del VIII Seminario nacional de las ciencias y las tecnologías del mar. Santa Marta: Congreso centroamericano y del Caribe en ciencias del mar, Octubre 26-30 de 1992. 642-658 p.

RUSSEL, F.E. Stingray injuries: A review and discussion of their treatment. Amer. J. Medical Science, 1953. 226:611-622 p.

SMITH, J.W. y MERRINER, J.V. Observations of the reproductive biology of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in Chesapeake Bay. Fish. Bull. 1986. 4: 871-877 p.

SMITH, J.W. y MERRINER, V. Age and growth, movements and distribution of the cownose ray *Rhinoptera bonasus* in Chesapeake bay. Estuaries. 1987. 10(2): 153-164 p.

SNELSON, F.F; WILLIAMS-HOOPER, S.E. y SCHMID, T.H. Reproduction and ecology of the Atlantic Stingray, *Dasyatis Sabina*, in Florida Coastal Lagoons. Copeia 1988, 3: 729-739 p.

SNELSON, F.F., WILLIAMS-HOOPER, S.E. y SCHMID, T.H. Biology of the bluntnose stingray, *Dasyatis sayi*, in Florida coastal lagoons. En: Bull. Mar. Sci. 1989, 45: 15-25 p.

SPARRE, P. y VENEMA, S.C. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. Roma, FAO. 1995, 306(1). 337 p.

STEER, R.; ARIAS, F.; RAMOS, A.; AGUIRRE, P.; SIERRA, P. y ALONSO, D. Documento preliminar de políticas de ordenamiento ambiental de las zonas costeras colombianas. Bogotá: Documento de consultoría, Ministerio del Medio Ambiente, 1997. 413 p.

STEVENS, J.D. The occurrence and significance of tooth cuts on the blue shark (*Prionace glauca* L.) from British waters. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 1974. 54: 373-378 p.

STRUHSAKER, P. Observations on the biology and distribution of the thorny stingray, *Dasyatis centroura* (Pisces: Dasyatidae). En: Bull. Mar. Sci. 1969. 2: 456-481 p.

SUTTON, M. y WHITFIELD, C. New Hope for Marine Fisheries. Environmental Strategy Europe. 1997. 84 p.

TEXEIRA, R.P. Biologie et dynamique des populations de *Rhinobatos horkelli* (Muller and Henle) du plateau continental du Rio Grande do Sul (Brésil). 1982. 238 p. Ph.D. disert., Oceanography, Université de Bretagne Occidentale.

TRESIERRA, A. y CULQUICHICON, Z. Manual de biología pesquera. Editorial Libertad. Trujillo, Perú. 1999. 227p.

URBAN, H. J. Métodos y conceptos de la ecología de poblaciones. Universidad del Valle. Cali, 2000. 162 p.

VIDALIS, K.; MARKAKIS, G. y TSIMENIDES, N. Discrimination between populations of picarel (*Spicara smaris* L., 1758) in the Aegean Sea, using multivariate analysis of phenetic characters. Fisheries Research, 1997. 30: 191-197 p.

VILLAVICENCIO-GARAYZAR, C. Observations on *Mobula munkiana* (Chondrichthyes: Mobulidae) in the Bahía de la Paz, B.C.S., México. Departamento de biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. En: Rev. Inv. Cient. 1991, 2(2): 78-81 p.

_____. Biología reproductiva de *Rhinobatos productus* (Pisces: Rhinobatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. Departamento de biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. En: Rev. Biol. Trop. 1993a, 41(3): 777-782 p.

_____. Notas sobre *Gymnura marmorata* (COOPER) (Pisces: Dasyatidae) en Bahía Almejas, B.C.S., México. Departamento de biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. En: Rev. Inv. Cient. 1993b, 4(1): 91-94 p.

_____. Distribución temporal y condición reproductiva de las rayas (Pisces: Batoidei), capturadas comercialmente en Bahía Almejas, B.C.S., México. Departamento de biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. En: Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. 1995a, 6(1-2): 1-12 p.

_____. Biología reproductiva de la guitarra pinta *Zapteryx exasperata* (Pisces: Rhinobatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. Departamento de biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. En: Ciencias Marinas 1995b, 21(2): 141-153 p.

_____. Tallas, proporción de sexos y reproducción de *Myliobatis californica* y *M. longirostris* (Pisces: Myliobatidae) en Baja California Sur, México. Departamento de biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. En: Rev. Biol. Trop., 1996. 43(2): 291-295 p.

VILLAVICENCIO-GARAYZAR, C; DOWNTON, C. y MELENDEZ, E. Tamaño y reproducción de la raya *Dasyatis longus* (Pisces: Dasyatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. Departamento de biología Marina.

Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. En: Rev. Biol. Trop. 1994. 42(1/2): 375-377 p.

WENBIN, Z. y SHUYUAN, Q. Reproductive biology of the guitarfish, *Rhinobatos hynnicephalus*. Env. Biol. Fish. 1993. 38: 81-93 p.

WOURMS, J.P. Reproduction and development of chondrichthyan fishes. Amer. Zool. 1977. 17: 379-410 p.

WOURMS, J.P. Viviparity: The maternal-fetal relationship in fishes. Amer. Zool. 1981. 21: 473-515 p.

ZAPATA, L.A. Implementación del sistema de estadísticas de captura y esfuerzo de la pesquería artesanal e industrial en el Pacífico Colombia. Mem. VIII Sem. Nal. Ciencias y Tecnologías del Mar. Santa Marta. 1992. 178-195 p.

ZAR, J.H. Biostatistical analysis. Fourth edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 1999. 663 p.