

Overview del Patrón Reproductivo del Caracol *Strombus gigas* para Diferentes Localidades del Caribe

DALILA ALDANA ARANDA
CINVESTAV IPN Unidad Mérida
Laboratorio de Biología y Cultivo de Moluscos
Carretera a Progreso Km 6. AP. 73 Cordemex
C.P. 97310. Mérida, Yucatán, México

RESUMEN

Strombus gigas es una especie de importancia económica en el Caribe, que proviene de la demanda de los mercados locales, turística y de exportación. Dada la facilidad que representa la captura de este organismo y la demanda de los mercados se ha traducido en una disminución severa de las poblaciones en todas las localidades del Caribe. Por lo cual diferentes medidas de manejo se han implementado para regular la explotación que van de la talla mínima basada en la longitud de la heliconcha, cuotas de captura, y vedas temporales y permanentes. Sin embargo, las temporadas de veda no forzosamente corresponden a la época reproductiva de esta especie, por lo que en este trabajo se analizan datos del ciclo reproductor obtenido por observaciones histológicas y observaciones en el campo de su comportamiento reproductivo (masas de huevos, desoves) y se sobrepone a las épocas de temporada de veda para ver el ajuste que presentan y que tanto protegen al stock reproductor de esta especie. Ya que el nivel de protección de una especie va a depender del ajuste entre la época de veda y su temporada reproductiva y la vigilancia que se pueda tener sobre las poblaciones para evitar la pesca ilegal.

PALABRAS CLAVES: *Strombus gigas*, reproducción, vedas

Overview of Reproductive Patterns of the Queen Conch *Strombus gigas* from Different Reef Systems in the Caribbean

Strombus gigas is a species of primary economic importance in the Caribbean region. Its importance comes from the demand for local consumption and the tourist market. Due to its accessibility in low energy grass and algal beds, its populations have been depleted in many areas and seriously diminished in others. Therefore, different measures have been taken to regulate exploitation, which include minimum size limit based on shell length; catch quotas, and temporal and permanent fishing bans. However, some of these temporal bans do not always correspond to the reproductive period. In this work, data of the reproductive cycle and field reproductive observation were used in order to analyze the reproductive pattern for *Strombus gigas* to determine the variability and similarities of their reproductive cycle under

diverse environmental conditions in the Caribbean. Finally, it analyzes the temporal bans fishing periods *versus* the reproductive cycle of *Strombus gigas*. The success of protection to *S. gigas* resulting from a temporal fishing ban will be dependent upon its coincidence with the reproductive, adequate enforcement, and controlled exploitation.

KEYS WORDS: *Strombus gigas*, reproduction, temporal bans

INTRODUCCIÓN

La pesquería comercial de *Strombus gigas* se desarrolló a partir de los años 1980s en respuesta al aumento en la demanda internacional de su carne. En algunos países caribeños es la segunda pesquería en importancia económica. En países como Jamaica la pesquería de *S. gigas* se ha convertido en el producto pesquero más importante tanto en captura como de ingreso económico. En 1998 sus desembarcos representaron 15 a 20 millones de dólares americanos, empleando 3 000 personas, sobre todo en el procesado y empaquetado (Miller 2000). Entre 1992 y 1998, los desembarcos anuales de carne de *S. gigas* en todo el Caribe fueron de 6 520 y 7 369 toneladas (T). En 1999 la captura fue de 5 554 T, en 2000 de 4 598 T y en 2001 de solo 3 132 T. La mayor parte de estos desembarcos se destina a la exportación a Estados Unidos de América; pero en Bahamas y República Dominicana el consumo local excede las exportaciones. De 1992 a 2001, se registraron un total de 21 649 T de carne de *S. gigas* proveniente de todo el Caribe, 2 345 868 conchas, 143 T de conchas, 407 140 especímenes vivos y 342 T de especímenes vivos, todo para exportación (CITES 2003). Dada su importancia económica y social y su situación de sobrepesca, se requieren medidas de regulación para su captura que protejan el stock existente en el Caribe que le permitan renovarse, siendo una de estas medidas las vedas que protegen la época reproductiva de la especie.

ANTECEDENTES

En el Caribe, el Caracol *Strombus gigas* ha sustentado las pesquerías de subsistencia, artesanal e industrial en todos los países (CFMC y CFRAMP 1999, CITES 2003), pero la sobrepesca es la principal amenaza a sus poblaciones. *S. gigas* ha sido una fuente de proteína en muchas de las dietas nativas de los países del Caribe (Randall 1964b), iniciándose en los años 80 su explotación comercial, convirtiéndose en una fuente importante de ingresos para unos 25 países del Caribe (Theile 2001). Entre 1992 y 2001 el comercio internacional de este molusco involucró más de 90 países y en los años 90 su valor se estimó en 60 millones de dólares americanos; cantidad subestimada dado que no toma en cuenta el empleo que genera (CITES 2003, Chakalall y Cochrane 1997).

Medidas de Conservación para *S. gigas* en el Caribe

S. gigas está incluido en el Anexo III del Protocolo de SPAW (Specially Protected Areas and Wildlife in the wider Caribbean region) de la Convención de Cartagena de Indias, Colombia; como especie que puede ser utilizada bajo la base del uso racional y sostenible requiriendo medidas adecuadas para asegurar su protección y recuperación. El Protocolo de SPAW se adoptó en 1990, pero sólo entró en vigor en abril de 2002 (CEP 2002). A partir de 1992, *S. gigas* se encuentra incluida en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES) como una especie comercialmente amenazada, que debe ser sometida a reglamentación y en 1994 se le incluyó en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), como un animal vulnerable que enfrenta riesgo de extinción. Por lo anterior, la Organización de Estados Caribeños Orientales (OECS) recomendó a principios de 1990 que sus países miembros implementaran medidas de manejo para su captura. Las medidas que se han implementado son: Longitud mínima de la talla de la concha y peso mínimo de carne, captura de especímenes con un labio grueso y el establecimiento de temporadas o áreas de veda. Siete de los nueve países miembros de la OECS han llevado a cabo todas o alguna de estas medidas, con excepción de Anguila y Montserrat. Se han implementado estrategias regionales para el manejo de *S. gigas*. En julio de 2001 se efectuó la Segunda Conferencia Internacional del Queen conch en República Dominicana, que reunió a 22 estados, concluyéndose la necesidad de conocer la reproducción de esta especie a nivel del Caribe (Anónimo 2001, CFMC 2003).

En la Tabla 1 se resumen diversas medidas de regulación para el manejo de *S. gigas* como: cierre de pesquerías por áreas, cierre de pesquerías por estación, exportación prohibida, límite de talla mínima de extracción, colecta prohibida de juveniles, prohibición de equipo autónomo para colecta, cuotas de pesca, cuota de exportación, permisos de captura (Theile 2001). Desafortunadamente la falta de vigilancia hace ineficaces estas medidas, debido a la captura ilícita y al limitado conocimiento de algunos aspectos de la biología básica de esta especie; poniendo en riesgo la sustentabilidad de su pesquería.

Tabla 1. Algunas medidas utilizadas para regular la pesca del Caracol *Strombus gigas*, y países que las aplican (Theile, 2001).

Medida de regulación	Países
Veda temporal	Aruba, Bermuda, Belice, Bonaire, Colombia, Costa Rica, Cuba, Guadalupe, Honduras, Islas Vírgenes U.S., Islas Caimán, Jamaica, México, San Martín, Turks y Caicos, Venezuela.
Cierre de pesquerías en algunas áreas	Bahamas, Belice, Barbados, Colombia, Cuba, Honduras, Islas Caimán, Islas Vírgenes Británicas, Islas Vírgenes U.S., México, Turks y Caicos, Venezuela.
Talla mínima de captura	Antillas Neerlandesas, Antigua y Barbuda, Belice, Granada, Haití, Honduras, Islas Vírgenes U.S., Martinica, Santa Lucía, Turks y Caicos.

Época de Desove de *S. gigas* en el Caribe

La época de desove reportada para *S. gigas* en todo el Caribe ha sido obtenida en su mayoría a través de las observaciones de masas de huevos en el campo. Stoner et al. (1992) definen la época de desove de *S. gigas* como el periodo en la cual este molusco manifiesta comportamiento reproductivo: Apareamiento, cópula, desove y presencia de masas de huevos. En la tabla 2 se resumen los periodos de desove para *S. gigas* en varias localidades del Caribe, observándose diferencias espaciales, pero los autores han utilizado diferentes métodos, número de observaciones y frecuencia de observación. Para una misma localidad, existen diferencias del número de meses del desove de *S. gigas*. Wiklund reporta para Bahamas un período de desove de mediados de abril a septiembre; mientras Stoner observa un periodo más amplio de abril a octubre. Pese a lo anterior, el desove es común en todas las localidades en Junio, Julio y Agosto.

Biología Reproductiva de *S. gigas*

Los primeros estudios sobre *S. gigas* son de la década de los 60, existiendo unas 600 publicaciones, de las cuales sólo el 1% son sobre reproducción y de ellas sólo Egan (1985), Aldana Aranda (2003) y Avila (2004) han sido sobre el ciclo de madurez de la gónada por histología. Egan (1985) estableció el desarrollo gonádico para *S. gigas* de Belice. Aldana-Aranda et al. (2003a) comparó el ciclo reproductivo de *S. gigas* en dos arrecifes de México y Avila estudio lo hizo para el archipiélago de San Andrés en Colombia. Buckland (1989) evaluó la cantidad de tejido gametogénico de *S. gigas* en St. Christopher Nevis. Estos trabajos difieren en el número de organismos analizados, periodos de estudio, frecuencia de muestreo, y la propia clasificación de los estadios gonádicos utilizados por cada autor.

Otros trabajos de reproducción por métodos histológicos sin estudiar el ciclo de madurez gonádico son el de Reed (1998) quien estudió la anatomía reproductiva de *S. gigas* y *S. pugilis* con énfasis en hembras masculinizadas. Glazer y Quintero (1998) que compararon el tejido gonádico de caracoles adultos de aguas abiertas con el desarrollo gonadal de *S. gigas* en zonas costeras y Delgado et al. (2004) que examinaron el desarrollo gonádico en *S. gigas* transplantado para rehabilitación de sitios.

En las tablas 3 y 4 se reportan los estadios de madurez y desove establecidos por análisis histológico de la gónada de *S. gigas* en varias localidades del Caribe, respectivamente. La madurez es común de junio a septiembre independientemente de la localidad, con excepción de Egan, que observa organismos maduros casi todo el año y Avila que observa dos picos en abril y en agosto, sin embargo de marzo a noviembre al menos 10% de la población esta maduro. El desove es común en junio, julio y agosto, excepto para *S. gigas* de Belice donde Egan observó desove todo el año en porcentajes inferiores o iguales al 10% y Avila (2004) que observa dos picos de marzo a junio y en septiembre.

Tabla 2. Época de desove de *Strombus gigas* en el Caribe, a través de observaciones de cópula, ovoposición y masas de huevos. ☼
 No hay observaciones posteriores (modificada de Stoner, 1992 y Avila, 2004).

Época de desove													Referencia	
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Localización		Sitio
					☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	32°20' N, 64°45' W	Bermudas	Berg <i>et al.</i> , 1992
				☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	24°40' N, 82°00' W	Florida	Davis <i>et al.</i> , 1984
			☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	23°35' N, 76°05' W	Bahamas	Stoner <i>et al.</i> , 1992
			☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	23°35' N, 76°05' W	Bahamas	Wicklund <i>et al.</i> , 1991
☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	22°30' N, 89°40' W	Alacranes, México	Pérez-Pérez y Aldana-Aranda, 2002
☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	22°30' N, 89°40' W	Alacranes, México	Pérez-Pérez y Aldana-Aranda, 2003
	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	21°30' N, 72°15' W	Turks y Caicos	Davis <i>et al.</i> , 1987
☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	18°15' N, 65°00' W	Islas vírgenes	Randall, 1964
		☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	18°15' N, 66°30' W	Puerto Rico	Appeldoorn, 1988
	☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	17°05' N, 62°30' W	St kitts/Nevis	Wilkins <i>et al.</i> , 1987
	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	13°00' N, 81°00' W	San Andrés, Colombia	Márquez-Pretel <i>et al.</i> , 1994.
				☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	13°00' N, 81°00' W	San Andrés, Colombia	García-Escobar <i>et al.</i> , 1992
				☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	11°40' N, 66°30' W	Venezuela	Brownell, 1977
			☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	11°40' N, 66°30' W	Venezuela	Weil, y Laughlin, 1984
☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	☼☼	11°30' N, 74°05' W	Santa Marta, Colombia	Botero, 1984
☼☼												9°45' N, 75°50' W	San Bernardo, Colombia	Lagos-Bayona <i>et al.</i> , 1996

Tabla 3. Período de madurez de *Strombus gigas* establecido por métodos histológicos en diferentes áreas geográficas. Las referencias están citadas de acuerdo a la latitud del área geográfica. Se señala el período de muestreo, el número de muestras mensuales analizadas, se toma como criterio que al menos 20 % de la población se encuentra en ese estadio,

Localización	Período de muestreo	Número de muestras mensuales	Época de madurez (ambos sexos)												Referencia		
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
México (Arrecife Alacranes) 22°30' N, 89°40' W	marzo- noviembre	20						☼	☼	☼	☼	☼					Aldana-Aranda <i>et al.</i> , 2003a, b
México (Banco Chinchorro) 18°46' N, 87°20' W	junio-septiembre	20						☼	☼	☼	☼						Aldana-Aranda <i>et al.</i> , 2003a, b, c
Belice (Boca Chica) 17°45' N, 86°56' W	enero-diciembre	34	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼		Egan, 1985
St kitts/Nevis 17°05' N, 62°30' W	junio- diciembre abril-junio	--						☼	☼	☼	☼	☼	☼				Buckland, 1989
Colombia (San Andrés) 12°32' - 81°28' W	enero-diciembre	31						☼									Avila Poveda, 2004

Tabla 4. Período de desove de *Strombus gigas* establecido por métodos histológicos en diferentes áreas geográficas. Las referencias están citadas de acuerdo a la latitud del área geográfica. Se señala el período de muestreo, el número de muestras mensuales analizadas, se tomó como criterio que al menos 20 % de la población se encuentra en ese estadio.

Localización	Período de muestreo	Número de muestras mensuales	Época de desove (ambos sexos)												Referencia	
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
México (Arrecife Alacranes) 22°30' N, 89°40' W	marzo- noviembre	20						☼	☼	☼	☼	☼	☼			Aldana-Aranda <i>et al.</i> , 2003a, b
México (Banco Chinchorro) 18°46' N, 87°20' W	junio-septiembre	20						☼	☼	☼	☼	☼	☼			Aldana-Aranda <i>et al.</i> , 2003a, b, c
Belice (Boca Chica) 17°45' N, 86°56' W	Enero-diciembre	34							+		☼	☼	☼	☼		Egan, 1985
Colombia (San Andrés) 12°32' - 81°28' W	Enero-diciembre	31						☼	☼	☼	☼	☼	☼			Avila Poveda, 2004

Ciclo Gonádico de *Strombus gigas* en el Caribe

Colombia — Avila (2004) observa reposo todo el año, con un mínimo de 3% en marzo y porcentajes de 67% en mayo y 60% en junio y en diciembre y enero (68% y 63%, respectivamente). La gametogénesis se presenta todo el año, con su mínimo en marzo (3%) y máximo en noviembre (45%) y agosto (43%). La *Madurez*, esta presente todo el año excepto en diciembre; con valores máximos de 26% en agosto y 20% en marzo. El resto del año se mantiene entre 3% y 13%. El desove se presenta en dos picos de 23% en septiembre y 57% marzo (Figura 1a).

Belice — La población de *S. gigas* de Belice presenta un porcentaje bajo en estadio de indiferenciado, solo de septiembre a diciembre fue superior a 20% con un pico en septiembre. La gametogenesis (beginning and developing) fue constante en el año, con valores entre 20-70%. La fase de Madurez fue observada a lo largo del año, con un pico de junio a julio del 50 % y otro en octubre del 40%. El desove se presento todo el año, en porcentaje bajo (Figura 1b).

Banco Chichorro, Mexico — En el período de indiferenciado fueron detectados dos periodos de baja intensidad: Mayo 13% y septiembre con 33 %. La gametogenesis se observó a través de todo el periodo de muestreo, con dos picos; uno en mayo (54%) y en agosto (44%). La madurez fue contante durante el periodo de estudio con una media de 37%, alcanzando un maximo de 50% en septiembre. El desove fue de junio a agosto con un maximo de 40%. Post desove se observó sólo de mayo a junio (Figura 1c). La presencia de un alto porcentaje de organismos maduros en septiembre sugiere un posible desove tardío o la acumulación de gametos maduros para un desove temprano durante la primavera. Acción que es soportada por la presencia de post desovantes y organismos en reposo durante mayo y junio.

Arrecife Alacranes, Mexico — Se observó un periodo discontinuo de reposo en mas del 30% de la población, donde solo un pico esta correlacionado con el desove. La gametogenesis es continua en el periodo de muestreo, con un mínimo de 30% en julio y un máximo en mayo, previo a una fase de acumulación de gametos maduros de junio a septiembre. El desove, fue observado en un porcentaje bajo de la población y post desove está claramente definido, abarcando de junio a octubre (Figura 1d).

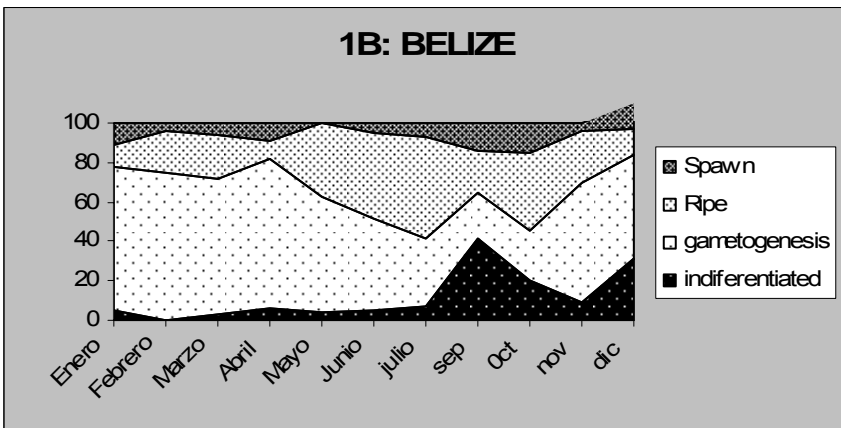
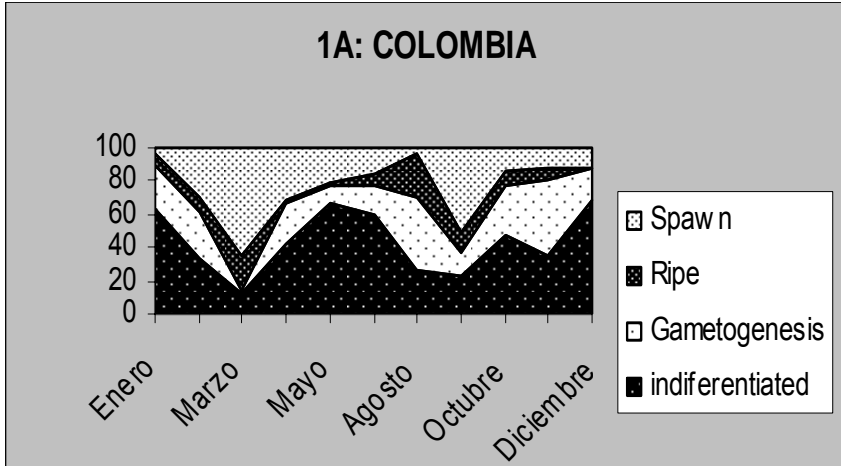


Figura 1. Ciclo gonádico de *Strombus gigas* en el Caribe: 1A = Colombia, 1B = Belize

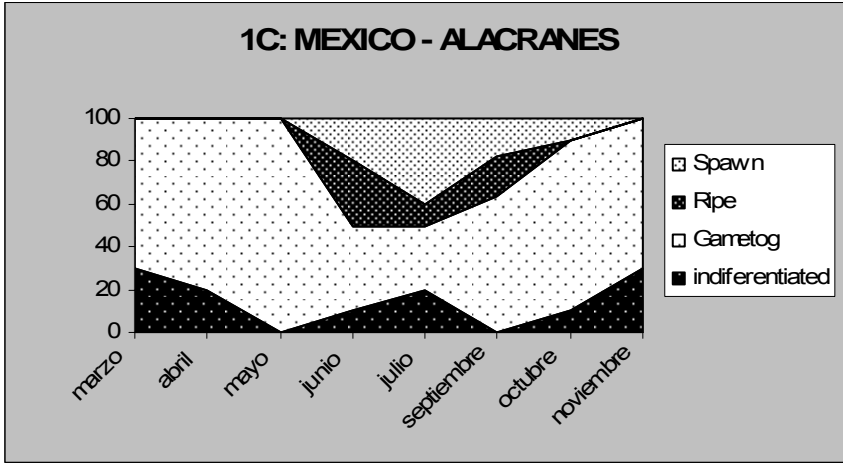


Figura 1. Ciclo gonádico de *Strombus gigas* en el Caribe: 1C = México - Alacranes, 1D = México - Chinchorro

DISCUSIÓN**Estadios de Desarrollo Gonádico**

Egan (1985) observa cinco estadios de desarrollo gonádico (undifferentiated, beginning, developing, ripe y spent. Gordillo-Morales (1996) observa cinco estadios: indiferenciado, ovogénesis o espermatogénesis inicial, ovogénesis o espermatogénesis intermedia, ovogénesis o espermatogénesis final y postdesove. Aldana-Aranda et al. (2003a, b, c) observaron cinco estadios: Rest, gametogenesis, mature, spawn y post-spawn. Delgado et al. (2004) no estudian el ciclo de madurez sexual, pero definen ocho estadios de madurez: no tissue, early development, mid development, ripe, spent, atresia, regresed y no tissue. Avila (2004) observe y utiliza los cinco estadios de Aldana Aranda (2003). Se observa que no existe una terminología común para los estadios de madurez gonádica de *S. gigas*, existiendo 17 términos para designar los diferentes estadios de madurez, sin considerar las diferencias propias del idioma (Tablas 5).

Los estadios undifferentiated, rest y no tissue; tienen en común que el sexo es histológicamente indeterminable, se propone llamarlo **Indiferenciado (Undifferentiated)**. Los estadios beginning, developing, early ovogénesis o espermatogénesis, early development and regresed, tienen en común la presencia de ovogonias de primer orden. Los estadios mid ovogénesis o mid espermatogénesis, gametogenesis, mid development tienen en común la presencia de folículos bien definidos. Este conjunto de diferentes niveles de génesis de gametos, se propone denominarlo **Gametogenesis** cualquiera que sea el nivel de desarrollo.

Los estadios ripe, mature, end ovogénesis y development; tienen en común folículos muy unidos y ovocitos con gránulos de vitelo, proponiéndose el nombre de **Madurez (Mature)**.

Spent, spawn, desove y eyaculación se caracterizan por presentar folículos parcialmente vacíos y gametos en los conductos y Postspawn, postdesove y atresia; tiene en común la presencia de fagocitos, tejido reticular y folículos atrésicos. Para los diferentes niveles de la evacuación de la gónada se proponen los nombres **Desove o Eyaculación (Spawn)**.

Con base en la descripción de los estadios de madurez de la gónada de los autores anteriores se propone una clasificación de 4 estadios para *S. gigas*, para poder comparar su desarrollo para las poblaciones del Caribe, y establecer las bases de una veda común para el Caribe (Tabla 6).

Tabla 5. Terminología para los estadios de madurez gonádicos de *Strombus gigas* (modificado de Avila Poveda, 2004)

Terminología Estadios gonádicos	Egan (1985)	Gordillo Morales (1996)	Aldana Aranda <i>et al.</i> (2003a,b,c)	Delgado <i>et al.</i> (2004)	Avila Pove- da (2004)
undifferentiated – indiferenciado	◆	◆			
rest – reposo			◆		◆
no tissue				◆	
beginning	◆				
developing	◆				
ovogénesis o		◆			
ovogénesis o		◆			
ovogénesis o					
gametogenesis –			◆		◆
early development				◆	
regressed				◆	
mid development				◆	
late development				◆	
ripe - mature – madurez	◆		◆	◆	◆
spent, spawn, desove,	◆		◆	◆	◆
post-spawn, post desove,		◆	◆		◆
atresia				◆	

Tabla 6. Estadios para el desarrollo de madurez de la gónada de *Strombus gigas*, con base en las características observadas por los autores que han estudiado el ciclo gametogénico de esta especie.

Estadio gonádico	Características
Indifferentiated (indiferenciado)	Abundante tejido conectivo Escaso tejido folicular No presencia de células germinales Sexo histológicamente indeterminable
Gametogenesis	Presencia de tejido folicular Folículos bien definidos Ovogonias o espermatogonias de 1er orden y 2º orden
Mature (madurez)	Tejido folicular abundante, ocupa la mayoría del área de la gónada Folículos unidos Gametos maduros Ovocitos con gránulos de vitelo
Spawn (desove y eyaculación)	Folículos separados, parcial o totalmente vacíos, atrésicos y rotos Lumen del folículo vacío o con gametos Gametos en los conductos Tejido folicular Fagocitos

Estrategias Reproductivas de *S. gigas* en el Caribe

El ciclo gonádico de una especie va a variar en duración e intensidad de los estadios de madurez gonádica. Aldana-Aranda *et al.* (2003b) identifican dos estrategias de gametogenesis como respuesta al medio ambiente:

- i) poblaciones con una corta gametogenesis o un porcentaje bajo de organismos en esta fase; son de gametogenesis rápida (*S. gigas* de Chinchorro y San Andrés Colombia) y
- ii) Poblaciones con una gametogenesis continua en un porcentaje alto de la población (*S. gigas* de Alacranes, y de Boca chica, Belice)

Para el desove, Aldana-Aranda *et al.* (2003b) plantean tres variantes:

- i) Poblaciones con un periodo extendido de desove, con o sin pico dominante (*S. gigas* de Boca Chica, Belice);
- ii) Poblaciones con dos o más picos (*S. gigas* de San Andrés, Colombia);
- iii) Poblaciones con un desove corto pero bien definido (*S. gigas* de Alacranes).

Por lo que respecta a la capacidad de regeneración de la gónada es otro factor importante en la duración e intensidad de los periodos de indiferenciación y post desove, así como en los periodos de gametogenesis y madurez. Tres variantes plantean estos autores:

- i) Poblaciones con o sin un corto periodo de post desove o indiferenciación o de baja intensidad (*S. gigas* de Chinchorro y de Boca Chica,

- Belice);
- ii) Poblaciones con una recuperación de gónada rápida, en la cual solamente un pequeño porcentaje de organismos pueden ser detectados en gametogenesis, con constante presencia de gametos maduros (*S. gigas*, de Colombia) y
 - iii) Poblaciones con un periodo de madurez limitado o sin él, soportado por un desove constante o intenso (*S. gigas* de Alacranes).

De acuerdo con Baqueiro-Cárdenas y Aldana-Aranda (2000) y Aldana-Aranda et al. (2003b), *S. gigas* que es una especie con amplia distribución geográfica, presentando de acuerdo a este análisis una variedad de estrategias gametogénicas dependiendo de las condiciones ambientales, reflejándose en la intensidad y duración de cada uno de los estadios gonádicos (Tabla 7).

Tabla 7. Patrón reproductivo de *Strombus gigas* para diferentes localidades del Caribe.

Patrón reproductivo	Localidad
Gametogenesis	
1. Gametogenesis intensa	Banco Chinchorro, México San Andrés Colombia Boca Chica, Belice
2. Gametogenesis de baja intensidad	Arrecife Alacranes
Desove	
1. Desove constante	Boca Chica, Belice
2. Dos o mas pulsos	San Andrés, Colombia
3. Un pulso corto	Alacranes, México Chinchorro, México
Recuperación de la gónada	
1. Mínimo o no presencia de fases de post-desove e indiferenciado	Chinchorro, México Boca Chica, Belice
2. Recuperación rápida de la gónada	San Andrés, Colombia
3. Estado de madurez limitado o no presente	Alacranes, México

Medida de Regulación Periodo de Veda versus Ciclo de Madurez para *S. gigas*

En la tabla 8 se presentan los períodos de veda para diferentes países del Caribe. De donde se puede observar que solo 16 de 30 países aplican una veda temporal como medida para proteger el recurso Caracol. Por otra parte el rango de veda va desde tres hasta seis meses, siendo variable el período que cubre. Con base en la información de los estudios de madurez sexual para *S. gigas* por métodos histológicos (tablas 3 y 4) y por observaciones de masas de huevo en el fondo marino (tabla 2), se puede ver que el grado de protección que presentan las poblaciones de *S. gigas* con las vedas actuales es sólo parcial. En todos los casos la veda actual de cada país protege sólo una parte del

período de desove reportado para cada país Tabla 9.

Dado que se requiere que la veda evite la captura tanto de organismos en desove como de los maduros, y con base en los resultados de este trabajo de overview sobre la reproducción de *S. gigas* se propone:

“ una veda del 1° de mayo al 31 de octubre para el conjunto de países del Caribe, y que durante estos meses quede prohibido la venta o compra de carne de S. gigas en el mercado que es vigilado por CITES”,

es decir una veda 6 meses y 6 meses de captura del 1° de noviembre al 30 de abril. Es una propuesta que a corto término puede tener un impacto social pero a corto mediano y largo plazo será de beneficio social y económico, permitiendo la recuperación de poblaciones de *S. gigas* y su uso sustentable en el Caribe.

Tabla 8. Periodos de veda para *Strombus gigas* en diferentes países del Caribe

País	Ene- ro	Febre- ro	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Belice							xxx	xxx	xxx			
British	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx							xxx
Caimán					xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		
Colombia							xxx	xxx	xxx			
Cuba					xxx	xxx	xxx	xxx	xxx			
Guadalupe				xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx			
Honduras					xxx	xxx	xxx	xxx	xxx			
Jamaica									xxx	xxx	xxx	
Martinica				xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx			
México					xxx	xxx	xxx	xxx	xxx			
P. Rico							xxx	xxx	xxx			
R. Don							xxx	xxx	xxx			
T. Caicos							xxx	xxx	xxx	xxx		
I. Virgenes							xxx	xxx	xxx			
Venezuela							xxx	xxx	xxx			

Tabla 9. Época de desove de *Strombus gigas* en el Caribe, a través de observaciones de cópula, y masas de huevos y por observación histológica de la gonada. En <☀ los meses de madurez o desove. En ☀ la época de desove y en ☀ la época de desove y madures que

Época de desove													Referencia	
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Localización		Sitio
	☀	☀	☀	<<	<<	<<	<<	<<	<<			22°30´ N, 89°40´ W	Alacranes, México	Pérez-Pérez y Aldana-Aranda, 2002
	☀	☀	☀	<<	<<	<<	<<	<<	<<			22°30´ N, 89°40´ W	Alacranes, México	Pérez-Pérez y Aldana-Aranda, 2003
		☀	☀	☀	<<	<<	<<	<<				21°30´ N, 72°15´ W	Turks y Caicos	Davis et al., 1987
	☀	☀	☀	☀	<<	<<	<<	<<	☀			18°15´ N, 65°00´ W	Islas vírgenes	Randall, 1964
				☀	<<	<<	<<	<<	☀	☀		18°15´ N, 66°30´ W	Puerto Rico	Appeldoorn, 1988
				☀	☀	☀	<<	<<	<<			17°05´ N, 62°30´ W	St kitts/Nevis	Wilkins et al., 1987
			☀	☀	☀	☀	<<	<<	<<			13°00´ N, 81°00´ W	San Andrés, Colombia	Márquez-Pretel et al., 1994.
					☀	☀	<<	<<	☀			13°00´ N, 81°00´ W	San Andrés, Colombia	García-Escobar et al., 1992
					☀		<<	<<	☀	☀☀		11°40´ N, 66°30´ W	Venezuela	Brownell, 1977
				☀	☀	☀	<<	☀	☀	☀☀		11°40´ N, 66°30´ W	Venezuela	Weil, y Laughlin, 1984
			☀	☀	☀	☀	<					11°30´ N, 74°05´ W	Santa Marta, Colombia	Bofero, 1984
☀☀					☀	☀	<<	<<	☀	☀☀	☀☀	9°45´ N, 75°50´ W	San Bernardo, Colombia	Lagos-Bayona et al., 1996

LITERATURA CITADA

- Aldana-Aranda, D., E.R. Baqueiro-Cárdenas, I. Martínez-Morales, R.I. Ochoa, y T. Brulé. 2003a. Reproductive patterns of *Strombus gigas* from Alacranes Reef versus Chinchorro Bank of México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **54**:202-225.
- Aldana-Aranda, D., E.R. Baqueiro-Cárdenas, I. Martínez-Morales, A. Zetina-Zarate y T. Brulé. 2003b. A review of the reproductive patterns of gastropods mollusks from Mexico. *Bulletin of Marine Science* **73**:629-641.
- Aldana-Aranda, D., E.R. Baqueiro-Cárdenas, I. Martínez-Morales, R.I. Ochoa, y T. Brulé. 2003c. Gonad behavior during peak reproduction period of *Strombus gigas* from Banco Chinchorro. *Bulletin of Marine Science* **73**:241-248.
- Appeldoorn, R.S. 1988. Age determination, growth, mortality and age of first reproduction in adult queen conch, *Strombus gigas* L., off Puerto Rico. *Fisheries Research* **6**:363-378.
- Baqueiro-Cardenas, E. y D. Aldana Aranda. 2000. A review of reproductive patterns of bivalve mollusks from Mexico. *Bulletin of Marine Science* **66**:13-27.
- Berg, C.J., Jr. 1976. Growth of the queen conch *Strombus gigas* with discussion the practically of its mariculture. *Marine Biology* **34**:191-199.
- Berg, C.J., Jr., F. Couper, K. Nisbet y J. Ward. 1992. Stock assessment of queen conch, *Strombus gigas*, and harbor conch, *S. costatus*, in Bermuda. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **41**:433-438.
- Brownell, W.N. 1977. Reproduction, laboratory culture, and growth of *Strombus gigas*, *S. costatus* and *S. pugilis* in Los Roques, Venezuela. *Bulletin of Marine Science* **27**:668-680.
- Brownell, W.N. y J.M. Stevely. 1981. The biology, fisheries, and management of the queen conch, *Strombus gigas*. *Marine Fisheries Review* **43**:1-12.
- Buckland, B. J. 1989. Reproduction and growth of the queen conch *Strombus gigas*, off St. Christopher and Nevis in the Eastern Caribbean. Tesis de Maestría. University of Guelph, Guelph, Notario, Canadá. 52 pp.
- Castro-González, E.R., E. Chiquillo-Espítia y A.M. González-Delgadillo. [1999]. Diagnóstico de la actividad pesquera en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Secretaría de fomento agropecuario, pesca y medio ambiente-CORALINA. San Andrés Isla, Colombia. 38 pp.
- CEP. The Caribbean Environment Programme. [2002]. Specially Protected Áreas and Wildlife (SPAW). <http://www.cep.unep.org/who/spaw.html> (Consultado en agosto, 2002).
- CFMC. [2003]. International Queen Conch Initiative. <http://www.strombusgigas.com> (Consultado en agosto, 2003).
- CFMC y CFRAMP. [1999]. Report on the Queen conch stock assesment and management workshop. 15-22 de marzo, 1999. Belice, Ciudad de Belice. Unpubl. Report. 105 pp.
- Chakalall, R. y K. Cochrane. 1997. The queen conch fishery in the Caribbean: an approach to responsible fisheries management. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **49**:531-554.

- Chiquillo-Espítia, E., J. Gallo-Nieto y J.F. Ospina-Arango. 1997. Aspectos biológicos del Caracol pala, *Strombus gigas* Linnaeus, 1758 (Mollusca: Gastropoda: Strombidae), en el departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Caribe colombiano). *Boletín Científico INPA* 5:159-179.
- CITES, Secretariat. [2003]. Review of Significant trade in *Strombus gigas*, AC19 Doc. 8. 71 pp. En: Review of Significant Trade in specimens of Appendix-II specie (Resolution Conf. 12.8 and Decision 12.75), Progress on the implementation of the Review of Significant Trade (Phases IV and V). Nineteenth meeting of the Animals Committee Geneva (Switzerland), 18 -21 August 2003.
- Delgado, G.A., C.T. Bartels, R.A. Glazer, N.J. Brown-Peterson y K.J. McCarthy. 2004. Translocation as a strategy to rehabilitate the queen conch (*Strombus gigas*) population in the Florida Keys. *Fishery Bulletin* 102:278-288.
- Egan, B.D. 1985. Aspect of the reproductive biology of *Strombus gigas*. Tesis de Maestría. Department of Zoology, University of British Columbia. Vancouver, Canadá. 147 pp.
- FAO. [1997]. Review of the state of world fishery resources: Marine fisheries. FAO Fisheries Circular. No. 920 FIRM/C920. FAO, Rome, Italy. 173 pp.
- García-Escobar, M.I. 1991. Biología y dinámica poblacional del Caracol de Pala *Strombus gigas* L. (Mollusca: Mesogastropoda) en las diferentes áreas del Archipiélago de San Andrés y Providencia. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle. Cali, Colombia. 183 pp.
- García-Escobar, M.I., J.M. Mow-P., J.R. Cantera-K, y F.H. Pineda-P. 1992. The study of the populations of the queen conch (*Strombus gigas*) with fisheries management implications in the different áreas of the Archipiélago of San Andres and Providencia, Colombia. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 42:172-189.
- Glazer, R. y I. Quintero. 1998. Observations on the sensitivity of Queen conch to water quality: Implication for coastal development. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 50:78-93.
- Gordillo-Morales, G. 1996. Estadios gónadales del caracol rosa *Strombus gigas* Linneo 1758 (Mollusca: Gasteropoda: Strombidae) En Banco Chinchorro, Quintana Roo, Mexico. Tesis profesional. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 66 p.
- Lagos-Bayona, A.L., S. Hernández-Barrero, H. Rodríguez-Gómez y P. Victoria-Daza. 1996. Algunos aspectos bioecológicos y reproductivos del Caracol pala *Strombus gigas* Linnaeus, 1758 en el Archipiélago de San Bernardo, Caribe colombiano. *Boletín Científico INPA* 4:141-160.
- Márquez-Pretel, E., E.O. Davila-Vila, J. Gallo-Nieto. 1994. Dinámica poblacional y pesquera del caracol *Strombus gigas* Linnaeus, 1758 en las Islas de Providencia y Santa Catalina. *Boletín Científico INPA* 2:110-123.
- Miller, D. J. [2000]. Fishermen battle government over conch harvests: Jamaica conch exporters gain access to lucrative EU conch market but lose access to supply. Inter Press Service. 28 December 2000. <http://ipsnews.net/index.asp> (Consultado en junio de 2001).

- Pérez-Pérez, M. y D. Aldana-Aranda. 2000. Distribución, abundancia y morfometría de *Strombus costatus*, *Turbinella angulata*, *Busycon contrarium* y *Pleuroploca gigantea* (Mesogasteropoda: Strombidae, Turbinellidae, Neptunidae y Fasciolaridae) en Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical* 48(1):51-57.
- Pérez-Pérez, M. y D. Aldana-Aranda. 2002. *Strombus gigas* L. 1758 (mesogasteropoda: Strombidae) y su periodo de desove en el Arrecife Alacranes, Yucatan. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 53:108-119.
- Pérez-Pérez, M. y D. Aldana-Aranda. 2003. Actividad reproductiva de *Strombus gigas* (Mesogasteropoda: Strombidae) en diferentes hábitats del Arrecife Alacranes, Yucatan. *Revista de Biología Tropical* 51(4):119-121.
- Randall, John E. 1964a. Contributions to the biology of the queen conch, *Strombus gigas*. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean* 14:246-295.
- Reed, Shawna E. 1993. Gónadal comparison of masculinized females and androgynous males to normal males and females in *Strombus* (mesogasteropoda: Strombidae). *Journal of Shellfish Research* 12:71-75.
- Reed, Shawna E. 1995a. Reproductive anatomy and biology of the genus *Strombus* in the Caribbean: I. Males. *Journal of Shellfish Research* 14:325-330.
- Reed, Shawna E. 1995b. Reproductive anatomy and biology of the genus *Strombus* in the Caribbean: II. Females. *Journal of Shellfish Research* 14:331-336.
- Stoner, A.W., V.J. Sandt y I.F. Boidron-Metairon. 1992. Seasonality in reproductive activity and larval abundance of queen conch. *U.S Fisheries Bulletin* 90:161-170.
- Theile, Stephanie. [2001]. Queen conch fisheries and their management in the Caribbean. Traffic Europe, Technical report to the cites secretariat in completion of contract a-2000/01. 95 pp.
- UNEP-WCWC [2002]. The UNEP-WCMC CITES Trade Database. En: UNEP-World Conservation Monitoring Centre. <http://www.unep-wcmc.org> (Consultado en agosto, 2002).
- Webber, H.H. 1977. Gastropoda: Prosobranchia, Capitulo 1. Pages 1-97 in: Arthur C. Giese y John S. Pearse (eds.). *Reproduction of Marine Invertebrates, Volume 4, Molluscs: Gastropods and Cephalopods*. Academic Press, New York, New York U.S.A.
- Weil, E. y R. A. Laughlin. 1984. Biology, populations dynamic, and reproductions of the Queen conch *Strombus gigas* Linne in the Archipiélago de los Roques National Park. *Journal of Shellfish Research* 4:45-62.
- Wicklund, R. I., L. J. Hepp y G. A. Wenz. 1991. Preliminary studies on the early life history of the queen conch, *Strombus gigas*, in the Exuma Cays, Bahamas. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 40:283-298.
- Wilkins, R.M., M.H. Goodwin y D.M. Reid. 1987. Research applied to conch resource management in St. Kitts/Nevis. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 38:370-375.