

**APORTES A LA BIOLOGÍA DE LA RAYA *Urotrygon venezuelae* Schultz, 1949,  
CAPTURADA INCIDENTALMENTE EN PLAYA SALGUERO, SANTA  
MARTA COLOMBIA**

**KELLY KATHERINE ACEVEDO URZOLA**

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA  
SANTA MARTA**

**2006**



---

**APORTES A LA BIOLOGÍA DE LA RAYA *Urotrygon venezuelae* Schultz, 1949,  
CAPTURADA INCIDENTALMENTE EN PLAYA SALGUERO SANTA  
MARTA, COLOMBIA**

**KELLY KATHERINE ACEVEDO URZOLA**

**Trabajo de Grado para optar al título de Biólogo Marino**

**Director**

**LYDA MARCELA GRIJALBA BENDECK**

**Bióloga Marina**

**Codirector**

**ARTURO ACERO PIZARRO**

**Ph.D Evolución y Sistemática**

**Asesor**

**JORGE PÁRAMO**

**Ingeniero Pesquero M. Sc. Pesquerías**

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**

**PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA**

**SANTA MARTA**

**2006**



*A mis padres Carlos Acevedo y  
Elba Urzola por darme todo su amor y apoyo  
para alcanzar mis metas  
A Dios por regalarme la energía y  
constancia para lograrlo  
A mi hermano Carlos por ser mi motor  
y estímulo.  
A Fabian por su amor, comprensión, paciencia y  
Compañía.*



---

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a:

La Universidad Jorge Tadeo Lozano por permitir la realización del proyecto “Aspectos biológicos de algunos rajiformes y ensayo preliminar para la estimación de edad en *Rhinobatos percellens* en Santa Marta (Caribe Colombiano)”.

A mi Directora Marcela Grijalba por creer en mi propuesta, darme la oportunidad de participar en el proyecto, por sus consejos, apoyo y cariño incondicional, también sus valiosas contribuciones para la realización de la tesis.

A Arturo Acero por incentivar me en el desarrollo de nuevas propuestas, sus aportes y orientaciones.

A Jorge Páramo por darme otras herramientas en el manejo de la información, por su constante disposición para escuchar, resolver y otras veces plantear nuevas inquietudes.

A Carlos Julio Polo por su colaboración siempre disponible y cariño incondicional en todas las fases del proceso

Al Dr. Hernando Valencia Abdala por su cooperación y respaldo a nuestras actividades como grupo de investigación.

A Mundo Marino por acogerme y apoyarme en el desarrollo de mi tesis.



A todas y cada una de las personas de la sede de Santa Marta por hacerme parte de su grupo, su cariño y comprensión en el desarrollo de la tesis.

A los profesores Andrés Franco y Adolfo Sanjuán por su ayudarme a resolver inquietudes y darnos sugerencias en cuanto a bibliografía.

A Sandra por su valiosa colaboración con la edición de las fotografías, a Angélica por ser la fotógrafa y editora de cabecera en muchas ocasiones, su colaboración en el laboratorio y en especial con la no muy agradable labor del secado de rayas.

Al Grupo de investigación de peces cartilagosos GIPECA por ser mi refugio y centro de operaciones, siempre en busca de nuevas alternativas.

A todos y cada uno de los amigos que me dieron animo para seguir.

A Alexis por su colaboración en la biblioteca, a Charlie y Don Edgar por su paciencia y ayuda en el laboratorio.



## TABLA DE CONTENIDO

1.	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
2.	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
2.1.	<b>Antecedentes</b>	<b>5</b>
2.2.	<b>Generalidades del chinchorro</b>	<b>8</b>
2.3.	<b>Aspectos de la biología reproductiva en Batoideos</b>	<b>9</b>
2.4.	<b>Características de <i>U. venezuelae</i>.</b>	<b>9</b>
2.5.	<b>Área de Estudio</b>	<b>11</b>
3.	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>14</b>
3.1.	<b>Fase de campo</b>	<b>14</b>
3.2.	<b>Fase de laboratorio</b>	<b>14</b>
3.2.1.	<i>Aspectos reproductivos</i>	<i>15</i>
3.2.2.	<i>Aspectos tróficos</i>	<i>17</i>
3.3.	<b>Fase de gabinete</b>	<b>18</b>
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>23</b>
4.1.	<b>Abundancia relativa</b>	<b>23</b>
4.2.	<b>Aspectos Reproductivos</b>	<b>25</b>
4.2.1.	<i>Hembras</i>	<i>25</i>
4.2.1.1	<i>Embriones</i>	<i>30</i>
4.2.1.2	<i>Variación temporal de la condición reproductiva</i>	<i>35</i>
4.2.2.	<i>Machos</i>	<i>41</i>
4.2.2.1	<i>Variación temporal de la condición reproductiva</i>	<i>44</i>
4.3.	<b>Proporción de sexos</b>	<b>48</b>
4.4.	<b>Relación entre los ciclos reproductivos de hembras y machos</b>	<b>49</b>
4.5.	<b>Talla de madurez</b>	<b>51</b>
4.6.	<b>Tallas capturadas vs. talla de madurez</b>	<b>54</b>
4.7.	<b>Comparación con otras especies de la familia Urolophidae</b>	<b>55</b>
4.8.	<b>Aspectos tróficos</b>	<b>58</b>



4.9.	<a href="#"><u>Condición ambiental</u></a>	60
5.	<a href="#"><u>CONCLUSIONES</u></a>	64
6.	<a href="#"><u>RECOMENDACIONES</u></a>	66
	<a href="#"><u>BIBLIOGRAFÍA</u></a>	
	<a href="#"><u>ANEXOS</u></a>	



## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Escala de madurez para <i>U. venezuelae</i> de acuerdo con los criterios de Tresierra y Culquichicón (1995), Acuña <i>et al.</i> , (2001), Baigorri y Polo (2004), Snelson <i>et al.</i> , (1988) y las características observadas en este estudio.	16
<b>Tabla 2.</b> Escala de desarrollo para embriones propuesta para <i>U. venezuelae</i> modificada a partir de los criterios de Mollet <i>et al.</i> , (1999).	17
<b>Tabla 3.</b> Grado de digestión y porcentaje de llenado de acuerdo a escala propuesta por Galván <i>et al.</i> , (1989).	18
<b>Tabla 4.</b> Representa las proporciones de la longitud precaudal LP, ancho del disco AD y largo del disco LD, con relación a la longitud total.	23
<b>Tabla 5.</b> Hembras grávidas de <i>U. venezuelae</i> , número de los embriones y rango de longitud total, capturadas desde agosto 2005 a julio de 2006.	32
<b>Tabla 6.</b> Número de embriones encontrados por útero para hembras de <i>U. venezuelae</i> en el sector de playa Salguero.	34
<b>Tabla 7.</b> Con base en White & Potter (2005), comparación de algunas características biológicas-reproductivas de especies pertenecientes a la familia Urolophidae con relación a la información presentada en este estudio para <i>U. venezuelae</i> .	56





## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Chinchorro playero. Modificado de Ospina (1992).	8
<b>Figura 2.</b> Fotografía de <i>U. venezuelae</i> .	10
<b>Figura 3.</b> Área de estudio representando el sector de playa Salguero, Santa Marta, Caribe colombiano. Image @ 2005 Digital Globe.	12
<b>Figura 4.</b> Representación de las medidas en <i>U. venezuelae</i> . Por Fabián Moreno.	15
<b>Figura 5.</b> Número de individuos de <i>U. venezuelae</i> colectados en la captura incidental de la pesca con chinchorro el sector de playa Salguero desde agosto 2005 a julio 2006.	24
<b>Figura 6.</b> Esquema sistema reproductor de hembras de <i>U. venezuelae</i> . a: ovarios, b: oviductos, c: glándula nidamental y d: útero.	26
<b>Figura 7.</b> Composición porcentual por estados de madurez en las hembras de <i>U. venezuelae</i> capturada desde agosto 2005 a julio 2006.	26
<b>Figura 8.</b> Distribución del número total de hembras de <i>U. venezuelae</i> por intervalo de talla capturadas incidentalmente entre agosto 2005 y julio 2006, en playa Salguero, Santa Marta.	28



- Figura 9.** Vista dorsal de embriones en diferentes estados de desarrollo desde tempranos a tardíos. Lt de izquierda a derecha, 37, 57, 64, 92, 89,6 y 115,7 mm. 30
- Figura 10.** Embriones de una hembra de 268 mm de Lt, con grado de desarrollo tardío, en la parte superior embriones del útero izquierdo en parte útero derecho, se observó grado de desarrollo similar. 31
- Figura 11.** Fotografía de hembra grávida de *U. venezuelae*. O: ovarios, U: útero, C: cloaca y CE: cola de los embriones por fuera de la cloaca, posiblemente con abortos. 33
- Figura 12.** Relación entre la talla de las hembras grávidas de *U. venezuelae* capturadas incidentalmente en el sector de playa Salguero desde agosto 2005 a julio 2006 vs. número total de embriones/hembra. 35
- Figura 13.** Fluctuación mensual de los estados de madurez en hembras de *U. venezuelae* capturadas incidentalmente en playa Salguero desde agosto 2005 a julio 2006. Inmadura (1), en maduración (2), maduras sin embriones (3a), con embriones (3b) y postparto (4). 36
- Figura 14.** Fluctuación mensual de los índices hepatosomáticos (A) y gonadosomático (B) calculados para las hembras de *U. venezuelae* desde agosto de 2005 a julio de 2006. 38
- Figura 15.** Fluctuación mensual del factor de condición (FC) para las hembras de *U. venezuelae*. 39
- Figura 16.** Relación entre los índices gonadosomático IGS,



hepatosomático IHS y factor de condición FC para las hembras de <i>U. venezuelae</i> .	39
<b>Figura 17.</b> Esquema sistema reproductor en machos de <i>U. venezuelae</i> , a: testículos, b: epidídimo, c: ducto deferente y d: vesícula seminal.	41
<b>Figura 18.</b> Composición porcentual por estados de madurez en los machos de <i>U. venezuelae</i> capturada desde agosto 2005 a julio 2006.	42
<b>Figura 19.</b> Distribución del número total de machos de <i>U. venezuelae</i> por intervalo de talla, capturados incidentalmente entre agosto 2005 a julio 2006, en playa Salguero, Santa Marta.	43
<b>Figura 20.</b> Parte ventral del embrión con marca de inserción del vitelo (a).	43
<b>Figura 21.</b> Fluctuación mensual de los estados de madurez en machos de <i>U. venezuelae</i> capturados incidentalmente en playa Salguero desde agosto 2005 a julio 2006. Inmaduro (1), en maduración (2) y maduro (3).	45
<b>Figura 22.</b> Fluctuación mensual de los índices hepatosomáticos IHS (A) y gonadosomático IGS (B), para los machos de <i>U. venezuelae</i> capturados incidentalmente en playa Salguero, entre agosto 2005 y julio 2006.	46
<b>Figura 23.</b> Fluctuación mensual del factor de condición (FC) para machos de <i>U. venezuelae</i> .	47
<b>Figura 24.</b> Relación entre los índices gonadosomático, hepatosomático y factor de condición para los machos de <i>U. venezuelae</i> .	48



- Figura 25.** Relación machos/hembras para la proporción sexual colectados entre agosto 2005 a julio 2006 en playa Salguero. 49
- Figura 26.** Comparación entre el índice gonadosomático IGS entre machos y hembras de *U. venezuelae* capturados entre agosto 2005 y julio 2006. 50
- Figura 27.** Talla media de primera madurez para las hembras de *U. venezuelae*, la curva representa el ajuste de los datos, la flecha muestra el corte al 50%. 51
- Figura 28.** Talla media de primera madurez para machos de *U. venezuelae*, la curva representa el ajuste de los datos, la flecha muestra el corte al 50%. 52
- Figura 29.** Relación longitud cláster vs. longitud total de los machos de *U. venezuelae*. 53
- Figura 30.** Composición de la captura en hembras de *U. venezuelae* con respecto a la talla media de primera madurez, HT: hembras totales, HM: hembras maduras. 55
- Figura 31.** Composición de la captura en machos de *U. venezuelae* con respecto al rango de madurez, MT: machos totales, MM: machos maduros. 55
- Figura 32.** Frecuencia de ocurrencia de las presas composición en porcentaje. 59



---

**Figura 33.** Fluctuación de la abundancia total (número de individuos) con la precipitación total (datos provenientes de la estación del aeropuerto IDEAM). 60

**Figura 34.** Variación de la salinidad a partir de datos colectados en campo, en playa Salguero. 61

**Figura 35.** Velocidad del viento (datos provenientes de Franco sp.). 62



## ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo A.</b> Formato de toma de datos de campo.	77
<b>Anexo B.</b> Formato de Laboratorio.	78
<b>Anexo C.</b> Sistema reproductor de una hembra 3a. A: Ovario y B: Útero.	79
<b>Anexo D.</b> Úteros y oviductos de una hembra 3a.	79
<b>Anexo E.</b> Espiráculos de embrión en estado medio de desarrollo.	79
<b>Anexo F.</b> Disposición de los embriones en los úteros, parte superior los del útero izquierdo inferior derecho.	79
<b>Anexo G.</b> Embriones del útero izquierdo en grado de desarrollo diferente.	79
<b>Anexo H.</b> Sistema reproductor machos. A: testículo y B: ducto deferente con epidídimo.	80
<b>Anexo I.</b> Cláspers de machos maduros.	80
<b>Anexo J.</b> Macho maduro de <i>U. venezuelae</i> . Conducto deferente (A) con epidídimo en forma de rollos y vesícula seminal (B).	80



## RESUMEN

La raya *Urotrygon venezuelae* perteneciente a la familia Urolophidae, es habitual habitual en las costas colombianas y afronta al igual que muchas especies de Batoideos a nivel internacional el desconocimiento de su biología básica; se colectaron 177 ejemplares capturados incidentalmente en la pesca con chinchorro de Playa Salguero, Santa Marta, Colombia entre agosto 2005 y julio 2006, se evaluaron aspectos reproductivos a partir de la fluctuación de índices gonadosomáticos, hepatosomáticos y factor de condición se definieron picos reproductivos, se determinó la fecundidad, progresión de los diferentes estados de madurez y se estableció la talla media de primera madurez TMM en hembras por el ajuste de la función logística y en machos por la relación de longitud del cláster con longitud total, en los aspectos tróficos se evaluó el contenido presentando los ítems en grandes grupos y se calculó la frecuencia de aparición. Los datos analizados por los índices permiten proponer dos picos reproductivos, uno en noviembre y otro en marzo abril con mayor proporción de hembras y machos maduros, en ambos sexos se observó el predominio de ejemplares inmaduros de pequeñas tallas aunque se observaron todos los estados propuestos, la TMPM en hembras fue 193 mm en machos se alcanzó la madurez en el rango de 174 - 187 mm, la fecundidad fue de uno a seis embriones por hembra, en los aspectos tróficos el ítem mas representativo fue restos de crustáceos con 46,77 %, seguido de los Penaeidae 41,94 % y Portunidae con 4,84 %, otros componentes de menor frecuencia de ocurrencia fueron Polichaeta, los Caridea y Teleostei.

Palabras claves: *Urotrygon venezuelae*, Reproducción, Pico reproductivo, Gonadosomático, Hepatosomático, Fecundidad, Condríctios.



## 1. INTRODUCCIÓN

A diferencia de los tiburones y las quimeras, que también pertenecen al grupo de los condriictios, las rayas se caracterizan por presentar aletas pectorales fusionadas a la cabeza, formando de esta manera un disco que puede ser redondeado o en forma de rombo, su cuerpo es aplanado dorsoventralmente, pueden tener una o dos dorsales, o carecer de ellas, no poseen aleta anal con ojos y espiráculos bien desarrollados usualmente localizados en la superficie dorsal de la cabeza, la mayoría de los batoideos son predadores de organismos bentónicos con estructuras especializadas para su captura y procesamiento.

A pesar de su capacidad de ocupar gran variedad de habitats desde sistemas marinos, estuarios, aguas dulces y de distribuirse en todos los océanos desde aguas someras hasta grandes profundidades y de estar representada por mayor número de especies (513), por encima de los tiburones (488 especies a nivel mundial), los batoideos no han sido estudiados ampliamente (McEachran y Carvalho, 2002).

Estos como los demás peces cartilagosos presentan estrategia de vida k, que se define por un lento crecimiento, madurez a grandes tallas y baja fecundidad (Stevens *et al.*, 2000), por lo cual la recuperación de poblaciones diezmadas requiere de años. No obstante las investigaciones para los batoideos en aspectos de su biología, ecología e historia de vida son escasas, generando gran desconocimiento de las especies existentes a nivel mundial, sin la existencia en muchos casos de registros específicos de los desembarcos que indiquen el volumen extraído, situación patente en el Caribe de Colombia.





Esta carencia en información de línea base, impide determinar el estado actual de sus poblaciones y plantear medidas de manejo adecuadas, lo que puede llevar a su disminución a niveles de riesgo o incluso a la extinción; un ejemplo de ello ocurre con la raya *Dipturus laevis* en el Atlántico noroccidental sometida a fuerte pesquería hace 45 años y sin ningún plan de manejo; en la actualidad y desde hace 20 años no se captura ningún individuo (Stevens *et al.*, 2000).

En el desarrollo de la pesquería de condriactos a nivel mundial, la demanda de vitamina A presente en el cuerpo de tiburones y rayas, fue otro causante del incremento de la presión pesquera desde mediados del siglo pasado llegando en 1999 a 9886 t (entre tiburones y rayas) para todo el Caribe (McEachran y Carvalho, 2002 ). Esta cifra no considera la presencia de estos como pesca acompañante o *bycatch*, la cual generalmente no es reportada en los desembarcos, generando vacío en las estadísticas existentes para este grupo en muchos países incluido Colombia.

En este panorama surge la necesidad a nivel internacional de consolidar la investigación sobre el recurso tiburón (incluye rayas y quimeras), así surgió el grupo especializado en tiburones (SSG) constituido por la IUCN y el grupo técnico de trabajo en tiburones (TWG) desarrollado por FAO, ambas entidades encargadas de la formulación del Plan de Acción y Conservación de Tiburones (PAI) que convoca a desarrollar estudios de línea base para peces cartilaginosos, que sirvan en un futuro como herramientas para las entidades encargadas del diseño de normas y leyes para la regulación de su explotación.

La raya *U. venezuelae* ha sido descrita como especie endémica del golfo de Venezuela y no se cuenta con información biológica básica como tallas máximas y de madurez, fecundidad, picos reproductivos, longevidad, reportes de capturas; además la descripción morfométrica disponible en la literatura se



realizó con un ejemplar. En la pesca artesanal con chinchorro que se efectúa en playa Salguero *U. venezuelae* y otras rayas como *Narcine bancroftii* y *Rhinobatos percellens*, son especies habituales de las capturas, sometidas a explotación constante. Estas en la actualidad no tienen importancia comercial, durante la faena es frecuente que lleguen sin vida, son devueltas al mar y en ocasiones son consumidas.

Este estudio evaluó a lo largo de doce meses (agosto 2005-julio 2006), los aspectos reproductivos de la raya *Urotrygon venezuelae* Schultz, 1949, en ejemplares capturados incidentalmente en la pesca artesanal de Playa Salguero, relacionando su abundancia temporal con algunas condiciones ambientales (salinidad y temperatura). Aportó también información acerca de su talla de madurez, proporción de sexos y fecundidad; para así determinar posibles épocas reproductivas a partir de los índices gonadosomático (IGS) y hepatosomáticos (IHS), con miras a establecer preliminarmente el estado actual de la población en la región.

Se plantearon inicialmente cuatro hipótesis primera el ciclo reproductivo de la especie *U. venezuelae* es continuo durante los doce meses de muestreo, segunda la especie tiene una relación directa entre el número de embriones y la talla, ya que a mayor talla mayor número de embriones por útero; tercera el útero izquierdo es funcional similar a otras de especies de rajiformes como *Gymnura micrura*, lo que se evidencia con el desarrollo de embriones sólo en este útero y no en el derecho y cuarta la mayor abundancia en número de individuos y biomasa se registrará para la época lluviosa debido a la mayor oferta de alimento en la costa por la descarga del río Gaira en la zona.

El presente trabajo se enmarca en los lineamientos propuestos en el Plan Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera en el campo del



uso de los recursos vivos marinos y costeros y caracterización de especies (INVEMAR, 2000) y en el Plan Estratégico de COLCIENCIAS en la caracterización y valoración de la biodiversidad, esperando sea un aporte a la información básica de sus especies (COLCIENCIAS, 1999). Este estudio está contemplado en el proyecto “Aspectos biológicos de algunos rajiformes en Santa Marta (Caribe Colombiano)” código DI015 ejecutado por el grupo de Investigación de Peces Cartilagosos (GIPECA) del programa de Biología Marina de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, sede Santa Marta y fue financiado por la Dirección de Investigaciones de la misma entidad, contó con la colaboración del Museo - Acuario Mundo Marino y el apoyo de la comunidad de pescadores del sector de playa Salguero (Santa Marta) y se realizó como requisito para obtener el título de Biólogo Marino.



## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 Antecedentes

En la revisión adelantada no se encontró ningún estudio puntual sobre la biología reproductiva de *U. venezuelae*; no obstante se cuenta con trabajos sobre otras especies que pertenecen a la misma familia Urotrygonidae. Uno de ellos es el de Babel (1967), con *Urolophus halleri* el cual mostró alto potencial reproductivo por su rápido desarrollo embrionario y mayor talla de nacimiento, lo que determinó la producción de juveniles más desarrollados y especializaciones en la oogénesis que permiten una ovulación anual; además presentó segregación espacial porque los machos se encontraron en profundidades menores a 2,2 pies y las hembras hasta los 3,1 pies.

Otros aportes fueron realizados por Yáñez-Arancibia & Amezcua-Linares (1979), con *Urolophus jamaicensis*, quienes hicieron contribuciones a su biología, en relación con las condiciones de la laguna de Términos, donde la especie estuvo asociada a salinidades altas; a pesar de ser estenohalina y tolerar salinidades entre 26 y 40 UPS, *U. jamaicensis* alcanza su madurez después de los 200 mm de LT, con una fecundidad de cinco embriones, los cuales nacen en el periodo de lluvias.

Nordell (1994) describió el marcado dimorfismo en la dentición entre machos y hembras de *Urolophus halleri* y la variación en los primeros al pasar de inmaduros a maduros. Para *Urolophus lobatus*, White *et al.* (2001) mencionaron que copulan tres meses antes de la ovulación, lo que implica la existencia de



una glándula oviducal; citan como talla de madurez de *U. lobatus* para las hembras 200 mm y para machos 160 mm, con un periodo de gestación de diez meses y los embriones con tallas de nacimiento entre el 44 al 52 % de la longitud asintótica; con una longevidad de 12 a 13 años, alcanzando la madurez luego de dos o tres años del nacimiento. Finalmente, *Trygonoptera personata* y *T. mucosa* fueron estudiadas por White *et al.* (2002) quienes propusieron que la talla de los embriones representa del 33 al 49 % de la longitud asintótica con un tiempo de gestación de 10 a 12 meses y se mencionó un estado de diapausa de cinco meses para la segunda.

En general existen pocos estudios sobre la biología reproductiva de las rayas, este aspecto ha sido evaluado en otras especies como *Myliobatis californica* en California (Martín & Cailliet, 1988) determinando la talla de madurez para machos y hembras, la fecundidad de 2 a 7 embriones y un ciclo anual. *Dasyatis sabina* (Snelson *et al.* 1988) con ciclo fuertemente estacional, periodo de gestación de cuatro a cuatro y medio meses. Para *Rhinobatos productus* (Timmons & Bray, 1997) se estableció la madurez en machos de 90 a 100 cm de longitud total y la fecundidad de 6 a 16 embriones, en *Dasyatis pastinaca* (Ismen, 2003), *Sympterygia bonapartii* (Oddone & Velasco, 2000) y *Amblyraja radiata* (Sulikowski *et al.*, 2005) se determinó la talla de madurez para machos y hembras, en 43 cm y 46 cm (LT); 50-57 y 65,5 cm (LT), 800 a 1040 mm (LT) y 820-1050 mm (LT).

La clasificación de las gónadas de las rayas a nivel histológico se presentó en detalle en el estudio realizado por Pratt (1988), quien categorizó los testículos en radial, compuesto y diamétrico, mencionando las de tipo compuesto para *Raja erinacea*. En cuanto a los ovarios, propone que estos pueden ser vestigiales y dependiendo del caso uno o ambos funcionales, menciona que estos caracteres son derivados debido a que poseen como estrategia reproductiva almacenamiento a largo término y uso de leche uterina.



Entre los estudios realizados en batoideos presentes en el Caribe colombiano está el de Téllez & Vargas (2004) entre febrero y octubre del 2004, en el que se encontraron tres especies para la zona *R. percellens*, *N. bancroftii* y *U. venezuelae*, siendo la última la de mayor abundancia, con 45 individuos que representaron el 51% de la abundancia total. La talla para las hembras de esta especie estuvo entre 9,2 cm y 33,01 cm y para machos entre 11,7 a 28,8 cm, presentándose hembras maduras de agosto a octubre y machos reproductivos de febrero a abril y una fecundidad de 1 a 5 embriones. En cuanto el espectro trófico se analizaron 34 estómagos donde el ítem de mayor ocurrencia fue el de camarones Penneidos con un 52,94 %, seguido de materia orgánica no identificada 35,29 %, restos de camarón y braquiuros con 14,71 % y por último restos de teleostei 8,82 %. Otro estudio en el Caribe colombiano es el de Acevedo *et al.* (2005), para el descarte de la pesquería camaronera en el que se mencionan algunos aspectos reproductivos de *Rhinobatos percellens*, *Narcine brasiliensis* y *Diplobatis guamachensis*, durante el cual no se registró *U. venezuelae*.

En la región de Santa Marta se han realizado trabajos con el fin de caracterizar estructuralmente la comunidad íctica extraída artesanalmente con chinchorro playero como los de Hakspiel *et al.* (2003) y Guerrero *et al.* (2004), en los que también se registraron las especies *R. percellens*, *N. brasiliensis* y *U. venezuelae*, presentando a *N. brasiliensis* como una de las más representativas a lo largo de todo el muestreo. Manjarrés *et al.* (1993) realizó una evaluación de la captura y esfuerzo de la pesca artesanal de Santa Marta y estimó una captura anual para rayas en 8752 kg/año.

## 2.2 Generalidades del Chinchorro



El chinchorro es un arte ampliamente usado en el Caribe colombiano, su origen se remonta a comunidades nativas de Europa, Asia y África; en el Magdalena, en la zona de Gaira y Taganga, se cree que fue heredado de los indios Tayronas (Ospina, 1992). Está compuesto por dos mangas de malla de 50 a 100 m, en el centro tiene una mochila o copo donde quedan los peces capturados, el material en el que están contruidos puede variar desde algodón a fique. Para el sector de Gaira, Manjarrés *et al.* (1993), mencionó que el chinchorro se construye en nylon mono y multifilamento, con longitudes de 15 a 200 m, con un ojo de malla de dos pulgadas, flotadores de balso de 30 cm o boyas de poliuretano, para el lastre emplean desde cilindros de concreto de 10 cm de diámetro o piedras, relingas en polipropileno (PP) y polietileno (PE) de 8-10 mm de diámetro. Puede ser empleado desde una embarcación pequeña o en la playa, en aguas costeras y poco profundas (Nédélec, 1984) (Figura 1).

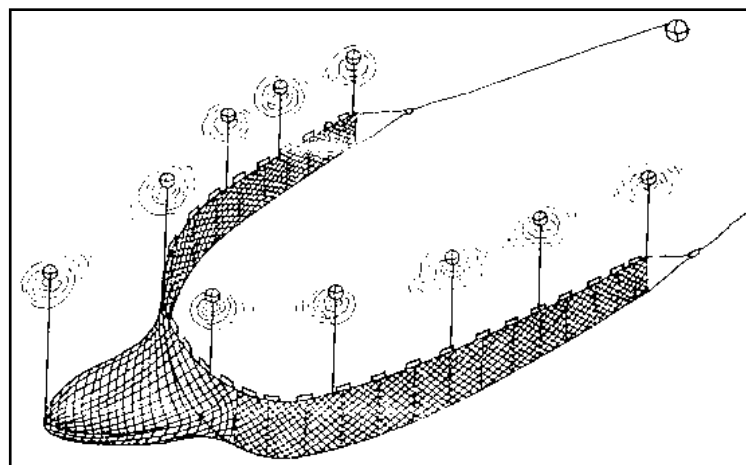


Figura 1. Chinchorro playero. Modificado de Ospina (1992).

Según Hernández (1986), este arte es considerado de arrastre y su operación o puesta en marcha depende en gran medida de sus dimensiones, así puede



requerir de 12 a 24 hombres y debe ser extendido en zonas con sustratos arenosos, mar tranquilo y fondos de pendiente suave.

### **2.3 Aspectos de la biología reproductiva en Batoideos**

En los Batoideos la fecundación es interna y su reproducción puede ser de dos modos ovípara y vivípara. La primera se caracteriza por que los embriones pasan gran parte de su desarrollo fuera de la madre; en este tipo existen dos formas, el ovíparismo extendido en los que el embrión madura fuera del cuerpo de la madre y el retenido en que el huevo es albergado por un tiempo en el útero materno, este tiempo puede variar de acuerdo a la especie, una diferencia con el modo vivíparo es la talla que alcanzan los embriones que es mucho menor en los ovíparos, debido a que su tamaño esta limitado por la cantidad de vitelo en la cápsula, un ejemplo de este modo de reproducción lo presenta la familia Rajidae (Hamlett, 1997).

Los vivíparos son organismos que se desarrollan dentro del cuerpo de la madre y existen dos categorías principales, vivíparos aplacentados, que no desarrollan ningún tipo de conexión con la madre y pueden alimentarse solo de la reserva vitelina. Este es el caso de los rhinobátidos y torpedínidos (Compagno, 1990), algunos se alimentan de otros huevos que son proporcionados por la madre (oofagia) otros de embriones en el útero, no obstante este modo reproductivo no se conoce para las rayas. Por último los que pueden alimentarse de su vitelo y luego reciben alimento de la madre a través de sustancias como la leche uterina, rica en proteínas y lípidos (histotrofos o trofonemata), que entran a través del espiráculo o la boca. Un ejemplo de esta condición la presenta *U. lobatus* (White *et al.*, 2001) y *Dasyatis sabina* (Snelson *et al.*, 1988). También están los vivíparos placentados en los que durante algún momento del desarrollo, la cápsula se





adhiera a la pared uterina formando una placenta y un cordón umbilical, se conoce sólo en algunos tipos de Carcharhiniformes.

#### 2.4 Características de *Urotrygon venezuelae*

Taxonomía de la especie de acuerdo con Nelson (2006)

**Phyllum** Chordata

**Subphyllum** Vertebrata

**Superclase** Gnatostomata

**Clase** Chondrichthyes

**Subclase** Elasmobranchii

**Orden** Myliobatiformes

**Suborden** Rajoidei

**Familia** Urotrygonidae

**Especie** *Urotrygon venezuelae* Schultz, 1949



**Figura 2.** Fotografía de *U. venezuelae*.

De acuerdo con Bigelow y Schroeder (1953), los caracteres diagnósticos de la especie son: el ancho del disco es 1,1 su largo; hocico puntiagudo un poco proyectado anteriormente; la distancia del centro de la cloaca a la cola es 1,16 veces la distancia del centro de la cloaca a la punta del hocico; el ancho de la base de la cola es igual a la distancia entre los espiráculos. Presentan una espina



en la cola, la distancia de la parte posterior de esta espina al centro de la cloaca es igual a la distancia del hocico al cuarto par de aberturas branquiales; su largo es cerca de 2,1 veces la distancia entre los márgenes internos de las orbitas, la fórmula dental es 34/30, dientes de forma ovoide sin cúspides definidas, el ancho de la aleta caudal es 1/6 su longitud, con extremos redondeados. Los autores realizaron su descripción con base en una hembra de 25,5 cm y mencionaron que no se cuenta con estudios sobre su talla de madurez.

Dahl (1971), registró ejemplares colectados en la bahía de Cartagena, describió la especie como característica de fondos arenosos, con una talla de nacimiento de 10–12 cm y máxima de 50 cm, que se alimenta de pequeños invertebrados como crustáceos, gusanos y moluscos. Cervigón y Alcalá (1999) presentaron una descripción con base en un ejemplar colectado en Paraguaná y mencionan como diagnosis la mayor anchura del disco con respecto a su longitud, rostro prominente, espina de la cola aserrada y venenosa, habitante de fondos someros y blandos, cuya distribución se restringe al golfo de Venezuela como especie endémica, siendo poco frecuente o rara. McEachran y Carvalho (2002), mencionan que alcanza una talla máxima de 29,7 de longitud total y 15,7 cm de ancho del disco, es bentónica de aguas costeras y la superficie dorsal de su cuerpo es color gris a café y vientre color crema (Figura 2).

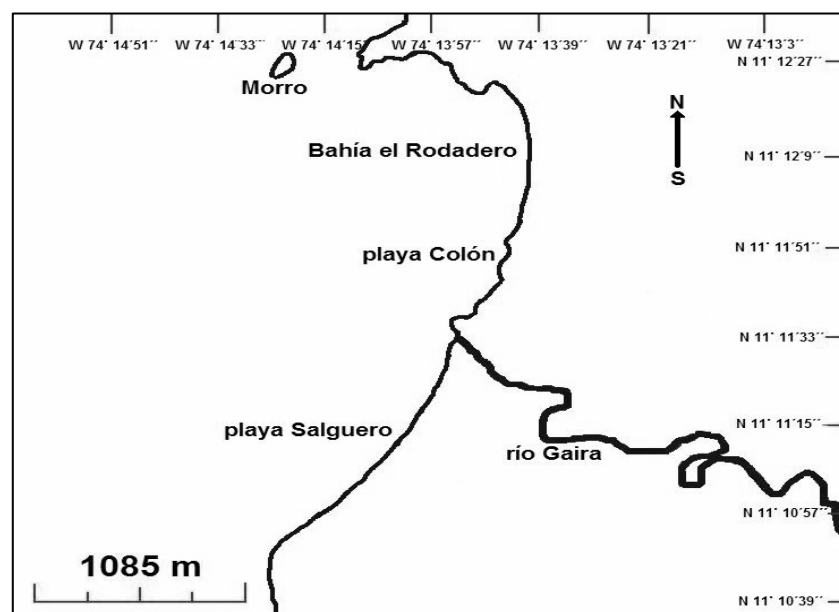
## 2.5 Área de estudio

Playa Salguero se ubica entre los 11°10' y 11°11' N y los 74°13' y 74°14'W en el sector de El Rodadero, Santa Marta (Colombia). Limita al norte con el río Gaira, al sur con Punta Gloria y al oeste con el mar Caribe (POT, 2000). Por estar en el Caribe colombiano la zona se encuentra bajo la influencia de cuatro periodos climáticos el seco mayor (de diciembre a abril) en el cual los Alisios soplan en



dirección noreste-este, el seco menor o veranillo de San Juan (julio-agosto), periodo lluvioso mayor (septiembre-noviembre), caracterizado por la disminución de los vientos y el aumento de las precipitaciones y el lluvioso menor (mayo-junio) en el que se dan algunas precipitaciones y pocos vientos (Bula-Meyer, 1990) (Figura 3).

La salinidad para la época seca, de acuerdo con Franco (2005) puede estar entre 35 a 38 UPS y la temperatura entre 23 a 26 °C y en la lluviosa los valores se encuentran entre 30 a 35 UPS y 27 a 28°C. En cuanto a su geomorfología los fondos de la zona están conformados por sedimentos marinos como gravillas, areniscas, sedimentos fluviales principalmente arcillas y areniscas. Cerca de la desembocadura del río Gaira se encuentran sedimentos carbonatados y rocas metamórficas o de granito. El aporte de aguas dulces está principalmente representado por la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) y el río Magdalena, aunque también es importante considerar la descarga directa del río Gaira que aporta desechos domésticos e industriales (Franco, 2005).





**Figura 3.** Área de estudio representando el sector de playa Salguero, Santa Marta, Caribe colombiano. Image @ 2005 Digital Globe

En cuanto a las corrientes, la zona está bajo la influencia de una superficial y otra ascensional. La primera está representada por la corriente Caribe (este-oeste), que corre adyacente al litoral, incidiendo en la zona norte del Caribe colombiano y notable en las épocas secas, también está la contracorriente de Colombia con sentido suroeste de la cuenca del Caribe nororiental, que influye en la costa durante las épocas lluviosas. Durante la estación seca, se presenta una corriente ascensional que produce una surgencia significativa entre punta Gallinas y Puerto Colombia, con dos puntos de máxima intensidad, uno en la Guajira y otro entre la desembocadura del río Piedras y El Rodadero produciendo cambios en la salinidad, temperatura y nutrientes (Bula-Meyer, 1990). La dinámica de las corrientes superficiales en la ensenada de Gaira ha sido abordada por estudios de Acosta y Cañon (1998), Castro *et al.*, (2002) y Franco (2005) quienes describen para la época seca patrones de circulación de fuertes vientos Alisios y otros vientos provenientes del continente.



### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Fase de campo

Se realizaron muestreos diarios durante un año, desde agosto 2005 a julio 2006, adquiriendo de los pescadores los ejemplares de la especie, capturados incidentalmente en la pesca con chinchorro en el sector de Playa Salguero. Los especímenes fueron transportados a las instalaciones de la Universidad Jorge Tadeo Lozano sede Santa Marta, rotuladas con las condiciones de captura, como número, tiempo de faena y distancia de la costa a la que fue extendida. La salinidad se evaluó a partir de una muestra de agua del sector donde se realizan las colectas, dos a tres veces por semana y su determinación se realizó con refractómetro ATAGO. La información se organizó en formatos de campo y laboratorio (Anexo A y B).

#### 3.2 Fase de laboratorio

Los individuos fueron pesados en fresco (peso total) y luego de la disección (peso eviscerado) en una balanza semianalítica ADVENTURES OHAUS con precisión +/-0,01 g, con un límite de 500 g. Posteriormente con ayuda de un calibrador (precisión de 0,01 mm) se tomaron los siguientes datos morfométricos: longitud total (LT): distancia comprendida desde la punta del hocico al extremo de la aleta caudal; la longitud precaudal (LP): longitud desde el hocico al inicio de la aleta caudal; largo del disco (LD): desde la punta del hocico al extremo posterior del disco; ancho del disco (AD): medida máxima



entre los extremo izquierdo y derecho del disco; abertura cloacal: longitud máxima entre los extremos inferior y superior de la cloaca; longitud del cláspes (LC): tomándolo desde el punto donde se articula hasta la parte final del rifiodón (Figura 4).

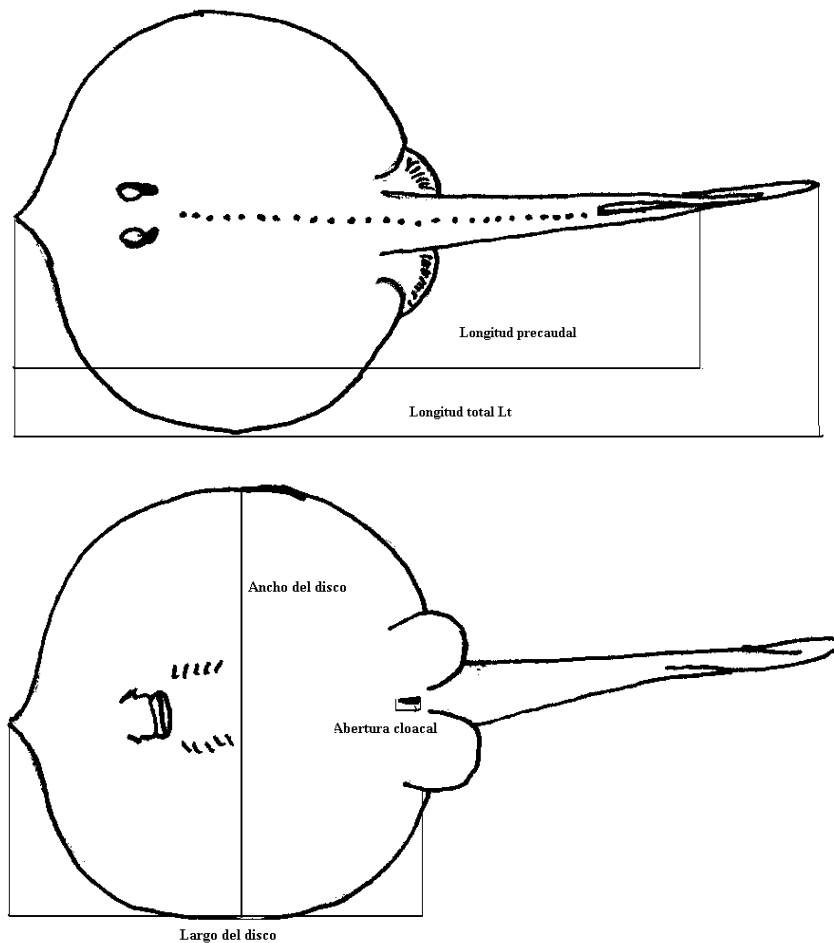


Figura 4. Representación de las medidas en *U. venezuelae*. Por Fabián Moreno.

### 3.2.1 Aspectos reproductivos

Se realizó una disección ventral desde la parte media de las pectorales hacia la región posterior, dejando expuesta la cavidad visceral. En la determinación del estado de madurez de machos y hembras se consideró lo propuesto por Tresierra y Culquichicón (1995), Acuña *et al.* (2001) y Baigorri y Polo (2004) en las hembras se evaluaron características macroscópicas como la presencia de



huevos, grado de desarrollo de los oviductos, útero y presencia de embriones en las hembras y para los machos se empleó el grado de calcificación del cláspers y como carácter adicional la presencia de esperma ya sea en el rifiodón o en los ductos deferentes (Snelson *et al.*, 1988) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Escala de madurez para *U. venezuelae* de acuerdo con los criterios de Tresierra y Culquichicón (1995), Acuña *et al.*, (2001), Baigorri & Polo (2004), Snelson *et al.*, (1988) y las características observadas en este estudio.

Hembras	Inmaduro 1		Ovarios pequeños de textura acuosa, oviductos delgados poco diferenciados
	En maduración 2		Ovarios delgados, consistentes, sin ovocitos de apariencia uniforme, oviductos delgados y diferenciados
	Maduro	Sin embriones 3a	Ovario con ovocitos visibles, oviductos gruesos y útero parcialmente ensanchado
		Con embriones 3b	Ovarios con ovocitos, embriones ubicados dentro los úteros que se encuentran ensanchados ocupando gran parte de la cavidad visceral, paredes del útero con vellosidades y sustancia esparcida por la cavidad o histotrof.
Postparto 4		Útero ensanchado con paredes sanguinolentas, flácidas y vellosidades en las paredes del mismo.	
Machos	Inmaduro 1		Testículos acuosos, ductos poco diferenciados, cláspers pequeños, flácidos, rifiodón cerrado, ausencia de sémen.
	En maduración 2		Testículos consistentes en la superficie ventral con lobulos y en la dorsal de apariencia lisa, ductos diferenciados, epidídimo en forma de rollos en la parte anterior e incluso hasta la mitad del conducto deferente que es claramente diferenciable, cláspers aumentan de tamaño y están parcialmente calcificados.
	Maduro 3		Testículos de apariencia lobulada, conducto deferente se extiende adyacente a la columna vertebral, el epidídimo enrollado a lo largo de todo el conducto hasta llegar a la vesícula seminal, cláspers totalmente calcificados, con rifiodón abierto y presencia de sémen.

Se consideró el peso del hígado y gónadas diferenciadas en derecha e izquierda, cuando se presentaron ovocitos, se categorizaron en pequeños, medianos y



grandes, se contaron y posteriormente uno de cada categoría se midió el diámetro al milímetro más cercano. Se realizó una descripción macroscópica identificando órganos como glándula oviducal, oviductos y útero.

De cada cría se tomó longitud total y peso, se tuvo en cuenta su ubicación útero derecho o izquierdo, sexo, su grado de desarrollo con la escala de madurez propuesta por Mollet *et al.*, (1999). Se relacionó la longitud total promedio de los embriones por camada con respecto a la longitud máxima teórica reportada para la especie que es de 297 mm; McEachran & Carvalho (2002) consideraron que la talla de nacimiento no es superior al 20 % del tamaño materno, por lo cual fue necesario proponer una escala que se ajustó a los datos de la especie, ya que en *U. venezuelae* la talla promedio de los embriones por hembra representó entre el 2,53 % al 36,36 % (Tabla 2).

**Tabla 2.** Escala de desarrollo para embriones propuesta para *U. venezuelae* modificada a partir de los criterios de Mollet *et al.*, (1999).

Estado	Longitud total Lt	% con relación a talla máxima teórica
Tempranos	7,5-11,9	0-10%
Medio	12-59,0	10-20%
Tardíos	60-103	20,1-36,6%

### 3.2.2 Aspectos tróficos

Se extrajo el estómago y su contenido se examinó en cajas de petri, donde se valoró el porcentaje de llenado y el grado de digestión de acuerdo a la escala propuesta por Galván *et al.*, (1989) (Tabla 3). Se realizó una descripción cualitativa de los *ítems* agrupándolos las categorías alimenticias y se calculó la frecuencia de aparición en los estómagos siguiendo los criterios de Escobar-Sánchez (2004).





**Tabla 3.** Grado de digestión y porcentaje de llenado de acuerdo a escala propuesta por Galván *et al.*, (1989).

Grado de digestión	Características del contenido
1	Individuos que presentan todas las características morfológicas completas que lo hacen fácilmente identificable
2	Individuos sin piel, sin ojos y músculos al descubierto
3	Individuos sin cabeza algunas partes del cuerpo presentes y esqueleto axial.
4	Presencia únicamente de otolitos y picos de calamar.

Estado	% de llenado
0	vacío
1	25
2	50
3	75
4	100

### 3.3. Fase de gabinete

Para facilitar el manejo de la información morfométrica, reproductiva y trófica, se realizaron matrices en Excel 2000. Se calculó mensualmente la abundancia total en número de individuos y biomasa, se estableció la estructura de tallas para cada sexo con intervalos de 10 mm de amplitud mediante histogramas de frecuencia. Los datos morfométricos se usaron para calcular el rango de cada medida con respecto a la longitud total, posteriormente se presentaron el valor mínimo y máximo en los que estuvo la longitud total, precaudal, ancho y largo del disco.

Para cada sexo, se realizaron gráficas de pastel con las que se determinó la proporción de los diferentes estados de madurez con respecto al total de individuos y gráficas de cintas que mostraron la composición porcentual de los diferentes estados de madurez por mes, indicando fluctuaciones temporales durante el tiempo de muestreo.



La proporción de sexos se determinó de forma mensual como una razón del número de machos/número de hembras, se presentó de manera gráfica siguiendo lo propuesto por Tresierra y Culquichicón (1993), para determinar si presentaron diferencias entre la proporción de número total de machos/número de hembras, con la proporción esperada de 1:1, se empleó el test  $X^2$  con un nivel de confianza del 95 %.

Se realizó la descripción morfológica de los sistemas reproductivos, indicando los componentes principales a través de esquemas. Se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para definir la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre el peso de las gónadas derecha e izquierda. Se estableció la relación entre la talla materna y la fecundidad total (número de embriones) a partir del ajuste de una línea de tendencia lineal a una gráfica de puntos de dispersión (Conrath, 2005).

Con el peso y la longitud total se calculó el factor de condición FC que indica el bienestar del individuo al acercarse el momento reproductivo, mediante la ecuación:

$$FC = (PT / LT^b) * 100$$

Donde: **FC** es el factor de condición, **PT** es el peso total de los individuos sin eviscerar y **LT** es la longitud total del individuo (Tresierra y Culquichicón, 1995)  $b = 3,18$  en hembras y en machos  $b = 2,95$

Debido a que se presentaron valores muy bajos, fue necesario hacer una corrección multiplicando por 1000 para representarlo gráficamente.

Se calculó el índice gonadosomático IGS, el cual permite evidenciar a partir de sus variaciones los periodos de actividad reproductiva, la ecuación:

$$IGS = (Pg / PT) * 100$$



Donde: **IGS** es el índice gonadosomático, **Pg** es el peso de la gónada y **PT** es el peso total (Tresierra y Culquichicón, 1995)

El índice hepatosomático IHS, es importante dado que los peces cartilagosos almacenan reservas para el periodo reproductivo y junto con el índice gonadosomático, permiten corroborar los periodos de preparación y actividad reproductiva:

$$IHS=(Pg / PT) * 100$$

Donde **Pg** es el peso del hígado y **PT** es el peso total (Tresierra y Culquichicón, 1995)

Los índices gonadosomático y hepatosomático se calcularon empleando el peso total y el peso eviscerado con el fin de confirmar que el valor de los mismos no fue afectado por el peso de otros órganos en la cavidad visceral.

Se estableció por sexos la menor talla del individuo maduro; la talla media de primera madurez se estableció a partir del ajuste de la función logística de la proporción de individuos maduros cada 10 mm de intervalo de talla con la longitud total, la curva fue ajustada empleando la técnica de regresión no lineal propuesta por Saila *et al.*, (1988) en el programa S-PLUS (2000). La talla de primera madurez es  $L 50\% = a/b$

$$P(l) = [1 / (1 + e^{(a + bl)})]$$

Donde: **PI** es la proporción de individuos maduros, a y b son constantes y l es el intervalo de tallas (Tresierra y Culquichicón, 1995)

La talla media de primera madurez (TMPM) para la especie se calculó con relación a la longitud total; con fines de realizar comparaciones con otras especies, la talla media de madurez y longitudes máximas se presentaron con relación al ancho del disco. Para las hembras de *U. venezuelae* se consideraron como inmaduros para esta función los estados 1 y 2, siguiendo lo propuesto por



White *et al.* (2001) quienes mencionaron que para estos estados, el individuo no se encuentra preparado para el desarrollo de los embriones, a diferencia del 3 y 4 en el que los animales poseen úteros funcionales y pueden reproducirse, en los machos este autor une el estadio 1 y 2 como inmaduros, por no tener la capacidad de reproducirse y el 3 agrupa a los maduros; criterio empleado en este trabajo para la determinación de la TPM.

Otro método empleado para establecer la talla de madurez en machos fueron las gráficas de longitud del cláster vs. longitud total, (Natanson & Cailliet, 1986; Martín & Cailliet, 1988 y Timmons & Bray, 1997); La madurez estuvo representada por el crecimiento de dos a seis elementos cartilaginosos adicionales, lo que se observa en la gráfica con la formación de dos grupos, inmaduros y maduros en determinadas longitudes totales, se identificó un rango de longitudes formadas por el límite del grupo inmaduro y el primer dato de los maduros, en el que se asume se da la madurez en machos. La talla de nacimiento se calculó a partir del promedio entre la talla (Lt) del embrión de mayor tamaño encontrado en el útero, con la talla (Lt y AD) del individuo más pequeño capturado, siguiendo los criterios de Conrath (2005).

La fecundidad en las hembras se estableció a partir del conteo del número de crías en estados de desarrollo tardío por hembra (Conrath, 2005). Se determinó el estado de madurez de los embriones con la escala creada para *U. venezuelae* con base en los criterios de Mollet *et al.* (1999) considerando otros caracteres como la coloración forma de los espiráculos y presencia de espina. Se elaboró una tabla con el número de hembras grávidas relacionadas con el número de embriones totales, el rango de longitudes totales y el grado de desarrollo de los mismos, se exploró en la relación entre la talla materna (Lt) y el número de embriones totales por hembras, a partir de una gráfica de puntos de dispersión



a la que se ajustó una ecuación lineal, de esta forma un  $r^2$  mayor a 0,99 indicó una relación entre las variables (Conrath, 2005).

Se relacionó la abundancia con las variables abióticas precipitación total (mm), a partir de la información meteorológica de la estación del Aeropuerto Simón Bolívar, Santa Marta (IDEAM), velocidad del viento a partir de los datos colectados por el proyecto “Dinámica física, química y planctónica de la surgencia costera frente al departamento del Magdalena, Caribe colombiano” de la Universidad Jorge Tadeo Lozano y salinidad, con la información obtenida durante el tiempo de muestreo.



#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La descripción morfométrica con la que se cuenta en la bibliografía para *U. venezuelae* se realizó a partir de una hembra de 255 mm y no presenta la relación de la longitud precaudal con respecto a la longitud total; por ello se presentó un rango en el que fluctuaron estas medidas para 95 hembras y 75 machos.

**Tabla 4.** Representa las proporciones de la longitud precaudal LP, ancho del disco AD y largo del disco LD, con relación a la longitud total.

Hembras	%LP	%AD	%LD
Rango	66-95	33-63	27-76
promedio	85,70	54,56	48,87
EE	0,88	0,56	0,50
Machos	%LP	%AD	%LD
Rango	62-96	42-68	38-59
promedio	85,20	53,39	48,54
EE	1,14	0,71	0,65

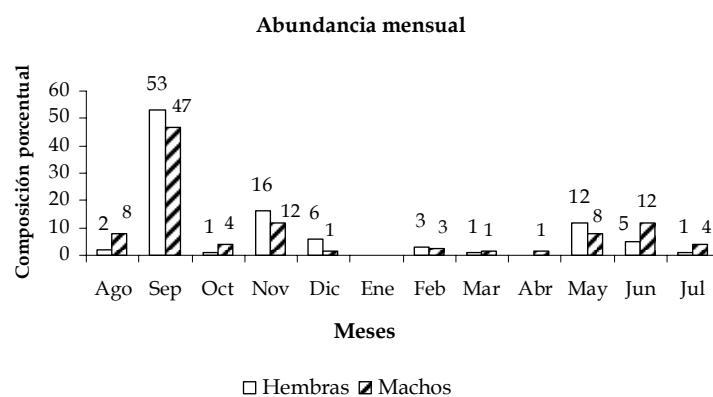
Se encontró concordancia entre el rango encontrado en ambos sexos para %AD y %LD, con 54,2 % AD y 47,6 LD% presentado para una hembra por Bigelow & Schroeder (1953) estos valores se registraron dentro de los rangos propuestos. Se observaron diferencias en el %LD, entre machos y hembras, lo que indicaría la existencia de dimorfismo en ciertas medidas que podrían ser explicadas por la mayor talla que alcanzan las hembras, lo cual ocasiona que existan variaciones en las proporciones encontradas y también sugiere que es necesario realizar estudios morfométricos con un mayor de ejemplares, para de esta forma establecer rangos confiables para la especie (Tabla 4).

##### 4.1. Abundancia relativa

Se analizaron en total 177 individuos, 100 hembras y 77 machos; el mes con mayor abundancia fue septiembre con 89 individuos en total (biomasa total 3006,22 gr) un 53% de hembras y 47% de machos, seguido por noviembre 25



individuos colectados (2119,39 gr) un 16% de hembras y 12% de machos, mayo 18 (1236,72 gr), junio 14 (541,43 gr) y en los meses restantes su abundancia estuvo por debajo de 10 ejemplares. La abundancia total presentada en este estudio es alta comparada con el estudio de Tellez & Vargas (2004) quienes colectaron 45 ejemplares, 15 hembras y 30 machos o con los 20 individuos del estudio de Dahl (1971) en la bahía de Cartagena (Figura 5).



**Figura 5.** Número de individuos de *U. venezuelae* colectados en la captura incidental de la pesca con chinchorro el sector de playa Salguero desde agosto 2005 a julio 2006.

Al analizar la abundancia relativa de *U. venezuelae* en el área durante el mes de octubre (2005) se debe considerar la incidencia de las ondas y ciclones tropicales en el mar Caribe con sus efectos indirectos y el huracán Beta que afectó directamente el archipiélago de San Andrés y Providencia en octubre, estos eventos influyeron significativamente en las condiciones oceánicas del Caribe colombiano (CIOH, 2005), ocasionando mar de leva y afectando la pesca con chinchorro durante esta época por la difícil operatividad del arte (Figura 5). Las bajas abundancias durante los otros meses puede obedecer a movimientos de la especie a aguas más profundas en busca de alimento, quedando fuera del alcance de la pesca con chinchorro, de manera similar a *U. halleri* (Babel, 1967)



que tiene desplazamiento a mayores profundidades en ciertos meses relacionado con actividades alimenticias.

La especie tuvo una frecuencia de ocurrencia del 31% ya que apareció en 17 lances de los 55 en los que se capturaron rayas (marzo 2006 a julio 2006), este valor es un nuevo aporte para el área, lo que demuestra su frecuencia en el sector a diferencia de lo propuesto por Cervigón & Alcalá (1999), quienes la consideraron como una especie rara y endémica del golfo de Venezuela. Se registró una talla media de captura anual de 196 mm. El componente pesquero no será explorado con amplitud debido a que no forma parte de los objetivos de este documento, sin embargo se presentará como componente del informe final del proyecto en el que está enmarcada la tesis.

#### 4.2. Aspectos reproductivos

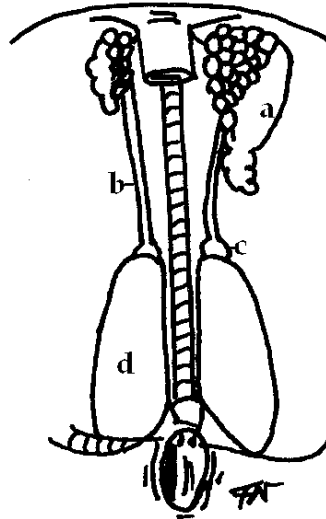
4.2.1. *Hembras*. El sistema reproductor femenino estuvo formado por ovarios pareados, siendo el izquierdo de mayor tamaño con relación al derecho. Se ubican en la parte anterior de la cavidad ventral, con 2 a 22 ovocitos de dos tipos unos color amarillo de forma circular con diámetros de 0,3 a 5,6 mm, otros de menor diámetro y color naranja posiblemente atrésicos, es decir ovocitos no viables. Los ovarios se conectan en la parte anterior al oviducto el cual corre paralelo a la columna vertebral en dirección posterior, con un engrosamiento ubicado entre el conducto y el útero, este ensanchamiento se cree podría ser la glándula nidamental encargada de almacenamiento de esperma, el útero con apariencia de bolsa va unido con la cloaca y alberga los embriones durante todo su desarrollo (Figura 6).

Se registraron 100 ejemplares la mayor representatividad se encontró durante septiembre (53), seguido de noviembre (16), mayo (12), durante los otros meses





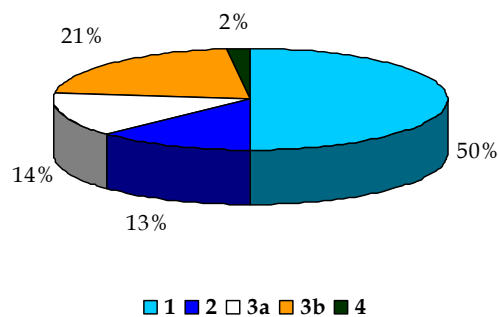
fue baja, esta información es relevante ya que por antecedentes no se encontraron registros de la fluctuación mensual por meses.



**Figura 6.** Esquema sistema reproductor de hembras de *U. venezuelae*. a: ovarios, b: oviductos, c: glándula nidamental y d: útero.

La condición reproductiva a partir del desarrollo de madurez gonadal para las hembras se distribuyó con la mayor abundancia en los inmaduros (1) con 50% (50 individuos), seguido de los maduros con embriones (3b) con 21% (21 individuos), maduros sin embriones (3a) con 14%, en maduración (2) con 13% y postparto (4) con 2 % (Figura 7).

**Estados de madurez en Hembras de *U. venezuelae***



**Figura 7.** Composición porcentual por estados de madurez en las hembras de *U. venezuelae* capturada desde agosto 2005 a julio 2006.



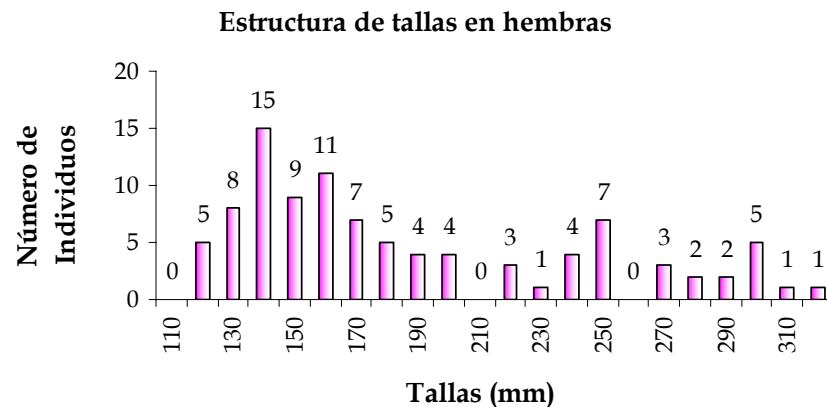
Esta composición fue similar a lo encontrado en el estudio de Téllez & Vargas (2004), para esta especie en la misma área durante el 2004, donde el estado predominante fue inmaduro.

La presencia de ejemplares hembras en todas las tallas permitió registrar todos los estados de la escala de madurez gonadal y caracterizarlos por tallas para la especie. La menor talla de las hembras colectadas fue 110 mm (Lt) y la mayor 311 mm (Lt), mayor a los 255 mm (Lt) de una hembra descrita por Bigelow & Schroeder (1953). Llama la atención que el intervalo de hembras fue más pequeño al compararse con el rango de 92 a 330 mm descrito para las hembras en el 2004 por Téllez & Vargas (2004); estas diferencias podrían deberse a que la talla de 92 mm citada por los autores correspondió posiblemente a un embrión en estado terminal que la hembra abortó al medio por el estrés de la captura y no a un neonato que cumplió el tiempo de gestación y se encontró en el medio natural, esta justificación no es posible confirmarla o descartarla debido a que los autores no reportan si este ejemplar contenía en su válvula vitelo (característico de los embriones) o alimento digerido (propio de neonatos y adultos).

La estructura de tallas mostró una mayor abundancia para los ejemplares incluidos en el intervalo 130 - 140 mm y 150 - 160 mm con 15 y 11 individuos respectivamente, no se capturaron hembras con tallas por debajo de 110 mm ni tampoco en las tallas 200 - 210 mm y 250 - 260 mm. La distribución por tallas mostró una elevada frecuencia de captura en los animales de los primeros intervalos, indicando una mayor presión sobre los ejemplares pequeños, tal vez debido a la baja selectividad del chinchorro (Gómez-Canchong *et al.* 2004). La presencia de ejemplares en los diferentes intervalos de tallas, pueden ser un indicio de que la zona funciona como área de crianza, cópula y crecimiento de



neonatos; coincidiendo con las zonas de cría descritas en tiburones por Castro (1993) (Figura 8).



**Figura 8.** Distribución del número total de hembras de *U. venezuelae* por intervalo de talla capturadas incidentalmente entre agosto 2005 y julio 2006, en playa Salguero, Santa Marta.

En hembras el estado inmaduro presentó de acuerdo a lo mencionado en la escala gónadas flácidas, de pequeño tamaño, oviductos angostos y no diferenciación de úteros, con tallas comprendidas entre 101 a 166 mm. El individuo de menor talla capturado en estado libre alcanzó de 101 mm (Lt), considerado como neonato por tener la marca de nacimiento acorde con lo observado por Babel (1967) en embriones de *U. halleri*.

Los individuos en maduración mostraron tallas entre 127 y 190 mm y se caracterizaron por presentar ovarios pequeños en la parte anterior de apariencia lisa, con oviductos estrechos y útero angosto, sin ovocitos diferenciados. Los tamaños de las hembras maduras fluctuaron de 147 y 311 mm, en esta categoría se consideraron dos condiciones: las hembras maduras sin embriones y las grávidas (con embriones), las primeras se caracterizaron por tener ovarios bien diferenciados de apariencia granulosa y con ovocitos visibles, oviductos gruesos y útero diferenciado del oviducto (Anexo C, D). Se contaron entre 2 y 22 ovocitos por ovario, con diámetros de 0,32 a 5,6 mm, con coloración de dos tipos, amarillos de mayor tamaño y otros de color naranja oscuro más



pequeños. Estos últimos concuerdan con los ovocitos “atrésicos” de White *et al.* (2001) que se pueden definir como ovocitos no viables en reabsorción observados en *U. lobatus* de color naranja y menor tamaño; el útero presentó vellosidades o trophonemata en las paredes.

Los ovarios revelaron diferencias notables en tamaño, siendo el izquierdo mayor en longitud y peso que el derecho, estas diferencias se confirmaron empleando una prueba de Wilcoxon para muestras pareadas (no normalidad), con un nivel de confianza del 95% ( $P(T+>2045)>0,05$ ). En *U. venezuelae* se registró el ovario derecho más pequeño que el izquierdo en juveniles y adultos a diferencia de lo observado en *U. halleri* por Babel (1967) quien observó el ovario derecho más pequeño que el izquierdo solo en juveniles y ausente en adultos.

Se capturaron 21 hembras grávidas (Figura 11) con una fecundidad entre 1 y 6 embriones, este valor fue levemente mayor al rango de 1 a 5 propuesto por Téllez & Vargas (2004), quienes notaron los úteros derecho e izquierdo igualmente ensanchados, ambos con presencia de embriones, por lo cual se podrían considerar funcionales el útero izquierdo mostró frecuentemente (en 17/21 hembras grávidas) un mayor número de embriones en comparación con el derecho, paredes internas con vellosidades y la glándula nidamental estuvo diferenciada en la parte anterior del útero.

Del estado postparto (4) se encontraron dos ejemplares, fue el estado menos representado, posiblemente por la estrategia reproductiva de *U. venezuelae* de reiniciar su ciclo luego finalizar la gestación de los embriones.

El modo reproductivo de *U. venezuelae*, es de tipo vivíparo aplacentado, caracterizado por parir crías vivas. En esta raya este modo reproductivo se vió



acompañado de modificaciones en las paredes del útero a manera de vellosidades llamadas trophonemata que secretan una sustancia orgánica o histotroph ingerida por el embrión en la parte final del desarrollo o absorbida por los filamentos branquiales externos, ayudando al desarrollo de mayores tallas al momento del nacimiento como lo proponen Hamlett & Koob (1999) y como se registró en el presente trabajo.

4.2.1.1 Embriones Se encontraron 48 embriones con longitudes comprendidas entre 7,52 a 118,00 mm, la talla de nacimiento fue 114 mm (Lt) y 63 mm (AD), siendo mayor a la talla de nacimiento (100 - 120 mm) propuesta por Dahl (1971).

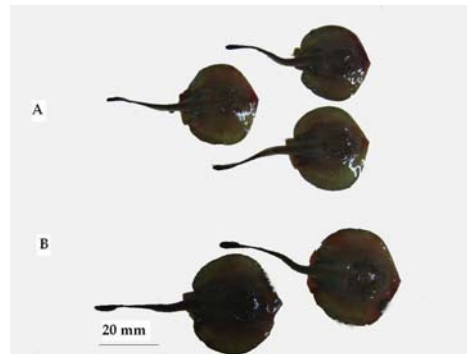


**Figura 9.** Vista dorsal de embriones en diferentes estados de desarrollo desde tempranos a tardíos. Lt de izquierda a derecha, 37, 57, 64, 92, 89,6 y 115,7 mm.

Los embriones de *U. venezuelae* mostraron diferentes grados de desarrollo considerando la coloración, la apariencia de los espiráculos y la presencia de las espinas, así se establecieron los embriones de longitud total de 7,52 a 29 mm, como tempranos caracterizados por coloración traslúcida, disco en desarrollo con forma ovalada, la espina de la cola no visible y los espiráculos enroscados (Anexo E); embriones con desarrollo medio alcanzaron una longitud comprendida entre 29,1 a 59 mm, la forma del disco es similar a la de los adultos; se observan inicios de la espina de la cola que aún no es muy firme y



los espiráculos espiralados representan con respecto a la longitud total del 10,1 al 20 %. Por último están los tardíos con tallas entre 60 a 103,3 mm, coloración similar a la de los adultos, espina bien formada y espiráculos no espiralados, representando del 20,1 a 36,36 % con respecto a la longitud total (Figura 9).



**Figura 10.** Embriones de una hembra de 268 mm de Lt, con grado de desarrollo tardío, en la parte superior embriones del útero izquierdo (A) en parte inferior útero derecho (B), se observó grado de desarrollo similar.

Los embriones presentes en una misma hembra registraron características similares con respecto al grado de desarrollo y talla, no encontrando diferencias en este aspecto entre los úteros derecho e izquierdo (Figura 10 y Anexo F). La talla en los embriones de útero derecho de *U. halleri* fue mayor en comparación con el útero izquierdo (Babel, 1967). Se evidenció una excepción en una hembra de 205 mm (Lt) que en un mismo útero, mostró dos embriones uno en grado de desarrollo tardío y otro en temprano (Anexo G). Estas diferencias se pueden deber a que uno de ellos aparentemente detuvo su desarrollo; así la hembra grávida podría expulsarlo al medio o reabsorberlo, en cualquiera de los casos se deben evaluar estos eventos en estudios futuros con otras técnicas como la histología o con seguimiento en cautiverio.

Las hembras grávidas de *U. venezuelae* se presentaron en septiembre, noviembre, diciembre, febrero y mayo, esta característica y teniendo en cuenta que el grado de desarrollo de los embriones no registró una secuencia a lo largo de los meses, lleva a proponer un ciclo reproductivo continuo. A diferencia del



ciclo descrito para *U. lobatus* por White *et al.*, (2001) en el sur oeste de Australia, donde se encontraron embriones en estados tempranos y tardíos en marzo, medios y tardíos en mayo y en octubre sólo embriones terminales. *U. venezuelae* presentó mayor número y Lt de embriones en noviembre y mayo por lo que se cree que posiblemente el nacimiento sea en estos meses (Tabla 5).

**Tabla 5.** Hembras grávidas de *U. venezuelae*, número de los embriones y rango de longitud total, capturadas desde agosto 2005 a julio de 2006.

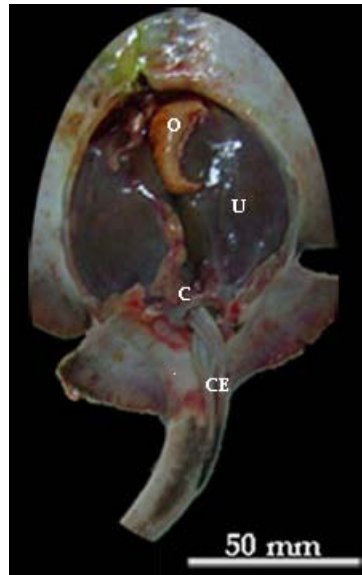
Mes	No. de hembras grávidas	No. de embriones por raya	Lt	No. de embriones	Grado de desarrollo de embriones
sep-05	4	1 a 4	7,52 a 67 mm	1 4 4	Temprano Medio Tardío
nov-05	8	1 a 5	10 a 119 mm	1 3 13	Temprano Medio Tardío
dic-05	1	1	97	1	Tardío
feb-06	3	1 a 3	42,1 a 103 mm	2 4	Medio Tardío
may-06	5	1 a 6	21,4 a 118,6	1 14	Temprano Tardío

El tiempo de gestación no fue claro, no obstante, con base en la presencia de mayor número de embriones en estado temprano y tardío hacia noviembre y mayo, se podría pensar que su duración puede ser de cuatro a seis meses, estos meses, época que coincide con el pico reproductivo. Por lo anterior es probable que el nacimiento ocurra, seguidamente las hembras copulan, para un nuevo periodo de gestación que podría finalizar hacia mayo, cuando se reinicia el ciclo; frente a esto se sugiere realizar estudios de edad y crecimiento en la especie para confirmar la duración del período de gestación.

La ocurrencia de abortos en *U. venezuelae* durante la gestación fue frecuente, diez ejemplares al llegar al laboratorio presentaron la cola de los embriones por fuera de cloaca (Figura 11); es posible que durante las capturas se expulsen embriones subestimando los cálculos de fecundidad real. Similar a esto White *et al.*, (2001) en *U. lobatus* sugirió separarlas lo más rápido posible del resto de la



captura para identificar los embriones que han sido abortados, esta sugerencia podría ser aplicable en futuros estudios.



**Figura 11.** Fotografía de hembra grávida de *U. venezuelae*. O: ovarios, U: útero, C: cloaca y CE: cola de los embriones por fuera de la cloaca, posiblemente con abortos.

En algunos condriictios como el tigre de arena *Carcharias taurus* se ha descrito canibalismo intrauterino (Gilmore, 1999), a los embriones de *U. venezuelae* se realizaron disecciones y no se encontró ninguna evidencia que demuestre la posibilidad de este comportamiento para esta raya ya que durante el tiempo de gestación únicamente se encontró vitelo en el tracto digestivo.

Ambos úteros fueron funcionales rechazando la hipótesis propuesta que solo el útero izquierdo es funcional como lo registró Kobelkowsky (2004) en *G. micrura*. En *U. venezuelae* se encontraron embriones en ambos úteros, con similar talla y grado de desarrollo; no obstante se registró un mayor número en el izquierdo en comparación al derecho; esto pudo estar relacionado posiblemente con las diferencias en el tamaño de los ovarios, siendo el izquierdo mayor que el derecho (Tabla 6).





**Tabla 6.** Número de embriones encontrados por útero para hembras de *U. venezuelae* en el sector de playa Salguero.

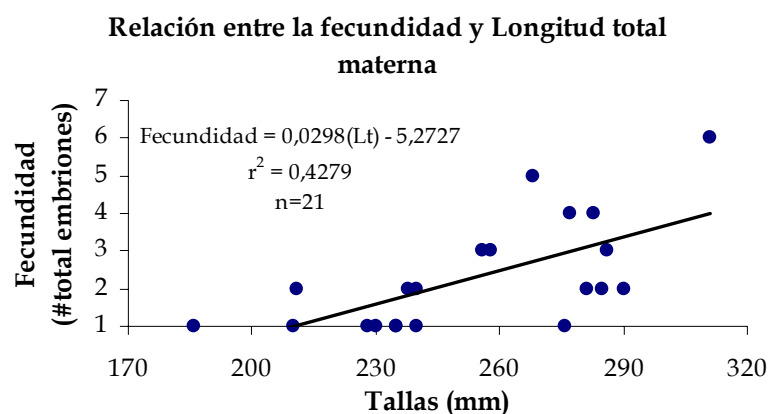
Hembra grávida Lt mm	No. Embriones/Útero		Talla Promedio del embrión
	Izquierdo	Derecho	
145	1		7,5
186	1		21,4
210	1		84,2
211	2		50,05±2,65
228	1		97,0
230	1		60,4
235	1		10,0
238	2		61,90±0,78
240	1		108,0
240	2		44,30±1,55
256	2	1	99,26±1,42
258	1	2	70,66±9,98
268	2	3	106,96±4,74
276	1		30,0
277	3	1	54,72±1,14
281	2		115,80±1,98
283	3	1	109,97±1,42
285	1	1	96,05±31,00
286	2	1	62,66±2,18
290	1	1	87,80±1,48
311	4	2	72,75±0,77
Número promedio	1,70	1,44	
EE	0,02	0,20	

Los condricios han desarrollado estrategias en su ciclo reproductivo relacionadas con el desarrollo embrionario, una de ellas es la diapausa embrionaria definida por Conrath (2005) como una pausa en el desarrollo de huevos fertilizados o embriones en el útero y tiene como fin que el nacimiento se de cuando las condiciones de temperatura del agua sean óptimas, esta estrategia ha sido observada en *T. personata*, perteneciente a la familia Urolophidae, con una duración de cinco meses logrando de esta forma que el nacimiento se de a finales de primavera y comienzos del verano en el Sur oeste de Australia (White *et al.*, 2002). En *U. venezuelae* no se registró diapausa ya que se observó una progresión del grado de desarrollo de los embriones en el tiempo, es decir no se observó que la totalidad de los embriones permanecieran en un mismo grado de desarrollo de manera continua en varios meses,



posiblemente por no haber fluctuaciones importantes en la temperatura del agua, factor determinante para este comportamiento.

Con respecto a la relación entre la talla de la madre y el número de embriones por hembra, Babel (1967) planteó para los batoideos la hipótesis que a mayor talla materna mayor número de embriones. Esta tendencia no pudo ser observada ya que se registraron hembras grávidas de tallas intermedias de 235 a 268 mm, con un número de embriones cercanos a los de hembras grávidas de mayores tallas (290 mm), estas diferencias podrían obedecer al aborto de embriones durante el proceso de captura que impide tener las observaciones completas del número total de embriones registrados por hembra (Figura 12).



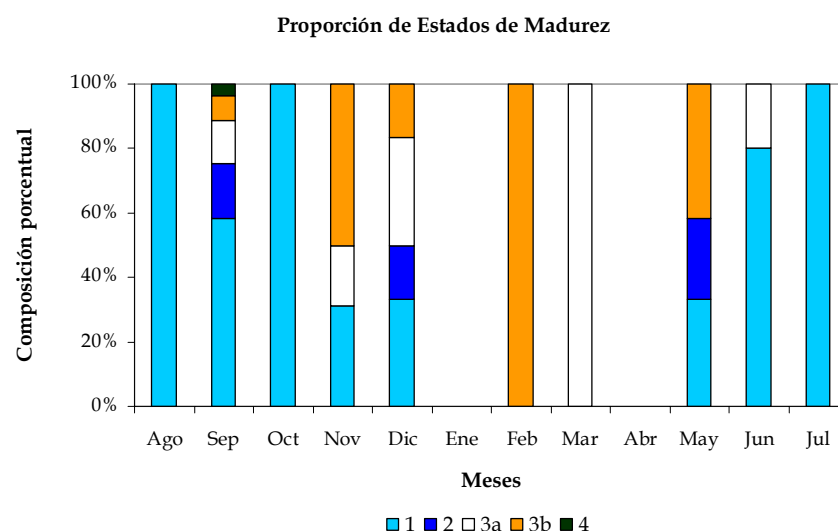
**Figura 12.** Relación entre la talla de las hembras grávidas de *U. venezuelae* capturadas incidentalmente en el sector de playa Salguero desde agosto 2005 a julio 2006 vs. número total de embriones/hembra.

**4.2.1.2 Variación temporal de la condición reproductiva** Las variaciones temporales se deben ver con precaución ya que hay meses como septiembre muy bien representados ( $n= 53$ ), otros como octubre y marzo con un individuo y enero donde no se colectaron ejemplares.

Las hembras inmaduras (1) se registraron en ocho meses de los doce muestreados, representando el 100 % de los ejemplares capturados en agosto,



octubre, junio y julio, seguido del 59 % en septiembre, no se colectaron ejemplares de este estado de enero a abril; el estado en maduración (2) se registró en septiembre, diciembre y mayo, el mayor porcentaje estuvo en mayo con 25 %; las hembras maduras sin embriones (3a) se encontraron en septiembre, noviembre, diciembre y marzo, siendo marzo el mes con mayor representación con 100 %, seguido de diciembre con 33 % y noviembre con 19 %; las maduras con embriones (3b) se presentaron en septiembre, noviembre, diciembre, febrero y mayo, con su mayor representación en febrero con 100 %, seguido de diciembre con 34 %, por último el estado postparto, sólo se registró en septiembre con 17 % (Figura 13).



**Figura 13.** Fluctuación mensual de los estados de madurez en hembras de *U. venezuelae* capturadas incidentalmente en playa Salguero desde agosto 2005 a julio 2006. Inmadura (1), en maduración (2), maduras sin embriones (3a), con embriones (3b) y postparto (4).

La presencia del estado 1 a lo largo del tiempo, podría indicar que estos ejemplares se encuentran a poca profundidad cerca a la costa lo que los hace vulnerables al arte, las hembras maduras (3a) y con embriones (3b) se acercan a la costa en septiembre, noviembre, diciembre, mayo y junio, posiblemente a dejar los embriones que han finalizado su periodo de gestación y a copular para reiniciar su ciclo. Entre enero y abril se realizaron faenas de chinchorro pero la

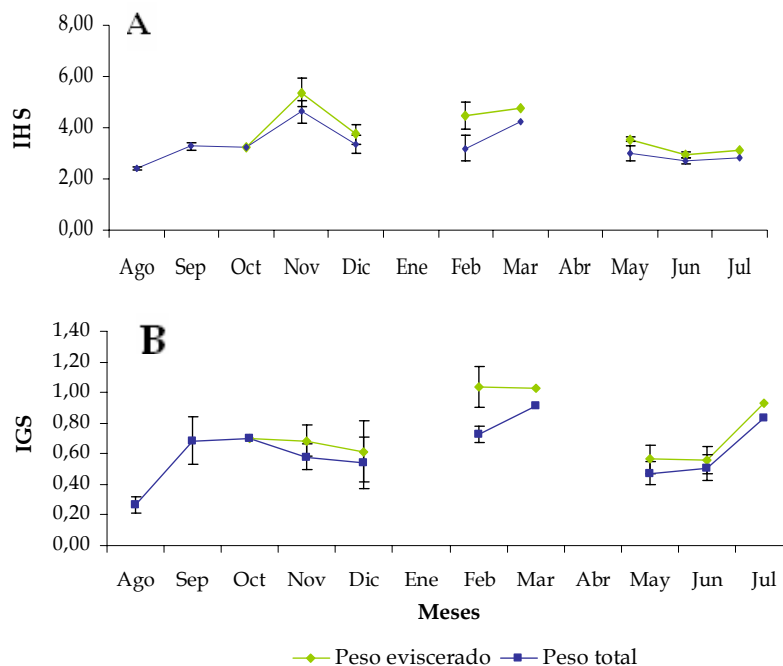


ocurrencia de la especie fue baja o ausente, posiblemente por la respuesta biológica de la raya a cambios en los factores abióticos que tienen variaciones importantes en este periodo.

Esta fluctuación de los estados de madurez en el tiempo difiere con lo reportado por Téllez & Vargas (2004), quienes mencionan para los meses de agosto, septiembre y noviembre, sólo ejemplares maduros y en el mes de febrero solo individuos inmaduros, estas variaciones podrían corresponder a diferencias metodológicas, en cuanto a la forma selectiva en que se colectaron los ejemplares.

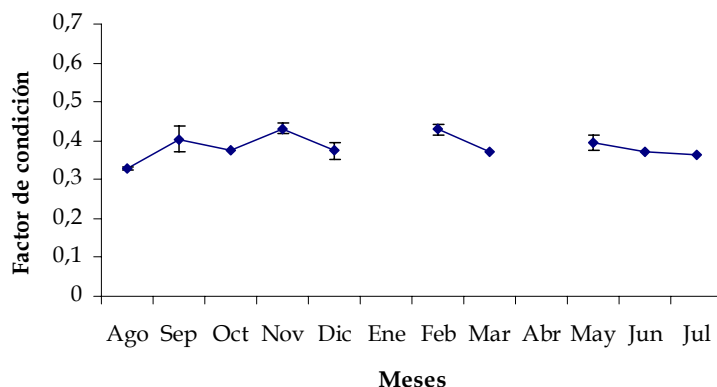
Los índices presentados no registraron interferencia del peso de la masa visceral, tuvieron valores calculados cercanos empleando el peso total y eviscerado, con lo que se confirmó el resultado. Con respecto al índice hepatosomático IHS, el valor más alto se registró en noviembre ( $4,62 \pm 0,45$ ), seguido de marzo, diciembre, septiembre, octubre y mayo, con valores que fluctuaron entre  $4,22$  y  $3,01 \pm 0,27$  y el menor se presentó en agosto ( $2,40 \pm 0,06$ ) (Figura 14). Este índice registró un incremento desde agosto a noviembre, posteriormente un descenso hacia diciembre ( $3,35 \pm 0,33$ ) y un nuevo ascenso menos marcado de febrero ( $3,20 \pm 0,51$ ) a marzo ( $4,22$ ), poca fluctuación en mayo, junio y julio ( $2,81$ ) con un valor bajo con respecto a los anteriores (Figura 14).

El índice gonadosomático IGS que relaciona el peso de los ovarios con respecto al peso total, presentó el valor más bajo durante agosto ( $0,26 \pm 0,01$ ) y el más alto para marzo ( $0,91$ ), este índice mostró un primer pico de septiembre a noviembre ( $0,58 \pm 0,08$ ), un segundo pico de febrero ( $0,72 \pm 0,05$ ) a marzo ( $0,91 \pm 0,05$ ) con continuidad en mayo ( $0,47 \pm 0,07$ ) y finalmente ascenso hacia julio ( $0,83$ ) (Figura 14).



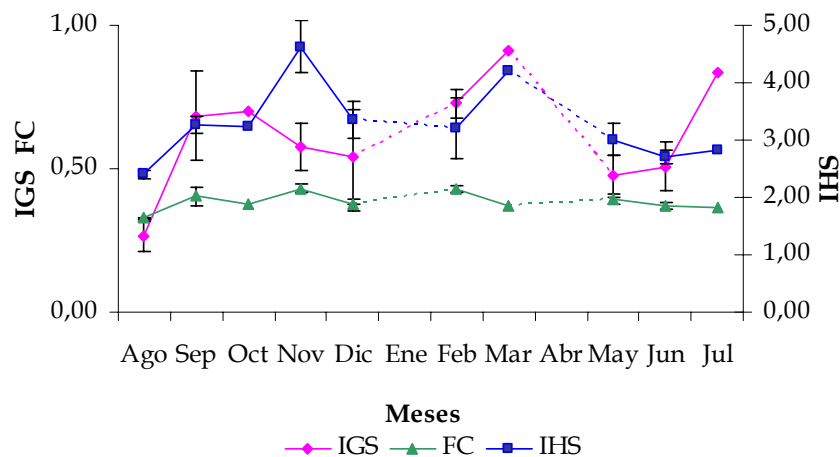
**Figura 14.** Fluctuación mensual de los índices hepatosomáticos (A) y gonadosomático (B) calculados para las hembras de *U. venezuelae* desde agosto de 2005 a julio de 2006.

El FC registró los valores más altos en noviembre ( $0,43 \pm 0,01$ ), febrero ( $0,42 \pm 0,01$ ) y septiembre ( $0,40 \pm 0,03$ ) y el menor se presentó en agosto ( $0,32 \pm 0,01$ ). En términos generales se observó una tendencia similar a la del IGS, con incrementos de agosto a noviembre, posterior disminución y poca variación de mayo a julio (Figura 16). Este índice no ha sido empleado en los estudios revisados de biología reproductiva de batoideos, por lo cual no fue posible su comparación, es probable que no sea de amplia aplicación por mostrar poca variación como en este caso, posiblemente porque la representatividad de las reservas es baja con respecto al peso atribuido por la masa muscular o podría estar relacionado con la estrategia reproductiva de la especie, dirigida a desarrollar un ciclo que inicia y finaliza continuamente sin gran acumulación de reservas.



**Figura 15.** Fluctuación mensual del factor de condición (FC) para las hembras de *U. venezuelae*.

Al analizar las fluctuaciones de los índices IGS, IHS y FC, se podría mencionar un pico en noviembre, con disminución en IHS e IGS y aumento del FC; un segundo pico en los meses de marzo a abril, con características similares en cuanto a aumento en el IGS y disminución en IHS (Figura 17).



**Figura 16.** Relación entre los índices gonadosomático IGS, hepatosomático IHS y factor de condición FC para las hembras de *U. venezuelae*.

Los índices empleados para determinar la condición reproductiva muestran un pico reproductivo para la especie, de acuerdo a Tresierra y Culquichicon (1993). No obstante se debe tener en cuenta que este tipo de estudios requiere la captura de ejemplares durante todos los meses a lo largo de un año de muestreo



como mínimo, por lo cual el no presentar individuos durante enero y abril, o pocos como ocurrió en octubre, marzo y julio, son limitantes a considerar.

*U. venezuelae* no mostró un ciclo con un pico anual como lo propone Martín y Cailliet (1988) para *M. californica* o continuo a lo largo del año según lo descrito por Sulikowski *et al.*, 2005 en *Amblyraja radiata*. *U. venezuelae* al parecer presenta varios picos al año, quedan por determinar si son dos o incluso tres, lo cual se podría inferir a partir de la interrelación de los índices biológicos; adicionalmente el grado de desarrollo de los embriones en estados tardíos que se encontraron en meses distantes, como septiembre, noviembre, diciembre y mayo puede confirmar esta aseveración. Por lo pronto se acepta la premisa sobre un ciclo para *U. venezuelae* constituido por varios picos reproductivos al año.

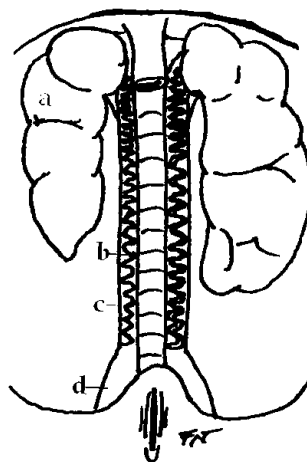
Otro aspecto a considerar es la continuidad del ciclo, ya que las hembras grávidas con embriones terminales presentaron ovocitos de coloración viable en los ovarios, por lo cual se puede decir que no hay un tiempo de pausa o preparación entre el parto y el inicio del ciclo nuevamente con la cópula, otra condición que apoya esta observación es la superposición del parto y el pico reproductivo que como ya se mencionó podría ocurrir de septiembre a noviembre y/o entre marzo y abril.

Por encontrarse las hembras representadas por todos los intervalos de tallas en la zona de estudio y en todos los estados de la escala de madurez, podrían considerarse como residentes en el área, ya que al parecer la usan a lo largo de su ciclo de vida siendo capturadas desde juveniles hasta adultos, es por esto que se propone este sector como una zona de apareamiento y cría. Estas zonas fueron definidas por Castro (1993) como áreas usualmente someras, localizadas en zonas ricas donde los juveniles pasan sus primeras semanas, meses o años,



donde encuentran abundante alimento y tienen baja predación, con presencia de hembras grávidas y neonatos libres. Sería de gran importancia confirmar lo anterior con estudios de captura y recaptura de tal forma que se puedan conocer sus movimientos en el mismo sector o en sus alrededores.

4.2.2. *Machos* El sistema reproductor masculino estuvo formado por testículos pareados alargados y color blanquecino, con lóbulos diferenciados en la superficie, cada uno estuvo unido a conductos deferentes que corren hacia la parte posterior de la cavidad, dentro de ellos se observó el epidídimo como un ducto delgado que viene enrollado desde los testículos y se extiende a través del conducto deferente, este se encuentra unido a la vesícula seminal, diferenciada como un segmento con paredes blancas y gruesas que se encuentra unida a los sacos sifonales del cláspser (Figura 18, Anexo H, G y J).



**Figura 17.** Esquema sistema reproductor en machos de *U. venezuelae*, a: testículos, b: epidídimo, c: ducto deferente y d: vesícula seminal.

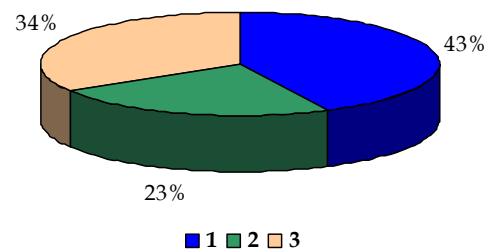
Se registraron 77 ejemplares, la mayor abundancia se registró en septiembre (36), seguido de noviembre (9), junio (9) y mayo (6), en los otros meses el número de ejemplares colectado fue bajo. La mayor abundancia se encontró





para los machos inmaduros con el 43 % (n=33), seguido por maduros con 34 % (n=26) y el estado en maduración con 23 % (n=18) (Figura 19).

Estados de madurez en Machos de *U. venezuelae*



**Figura 18.** Composición porcentual por estados de madurez en los machos de *U. venezuelae* capturados desde agosto 2005 a julio 2006.

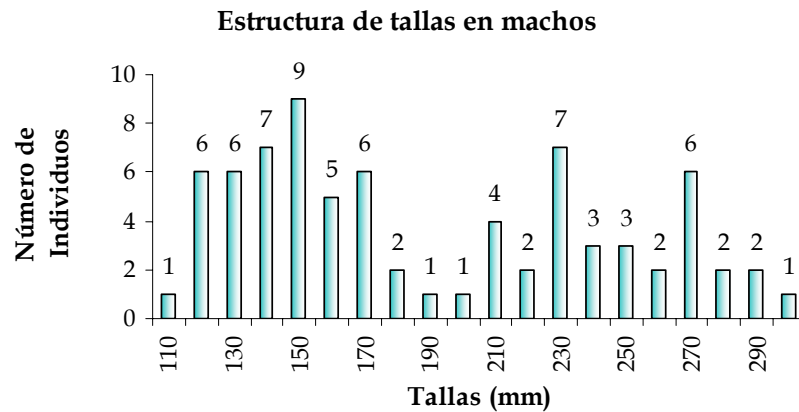
Las tallas de los machos capturados oscilaron entre 110 y 295 mm, intervalo más amplio que el descrito por Téllez & Vargas (2004) de 117 a 288 mm, debido al menor número de individuos observados (30 ejemplares).

El intervalo con mayor número de individuos fue 150 – 160 mm con nueve ejemplares, predominaron las tallas más pequeñas desde los 110 a los 190 mm, de forma similar a las hembras. No se registraron individuos de 300 a 320 mm, indicando tal vez que los machos alcanzan menores tallas que las hembras o que estos se ubican en otros estratos de profundidad durante la mayor parte del tiempo, de tal forma que su representatividad podría estar siendo subestimada (Figura 19).

Si bien se presentaron ejemplares en la mayoría de los rangos de tallas, la abundancia por intervalo fue menor comparativamente con las hembras, por lo que se podría ratificar que los machos buscan aguas más profundas y sólo se acercan a la costa en los picos reproductivos o mientras son juveniles, lo que los

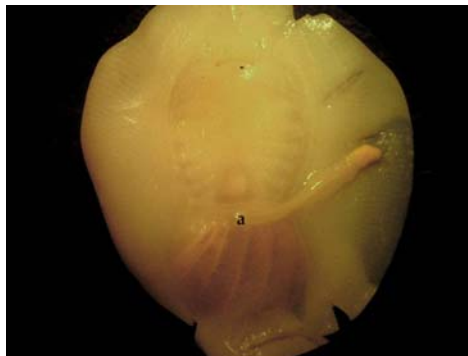


haría menos vulnerables a la captura con artes de arrastre como el chinchorro playero empleado.



**Figura 19.** Distribución del número total de machos de *U. venezuelae* por intervalo de talla, capturados incidentalmente entre agosto 2005 a julio 2006, en playa Salguero, Santa Marta.

Las características de cada estado de desarrollo gonadal estuvieron acordes a la escala empleada, así los inmaduros presentaron cláspes flácidas, no calcificadas, gónadas poco diferenciadas, de aspecto acuoso y los ductos (epidídimo, vaso eferente y vesícula seminal) muy angostos. Este estado fue característico de tallas entre 109 a 145 mm. El macho con menor talla capturado libre presentó una longitud total de 109 mm mostró la marca de inserción del vitelo como las hembras (Figura 20).



**Figura 20.** Parte ventral del embrión con marca de inserción del vitelo (a).



Los machos en maduración se caracterizaron por sus testículos diferenciados, con apariencia lisa en la cara ventral y lóbulos en la parte superior con ductos visibles, en la parte anterior del epidídimo pueden presentar rollos y el cláster parcialmente calcificado, liso, sin apertura del rifiodón; ejemplares en este estado tuvieron tamaños entre 148 y 230 mm.

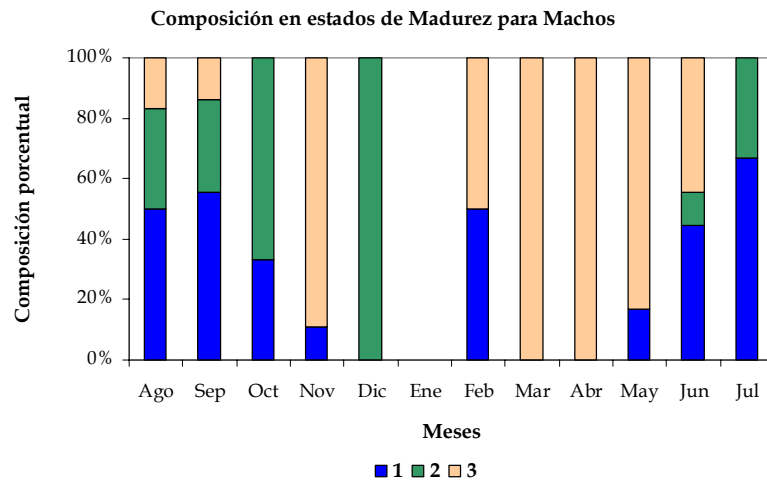
El estado maduro presentó gónadas con lóbulos bien formados, epidídimo y ductos visibles, con enrollamientos en los vasos deferentes continuos hacia la vesícula seminal (Anexo J), cláster calcificado (Anexo I) rifiodón abierto y algunas veces esperma en ellos, concordando con lo propuesto por Pratt (1988); en ejemplares con tallas entre 203 a 295 mm se confirmó la presencia de espermatozoos maduros en la vesícula seminal, epidídimo o ducto eferente.

4.2.2.1 Variación temporal de la condición reproductiva Los individuos inmaduros se presentaron en 8 de los 12 meses muestreados, estuvieron mejor representados en julio con 67 %, seguido de septiembre 55 %, agosto y febrero con 50 %, el menor valor para noviembre con 11 %. El estado en maduración se registró en 6 meses, predominó en diciembre con 100 %, seguido de octubre 66 %, para este estado junio mostró el menor valor con el 11 %. Por último los maduros, se registraron en 8 meses de los 12 muestreados, dominando en marzo y abril con un 100 %, seguido de noviembre 88 % y mayo 83 %, junio fue el mes con menor representación 11 % (Figura 21).

Se colectaron machos inmaduros en los mismos meses en que se capturaron hembras inmaduras, por lo cual es probable que estos individuos permanezcan cerca de la costa a poca profundidad, compartiendo el área como juveniles sin tener ninguna segregación por profundidad a diferencia de los maduros; la categoría en maduración se registró hacia los meses en los que se presentó el



primer pico reproductivo descrito en las hembras, siendo escaso en los siguientes meses.



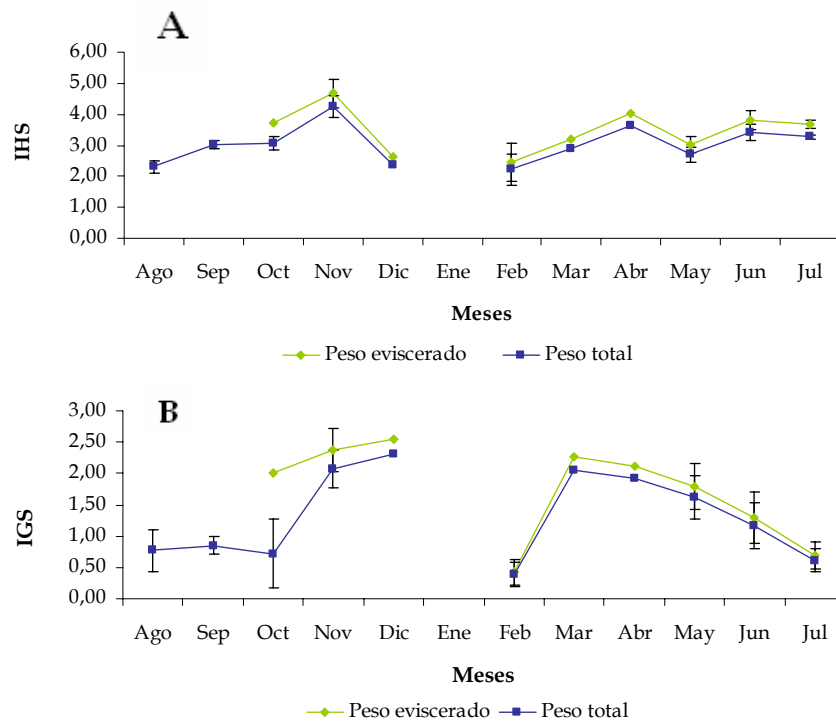
**Figura 21.** Fluctuación mensual de los estados de madurez en machos de *U. venezuelae* capturados incidentalmente en playa Salguero desde agosto 2005 a julio 2006. Inmaduro (1), en maduración (2) y maduro (3).

Los maduros fueron capturados de agosto a septiembre en baja proporción, posiblemente en estos meses empezaron a llegar a la costa para el pico reproductivo que se lleva a cabo en noviembre donde incrementaron su representación al igual que en marzo y abril meses en donde se presentó el segundo pico reproductivo en hembras, lo que fortalece lo propuesto anteriormente para machos de tallas mayores, maduros o en maduración con relación a la profundidad.

La composición porcentual no se relacionó con los datos generados por Téllez & Vargas (2004), quienes mencionan para agosto, septiembre y octubre sólo estados inmaduros y en maduración; en febrero registraron sólo maduros. Estos cambios podrían explicarse por diferencias en el tiempo de llegada al pico reproductivo, talvez en el año estudiado por los autores la llegada de los machos maduros se dio a inicios de noviembre (mes no muestreado), por su



parte en febrero no se registraron inmaduros posiblemente por su baja abundancia y poco probable su captura.



**Figura 22.** Fluctuación mensual de los índices hepatosomáticos IHS (A) y gonadosomático IGS (B), para los machos de *U. venezuelae* capturados incidentalmente en playa Salguero, entre agosto 2005 y julio 2006.

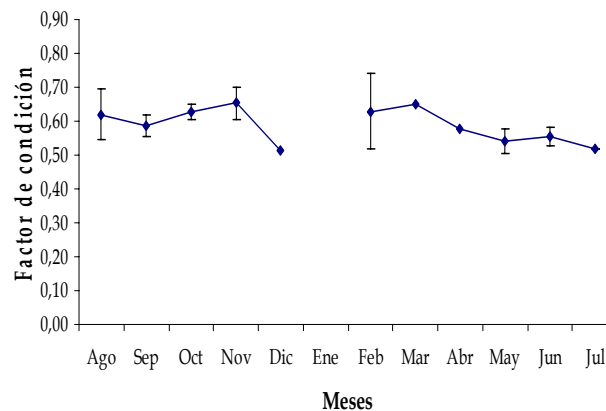
Con relación a los índices empleados para la descripción del ciclo reproductivo, el hepatosomático (IHS) registró el valor más alto en abril (3,64), seguido de junio y julio con valores similares ( $3,27 \pm 0,28$ ) y ( $3,27 \pm 0,06$ ), el valor más bajo lo presentó febrero ( $2,22 \pm 0,52$ ), acorde con Téllez & Vargas (2004) que describen para abril el valor más alto en IHS. Se observaron varios incrementos marcados del IHS; en septiembre ( $0,58 \pm 0,03$ ), octubre ( $0,62 \pm 0,02$ ) y noviembre ( $0,65 \pm 0,04$ ); luego en febrero ( $0,62 \pm 0,11$ ) a abril y por último hacia julio ( $0,51 \pm 0,01$ ) (Figura 22).

El valor más bajo para el índice gonadosomático (IGS) se presentó en febrero ( $0,39 \pm 0,19$ ) y el más alto en diciembre (2,31), este mostró poca variación de



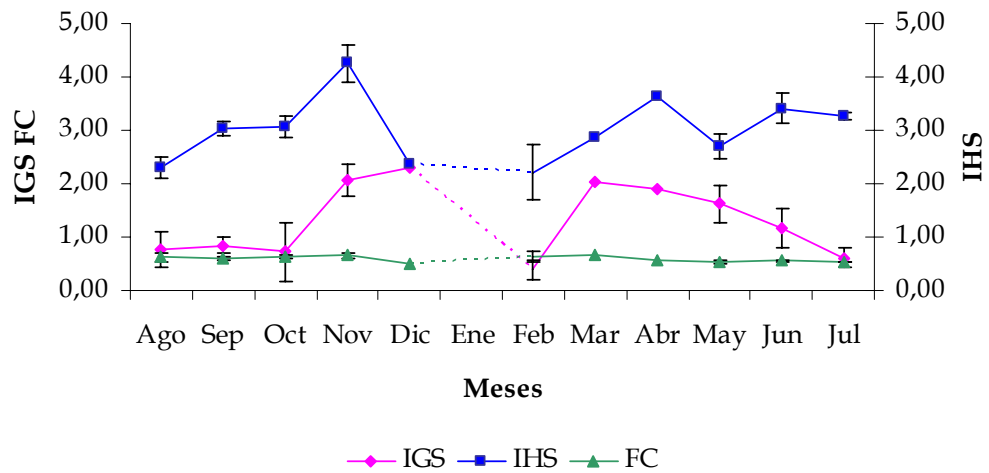
agosto a octubre ( $0,72\pm 0,55$ ), fuerte incremento hacia diciembre y un posterior aumento de febrero a marzo ( $2,04$ ) con declinación para julio ( $0,60\pm 0,18$ ) (Figura 22).

El factor de condición FC, mostró su valor más elevado en noviembre ( $0,65\pm 0,05$ ), seguido de marzo ( $0,65$ ); lo anterior coincide con los más altos valores del índice gonadosomático lo que correspondería a meses de preparación para el ciclo reproductivo, los datos más bajos del factor de condición se presentaron en diciembre ( $0,51$ ) y septiembre ( $0,59\pm 0,03$ ), que probablemente reflejarían épocas de gasto de las reservas (Figura 23). La tendencia observada al igual que en las hembras no presentó fuertes fluctuaciones, posiblemente por razones ya discutidas en las hembras.



**Figura 23.** Fluctuación mensual del factor de condición (FC) para machos de *U. venezuelae*.

En los machos la relación entre los índices presentó limitantes al igual que en las hembras, ya que en enero como se mencionó no se registraron ejemplares y en diciembre, marzo y abril sólo se capturó uno, lo cual dificultó la identificación clara y contundente de los picos reproductivos. No obstante la información suministrada, es información que no existía para la especie y puede servir como herramienta a estudios futuros (Figura 24).



**Figura 24.** Relación entre los índices gonadosomático, hepatosomático y factor de condición para los machos de *U. venezuelae*.

Con las observaciones obtenidas se propone un primer pico reproductivo en noviembre dado por la obtención de los valores más altos para el IGS y HS, coincidiendo con la mayor representatividad de individuos maduros y un segundo pico podría estar cercano a abril o mayo, con valores igualmente altos en los índices biológicos y con proporción de ejemplares maduros (Figura 24).

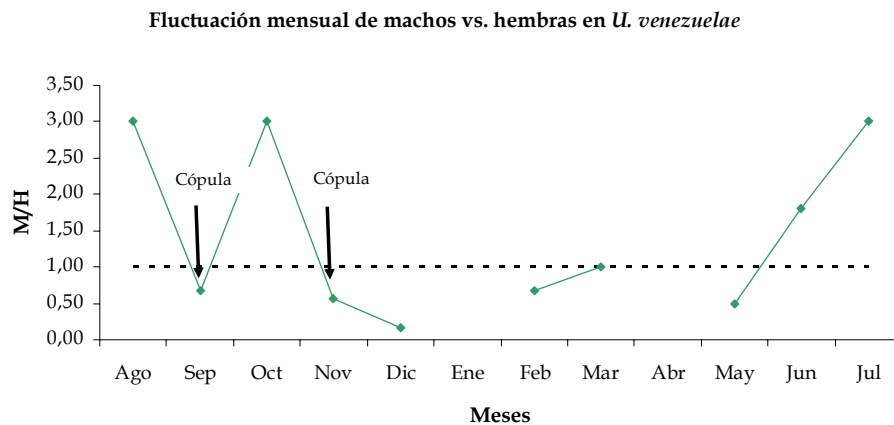
#### 4.3. Proporción de sexos

Se capturaron un total de 100 hembras y 77 machos, encontrándose para la zona una proporción de 1:1, confirmada estadísticamente con la prueba  $X^2$  cuadrado y un nivel de confianza del 95 % ( $P > 0,10$ ). Este cálculo difiere considerablemente de lo propuesto por Téllez & Vargas (2004) quienes proponen una proporción sexual en el área de 1:2, sin embargo estos resultados pueden haber respondido al número total de ejemplares estudiados que fue 45.

La relación mensual (machos/hembras), mostró predominio de machos en agosto, octubre, junio y julio, por su parte las hembras prevalecieron en



septiembre, noviembre, diciembre, febrero y mayo, por otro lado se presentó igualdad entre machos y hembras para marzo, en abril solo se registró un macho, por lo que no se presentó relación en este mes (Figura 25).



**Figura 25.** Relación machos/hembras para la proporción sexual colectados entre agosto 2005 a julio 2006 en playa Salguero.

La proporción sexual en el área fue 1:1, indicando que comparten el sector en estados inmaduros y maduros para favorecer los eventos reproductivos; esta proporción estuvo influenciada por la mayor captura de machos inmaduros que permanecen en la zona y no reflejó lo explicado anteriormente con respecto a la segregación por profundidad en machos adultos. Esta difiere de lo encontrado por Babel (1967), quien describió para *U. halleri* una proporción de 2:1(machos: hembras) y evidenció a partir de ella la segregación por profundidad, indicando que las hembras maduras migran luego del evento reproductivo.

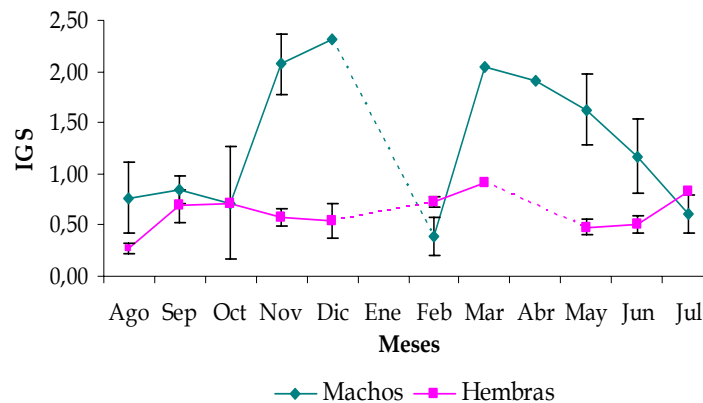
#### **4.4. Relación entre los ciclos reproductivos de hembras y machos**

Se registraron diferencias en el valor del IGS de machos y hembras, siendo más altos para los primeros que mostraron valores de 0,39 a 2,31 y para las hembras 0,26 a 0,91. Estas pueden deberse a que en los machos fue evidente el desarrollo de testículos de mayor tamaño y peso que ocupan una gran porción en la





cavidad visceral en contraste con las hembras, que mostraron ovarios de menor peso dejando de esta forma espacio para la distensión del útero que va a albergar los embriones y ocasionando IGS menores.



**Figura 26.** Comparación entre el índice gonadosomático IGS entre machos y hembras de *U. venezuelae* capturados entre agosto 2005 y julio 2006.

Se observó una correspondencia entre los picos reproductivos señalados por el IGS entre machos y hembras con desfase de un mes para los machos, lo que puede estar relacionado con lo propuesto por Hamlett (1999) quien mencionó para los machos de peces cartilagosos que los picos reproductivos ocurren después del observado para las hembras con el fin de encontrarlas listas para la reproducción. De ser esto cierto noviembre referido como el primer pico para las hembras, podría serlo también para los machos. El segundo pico mencionado para las hembras estuvo en los meses de marzo a abril, acorde con el mayor IGS de los machos de marzo, con esto se podría confirmar un posible segundo pico reproductivo (Figura 26).

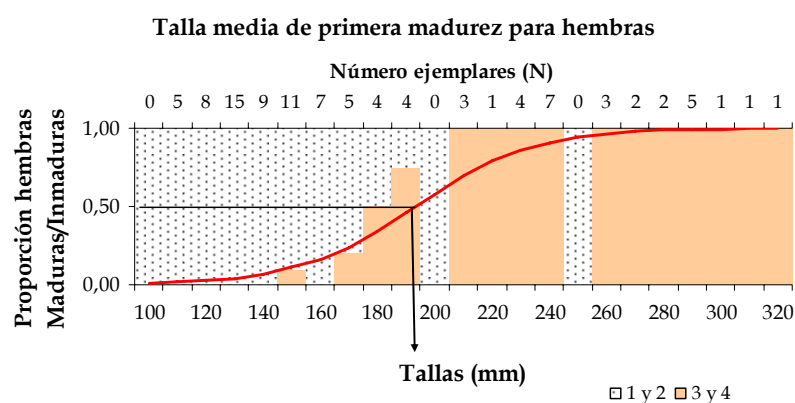
Vale la pena destacar que en la proporción de sexos de los meses propuestos como pico reproductivo (noviembre y marzo), se encontró predominio de hembras en estado maduro y de machos igualmente maduros, lo cual correspondería a los meses de cópula de la especie.



#### 4.5. talla

La menor talla de individuos maduros en hembras fue de 147 mm y en machos 203 mm, estas fueron menores a lo presentado por la bibliografía posiblemente por diferencias en el número de individuos colectados. En la determinación de la talla media de primera madurez se examinaron 100 ejemplares hembras, que según el criterios de White *et al.*, (2001) se encontraban efectivamente maduros. Este autor sostiene que se deben asumir como inmaduros los individuos de la escala 1 y 2, por no estar listos para la reproducción y los del estado 3a, 3b y 4 como maduros por tener capacidad para la reproducción. Para las hembras el ajuste por regresión no lineal determinó una talla media de primera madurez de 193 mm Lt y ancho de disco de 105 mm, con un nivel de confianza del 95 % (correlación de parámetros=0,99) (Figura 27).

Este valor fue menor al propuesto por Téllez & Vargas (2004) ( $282,3 \pm 0,98$  mm), calculado a partir del promedio ponderado de las tallas de los ejemplares maduros colectados y menor al mencionado por Dahl (1971) (300 mm) con 20 ejemplares.

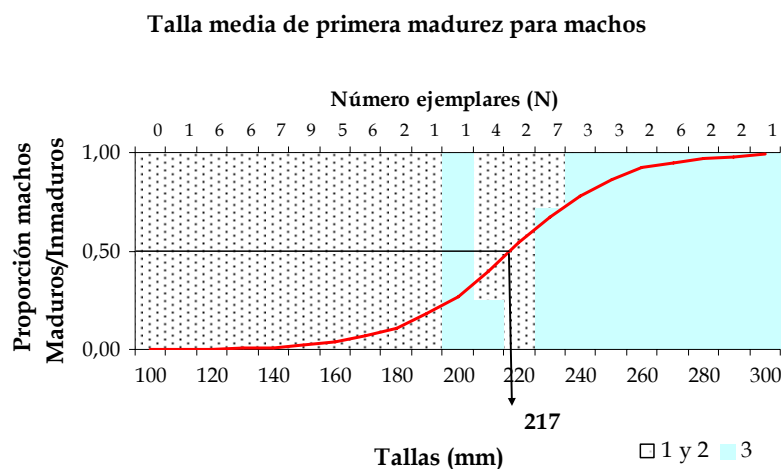


**Figura 27.** Talla media de primera madurez para las hembras de *U. venezuelae*, la curva representa el ajuste de los datos, la flecha muestra el corte al 50%.



Estas diferencias obedecen a que estos autores analizaron un menor número de individuos, posiblemente de un rango de tallas mayor y en el estudio de Dahl podrían presentarse variaciones por la localidad, ya que realizó las colectas en la bahía de Cartagena.

En los machos White *et al.*, (2002), sugiere agrupar como inmaduros los estados 1 y 2, el estado 3 como maduros. Así la talla media de primera madurez para los machos fue 217 mm, con un nivel de confianza del 95 % (correlación de parámetros=0,99), esta talla aunque estadísticamente representa un buen ajuste, debe ser vista con precaución, ya que el número de machos de tallas entre 170 y 200 mm es reducido y en el puede estar fluctuando la talla media de madurez (Figura 30). Por esto es indispensable el poder contar con mayor representatividad de ejemplares y así fijarla con mayor evidencia (Figura 28).



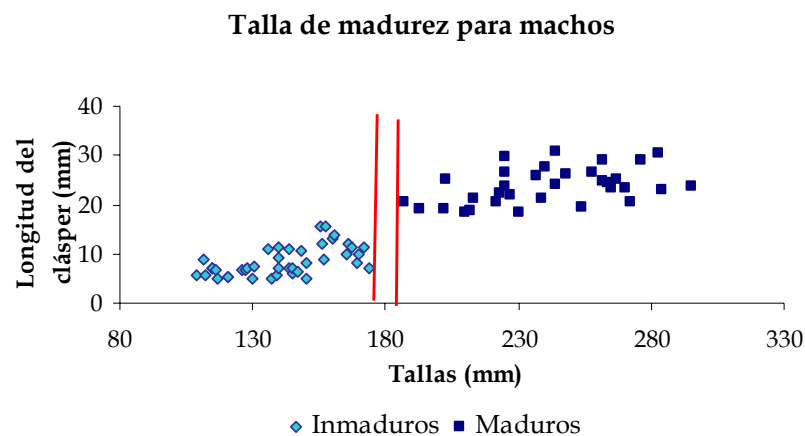
**Figura 28.** Talla media de primera madurez para machos de *U. venezuelae*, la curva representa el ajuste de los datos, la flecha muestra el corte al 50%.

La determinación de la talla de madurez a partir de la relación entre la longitud del cláster y la longitud total, permitió determinar que se presentaron dos grupos: inmaduros en los que el cláster tiene longitudes de 4,8 a 15,6 mm y un segundo grupo de maduros con una longitud del cláster de 18,0 a 30,7 mm;



cabe mencionar que no se registraron ejemplares con longitudes de cláster de 15,60 a 18,00 mm (Figura 29).

La talla de madurez podría estar dentro del rango de 174 a 187 mm de longitud total, límites de los machos inmaduros y maduros, indicando una ruptura o transición entre los dos estados, este cambio ha sido observado en otros batoideos como *Myliobatis californica* (Martín & Cailliet, 1988), *Rhinobatos productus* (Timmons & Bray, 1997), este método es funcional aunque no da un estimativo exacto sino un rango donde posiblemente se da la madurez de los individuos (Figura 29).



**Figura 29.** Relación longitud cláster vs. longitud total de los machos de *U. venezuelae*.

Al comparar los métodos empleados para machos, se registraron diferencias debido al número de datos en el análisis de regresión, este método es más exigente en cuanto a ello, por lo que se asume que la talla media de madurez para machos podría estar como se mencionó, para el análisis de longitud de cláster vs. longitud total entre los 174 a 187 mm de longitud total y ancho de disco 93 a 99 mm. No obstante este valor está por debajo del propuesto tanto por Téllez & Vargas (2004) como por Dahl (1971), por lo que se sugiere hacer claridad al respecto en estudios posteriores.

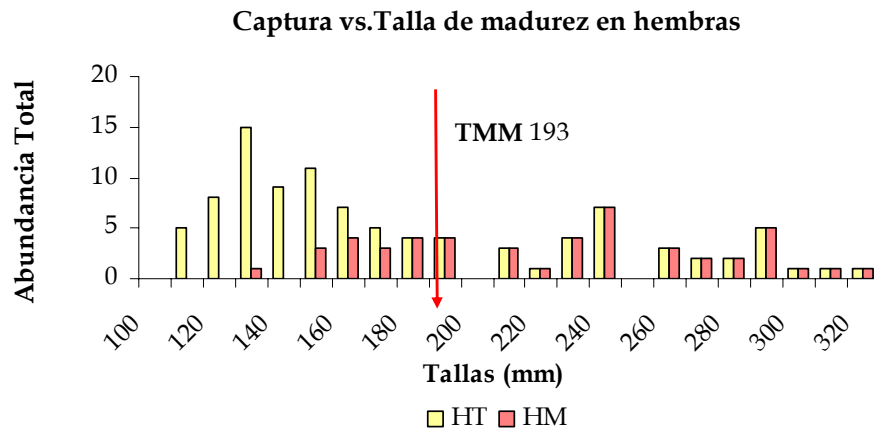


#### 4.6. Tallas capturadas vs. talla de madurez

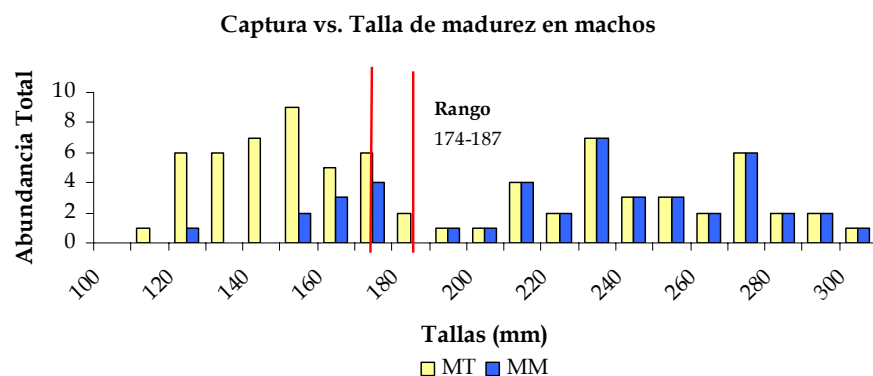
El uso de biología reproductiva es especialmente importante para el manejo de una población, dentro de los aspectos reproductivos está la talla media de madurez, que se emplea para establecer el tamaño a partir de la cual se debe capturar una especie (Tresierra y Culquichicón, 1993).

Para hembras y machos se registró una alta proporción de animales capturados por debajo de la talla media de primera madurez, que fue determinada para hembras en 193 mm y para machos en el rango de 174 a 187 mm, estos ejemplares pertenecen a estados inmaduros que no han alcanzado la etapa reproductiva (Figura 30 y 31); la disminución de capturas de maduros de grandes tallas es un rasgo común de poblaciones explotadas (Stevens *et al.*, 2000).

Las elevadas capturas de juveniles de ambos sexos pueden estar afectando a mediano y corto plazo el reclutamiento de la población es decir el ingreso de nuevos individuos a la misma, esta disminución a futuro puede estar afectando el equilibrio, reduciendo los individuos con capacidad reproductiva haciéndose incapaces de mantenerla en el tiempo. Esta posible sobreexplotación amerita medidas inmediatas que permitan la perpetuación de la especie en el tiempo, además se recomienda realizar estudios que permitan ampliar y profundizar la información disponible del ciclo de vida de la especie y delimiten otros aspectos hasta ahora desconocidos como reclutamiento, tasas de natalidad y mortalidad, con el fin de conocer el estado real de la población.



**Figura 30.** Composición de la captura en hembras de *U. venezuelae* con respecto a la talla media de primera madurez, HT: hembras totales, HM: hembras maduras.



**Figura 31.** Composición de la captura en machos de *U. venezuelae* con respecto al rango de madurez, MT: machos totales, MM: machos maduros.

#### 4.7. Comparación con otras especies de la familia Urolophidae

No existen estudios en aspectos reproductivos de la especie, pero se cuenta con aportes importantes en cuanto a la diagnosis e identificación donde se presentan distribuciones geográficas, tallas registradas y localidades de colecta; esta información se puede complementar con estudios reproductivos de ejemplares de la misma familia, con la que comparten similitudes que pueden



ayudar a entender como se desarrolla la reproducción en estas rayas, es importante tener presente que esta especie es endémica del Caribe, por lo tanto cobra más valor la información colectada ya que será base fundamental para su conservación.

La información existente en publicaciones se presenta en términos del ancho del disco (AD) sin ningún dato de longitud total; con respecto a otras especies de esta familia a nivel mundial, *U venezuelae* fue la especie de menor tamaño (AD máximo en hembras o machos).

**Tabla 7.** Con base en White & Potter (2005), comparación de algunas características biológicas-reproductivas de especies pertenecientes a la familia Urolophidae con relación a la información presentada en este estudio para *U. venezuelae*.

Variable	<i>Urotrygon venezuelae</i>	<i>Urolophus</i>				<i>Trygonoptera</i>	
		<i>halleri</i>	<i>paucimaculatus</i>	<i>lobatus</i>	<i>jamaicensis</i>	<i>personata</i>	<i>mucosa</i>
AD máximo H	173	310	272	277	214	369	311
Lt máxima H	311	?	?	?	?	?	?
AD máximo M	158	250	256	237	161	283	269
Lt máxima M	295	?	?	?	?	?	?
AD en Talla media de madurez H (mm)	105	150	223	201	200	228	253
Lt en Talla media de madurez H (mm)	193	?	?	?	?	?	?
AD en Talla media de madurez M (mm)	93-99	150	206	163	130	221	222
Lt en Talla media de madurez M (mm)	174-187	?	?	?	?	?	?
Fecundidad (# emb)	1-6	1-6	1-2	2-6	1-5	1-2	1-2
Tiempo de gestación (meses)	4-6	3	11	10	?	10-12	10-12
AD de neonato	63	75	126	105	?	113	128
% que representa AD neonato de AD máx H	36	75	46	38	?	31	41
Número total H	100	802	389	935	46	233	328
Número total M	77	1420	497	1144	10	284	426
Tiempo de muestreo	2005-2006	1955-1962	1991-1992,1997, 1998	1991-1999	1976-1978	1991-1992,1997,1998	
Localidad	Atlántico centro Occidental	California Pacífico Norte	Sur-Oeste Australia	Sur-Oeste Australia	Laguna de Términos Golfo de México	Sur-Oeste Australia	
Autor	Presente estudio	Babel (1967)	White & Potter (2005)	White <i>et al.</i> , (2001)	Yañez-Arancibia & Amezcua-Linares (1979)	White <i>et al.</i> (2002)	

Se observó una tendencia general en la familia a presentar mayores valores en todas las medidas consideradas en hembras con respecto a los machos



incluyendo a *U. venezuelae*; así la talla media de primera madurez (TMPM) calculada a partir de regresión no lineal para la *U. paucimaculatus*, *U. lobatus*, *T. personata* y *T. mucosa* fue mayor en hembras; excepto la TMPM determinada con observaciones histológicas en las gónadas de machos y hembras en *U. halleri* donde fue igual en ambos sexos. (Tabla 7)

A pesar de su reducido tamaño, *U. venezuelae* registró mayor número de embriones (1 a 6) comparado con *U. paucimaculatus*, *T. personata* y *T. mucosa* que presentan de 1-2 y fue similar a lo encontrado en *U. halleri*, *U. jamaicensis* y *U. lobatus*. El tiempo de gestación presentó una duración intermedia, siendo mayor al de *U. halleri* y menor al confrontarse con *U. paucimaculatus*, *U. lobatus*, *T. personata* y *T. mucosa*; estas diferencias podrían estar relacionadas con las condiciones ambientales de los habitats y la variabilidad de los mismos, ya que las estrategias reproductivas en hembras están asociadas con los momentos de mayor oferta de alimento y condiciones más favorables para el desarrollo de nuevos individuos.

El ancho del disco (AD% de AD max en hembras) en los neonatos de *U. venezuelae*, fue mayor comparativamente con *T. personata*, siendo esta de mayor talla y menor al de otras especies presentadas; esto muestra que posiblemente *U. venezuelae* tiene dentro de su estrategia reproductiva producir embriones de mayor talla, en corto tiempo y en gran número, para de esta forma mantener los niveles de estabilidad natural ante factores como alta predación, mortalidades natural o por pesca; es por ello que es necesario elaborar estudios que contemplen estas condiciones y permitan identificar posibles cambios de la estrategia reproductiva de la especie en el tiempo.

#### 4.8. [Aspectos tróficos](#)





Dado el avanzado estado de degradación de los contenidos analizados no se logró una identificación de las presas a nivel de especie, siendo necesario presentar los ítems en grandes grupos, por lo que se sugiere para estudios futuros el uso de otras metodologías como los análisis isotópicos que a partir de muestras de músculos realizan la estimación de la materia orgánica asimilada (Créach *et al.*, 1997) y no dependen de la presencia de contenidos estomacales, ni del deterioro en el que estos puedan encontrarse.

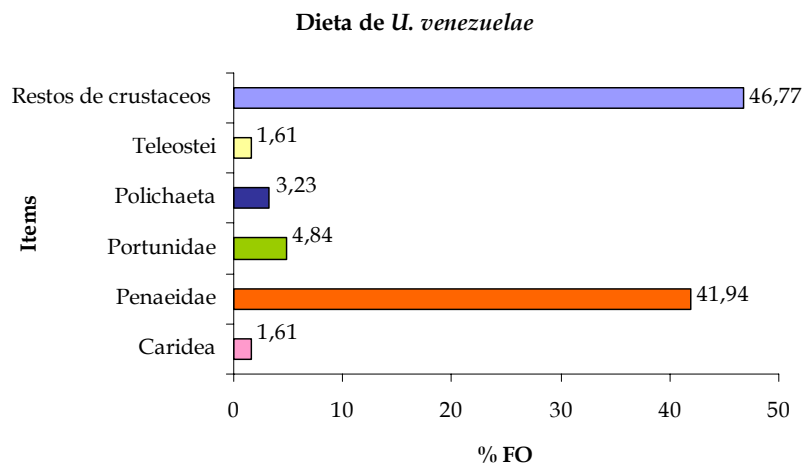
Se analizaron 177 estómagos de los cuales 58 (33%) se encontraron con contenido y 119 (67%) vacíos, los ítems identificados se muestran en grandes grupos. El estado de digestión 3 fue el mayor representado (41 % y n=24), es decir predominaron los individuos fuertemente degradados sin cabeza o algunas partes del cuerpo, seguido por el 2 y 4 con igual porcentaje 28 % (n=16), el menor fue el estado 1 con 3 % (n=2), que por sus características presenta ítems identificables. En los estómagos analizados el porcentaje de llenado predominante fue el 25 % que mostró el 73 % (n=42), seguido de la categoría 50 % con 24 % (n=14) y el menos representado fue 5 % con 3 % (n=2).

Con respecto a la frecuencia de ocurrencia, el ítem más representativo fue el de restos de crustáceos con 46,77 %, seguido de los Penaeidae con 41,94 % , dentro de esta familia se identificó la especie *Xiphopenaeus kroyeri*, Portunidae con 4,84 %, Polichaeta con 3,23 % y con igual proporción 1,61 % los Caridea o gamba y Teleostei evidenciado por la presencia de vértebras de peces (Figura 32).

Esta composición fue similar a la mencionada por Téllez & Vargas (2004) quienes encontraron una dieta dominada por crustáceos, de la familia Penaeidae, seguido por los restos de camarón, cangrejos del infraorden Braquiura y restos de Teleostei. En la composición de la dieta propuesta por estos autores no se registró el componente Polichaeta y Caridea, encontrados en



el presente estudio, lo cual se constituye un nuevo aporte en la dieta de la especie.



**Figura 32.**  
Frecuencia de  
ocurrencia de

presas composición en porcentaje.

las

El componente crustáceos registrado en la dieta de *U. venezuelae* ha sido descrito por Valadez (2000), para otras especies pertenecientes a la familia Urolophidae como *Urotrygon asterias*, que se alimenta de decápodos, estomatópodos y anfípodos, también en *Urobatis halleri* fue evidente el predominio de estomatópodos, decápodos, anfípodos, anomuros y portunidos y *Urotrygon rogersi* con alta representatividad de decápodos, anfípodos, estomatópodos, anomuros y braquiuros.

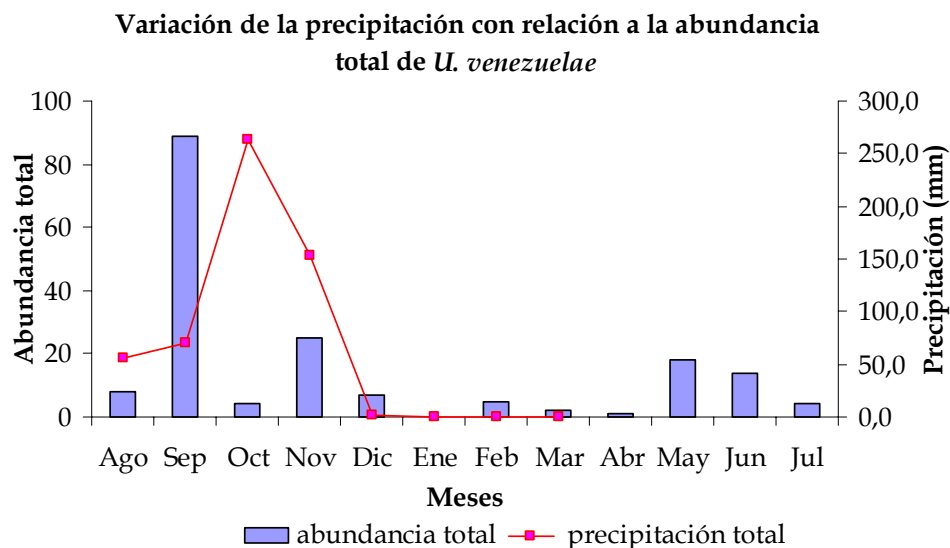
La composición de la dieta de *U. venezuelae* estuvo conformada por presas características de la zona bentónica (Valadez, 2000), debido a su forma de vida relacionada con fondos arenosos. También la fluctuación de estos componentes en el tiempo y en el espacio pueden conllevar una selectividad por las presas; Chao & Musick (1977) y Main (1985) proponen que la selección de las presas depende del tamaño de las mismas, su palatabilidad, acceso al recurso



alimentario y las características del aparato bucal del depredador, aspectos que deben ser abordados en detalle en estudios posteriores.

#### 4.9. Condición ambiental

Al comparar la abundancia total de los individuos con los periodos climáticos típicos de la región, se observó que la mayor abundancia se registró en los meses de septiembre a noviembre, durante el periodo lluvioso mayor, seguido por mayo y junio, periodo lluvioso menor, a diferencia de los periodos seco mayor y seco menor, en los que se encontraron los menores registros.

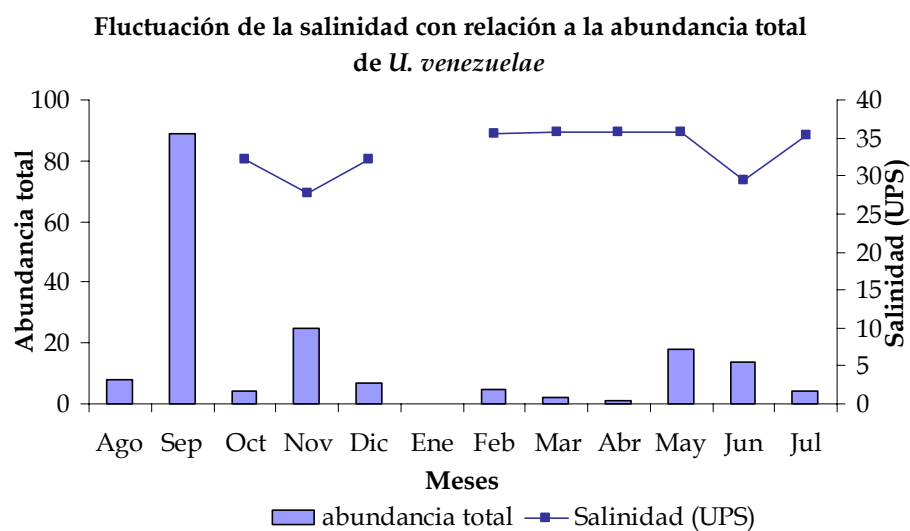


**Figura 33.** Fluctuación de la abundancia total (Número de individuos) con la precipitación total (datos provenientes de la estación del aeropuerto IDEAM)

Con respecto a la precipitación, ésta fue mayor en octubre (262,8 mm), noviembre (153,1 mm) y septiembre (71,0 mm), meses que coinciden con la mayor abundancia de *U. venezuelae* en la zona, los incrementos en las precipitaciones ocasionan ingresos de aguas dulces en el área, que según lo propone Franco (2005), se da por aportes del río Gaira del Magdalena o por la influencia de la Ciénaga Grande de Santa Marta CGSM. Por su parte los meses en los que la precipitación fue menor diciembre (0,8 mm), enero (0 mm), febrero (0 mm) y marzo (0 mm)) la abundancia de los individuos disminuyó en forma



considerable. Esta variable es de considerable importancia para la comunidad bentónica de la región, estudios como el de Guzmán-Alvis & Ardila-Espitia (2003) demuestran que la intensidad de esta variable determina la densidad y riqueza de estos organismos, por lo cual cambios en la oferta de alimento podrían estar incidiendo en la abundancia de la especie (Figura 33).



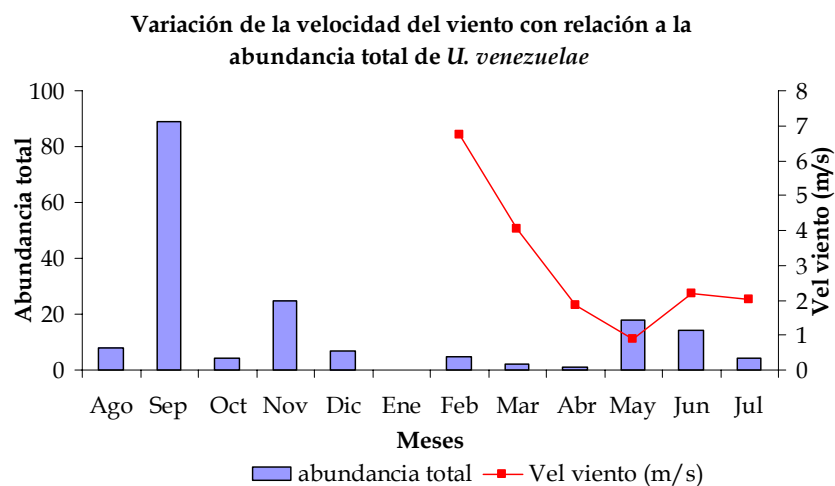
**Figura 34.** Variación de la salinidad a partir de datos colectados en campo, en playa Salguero.

La salinidad estuvo dentro de lo esperado para los periodos climáticos típicos de la región y acorde con lo propuesto por Franco (2005), así para la época seca se registraron salinidades de 32 a 36 UPS y en la lluviosa 27 a 29 UPS (Figura 34), de la misma forma la temperatura en la caracterización realizada por Franco (2005) fluctúa en los periodos secos entre 23 a 26 °C y en los lluviosos de 27 a 28 °C. Durante esta última se encontraron las mayores abundancias indicando su tolerancia a amplios rangos de salinidad y temperatura, lo que ha sido descrito en *U. jamaicensis* por Yañez-Arancibia & Amezcua-Linares (1979).

Los efectos de las fluctuaciones en la salinidad y temperatura en los batoideos no ha sido descrito claramente, aunque White *et al.*, (2001) propone que la



temperatura puede incidir en la tasa de desarrollo de batoideos indicando que en temperaturas más altas el periodo de gestación es más corto con relación a las especies que habitan en lugares con menores temperaturas donde los tiempos son más largos, lo que difiere del tiempo de gestación de *U. venezuelae* (Tabla 7) que fue mayor al de *U. halleri* especie ubicada en zonas más templadas. Babel (1967) con sus estudios para *U. halleri* en California menciona una marcada preferencia por aguas más calidas cercanas a 24,5 °C, lo que podría ser similar a lo encontrado en *U. venezuelae* que incrementa su ocurrencia en los meses durante los cuales la temperatura fue más alta; no obstante, este factor puede no ser la única causa de la fluctuación en la abundancia pero su rol podría ser explorado a futuro en experimentos bajo condiciones controladas.



**Figura 35.** Velocidad del viento (datos provenientes de Franco sp.).

Otra variable con fluctuación importante en el área es la velocidad del viento, mostró los menores valores en mayo (0,88 m/s), junio (2,17 m/s) y julio (2,02 m/s) coincidiendo con altas abundancias de la especie (Figura 35), por el incremento del número de faenas de pesca con chinchorro que tiene mejor operatividad las épocas de menos vientos, aumentando la probabilidad de captura de la especie, por lo cual se podría incidir directamente en su abundancia (Figura 35). La velocidad del viento en conjunto con la precipitación



y el flujo residual afectan la abundancia y estructura de la comunidad bentónica, funcionando como un mecanismo de fertilización, induciendo el enriquecimiento de nutrientes afectando de esta forma la cantidad y calidad del alimento disponible para el bentos de acuerdo a (Guzmán-Alvis, 2004).

En general la condición ambiental descrita para este estudio en términos del patrón de precipitaciones, salinidad, temperatura y velocidad del viento, influye sobre la comunidad y abundancia de los organismos bentónicos como los crustáceos que son presas importantes para *U. venezuelae*, favoreciendo indirectamente su presencia y abundancia así como el registro de sus eventos reproductivos en la zona.



## 5. CONCLUSIONES

Se registró el sector de Playa Salguero como zona de apareamiento y cría de la especie *U. venezuelae*, por presentar todos los estados de madurez y rangos de tallas en machos y hembras a lo largo del año, esta condición es particularmente importante por tratarse de una especie endémica restringida a esta área; requiere de medidas inmediatas que permitan su sobrevivencia en el tiempo, entre las cuales se podría considerar la restricción de pesca en meses como noviembre y marzo a abril, picos reproductivos y de liberación de crías al medio (noviembre y mayo).

La fluctuación de la abundancia de la especie en la zona podría responder a cambios en la oferta de alimento, aunque los contenidos estomacales encontrados presentaron un bajo porcentaje esto no indica que *U. venezuelae* no se alimente en la zona, sino que probablemente lo hace en las horas de la noche, por lo que teniendo en cuenta el tamaño de los *ítems* y la rápida digestión de los mismos, es de esperar que en las horas de la mañana cuando se realizó la pesca la presencia de contenidos identificables sea escasa.

Las hembras y machos están siendo capturados en todo su rango de tallas aunque en mayor proporción en individuos juveniles inmaduros que se encontraron por debajo de la talla media de primera madurez en hembras y rango de madurez en machos, lo cual puede estar afectando el equilibrio poblacional al no permitir que los ejemplares alcancen sus tallas reproductivas impidiendo de esta forma la producción de nuevos individuos en la población.

*U. venezuelae* desarrolla una estrategia de dos picos reproductivos al año, con fecundidad alta (comparada con otras especies de la misma familia) de 3-5 embriones y un ciclo continuo sin un tiempo de preparación entre el parto y la cópula, lo que podría considerarse una estrategia de alto potencial reproductivo



desarrollada en respuesta a factores como la mortalidad por pesca u otros factores externos.

En cuanto a la morfometría se registro mayor talla en las hembras con relación a los machos y por los aspectos estudiados es posible que se de un dimorfismo en cuanto a ciertas medidas por lo que es necesario realizar nuevas valoraciones con un mayor número de medidas.

Se rechaza la hipótesis de una reproducción continua a lo largo del año ya que *U. venezuelae* registró un ciclo de dos picos al año y no una reproducción que se pueda considerar continua, es decir sin tendencias claras pero permanente a lo largo del año, en cuanto a la relación entre el número de embriones y la talla materna no se encontró una correspondencia por lo que se rechaza la hipótesis, se encontró desarrollo de embriones en los úteros izquierdo y derecho a diferencia de lo que se había planteado inicialmente como hipótesis con el desarrollo solo en el izquierdo.

Se acepta la hipótesis propuesta sobre una mayor abundancia de individuos colectados en la época lluviosa mayor, con una relación directa que obedecería a cambios en la oferta de alimento.





## 6. RECOMENDACIONES

Es necesario profundizar en los estudios de biología reproductiva en las especies de condriictios del Caribe colombiano, contribuyendo de esta forma a ampliar el conocimiento de estas a nivel mundial, aportando herramientas a los planes de acción y conservación internacional de tiburones y rayas que permitan regular la explotación sostenible de sus poblaciones sin niveles de riesgo.

Para lograr obtener un número de ejemplares alto de manera mensual y realizar estudios de biología reproductiva de esta u otra especie se sugiere tomar dos o tres puntos de muestreo (Tayrona y Don Jaca) ampliando de esta forma el área, el esfuerzo de muestreo y la probabilidad de coleccionar ejemplares.

Determinar si el comportamiento reproductivo de la especie es el mismo en otras localidades o si existen diferencias poblacionales entre un sector y otro, a partir de estudios de biología reproductiva de *U. venezuelae* en otros sectores del Caribe colombiano.

Se recomienda cotejar las fluctuaciones del IGS de hembras con gráficas de diámetro medio ovocitario mensual (MOD) elaboradas con los diámetros promedio de todos los ovocitos presentados en las hembras maduras coleccionadas por mes, ya que la bibliografía menciona que la tendencia es la misma.

Evaluar en estudios posteriores otros aspectos que complementen la biología reproductiva de la especie, como tasas de natalidad, mortalidad y reclutamiento. Complementar los resultados de este estudio con la determinación de la edad a partir de los incrementos marginales en las vértebras de la especie.



En la evaluación de aspectos tróficos se deben emplear otras técnicas como los análisis isotópicos que no dependan de la condición de los estómagos.

Complementar los estudios de biología reproductiva con la descripción histología de los ovarios y testículos, para de esta forma confirmar los estados de desarrollo macroscópicos, evaluar la producción de ovocitos y la espermatogénesis en machos.



## BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, K.; BOHÓRQUEZ, J.; MOLINA, E.; MORENO, C. & MORENO, F. 2005. Caracterización y algunos aspectos biológicos del ensamblaje de tiburones y rayas (Subclase Elasmobranchii) descartado por la flota camaronera en el Caribe colombiano entre Agosto y Noviembre del 2004. Santa Marta. Proyecto de seminario de investigación. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. 91 p.

ACOSTA, J. & CAÑÓN, M. 1998. Influencia de algunas características meteorológicas sobre la variación espacio-temporal de las características oceanográficas en la bahía de Gaira, Santa Marta, Caribe Colombiano. Informe final. Seminario de investigación. Facultad de Biología Marina. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. sp.

ACUÑA, E.; CID, L.; PÉREZ, E.; KONG, I.; ARAYA, M.; LAMILLA, J.; PEÑAILILLO, J.; BENNETT, X.; GONZÁLEZ, M.; VILLARROEL, J.; LÓPEZ, H. & BARRAZA, O. 2001. Estudio biológico de tiburones (marrajo dentado, azulejo y tiburón sardinero) en la zona norte y central de Chile. Informe final. Universidad Católica del Norte - Sede Coquimbo - Facultad de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marina. Proyecto No. 2000 - 23. Coquimbo, Chile. 112 p.

BABEL, J. 1967. Reproduction, life history, and ecology of the round stingray, *Urolophus halleri* Cooper. Fishery Bulletin 137:4-104 p.

BAIGORRI, Á. & POLO, C. 2004. Espectro Trófico de dos Especies de Tiburón Zorro (Chondrichthyes Alopiidae) *Alopias pelagicus* Nakamura, 1935 y *Alopias*



*superciliosus*, en Playa Tarqui Manta, Ecuador. Tesis de grado (Biólogo Marino), Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. 133 p.

BIGELOW, H. & SCHROEDER, W. 1953. Fishes of the western North Atlantic. Part two. Sawfishes, Guitarfishes, skates and Rays. Chimaeroids. Sear foundation for Marine Research. 588 p.

BULA-MEYER, G. 1990. Oceanografía. En: Fondo José Celestino Mutis - FEN Colombia-. Caribe Colombia. Bogotá: FEN Colombia. 101 - 113 p. 1990 ISBN 9589129-11-0.

CASTRO, J. 1993. The Shark nursery of Bulls Bay South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. Environmental Biology of Fishes. 38:37-48 p.

CASTRO, G.; DAZA, A.; RODRÍGUEZ, M. & ROMERO P. 2002. Aspectos fisicoquímicos y océano-atmosféricos de la surgencia del Caribe centro en la región de El Rodadero, entre febrero abril del 2002. Informe final. Seminario de investigación. Facultad de Biología Marina. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. sp.

CERVIGÓN, F. & ALCALÁ, A. 1999. Los peces marinos de Venezuela. Tiburones y Rayas. Segunda edición. Caracas Venezuela. Fundación Museo del Mar. 230 p.

CENTRO HIDROGRÁFICO Y OCEANOGRÁFICO DE COLOMBIA, CIOH. 2005. Boletín Meteomarino mensual del Caribe colombiano Octubre 2005. No. 123. Central de Pronósticos Meteorológicos y Oceanográficos. 12 p.



CHAO, L. N. & MUSICK, J. A. 1977. Life history, feeding habits and functional morphology of juvenile sciaenid fishes in the York River estuary, Virginia. *Fish. Bull.* 75(4): 657-702 p.

COLCIENCIAS. 1999. Plan estratégico 1999-2004: Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. Santafé de Bogotá: COLCIENCIAS. 99 p. ISBN 958-9037- 83-6

CONRATH, C. 2005. Reproductive biology En: MUSICK, J. y BONFIL, R. 2005. Management techniques for elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. No. 474. Rome. FAO. 251 p.

COMPAGNO, L. J. V. 1990. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. *Environmental Biology of Fishes.* 28:33-75 p.

CRÉACH, U., SCHRICKE, M., BERTU, G. & MARIOTTI, A. 1997. Stable isotopes and gut analyses to determine feeding relationships in salt marsh macroconsumers estuarine. *Coastal and Shelf Science.* 44:599-611 p.

DAHL, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA. Bogotá. 391 p

ESCOBAR-SÁNCHEZ, O. 2004. Hábitos alimenticios de *Squatina californica*. Tesis (Maestro en Ciencias, con especialidad en manejo de recursos marinos), Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. México. 99 p.

FRANCO HERRERA, A. sp. Dinámica física, química y planctónica de la surgencia costera frente al departamento del Magdalena, Caribe colombiano.



---

Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Abril 2005 - 2006.

FRANCO HERRERA, A. 2005. Oceanografía de la ensenada de Gaira El Rodadero más que un centro turístico en el Caribe colombiano/ Andrés Franco Herrera.- Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 56 p. ISBN: 958-9029-72-8

GALVÁN, F., NIENHUIS, H. & KLIMLEY, P. 1989. Seasonal abundance and feeding habits of shark of the lower Gulf of California, México. Fish and Game. México. Vol. 75:74-84 p.

GILMORE, R. 1999. The reproductive biology of lamnoid sharks. Underw. Nat. 19:64-67 p.

GUERRERO, A.; RODRÍGUEZ, S. & VERA, M. 2004. Caracterización de la Comunidad Íctica capturada con chinchorro playero durante el primer semestre del 2004, en playa Salguero y el aeropuerto, Santa Marta, Colombia. Santa Marta, Proyecto de seminario de investigación. Facultad de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta.

GÚZMAN-ALVIS, A. & ARDILA-ESPITIA, N. 2003. Informe del Estado de los ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2002. INVEMAR. Medellín. Servigráficas. Serie Publicaciones Periódicas. No. 8:178 p.

GUZMÁN-ALVIS, A. 2004. Variaciones temporales de la macroinfauna sublitoral en la plataforma colombiana aledaña al río Magdalena asociada con cambios climáticos. Tesis de Doctorado en Oceanografía. Universidad de Concepción. Chile.124 p.



GÓMEZ-CANCHONG P., MANJARRÉS, L., DUARTE, L. & ALTAMAR, J. 2004. Atlas pesquero del área norte del Mar Caribe de Colombia. Universidad del Magdalena, Santa Marta. 230 p.

HAKSPIEL, C.; PATIÑO, M.; PLATZ, M.; ROSSO, M. & VELÁSQUEZ, S. 2003. Algunos aspectos estructurales de la comunidad Íctica capturada con Chinchorro playero en los sectores de playa Salguero y Aeropuerto, Santa Marta- Caribe Colombiano. Seminario de Investigación. Facultad de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. 48 p.

HAMLETT, W. C. 1997. Reproductive modes of elasmobranchs. Shark News 9. Internetaccess:<http://www.flmnh.ufl.edu/fish/Organizations/SSG/9Newsletter/shark9news1.htm>. Fecha de consulta: Febrero 2006.

HAMLETT, W. C. & KOOB, T. 1999. Female Reproductive System. Chapter 15. En: Sharks, Skates and Rays The Biology of the elasmobranch fishes. The Johns Hopkins University press. Baltimore and London. 515 p.

HAMLETT, W. C. 1999. Male Reproductive System. Chapter 16. En: Sharks, Skates and Rays The Biology of the elasmobranch fishes. The Johns Hopkins University press. Baltimore and London. 515 p.

HERNÁNDEZ, A. 1986. Informe final, proyecto piloto de evaluación para el desarrollo de las pesquerías artesanales en la región de Santa Marta. Fondo Colombiano de Investigaciones, Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas", COLCIENCIAS. Bogotá, Colombia. 1986. sp.



INVEMAR (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andreis”. 2000. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera PNIBM. Editado por Juan Manuel Díaz Merlano y Diana Isabel Gómez López. Santa Marta: INVEMAR, FONADE, MMA. 83 p. ISBN: 958-96972-0-8

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

KOBELKWOSKY, A. 2004. El sistema excretor de la raya mariposa *Gymnura micrura* (Pisces: Rajiformes). Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 75(1):185-192 p.

MAIN, L. K. 1985. The influence of prey identify and size on selection of prey for two marine fishes. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 88:145-152 p.

MANJARRÉS, L.; ESCORCIA, F. & INFANTE, J. 1993. Evaluación de las pesquerías artesanales del área de Santa Marta - fase de extracción. En: Proyecto integral de investigaciones y desarrollo de la pesca artesanal marítima en el área de Santa Marta. Informe técnico final. Santa Marta. 1-16 p.

MARTÍN, L. & CAILLIET, G. 1988. Aspects of the reproduction of the Bat ray *Myliobatis californica* in the central California. Copeia (3) 754-762 p.

McEACHRAN, J. & CARVALHO, M. Batoid fishes: En: CARPENTER, K. 2002. The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic. Rome: FAO Species Identification. v 3 No. 5. 2127 p.





MOLLET, H.; CLIFF, G.; PRATT, H. & STEVENS, J. 1999. Reproductive biology of the female shortfin mako *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, with comments on the embryonic development of lamnoids. Fishery Bulletin. 98: 299-318 p.

NATANSON, L. & CAILLIET, G. 1986. Reproduction and development of the Pacific Angel shark, *Squatina californica* off Santa Barbara, California. Copeia 4:987-994 p.

NÉDÉLEC, C. 1984. Definición y clasificación de las diversas categorías de artes de pesca. FAO documento técnico de pesca. Número 222.

NELSON, J. 2006. Fishes of the world. Edi. John Wiley & Sons, INC. Third Edition. Canadá. 661 p.

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

ODDONE, M. & VELASCO, G. 2000. Size at maturity of the smallnose fanskate *Sympterygia bonapartii* (Muller & Henle, 1841) (Pisces, Elasmobranchii, Rajidae) in the SW Atlantic. ICES Journal of Marine Science 61:293-296 p.

OSPINA, F. 1992. Manual de pesca comercial y navegación costera: Problemas ecológicos de Colombia y el mundo. Santa fé de Bogotá D:C. Colombia. Imprenta y Publicaciones F.F.M.M. 234 p.

POT Plan de Ordenamiento Territorial. 2000. Alcaldía Mayor de Santa Marta, D.T.C.H. Fundosam. Secretaría de Planeación Distrital. Santa Marta. sp.



PRATT, H. 1988. Elasmobranch Gonad structure: A description and survey. *Copeia* (3):719-729 p.

SAILA, SB., RECKSIECK, CW. & PRAGER, MH. 1988. Basic Fisheries science programs. Elsevier, New York. Sp.

SNELSON, F.; WILLIAMS-HOOPER S. & SCHIMD, T. 1988. Reproduction and Ecology of the Atlantic stringray *Dasyatis sabina* in Florida Coastal Lagoons. *Copeia* (3):729-739 p.

S-PLUS 2000. Professional release 1 Copyright (c) 1988-1999 Math Soft. Inc.

STEVENS, J.; BONFIL, R.; DULVY, K. & WALKER, P. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES journal of Marine Science* 57:476-494 p.

SULIKOWSKI, J.; KNEEBONE, J.; ELZEY, S.; DANLEY, P.; HUNTING, W.; TSANG, P. & JUREK, J. 2005. The reproductive cycle of thorny skate (*Amblyraja radiata*) in the western Gulf of Maine. *Fishery. Bulletin*. 103:536-543 p.

TÉLLEZ, L. & VARGAS, M. 2004. Algunos aspectos Biológicos de los Rajiformes capturados con chinchorro en playa Salguero, Santa Marta, Caribe Colombiano. Seminario de Investigación. Facultad de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 73 p.

TIMMONS, M. & BRAY. R. 1997. Age, growth, and sexual maturity of shovelnose guitarfish, *Rhinobatos productus* (Ayres). *Fishery Bulletin* 95(2):349-359 p.



TRESIERRA, A & CLUQUICHICÓN, Z. 1993. Biología Pesquera. Consejo Nacional de ciencia y tecnología. Trujillo, Perú. 432 p.

TRESIERRA, A. & CULQUICHICÓN, Z. 1995. Manual de Biología Pesquera. Trujillo, Perú: Editorial Libertad E.I.R.L. sp.

VALADEZ, C. 2000. Hábitos alimentarios de las rayas (Chondrichthyes: rajiformes) capturadas en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México Septiembre 1997-Agosto 1998. Tesis para obtener el grado de Master en ciencias pecuarias. Universidad de Colima. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México. 114 p.

WHITE, W.; PLATELL, M. & POTTER, I. 2001. Relationship between reproductive biology and age composition and growth in *Urolophus lobatus* (Batoidea: Urolophidae). Marine Biology 138:135-137 p.

WHITE, W.; HALL, N. & POTTER, I. 2002. Reproductive biology and growth during pre- and postnatal life of *Trygonoptera personata* y *T. mucosa* (Batoidea: Urolophidae). Marine Biology 140:669-712 p.

WHITE, W. C. & POTTER, I. 2005. Reproductive biology, size and age compositions and growth of the batoid *Urolophus paucimaculatus*, including comparisons with other species of the Urolophidae. Marine and Freshwater Research 56:101-110 p.

YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. & AMEZCUA-LINARES, F. 1979. Ecología reproductiva de *Urolophus jamaicensis* (Cuvier ) en laguna de Términos: un sistema estuarino del sur del Golfo de México (Pisces: Urolophidae) An. Centro Cien. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México, 6 (2):123-136 p.



ANEXOS

**FAENA No.:** \_\_\_\_\_  
**FECHA** \_\_\_\_\_  
**SITIO** \_\_\_\_\_  
**PESCADOR** \_\_\_\_\_  
**HORA DE COLECTA** \_\_\_\_\_  
**DURACIÓN FAENA** \_\_\_\_\_  
**SITIO DE PESCA** \_\_\_\_\_

CAPTURA				
CÓDIGO	ESPECIE	PESO	LONGITUD	OBSERVACIONES

**FAENA No.:** \_\_\_\_\_  
**FECHA** \_\_\_\_\_  
**SITIO** \_\_\_\_\_  
**PESCADOR** \_\_\_\_\_  
**HORA DE COLECTA** \_\_\_\_\_  
**DURACIÓN FAENA** \_\_\_\_\_  
**SITIO DE PESCA** \_\_\_\_\_

CAPTURA				
CÓDIGO	ESPECIE	PESO	LONGITUD	OBSERVACIONES

**FAENA No.:** \_\_\_\_\_  
**FECHA** \_\_\_\_\_  
**SITIO** \_\_\_\_\_  
**PESCADOR** \_\_\_\_\_  
**HORA DE COLECTA** \_\_\_\_\_  
**DURACIÓN FAENA** \_\_\_\_\_  
**SITIO DE PESCA** \_\_\_\_\_

CAPTURA				
CÓDIGO	ESPECIE	PESO	LONGITUD	OBSERVACIONES

Anexo A. Formato de toma de datos de campo.



<b>Fecha</b>	<b>Código:</b>									
Lugar de colecta _____	<b>Registrador:</b>									
Arte _____	Salinidad	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO							
Tiempo _____	Lectura Salinidad _____									
Distancia _____	<b>Dibujo</b>									
Peso Total _____										
Peso eviscerado _____										
Peso Hígado _____										
Peso gonada izquierda _____										
Peso gonada derecha _____										
Peso G. nidamental izq _____										
Peso G. nidamental der _____										
<b>TRÓFICO</b>										
Grado de digestión _____										
Grado de llenado _____										
Peso total _____										
Peso ítem 1 _____										
Peso ítem 2 _____										
Peso ítem 3 _____										
Peso ítem 4 _____										
Peso ítem 5 _____										
<b>MORFOMETRÍA</b>			<b>MACHO</b>							
Longitud Total _____	Longitud cláspes _____									
Longitud Precaudal _____	Escala de Madurez _____									
Ancho del disco _____	Rotación cláspes _____									
Largo del disco _____	Calcificación cláspes _____									
<b>HEMBRA</b>			<b>MACHO</b>							
Longitud cloaca _____	Presencia de esperma <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO									
Escala de Madurez _____	Observaciones: _____									
Paredes del útero _____										
Observaciones: _____										
			<b>Derecho</b>		<b>Izquierdo</b>					
Número de embriones	Derecha	Izquierda	Epididimo		Derecho	Izquierdo				
Desarrollo de embriones: _____			Vesícula seminal							
			Conducto deferente							
<b>OVOCITOS</b>			<b>EMBRIONES</b>							
<b>GONDADA DERECHA</b>			<b>UTERO DERECHO</b>				<b>UTERO DERECHO</b>			
	Número	Diámetro	Embr.	LT	AD	Sex	Embr.	LT	AD	Sex
PEQUEÑOS										
MEDIANOS										
GRANDES										
<b>GONDADA IZQUIERDA</b>										
	Número	Diámetro								
PEQUEÑOS										
MEDIANOS										
GRANDES										
Observaciones										

Anexo B. Formato de Laboratorio.



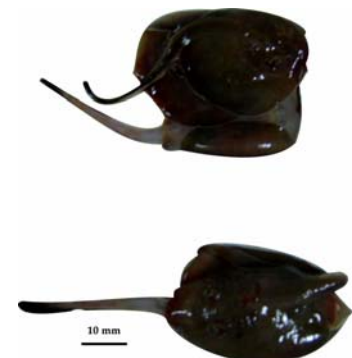
**Anexo C.** Sistema reproductor de Hembra 3a. A: ovario y B: Útero.



**Anexo D.** Úteros y oviductos de una hembra 3a.



**Anexo E.** Espiráculos de embrión en estado medio de desarrollo.



**Anexo F.** Disposición de los embriones en los úteros, parte superior los del útero izquierdo inferior derecho.



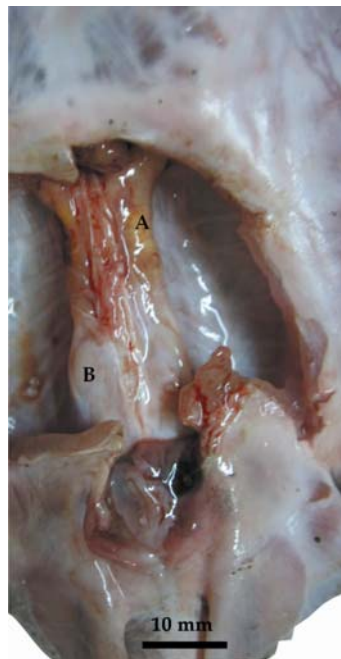
**Anexo G.** Embriones del útero izquierdo en grado de desarrollo diferente.



**Anexo H.** Sistema reproductor machos. A: testículo y B: ducto deferente con epidídimo.



**Anexo I.** Cláspers de machos maduros.



**Anexo J.** Macho maduro de *U. venezuelae*. Conducto deferente (A) con epidídimo en forma de rollos y vesícula seminal (B).

