



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS  
DEL NOROESTE, S.C.

---

Programa de Estudios de Posgrado

**ECOLOGÍA ALIMENTICIA DE *Chelonia mydas*  
*agassizii* EN BAHÍA MAGDALENA, BAJA  
CALIFORNIA SUR, MÉXICO**

**T E S I S**

Que para obtener el grado de

**Maestro en Ciencias**

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales  
(Orientación en Biología Marina)

p r e s e n t a

María de los Milagros López Mendilaharsu

*La Paz, B.C.S. Septiembre del 2002*

## ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 14:00 horas del día 11 del Mes de Septiembre del 2002, se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por la Dirección de Estudios de Posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., para revisar la Tesis de Grado titulada:

**"ECOLOGÍA ALIMENTICIA DE *CHELONIA MYDAS AGASSIZII* EN BAHÍA MAGDALENA, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO"**

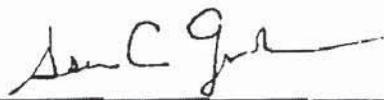
Presentada por el alumno:

Maria de los Milagros López Mendilaharsu

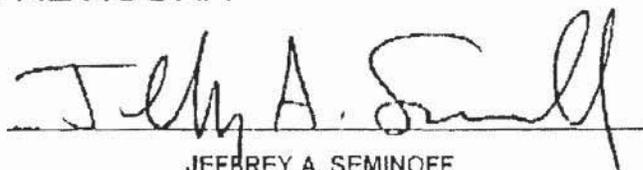
Aspirante al Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACION EN Biología Marina

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

### LA COMISION REVISORA



SUSAN C. GARDNER  
DIRECTOR DE TESIS



JEFFREY A. SEMINOFF  
CO-TUTOR



RAFAEL RIOSMENA RODRIGUEZ  
CO-TUTOR



DRA. THEEMA ROSA CASTELLANOS VAZQUEZ,  
DIRECTORA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

## RESUMEN

Se analizó la dieta y preferencias alimenticias de la tortuga negra, *Chelonia mydas agassizii*, (especie en peligro de extinción) en el complejo Lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, para el periodo comprendido entre el 21 de octubre de 2000 y el 21 de mayo de 2002. Para determinar la dieta, se examinaron 24 estómagos de tortugas marinas muertas incidentalmente en redes de pesca. Para determinar las preferencias alimenticias se colectaron muestras de lavados gástricos de 15 tortugas capturadas vivas en el Estero Banderitas y se determinó la disponibilidad de la vegetación marina. El noventa y tres por ciento de las tortugas negras capturadas fueron individuos inmaduros. La medida promedio del largo recto del caparazón (LRC) fue de 60.1 cm, encontrándose diferencias significativas entre localidades para esta medida. Su dieta fue primariamente herbívora, consistió principalmente de algas y pasto marino. Asimismo, ocasionalmente puede consumir algunos invertebrados en proporciones mayores a las reportadas anteriormente. Las especies consumidas dentro y fuera de la Bahía fueron diferentes. En Bahía Magdalena las algas rojas *Gracilaria pacifica*, *Gracilariopsis lemaneiformis* e *Hypnea johnstonii* (referida como la agrupación GGH) fue la más abundante y frecuente en su dieta, mientras que en las aguas del Pacífico adyacente la especie más consumida fue el pasto marino *Phyllospadix torreyi*. Asimismo, se encontraron diferencias estacionales en la abundancia de las especies consumidas. La tortuga negra presentó una dieta selectiva en el estero Banderitas, siendo *Codium amplivesiculatum* la especie preferida. Se discuten las

implicaciones de este trabajo en la determinación de áreas prioritarias para la conservación.

Palabras clave: Tortuga negra, hábitos alimenticios, preferencias alimenticias, México, Baja California

Vo. Bo.

---

Susan C. Gardner  
**DIRECTORA DE TESIS**

## ABSTRACT

Diet and feeding preferences of black turtles, *Chelonia mydas agassizii*, were assessed at the Bahía Magdalena-Almejas lagoon complex, Baja California Sur, from October 2000 to May 2002. Digestive tract contents were analyzed from 23 turtles that were drowned incidentally in fishing nets. Feeding preferences were determined by examining gastric lavage samples of 15 turtles live-captured at Estero Banderitas, and sampling the availability of food resources. Ninety-three percent of the black turtles captured consisted of immature individuals and the average straight carapace length (SCL) was 60.1 cm. There were differences in mean SCL between captured sites. The diet was primarily herbivorous, consisting of algae and seagrass. But also occasionally turtles fed on marine invertebrates in larger proportions than previously reported. Species consumed outside and inside the Bay were different. In Bahía Magdalena, red algae *Gracilaria pacifica*, *Gracilariopsis lemaneiformis* e *Hypnea johnstonii* (referred to as the GGH group) was the most abundant and frequent diet item found in stomach samples, while in the Pacific adjacent waters the seagrass *Phyllospadix torreyi* was the most commonly ingested food. Also, differences in the consumption of species were found across seasons. Black turtles in Banderitas Channel selectively consumed diet items, with *Codium amplivesiculatum* as the preferred species. The implications of this work for determining priority areas for conservation are discussed.

Key words: Black turtle, East Pacific green turtle, feeding habits, feeding preferences, Mexico, Baja California

## AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Posgrado del CIBNOR por las facilidades otorgadas para concluir con estos estudios: Dr. Sergio Hernández Vázquez, Lic. Osvelia Ibarra, Lic. Leticia Gonzalez y Beatriz Gálvez, así como a Horacio Sandoval y Manuel Melero por su gran disposición.

A la Secretaría de Educación Pública por la beca otorgada durante la Maestría.

A PADI AWARE Foundation y The Bay Foundation, por el apoyo económico para la realización de esta investigación.

A los miembros de mi comité tutorial: Dra. Susan Gardner, Dr. Jeffrey Seminoff y Dr. Rafael Riosmena Rodríguez por su asesoría y recomendaciones además del tiempo y atención dedicadas para la elaboración de este trabajo.

Al Dr. Ricardo Rodríguez Estrella por sus valiosos comentarios y amistad durante la realización de este trabajo.

A la Dra. Elisa Serviere por su asesoría y orientación en la identificación de las algas.

A Rodrigo Rangel por su enorme ayuda y asistencia en el trabajo de campo, a J. Nichols y al grupo de monitoreo de WILD COAST en San Carlos (Juan, Julio, Joel y Rodrigo).

Al Centro para Estudios Costeros por el uso de las instalaciones, materiales y transporte durante las salidas de campo.

A Litzia Chavez, Karla León y Noé Santamaria-Gallegos del Herbario Ficológico de la U.A.B.C.S por la identificación de las muestras de algas y pastos marinos.

A Arturo Juárez, Amaury Cordero, Siannon Fitzgerald, Paloma Valdivia, Antonio Trujillo, Hector Catelan, por su colaboración y ayuda en la etapa de colecta de las muestras y transporte de las mismas.

A las chicas del Conmutador (Meche y Paty) y a todo el personal de la Biblioteca, especialmente a Ana María y Tony.

A toda la gente de Karumbé-Tortugas Marinas del Uruguay, principalmente a Ale.

Quiero agradecer de manera especial a una gran amiga, Isabel, por el apoyo incondicional.

A mis compañeros de la Maestría, y a todos los demás amigos que me apoyaron, especialmente a Alvaro.

Finalmente agradezco a mis padres y a mi hermana por su apoyo de siempre.

Este trabajo fue autorizado por la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Permiso de Pesca de Fomento No. 110101-613-03

**CONTENIDO**

|   |     |
|---|-----|
| ACTA DE REVISION DE TESIS .....                   | i   |
| RESUMEN .....                                     | ii  |
| ABSTRACT .....                                    | iv  |
| AGRADECIMIENTOS .....                             | vi  |
| CONTENIDO .....                                   | vii |
| LISTA DE FIGURAS .....                            | x   |
| LISTA DE TABLAS .....                             | xiv |
| <br>  |     |
| 1. INTRODUCCIÓN .....                             | 1   |
| <br>  |     |
| 2. ANTECEDENTES .....                             | 7   |
| 2.1. Estatus taxonómico .....                     | 7   |
| 2.2. Problemática y antecedentes históricos ..... | 8   |
| 2.3. Áreas de alimentación y dieta .....          | 10  |
| <br>  |     |
| 3. HIPÓTESIS DE TRABAJO.....                      | 13  |
| <br>  |     |
| 4. OBJETIVOS .....                                | 14  |
| 4.1. Objetivo general .....                       | 14  |

|  |    |
|--|----|
| 4.2. Objetivos particulares .....                        | 14 |
| 5. MATERIALES Y METODOS .....                            | 15 |
| 5.1 Área de estudio .....                                | 15 |
| 5.2. Contenidos estomacales .....                        | 20 |
| 5.2.1. Campo .....                                       | 20 |
| 5.2.2. Laboratorio .....                                 | 20 |
| 5.2.3. Análisis de los datos .....                       | 21 |
| 5.3. Muestreo de la vegetación .....                     | 24 |
| 5.3.1. Áreas de muestreo .....                           | 24 |
| 5.3.2. Muestreos cuantitativos .....                     | 24 |
| 5.3.3. Laboratorio .....                                 | 25 |
| 5.3.4. Análisis de los datos .....                       | 26 |
| 5.4. Lavados gástricos .....                             | 26 |
| 5.4.1. Campo .....                                       | 26 |
| 5.4.2. Laboratorio .....                                 | 29 |
| 5.4.3. Análisis de los datos .....                       | 29 |
| 6. RESULTADOS .....                                      | 31 |
| 6.1. Hábitos alimenticios .....                          | 32 |
| 6.1.1. Análisis de contenidos estomacales .....          | 32 |
| 6.1.2. Comparaciones de la dieta entre localidades ..... | 34 |

|   |    |
|---|----|
| 6.1.3. Variaciones estacionales de la dieta .....               | 39 |
| 6.1.4. Lavados gástricos .....                                  | 41 |
| 6.1.5. Comparación de la dieta entre técnicas de muestreo ..... | 45 |
| 6.2. Preferencias alimenticias .....                            | 47 |
| 6.2.1. Muestreos estacionales de vegetación .....               | 47 |
| 6.2.2. Selección de recursos .....                              | 55 |
| <br>  |    |
| 7. DISCUSIÓN .....  | 58 |
| <br>  |    |
| 8. CONCLUSIONES.....  | 73 |
| <br>  |    |
| 9. LITERATURA CITADA.....                                       | 75 |
| <br>  |    |
| APENDICES .....   | 88 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Mapa del complejo Lagunar de Bahía Magdalena -Almejas .....  | 19 |
| Figura 2. Sitios de muestreo de la vegetación (Isla Conchalito y Punta Entrada) y sitio de captura de tortugas, en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, México .....   | 27 |
| Figura 3. Distribución de tallas de las tortugas capturadas incidentalmente en redes de pesca en Bahía Magdalena y aguas del Pacífico adyacentes .....   | 32 |
| Figura 4. Índices resultantes $R_s$ y $R_w$ graficados en función del ángulo para las especies analizadas en los estómagos de <i>C. m. agassizii</i> , provenientes del Pacífico. 1, <i>P. torreyi</i> ; 2, <i>C. simulans</i> ; 3, <i>P. capillacea</i> ; 4, <i>G. robustum</i> .....   | 37 |
| Figura 5. Índices resultantes $R_s$ y $R_w$ graficados en función del ángulo para las especies analizadas en los estómagos de <i>C. m. agassizii</i> , provenientes de Bahía Magdalena. 1, GGH*; 2, <i>C. amplivesiculatum</i> ; 3, <i>M. flaccida</i> ; 4, <i>P. torreyi</i> ; 5, <i>Z. marina</i> ; 6, <i>A. germinans</i> ; 7, <i>S. sinicola</i> ; 8, <i>C. canaliculatus</i> ; 9, <i>G. textorii</i> ; 10, <i>P. planipes</i> ; 11, esponja. (GGH* = <i>Gracilaria pacifica</i> , <i>Gracilariopsis lemaneiformis</i> e <i>Hypnea johnstonii</i> .) ..... | 38 |

- Figura 6. Variación estacional de la dieta de las tortugas negras (*C. m. agassizii*) capturadas a lo largo de la costa del Pacífico adyacente a Bahía Magdalena, México. Los valores representan el volumen relativo promedio (%V), n = 2, 2, 6, 2 en otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente ..... 39
- Figura 7. Variación estacional de la dieta de las tortugas negras (*C. m. agassizii*) capturadas en Bahía Magdalena, México. Los valores representan el volumen relativo promedio (%V), n = 3, 5, 2, 1 en otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente. (GGH = *Gracilaria pacifica*, *Gracilariopsis lemaneiformis* e *Hypnea johnstonii*.) ..... 40
- Figura 8. Distribución de tallas de las tortugas negras (*C. m. agassizii*) capturadas en el Estero Banderitas, enero-mayo, 2002 ..... 41
- Figura 9. Volumen relativo medio (%V) de las especies encontradas en los lavados gástricos de las tortugas negras (*C. m. agassizii*; n =15) en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, México ..... 43
- Figura 10. Índices resultantes  $R_s$  y  $R_w$  graficados en función del ángulo de los componentes alimenticios presentes en los lavados realizados a *C. m. agassizii* (n=15), en el Estero Banderitas, entre enero y mayo de 2002. 1, *Gracilaria*

*pacifica*; 2, *Gracilaria textorii*; 3, *Chondria nidifica*; 4, *Ulva lactuca*; 5, *Codium amplivesiculatum*; 6, *Laurencia pacifica* ..... 44

Figura 11. Variación estacional de la dieta de las tortugas negras capturadas en el estero Banderitas, Bahía Magdalena, México. Los valores representan el volumen relativo promedio (%V), en invierno (n= 9) y en primavera (n= 6) ..... 45

Figura 12. Comparación entre los dos tipos de técnica de muestreo (análisis estomacal versus lavado gástrico) en relación a la composición y volumen relativo (%) de los componentes alimenticios recuperados en el Estero Banderitas. (GGH = *Gracilaria pacifica*, *Gracilariopsis lemaneiformis* e *Hypnea johnstonii*.) ..... 46

Figura 13. Variación estacional de la cobertura (%), biomasa (%) y número de especies presentes en los sitios de estudio en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, México, entre el 18 de julio, 2001 y 19 de mayo, 2002 ..... 51

Figura 14. Especies de algas presentes en los dos sitios de muestreo en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, México. Los valores representan el volumen relativo promedio (biomasa) de cada especie a lo largo del año. El (\*) indica las especies consumidas por la tortuga negra en el Estero Banderitas ..... 52

Figura 15. Variación estacional de las principales especies presentes en Punta Entrada (estero Banderitas), Bahía Magdalena, entre el 18 de julio, 2001 y 19 de mayo, 2002. Los valores representan el volumen relativo promedio (biomasa) de cada especie para cada estación del año ..... 53

Figura 16. Variación estacional de las principales especies presentes en Isla Conchalito (estero Banderitas), Bahía Magdalena, entre el 18 de julio, 2001 y 19 de mayo, 2002. Los valores representan el volumen relativo promedio (biomasa) de cada especie para cada estación del año ..... 54

## LISTA DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla I. Lista de las especies encontradas en los estómagos de las tortugas negras ( <i>C. m. agassizii</i> ) en Bahía Magdalena y aguas adyacentes del Pacífico. (*)<br>Presentes en niveles traza .....   | 33 |
| Tabla II. Volumen relativo medio (%V), frecuencia de ocurrencia (%F) e índice resultante ( $R_w$ ) de las especies analizadas en los estómagos provenientes de Bahía Magdalena y aguas adyacentes del Pacífico. (GGH* = <i>Gracilaria pacifica</i> , <i>Gracilariopsis lemaneiformis</i> e <i>Hypnea johnstonii</i> ). BM = Bahía Magdalena; P = Pacífico ..... | 36 |
| Tabla III. Índice resultante simple ( $R_s$ ), Índice resultante de peso ( $R_w$ ), ángulo (T), Índice de preponderancia (I). (GGH* = <i>Gracilaria pacifica</i> , <i>Gracilariopsis lemaneiformis</i> e <i>Hypnea johnstonii</i> ). BM = Bahía Magdalena; P = Pacífico .....   | 37 |
| Tabla IV. Volumen relativo medio (%V) y frecuencia de ocurrencia (%F) de las especies encontradas en los lavados gástricos realizados a las tortugas negras ( <i>C. m. agassizii</i> ) capturadas (n =15) en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, entre enero y mayo de 2002 .....  | 42 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla V. Rangos de temperatura superficial del mar (TSM), profundidad máxima (P. max.), y profundidad media (P. med.) de los transectos dispuestos en los dos sitios de muestreo en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, México ..... | 48 |
| Tabla VI. Esfuerzo (horas) invertido en el campo para el estudio del hábitat (transectos) y durante la captura de tortugas marinas, en el Estero Banderitas en Bahía Magdalena, México, entre julio, 2001 y mayo, 2002 .....            | 49 |
| Tabla VII. Lista sistemática de las algas presentes en el Estero Banderitas en los sitios de colecta (Punta Entrada e Isla Conchalito), durante el periodo de estudio comprendido entre el 18 de julio 2001-19 de abril, 2002 .....     | 50 |
| Tabla VIII. Porcentaje de cobertura promedio (%) de la vegetación presente en los dos sitios de muestreo (Isla Conchalito y Punta Entrada) en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, México, entre julio 2001y abril 2002 .....         | 55 |
| Tabla IX. Porcentaje de cobertura de la vegetación presente en los sitios de muestreo en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, México, para las estaciones de invierno y primavera .....   | 56 |
| Tabla X. Selección de algas marinas por tortugas negras (n =15) en el Estero Banderitas, entre enero y mayo de 2002 .....   | 57 |

## 1. INTRODUCCION

La tortuga verde del Pacífico Este (localmente conocida como tortuga negra o tortuga prieta), *Chelonia mydas agassizii* (Bocourt 1868), se encuentra listada en “peligro de extinción” a lo largo de todo su rango de distribución (National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service 1998). Esta tortuga ha sufrido un declive drástico en su número a lo largo de los últimos 30 años (Alvarado *et al.* 2001) debido a la intensa colecta de huevos y a la captura directa e incidental de juveniles y adultos en diversas artes de pesca. A pesar de los esfuerzos para proteger a esta especie por parte del gobierno Mexicano desde 1990 (Diario Oficial de la Federación 2002), y de las actividades de conservación e investigación en sus principales payas de anidación en Michoacán (playas Colola y Maruata) durante los últimos 20 años, se ha observado que el declive de la población continua (Alvarado *et al.* 2001). Los esfuerzos de conservación para prevenir el declive fuera de las payas de anidación son muy limitados particularmente debido a la falta de conocimiento sobre *C. m. agassizii* en áreas de alimentación (Seminoff 2000).

En 1998 se diseñó el plan de recuperación para la tortuga verde del Pacífico Este con la finalidad de recuperar y/o proteger a esta especie catalogada en peligro de extinción. En el mismo se plantea la necesidad de identificar las áreas de alimentación a lo largo de la costa de la península de Baja California (México) y California (Estados Unidos) con el fin de que éstas puedan recibir una protección y

un manejo adecuado (National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service 1998). Por lo tanto, en este trabajo se pretende caracterizar la ecología alimenticia de la tortuga negra en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas con el fin de proporcionar información para futuros esfuerzos de manejo.

La tortuga negra se distribuye a lo largo del Pacífico Este (Cliffon *et al.* 1982), desde California (E.U.A.) hasta Perú y también en las Islas Revillagigedo (México) y Galápagos (Ecuador) (Márquez 1990). Las playas de anidación más importantes para *C. m. agassizii* se encuentran en Michoacán, en las Playas de Colola y Maruata (Figuroa *et al.* 1990), México, en las islas Revillagigedo, México (Brattstrom 1982, Awbrey *et al.* 1984), en la costa del Pacífico de Costa Rica (Márquez 1990) y en las Islas Galápagos, Ecuador (Green y Ortiz-Crespo 1982).

A pesar de que las áreas de alimentación de la tortuga negra no están claramente delimitadas, los principales sitios que se conocen se ubican en la costa occidental de la península de Baja California en el Golfo de California (Cliffon *et al.* 1982, Nichols *et al.* 2000, Felger *et al.* 1976, Seminoff *et al.* 2000 a), en las islas Galápagos (Ecuador) (Green y Ortiz-Crespo 1982), en el Golfo de Fonseca (Honduras) (Carr 1952) y en la península de Pacaras (Perú) (Márquez 1990). A través de la recuperación de marcas se sabe que la población que anida en las playas de Michoacán (la cual representa un tercio de la población total existente) se alimenta en las costas del Pacífico Mexicano y América Central, mientras que

la población que anida en Galápagos lo hace desde Costa Rica hacia el sur hasta Perú (National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service 1998).

Las tortugas negras al igual que las demás especies de tortugas marinas son animales altamente migratorios. Varias etapas de su ciclo de vida transcurren en diversos habitats de acuerdo a su estadio de desarrollo. Luego de la eclosión de sus huevos, las crías se dirigen al mar y son transportadas pasivamente por las corrientes y giros oceánicos. Algunos años después, los pocos juveniles que sobreviven se reclutan activamente hacia habitats de desarrollo demersales y neríticos (lagunas costeras, estuarios y áreas arrecifales cercanas a la costa) (Meylan y Meylan 1999, Musick y Limpus 1997). Cuando se aproximan a la madurez sexual, estas tortugas se desplazan hacia habitats de alimentación de adultos, y en algunas poblaciones estos habitats coinciden con los habitats de desarrollo de los juveniles (Limpus *et al.* 1994, Seminoff *et al.* 2002). Luego las tortugas adultas migran cientos y hasta miles de kilómetros hacia las playas de anidación para reproducirse y desovar (en ciclos que pueden variar de 2 a 5 años dependiendo de la población) (Meylan y Meylan 1999, Musick y Limpus 1997).

A pesar de que todos los estadios de vida son críticos para la supervivencia de éstas especies, el impacto de las actividades humanas sobre los juveniles y subadultos es sumamente peligroso para la estabilidad de las poblaciones (Crouse *et al.* 1987). Debido a que durante su desarrollo en habitats pelágicos y costeros éstas tortugas han sobrevivido a diferentes amenazas, los estadios de juvenil y

subadulto son considerados extremadamente valiosos para la recuperación y estabilidad de las poblaciones. Por lo tanto, incrementando su supervivencia , un número mayor de tortugas tendrá la probabilidad de alcanzar la madurez e incrementar el valor reproductivo de los adultos (Crouse *et al.* 1987).

Numerosos estudios han sugerido que las lagunas costeras de Baja California representan áreas importantes de alimentación y desarrollo para individuos inmaduros y maduros de *C. m. agassizii* (Cliffon *et al.* 1982, Márquez 1990, Seminoff *et al.* 2000 b). Sin embargo, hasta la fecha la mayor parte de la información disponible sobre los hábitos alimenticios de las tortugas negras tratan sobre estudios realizados en la costa oriental de la península de Baja California, en particular en el área central del Golfo de California (Felger y Moser 1973, Seminoff *et al.* 2002). Prácticamente no existen referencias sobre la dieta de las tortugas negras en la costa occidental de la Península de Baja California (Hilbert *et al. en prensa*, Seminoff y Nichols 1999) ni registros que indiquen cambios estacionales en la dieta de las tortugas negras en esta región, o preferencias por determinados recursos. Esta información es necesaria para interpretar de mejor manera la ecología alimenticia de *C. m. agassizii* en la región, así como determinar los recursos alimenticios más importantes que nos permitirán la identificar sus hábitats críticos (Ehrenfeld 1995, Shabica 1995).

El complejo lagunar de Bahía Magdalena se caracteriza por presentar una enorme variedad de recursos alimenticios para las tortugas negras. Tiene zonas con abundante pasto marino, y con una gran variedad de macroalgas (Santamaría-

Gallegos en prep., Sánchez -Rodríguez 1996). Esta situación permitirá por otro lado constatar si *C. m. agassizii* se alimenta de ambos recursos a la vez, como se ha observado en otras poblaciones del Género *Chelonia* (Brand-Gardner *et al.* 1999, Ross 1985, Garnett *et al.* 1985), o si por el contrario, las tortugas tiene alguna preferencia en el consumo de alguno de los dos recursos mencionados como se ha sugerido en algunos otros estudios (Mortimer 1981, Mendoça 1983, Prichard 1971, Bjorndal *et al.* 1991).

El principal interés de este trabajo es determinar los hábitos alimenticios de *C. m. agassizii* en un área que presenta por un lado, ambientes arenosos con extensas praderas de *Zostera marina* (Santamaría-Gallegos en. prep.) y una gran variedad de algas (ampliamente consumidas por las tortugas en otras regiones) (Sánchez Rodríguez *et al.* 1987), y por otro, ambientes rocosos donde habitan otras especies de macroalgas y el pasto marino *Phyllospadix torreyii* (Riosmena-Rodríguez y Sánchez-Lizaso 1996). Además, al examinar la dieta de las tortugas y los recursos disponibles en el estero Banderitas, ubicado en el área de canales de Bahía Magdalena, se podrán formular índices de selección que nos proporcionen un mayor entendimiento de la ecología alimenticia de *C. m. agassizii*.

Finalmente, se pretende que estos resultados permitan profundizar el conocimiento de la dieta y hábitos alimenticios de *C. m. agassizii* en Bahía Magdalena y fundamentalmente contribuir con ciertas iniciativas de protección propuestas para esta especie en el estero Banderitas, Bahía Magdalena, México.



## 2. ANTECEDENTES

### 2.1. Estatus taxonómico

El estado de la sistemática y nomenclatura de la tortuga negra referida como *Chelonia agassizii* (especie) o *Chelonia mydas agassizii* (subespecie) por diversos autores (Figueroa & Alvarado 1990, Kamezaki & Matsui 1995, Prichard 1999, Bowen et al. 1992, Karl y Bowen 1999, Parham y Zug 1996, Bowen y Karl 2000) ha sido tema de controversia en los últimos años y aún se encuentra bajo discusión. Algunos especialistas continúan manteniendo el estatus de especie de la tortuga negra basándose en sus caracteres morfológicos (color, tamaño, forma del caparazón, etc), y en su ecología y biología reproductiva (Figueroa & Alvarado 1990, Prichard 1999). Otros, en cambio afirman que existendistinciones a nivel de subespecie entre *Chelonia mydas* del Pacífico y la supuesta *Chelonia agassizii* en términos morfológicos (medidas de cráneos) (Kamezaki y Matsui 1995); y sólo a nivel de poblaciones en base a datos de secuencias de ADN mitocondrial y nuclear (Bowen et al. 1992, Karl y Bowen 1999).

A pesar de que no se ha podido llegar a un consenso sobre el estatus taxonómico de la tortuga verde, este debate taxonómico es irrelevante debido a que ésta población continúa declinando y su mortalidad en las áreas de alimentación continua siendo elevada (Bowen y Karl 2000).

Desde el punto de vista de manejo oficial de E.U.A., se considera a la tortuga negra como una subespecie según el Plan de recuperación para las poblaciones de la tortuga verde del Pacífico Este del Pacífico de U. S. (National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service 1998), sin embargo, México actualmente le confiere el estatus de especie según el Diario Oficial de la Federación (2002). Este reconocimiento es de suma importancia para su manejo y conservación, debido a que el rango taxonómico, es un criterio importante en la evaluación de prioridades de conservación de un organismo amenazado.

## **2.2. Problemática y antecedentes históricos**

Históricamente, la tortuga negra era muy abundante en el Pacífico Este, principalmente en las áreas de alimentación ubicadas en el Golfo de California y a lo largo de la costa del Pacífico de Baja California (Cliffon *et al.* 1982). Una indicación de su abundancia previa, se encuentra en el reporte de la visita del buque *Albatross* a Bahía Tortugas, en la costa del Pacífico de Baja California en Abril de 1889, en donde se capturaron 162 tortugas en un simple lance de una red de cerco de 200 m. Sin embargo, esta importante población ha sufrido una reducción extrema en su número en los últimos 30 años (Alvarado *et al.* 2001). Este declive fue indudablemente causado por la sobre-pesca masiva de tortugas hibernantes en el Mar de Cortés entre 1950 y 1970 (Cliffon *et al.* 1982), por la pesca directa e incidental en sus principales áreas de alimentación (Caldwell 1962, Alvarado *et al.* 1990), y por la intensa colecta de huevos en sus principales playas

de anidación en Michoacán entre 1960 y 1980 (Cliffon *et al.* 1982). Se estima que a finales de los 60' alrededor de 25,000 hembras anidaban anualmente en Michoacán (Cliffon *et al.* 1982), mientras que durante la temporada del año 2000 arribaron menos de 1,500 hembras (Delgado *et al.* 2001).

La madurez sexual tardía y la intensa presión de captura a la que está sujeta la tortuga negra en las zonas de alimentación de Baja California al parecer son los factores más importantes que impiden la recuperación de la tortuga negra a corto plazo (Alvarado *et al.* 2001). Se calcula que anualmente entre 5,000 y 10,000 tortugas mueren en los hábitats de alimentación en Baja California (Nichols 2000, Aridjis 2002). Esto ha determinado que actualmente la tortuga verde *Chelonia mydas* (incluyendo todas sus poblaciones) se encuentra listada como una especie en "peligro de extinción" (EN-A1abd) según el criterio de clasificación de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) (National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service 1998) y también según la NOM-059-ECOL-2001 (Diario Oficial de la Federación 2002). Esta especie también se encuentra incluida en el apéndice I de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas).

### **2. 3. Áreas de alimentación y dieta**

Los principales sitios de alimentación y desarrollo de la tortuga negra a lo largo de la península de Baja California se encuentran en las lagunas de poca profundidad de la costa occidental de la península (Laguna Ojo de Liebre, Estero Coyote, laguna San Ignacio y Bahía Magdalena) y en el área central del Golfo de California (Bahía de los Angeles, Loreto) (Caldwell 1962, Seminoff *et al.* 1998, Seminoff 2000).

La tortuga negra, *C. m. agassizii*, se considera como primariamente herbívora (Bjorndal 1997), alimentándose de algas y pasto marino, y ocasionalmente de invertebrados marinos (Felger y Moser 1987, Seminoff 2000, Brown y Brown 1982, Casas-Andew y Gomez-Aguirre 1980). Cabe destacar que adultos y juveniles de *C. m. agassizii* poseen una dieta mas carnívora en comparación a otras poblaciones del género *Chelonia* (Bjorndal 1997). Los reportes indican que estas pueden alimentarse de moluscos (Brown y Brown 1982, Seminoff 2000), crustáceos (Casas-Andreu y Gomez-Aguirre 1980, Fritts 1981), cnidarios (Seminoff *et al.* 2000 a), poríferos y equinodermos (Seminoff 2000, Seminoff *et al.* 2002).

En las diferentes poblaciones de *Chelonia* se ha visto que la selección del alimento es específica según el hábitat o el área de alimentación. Por ejemplo, algunas pueden alimentarse únicamente de pasto marino (Mortimer 1981, Mendoça 1983), otras únicamente de algas (Pritchard 1971, Balazs 1979, Bjorndal *et al.* 1991, Seminoff 2000) y otras aparentemente se pueden alimentar de ambos

recursos (Garnett *et al.* 1985, Brand-Gardner *et al.* 1999, Ross 1985). En el Golfo de California, por ejemplo, existe esta dicotomía en poblaciones que se alimentan solamente de pasto y que se encuentran a pocos kilómetros de otras que se alimentan principalmente de algas (Felger y Moser 1973, Hirth *et al.* 1973).

Para Baja California existen hasta la fecha muy pocos estudios sobre la ecología alimenticia de la tortuga negra; estos solo se refieren a Bahía de los Ángeles (Seminoff 2000) y el Canal Infiernillo en el área central del Golfo de California (Felger and Moser 1973). La dieta de *C. m agassizii* en el Canal Infiernillo se compone casi exclusivamente del pasto marino, *Zostera marina*, que es muy abundante en el área (Felger y Moser 1973, Felger *et al.* 1976). Por otro lado, a diferencia del éste último Bahía de los Ángeles es un ecosistema en donde predominan las algas y el pasto marino se encuentra ausente (Riosmena-Rodriguez obs. pers.). En esta región los principales componentes de la dieta de la tortuga negra son las algas, fundamentalmente algas rojas de la familia Gracilariaceae y algunos invertebrados marinos (Seminoff *et al.* 2002).

Actualmente se están comenzando a desarrollar esfuerzos para caracterizar las praderas de *Zostera marina* que se distribuyen en el interior de Bahía Magdalena (Santamaría-Gallegos en prep.) ya que hasta la fecha no se cuenta con ninguna información al respecto. En el caso de las macroalgas, algunos trabajos se han centrado en el reconocimiento florístico de la costa rocosa de las islas Magdalena y Margarita (Sánchez-Rodríguez *et al.* 1987, Sánchez-Rodríguez 1996). Estos

estudios documentan la presencia de los géneros de macroalgas que forman parte de la dieta de las tortugas negras en Baja California (Hilbert *et al. en prensa*, Seminoff *et al.* 2000, Márquez 1990).

### 3. HIPÓTESIS DE TRABAJO

1. Ho: La dieta de la tortuga negra, *C. m. agassizii*, en el complejo Lagunar Bahía Magdalena-Almejas y áreas adyacentes no varía de forma espacial ni estacional
  
2. Ho: La tortuga negra, *C. m. agassizii*, se alimenta de acuerdo a la disponibilidad de los recursos
  
1. Ha: La dieta de la tortuga negra, *C. m. agassizii*, en el complejo Lagunar Bahía Magdalena-Almejas y áreas adyacentes varía de forma espacial y estacional
  
2. Ha: La tortuga negra, *C. m. agassizii*, se alimenta de manera selectiva

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general**

Determinar los hábitos alimenticios de la tortuga negra (*Chelonia mydas agassizii*) en el complejo Lagunar Bahía Magdalena-Almejas y sus preferencias alimenticias en el estero Banderitas.

### **4.2. Objetivos particulares**

1. Comparar la dieta de las tortugas negras capturadas en diferentes regiones del complejo Lagunar Bahía Magdalena-Almejas, en particular el interior de Bahía Magdalena vs. aguas del Océano Pacífico adyacentes a la Bahía).
2. Comparar la dieta de las tortugas negras capturadas en las diferentes estaciones del año.
3. Determinar si en el estero Banderitas las tortugas se alimentan de los recursos disponibles de manera oportunista.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Área de estudio

El complejo lagunar de Bahía Magdalena se encuentra localizado en la costa del Pacífico de Baja California Sur ( $24^{\circ} 15' - 25^{\circ} 20' N$  y  $111^{\circ} 20' - 112^{\circ} 15' W$ ) y ocupa un área de  $1390 \text{ km}^2$  (Fig. 1) (Maeda-Martinez *et al.* 1993). Es considerada como una de las zonas más importantes del noroeste Mexicano, no sólo por su considerable extensión sino por su alta productividad, que la convierte en el centro de varias pesquerías importantes para la región. Biológicamente a menudo ha sido considerada como la posición costera de frontera entre las condiciones templadas de la corriente de California y el área subtropical. Es el límite de distribución geográfica de muchas especies (Riosmena-Rodríguez y Sánchez-Lizaso 1996), incluyendo el límite sureño de la mayor parte de invertebrados de aguas someras (Lluch-Belda *et al.* 2000).

El complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas se divide en tres zonas diferenciadas perfectamente (Fig. 1): (a) la zona noroeste, de forma irregular, compuesta por gran cantidad de esteros, lagunas y canales con profundidades promedio de 3.5 m, rodeados por pequeños y abundantes manglares, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*; (b) la zona central, denominada Bahía Magdalena, se conecta con el océano Pacífico por una boca de 5.5 kilómetros de ancho y 38 m de profundidad; y (c) la zona sudeste, denominada

Bahía Almejas se comunica al océano por una boca de profundidades muy someras que no permiten la navegación. En las dos ultimas zonas, *Avicennia germinans* (mangle negro) también esta presente. Bahía Magdalena y Bahía Almejas están conectados por un canal de 2.5 km y 30 m de profundidad (Álvarez-Borrego *et al.* 1975, Garate-Lizarraga y Siqueiros Beltrones 1998).

El fondo marino de Bahía Magdalena esta compuesto por sedimentos de arena media y fina en la medida en que nos dirigimos hacia el margen externo de la Bahía, y de arena muy fina en el área central y margen interna (Maeda-Martínez *et al.* 1993). Las zonas de esteros cercanas a manglares y pequeñas bahías están compuestos principalmente de sedimentos de arena muy fina y fango (Maeda-Martínez *et al.* 1993). En ambas islas (Margarita y Magdalena) en dirección a la Boca principal que comunica con el Océano Pacífico, hay un incremento en la compactación del sustrato (de gravoso a pedregoso hasta rocoso), en la exposición al oleaje y profundidad. En esta zona el alga mas abundante es *Sargassum sinicola* el cual crece en todas las zonas rocosas y pedregosas (Sánchez-Rodríguez 1996).

La entrada de agua oceánica a través de la Bocana inyecta nutrientes al sistema durante el flujo de marea que resulta en una alta actividad fotosintética y elevados niveles de oxígeno (Álvarez-Borrego *et al.* 1975). De manera particular en esta zona las altas temperaturas están normalmente asociadas a la influencia anual de la zona subtropical durante los meses en que se desarrolla mas intensamente la

contracorriente costera, mientras que las temperaturas frías pueden asociarse alternativamente a la advección de la corriente de California o a las intensas surgencias (Alvarez-Borrego *et al.* 1975).

Bahía Magdalena presenta una condición antiestuarina en todo el año, con salinidades más elevadas en el interior que en el océano abierto. Los gradientes de temperatura y salinidad concuerdan en general con la batimetría, con valores elevados donde las profundidades son menores (Alvarez-Borrego *et al.* 1975). Las mayores temperaturas superficiales del mar se registran a finales del verano y a principios del otoño (septiembre, 25 - 28°C), mientras que las mínimas se presentan a principios de primavera (marzo, 19 - 21°C) (Lluch-Belda *et al.* 2000).

El estero Banderitas, uno de los sitios de estudio, se localiza en la zona noroeste de canales del complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas (Fig. 1). La temperatura media anual es de 20°C. La profundidad del estero varía entre los 0.5 m a los 8 m (Nichols *comn. pers.*), sin embargo, también se presenta una gran variación a consecuencia de las mareas.

En la zona oceánica del Pacífico adyacente a Bahía Magdalena la corriente de California fluye de norte a sur generando en algunas ocasiones algunos flujos circulares. Esta corriente presenta su máximo desarrollo en primavera y verano, y el mínimo en invierno. La corriente de California es rica en oxígeno y fosfatos y baja en temperatura y salinidad. Los intervalos de temperatura van de 16°C en

abril hasta 24°C en octubre (incremento de Norte a Sur) (Ivarez-Borrogo *et al.* 1975).

La plataforma continental en la parte Norte desde punta Abreojos hasta Cabo San Lázaro presenta una extensión media de 80 km y esta conformada por arena limosa y arena. Hacia el Sur desde Cabo San Lázaro hasta isla Margarita la plataforma se angosta, siendo su extensión media de 25 km. En este punto la plataforma presenta una marcada pendiente y áreas rocosas se presentan cerca de la costa de la isla Margarita (Maeda-Martínez *et al.* 1993).

En esta área se presentan surgencias de hasta 71.2 m<sup>3</sup>/s, las cuales son más intensas entre los meses de marzo y junio; luego de una caída hasta un valor mínimo, se observa nuevamente la presencia de surgencias en el mes de octubre (Sánchez-Rodríguez 1996).

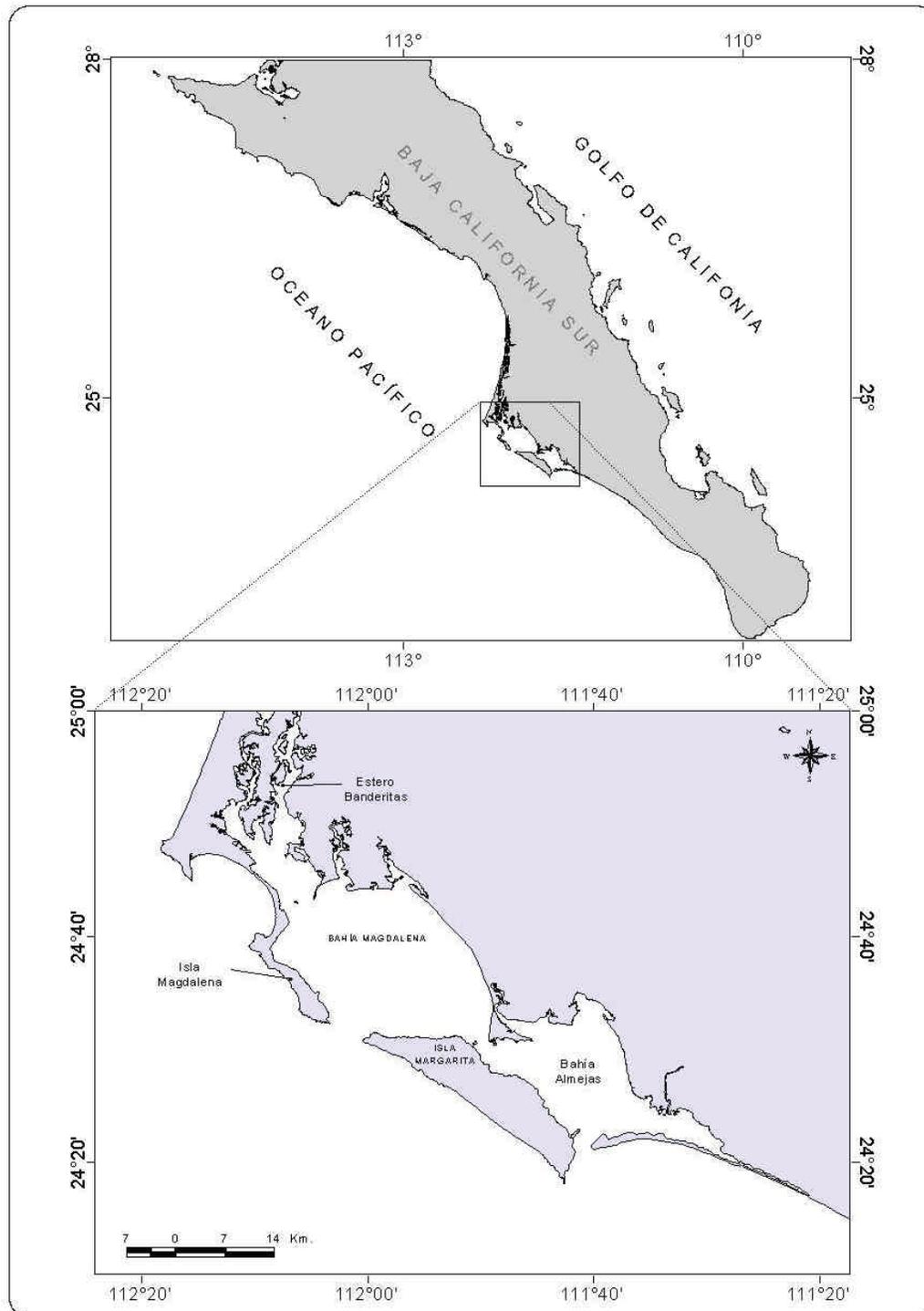


Figura 1. Mapa del complejo Lagunar de Bahía Magdalena-Almejas.

## **5.2. Contenidos Estomacales**

### **5.2.1. Campo**

Para el estudio de la dieta se utilizaron estómagos de tortugas marinas ahogadas incidentalmente en redes de pesca en Bahía Magdalena y en aguas adyacentes del Océano Pacífico. A cada tortuga se le asignó un número de identificación, se registró la especie, peso, longitud recta del caparazón (LRC), fecha de captura, lugar de captura, y arte de pesca utilizado. Los estómagos fueron almacenados en congelación hasta su análisis en el laboratorio.

### **5.2.2. Laboratorio**

En el laboratorio, se procedió a la disección de cada estómago, y los diversos grupos encontrados fueron identificados hasta el menor nivel taxonómico permitido por el grado de digestión del contenido, de acuerdo a las claves descritas en Dawson (1956), Abbott y Norris (1985), y Abbot y Hollenberg (1976), Norris y Bucher (1976), Fredericq (1993), Phillips (1979), Phillips y Meñez (1988). Para su análisis se utilizó una lupa de disección binocular, un estereoscopio y un microscopio compuesto. Fragmentos de géneros morfológicamente indistinguibles fueron agrupados juntos de acuerdo al nivel taxonómico inmediatamente superior. La agrupación GGH se utilizó para referirse a tres especies de algas rojas carnosas *Gracilaria pacifica*, *Gracilariopsis lemaneiformis* e *Hypnea johstonii*. Ejemplares representativos de todos los organismos identificados fueron

depositados en el Herbario Ficológico de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (U.A.B.C.S.) [FBCS].

El volumen total del contenido estomacal así como el volumen relativo de cada componente dietético se realizó mediante el procedimiento del desplazamiento de agua en un cilindro graduado. Cada componente se colocó en un cilindro graduado o probeta con agua y luego el incremento en el volumen registrado (precisión +/- 1ml) se tomó como el volumen del componente (Forbes 1999). Cualquier ítem con un volumen relativo = 5% en al menos una muestra fue considerado como un componente dietético (Garnett *et al.* 1985).

### **5.2.3. Análisis de los datos**

Basándose en el tamaño promedio de las hembras (MNS) que anidan en Michoacán (MNS = 77.3 cm LRC; Figueroa *et al.* 1993), se asumió que las tortugas de largo recto del caparazón (LRC) menores a 77.3 cm eran inmaduras, mientras que aquellas de LRC mayores o iguales a 77.3 cm eran adultas.

Se utilizó un Test de  $t$  para determinar si el tamaño de las tortugas capturadas difirió entre las dos localidades (Bahía Magdalena vs. aguas del Pacífico adyacentes).

Para realizar los análisis espaciales y estacionales de los contenidos estomacales, los estómagos se separaron en dos grupos: por un lado se analizaron los estómagos provenientes del área lagunar de Bahía Magdalena y por otro aquellos provenientes de las aguas del océano Pacífico adyacentes a Bahía Magdalena. Se

realizaron los cálculos de frecuencia de ocurrencia (%F) y volumen relativo (%V) (Hyslop 1980) según las siguientes ecuaciones:

$$\%F = \frac{\text{Número de muestras que contienen el componente dietético}}{\text{Número total de muestras}} \times 100$$

$$\%V = \frac{\text{Volumen total del componente dietético de la muestra}}{\text{Volumen total de todos los componentes dietéticos}} \times 100$$

Ya que la frecuencia de ocurrencia es un método que carece del elemento cuantitativo, y el porcentaje de volumen carece del aspecto de la ocurrencia se calculo el índice de preponderancia (I) que combina estos dos factores, sin embargo, el significado de los mismos generalmente no se ve reflejado en dicho índice y este no puede ser representado gráficamente (Mohan y Sankaran 1988). Dado esto, se opto por utilizar los índices  $R_s$  (Índice Resultante Simple) y  $R_w$  (Índice Resultante Ponderado) que pueden ser representados gráficamente en función del ángulo (T) obtenido mediante la formula  $\tan^{-1} (V_i / O_i)$  y permiten realizar mejores interpretaciones. Un ítem con valores de  $V_i$  y  $O_i$  similares tendrá valores cercanos a los 45°. La diferencia entre ambos índices radica en que el  $R_w$  incorpora en su calculo un factor de corrección que otorga un peso diferente a aquellos componentes alimenticios que presentan el mismo  $R_s$  para diferentes valores de T en la grafica. El  $R_w$ , en particular permite comparar los recursos alimentarios en orden de importancia (Mohan y Sankaran 1988).

$$I = \frac{V_i \times F_i}{S(V_i \times F_i)}$$

$$R_s = \frac{(V_i^2 \times F_i^2)^{1/2}}{S(V_i^2 \times F_i^2)^{1/2}} \times 100$$

$$R_w = \frac{Q(V_i^2 \times F_i^2)^{1/2}}{SQ(V_i^2 \times F_i^2)^{1/2}} \times 100; \quad Q = \frac{45 - IT - 45I}{45}$$

$V_i$  = % volumen relativo ;  $F_i$  = % frecuencia de ocurrencia

Los índices resultantes  $R_w$  y  $R_s$  fueron calculados para las diferentes especies encontradas en los estómagos de *C. m. agassizii*.

El análisis estadístico de los datos se realizó usando el programa STATISTICA (Statsoft Inc.). Para determinar si hubieron diferencias en el consumo de el pasto marino, *Phyllospadix torreyi*, entre las dos localidades se utilizó el Test de Wilcoxon. Se usó un ANOVA de dos vías para determinar si la abundancia (%V) de cada ítem alimentario difería significativamente entre estaciones en cada una de las dos localidades y dentro de las mismas. Los datos se evaluaron por medio del Test de Levene's para ver si cumplían con la homocedasticidad requerida en el ANOVA. Al no cumplir con esto los datos fueron transformados mediante el arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción. Para determinar que grupos presentaron diferencias significativas se aplicó el Test de Tukey HSD de comparación de pares múltiples ( $\alpha = 0.05$ ). (Zar 1999, Sokal y Rohlf 1995).

### **5.3. Muestreo de la vegetación**

#### **5.3.1. Áreas de muestreo**

A partir de la información proporcionada por algunos investigadores y pescadores de la región, se seleccionaron dos áreas de muestreo en la zona de noroeste canales de Bahía Magdalena (estero Banderitas) dónde las tortugas son frecuentemente capturadas o avistadas. Una de las áreas de muestreo también se selecciono por ser el sitio de captura de tortugas marinas de un estudio de monitoreo a largo plazo a cargo de WILD COAST International -Conservation Team.

En cada una de las zonas de muestreo escogidas se realizo una descripción de las características físicas y biológicas del hábitat y de los potenciales recursos disponibles para las tortugas mediante un buceo con equipo SCUBA.

#### **5.3.2. Muestreos cuantitativos**

Se eligieron dos sitios localizados en el estero Banderitas: Punta Entrada ( $24^{\circ} 51' 39''-43''$  N y  $112^{\circ} 07' 51''- 55''$  W) e Isla Conchalito ( $24^{\circ} 54' 37''- 41''$  y  $112^{\circ} 06' 46''- 49''$ ) (Fig. 2), se realizaron muestreos estacionales (cuatro en total), en julio y octubre de 2001, y en enero y abril de 2002. En cada uno de los 2 sitios de muestreo se dispusieron 3 transectos perpendiculares a la costa a partir de la línea de marea alta separados por una distancia de 50 metros uno del otro. Los primeros 30 m del transecto (conformado por un cabo sin marcas) no se incluyeron en el análisis ya que se determino que no existía ningún tipo de

vegetación en esa franja, solamente se analizaron los siguientes 50 m del transecto con marcas cada: 10 cm, 1 m, 5 m y 10 m. Mediante el uso de equipo SCUBA se registraron los principales taxa y se estimó el porcentaje cobertura a lo largo de cada transecto de 50 m. El porcentaje de cobertura se registró como la distancia ocupada por cada especie a lo largo del transecto. Para los cálculos de densidad (biomasa) se colectaron las especies presentes con la ayuda de un cuadrante de 0.25m<sup>2</sup>. A lo largo de cada transecto se colocaron 5 cuadrantes (cada uno de los cuales se dispuso al azar cada 10 m de longitud del transecto). En cada sitio de muestreo seleccionado se marcaron las coordenadas con el GPS y se midieron diversas variables (profundidad, temperatura). Las muestras se colocaron en bolsas de plástico rotuladas y fueron fijadas en formol al 4% con agua marina para su posterior identificación en el laboratorio. Un total de 30 cuadrantes (15 en cada sitio escogido) fueron examinados en cada estación del año (verano, primavera, otoño e invierno).

### **5.3.3. Laboratorio**

En el laboratorio se identificaron los principales grupos basándose en aspectos morfológicos, niveles de organización celular y pigmentación, tipo de ramificación, tamaño etc. Para la identificación de los géneros y las especies se hicieron cortes para su observación en el microscopio, observándose estructura y distribución celular, así como elementos claves para la identificación de especies como estructuras reproductivas con base en las mismas claves descritas en la sección anterior (ver secc. 5.2.2.).

Para los cálculos de biomasa se determino el volumen relativo de cada especie o grupo taxonómico colectado en cada uno de los cuadrantes mediante el procedimiento del desplazamiento de agua en un cilindro graduado. Se utilizaron probetas de tamaño y precisión apropiado según el volumen de la muestra.

#### **5.3.4. Análisis de los datos**

Se realizaron los cálculos de % cobertura y % volumen relativo de cada especie para cada uno de los sitios de muestreo. El % cobertura de cada especie, se calculo dividiendo la distancia total en metros ocupada por cada especie a lo largo del transecto entre 50 m.

Para obtener los valores de abundancia (%V) y cobertura de cada especie para cada sitio de muestreo (Punta Entrada e Isla Conchalito), se tomo el valor promedio de los tres transectos , en cada estación del año.

### **5.4. Lavados gástricos**

#### **5.4.1. Campo**

Para determinar los hábitos alimenticios de las tortugas negras, cada mes a lo largo de un periodo de seis meses (enero-junio de 2002), se practico la técnica de lavado gástrico (Forbes y Limpus 1993) a tortugas negras capturadas en un sitio especifico en el estero Banderitas (Fig. 2).

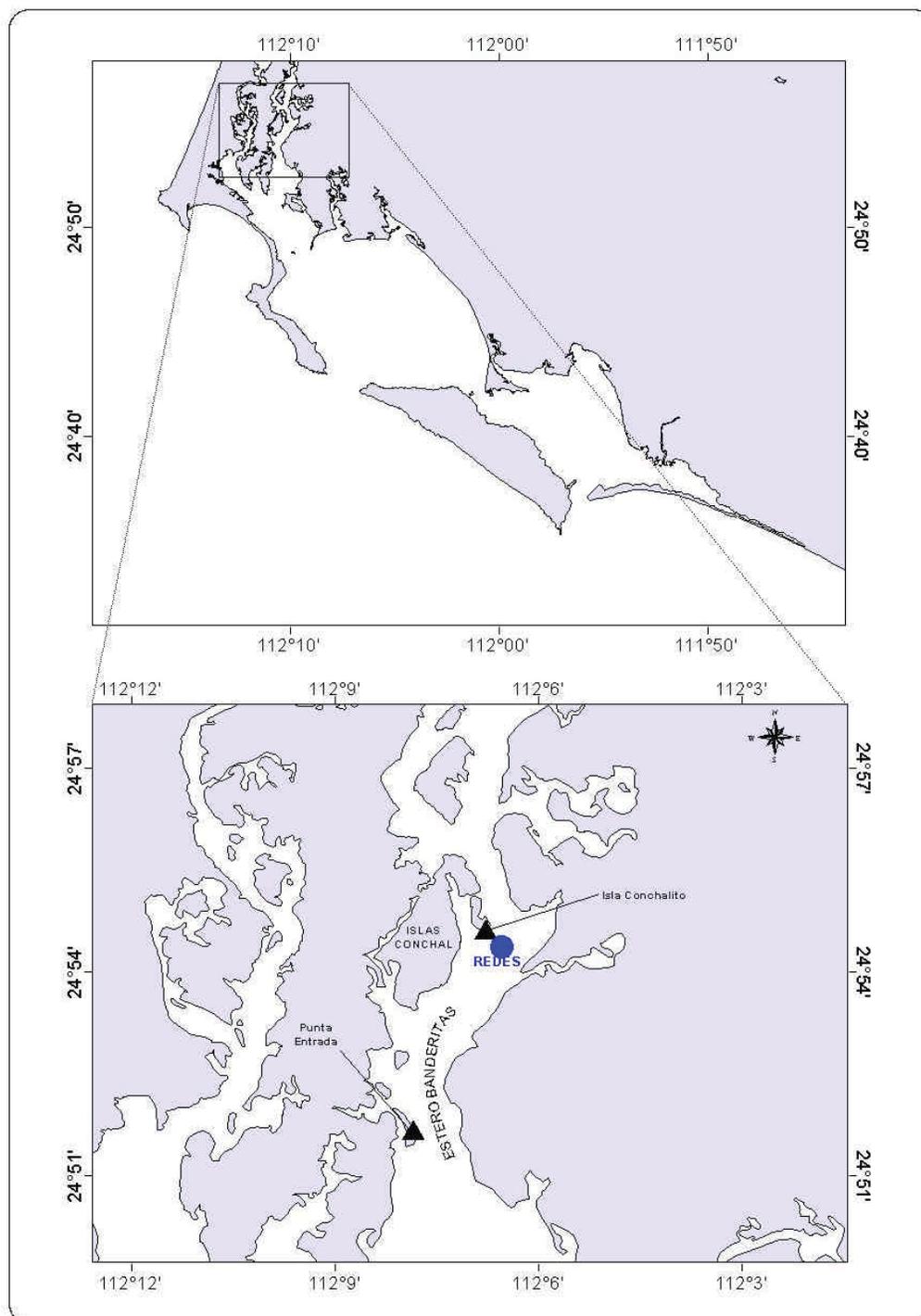


Figura 2. Sitios de muestreo de la vegetación (Isla Conchalito y Punta Entrada) y sitio de captura de tortugas, en el estero Banderitas, Bahía Magdalena, México.

Las tortugas analizadas fueron capturadas como parte de un estudio de monitoreo a largo plazo conducido por WILD COAST iniciado en agosto de 2001.

Para la captura de las tortugas en el sitio se utilizaron dos redes de enmalle típicas, con una relinga (cuerda) de flotación superior y una cuerda de fondo con plomos. Se utilizó una red de monofilamento de nylon de 100 m de longitud y otra de 130 m de hilo de seda, ambas de 6 - 7 m de altura aproximadamente y longitud de malla (estirada) de 60 cm. Las redes se tendieron cada mes, en el mismo sitio por un periodo de 24 horas. Las mismas se revisaron en intervalos de 2 horas o menos según la intensidad de la corriente. Las tortugas enmalladas, fueron subidas a bordo de una panga y transportadas a tierra para la toma de datos biométricos como: largo recto del caparazón (LRC;  $\pm 0.1$  cm) y peso (kg).

Las muestras del alimento consumido por las tortugas negras fueron obtenidas por medio de lavados esofágicos siguiendo el protocolo descrito por Forbes y Limpus (1993). Esta técnica permite la recuperación rápida del alimento no digerido del esófago y de la región anterior del estómago. El procedimiento de lavado se realizó en un máximo de 2 ocasiones por individuo y durante no más de 5 minutos. La preservación de las muestras se realizó en una solución amortiguada al 4 % de formol /agua de mar en bolsas de sello hermético rotuladas con el número de identificación de cada tortuga. Luego las muestras fueron almacenadas a temperatura ambiente hasta su posterior identificación y análisis en el laboratorio.

#### **5.4.2. Laboratorio**

Los diferentes grupos encontrados fueron identificados hasta el menor nivel taxonómico posible permitido por el grado de digestión. Para la identificación y cuantificación de los géneros y especies presentes en las muestras dietéticas colectadas se siguió el mismo procedimiento descrito en la sección 5.2.2

#### **5.4.3. Análisis de los datos**

Se realizaron los cálculos de frecuencia de ocurrencia (%F), volumen relativo (%V), e índices resultantes ( $R_s$  y  $R_w$ ) según las ecuaciones descritas en la sección 5.2.3.

Para determinar las preferencias de los individuos por determinados recursos en el estero Banderitas se siguió el procedimiento formulado por Johnson (1980). Este método mide la diferencia que existe entre la disponibilidad de recursos y el “uso” o consumo de los mismos. Para el cálculo de los índices de preferencia se siguió el siguiente procedimiento:

1. Se determino para cada individuo el rango en el “uso” ( $r_i$ ) de los ítems alimenticios, desde 1 (el mas usado) hasta m (el menos usado), donde m es el numero de especies consumidas
2. Se determino para cada individuo el rango de la disponibilidad ( $s_i$ ) de las m especies en el medio ambiente; estos rangos pueden ser los mismos para todos los individuos o específicos para cada uno de estos.
3. Se calculo la diferencia entre rangos para cada una de las m especies:

$$t_i = r_i - s_i$$

4. Se promediaron las diferencias de rangos entre todos los individuos, y los valores obtenidos se ordenaron según la preferencia relativa para cada especie.

El valor promedio de  $t_i$  mas pequeño indicó el recurso de mayor preferencia. Se utilizo el programa PREFER para testear la hipótesis nula de que todos los componentes son igualmente preferidos, y comparar los componentes usando el procedimiento de comparación múltiple de Waller y Duncan (1969).

## 6. RESULTADOS

Durante el periodo de estudio comprendido entre el 21 de octubre de 2000 y el 21 de mayo de 2002, un total de 44 tortugas negras capturadas en el área de estudio fueron analizadas como parte de este trabajo (Apéndice I) . De estas 44 tortugas, 24 murieron incidentalmente en redes de pesca en diversos puntos de la región; y 20 fueron capturadas vivas y liberadas en el Estero Banderitas, entre el 22 de enero y el 21 de mayo de 2002. El largo recto del caparazón (LCR) promedio de las tortugas capturadas (vivas y muertas incidentalmente), fue de 60.1 cm (D.E. = 11.7; rango = 38.8 – 87.0 cm; N = 44). Solamente 3 individuos (6.8 %) fueron adultos (LRC = 77.3 cm), mientras que el resto de los individuos capturados (93.2 %) fueron inmaduros (LRC < 77.3 cm).

El largo recto del caparazón (LRC) promedio de las tortugas capturadas y muertas incidentalmente en ambas localidades fue de 62.7 cm (D.E.= 12; rango = 44.0 – 87.0 cm; N = 21); solo 2 individuos fueron adultos, los 19 restantes fueron inmaduros y otros 2 fueron indeterminados por la falta de datos biométricos. El LRC promedio de las tortugas analizadas provenientes del Pacífico ( $67.7 \pm 10.1$  cm) fue significativamente superior ( $t_{19} = - 2.78$ ,  $p = 0.01$ ) al de las tortugas provenientes del interior de la Bahía ( $55.5 \pm 9.9$  cm) (Fig. 3).

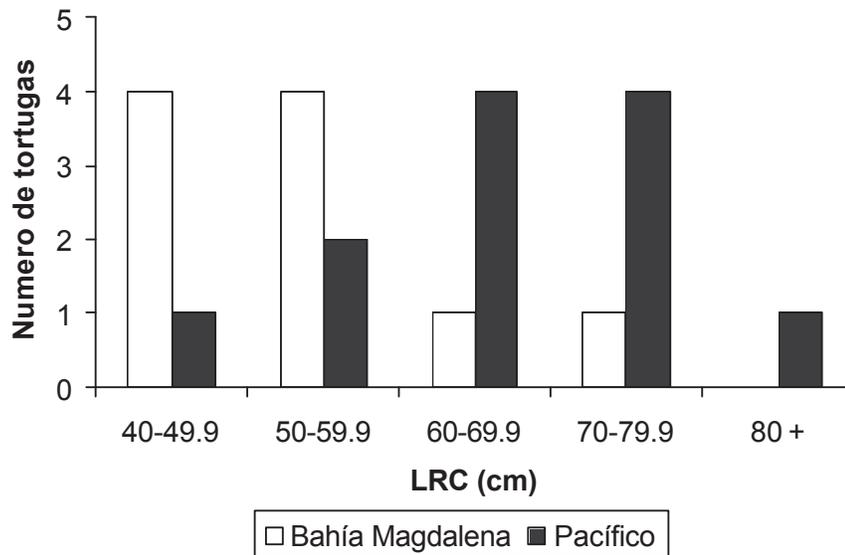


Figura 3. Distribución de tallas de las tortugas (*C. m. agassizii*) capturadas incidentalmente en redes de pesca en Bahía Magdalena y aguas del Pacífico adyacentes.

## 6.1. HÁBITOS ALIMENTICIOS

### 6.1.1. Análisis de contenidos estomacales

Se analizó el contenido estomacal de 11 tortugas negras capturadas en el interior de Bahía Magdalena y 12 capturadas en aguas adyacentes del Océano. Uno de los estómagos provenientes del Pacífico estaba vacío, por lo que no fue incluido en el análisis de la dieta.

La dieta de las tortugas negras en Bahía Magdalena y aguas del Pacífico adyacentes se compuso de 14 especies de algas, 2 especies de pasto marino, 1

especie de mangle, 1 especie de crustáceo y 1 especie de esponja (Tabla I). Dentro del grupo de las algas, la división Rhodophyta fue la mejor representada con 10 especies, seguida de la división Chlorophyta con 3 especies, y Phaeophyta con 1 especie.

Tabla I. Lista de las especies encontradas en los estómagos de las tortugas negras (*C. m. agassizii*) en Bahía Magdalena y aguas adyacentes del Pacífico. (\*) Significa presentes en niveles traza.

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Algas</b>          | <b>Rhodophyta</b><br><i>Gelidium robustum</i> (Gardner) Hollener y Abbott<br><i>Pterocladia capillacea</i> (S. G. Gmelin) Santelices y Hommersand<br><i>Hypnea johnstonii</i> Setchell y Gardner<br><i>Gracilariopsis lemaneiformis</i> (Bory) Dawson, Acleto y Foldvik<br><i>Garcilaria pacifica</i> Abbott<br><i>Gracilaria textorii</i> (Suringar) Arito<br><i>Gracilaria turgida</i> Dawson<br><i>Rhodymenia californica</i> Kylin*<br><i>Chondracanthus canaliculatus</i> (Harvey) Guiry<br><i>Mazzaella flaccida</i> (Setchell y Gardner) Fredericq<br><b>Chlorophyta</b><br><i>Codium amplivesiculatum</i> Setchell y Gardner<br><i>Codium simulans</i> Setchell y Gardner<br><i>Ulva lactuca</i> Linnaeus*<br><b>Phaeophyta</b><br><i>Sargassum sinicola</i> Setchell y Gardner |
| <b>Pastos marinos</b> | <i>Phyllospadix torreyi</i> Watson<br><i>Zostera marina</i> L.  |
| <b>Mangle</b>         | <i>Avicennia germinans</i> (L) Stearn   |
| <b>Crustáceos</b>     | <i>Pleuroncodes planipes</i> Stimpson   |
| <b>Poríferos</b>      | Esponja no identificada   |

Especies con morfología similar fueron comúnmente indistinguibles debido a la maceración, por lo que para el análisis de los datos se agruparon *Gracilariopsis lemaneiformis*, *Gracilaria pacifica* e *Hypnea johnstonii*, como GGH.

El volumen medio de los contenidos estomacales fue de 176 ml (D.E. = 199.6 ml, rango = 33 – 870 ml).

En el Apéndice II se presenta la composición dietética de cada estómago analizado correspondiente a cada tortuga capturada incidentalmente en redes de pesca.

#### **6.1.2. Comparaciones de la dieta entre localidades**

Los contenidos estomacales de las tortugas capturadas en las dos regiones, Bahía Magdalena y aguas del Pacífico adyacentes, consistieron de diferentes especies. La dieta de las tortugas provenientes del Pacífico consistió de una especie de pasto marino y 5 especies de macroalgas, una de las cuales estuvo presente en niveles traza (vol. < 1 %). Por lo tanto, sólo 4 especies fueron consideradas como componentes dietéticos principales en el análisis por tener volúmenes = 5%: las algas *Gelidium robustum*, *Pterocladia capillacea*, *Codium simulans*, y el pasto *Phyllospadix torreyi* (Tabla II). El alga marina, *Gracilaria turgida*, fue considerada como un componente dietético menor (por tener 1% = vol. < %5).

En Bahía Magdalena fueron considerados 11 componentes dietéticos principales: el grupo de algas GGH, *Codium amplivesiculatum*, *Mazzaella flaccida*, *Garcilaria textorii*, *Chondracanthus canaliculatus*, *Sargassum sinicola*; los pastos marinos *Phyllospadix torreyi* y *Zostera marina*, los propágulos de mangle negro *Avicennia germinans*, la langostilla, *Pleuroncodes planipes*, y una esponja no identificada (Tabla II). Las demás especies se encontraron presentes en niveles traza por lo tanto no fueron considerados en el análisis estadístico.

Solamente el pasto marino *P. torreyi*, fue hallado en las muestras de ambas localidades. Los contenidos estomacales provenientes del Pacífico presentaron una cantidad significativamente mayor de *P. torreyi* (Wilcoxon  $Z = 2.7$ ,  $p = 0.007$ ) que las muestras provenientes del interior de la Bahía (un solo estomago ocupando un volumen de 11 %).

Dentro de ambas regiones, también, se encontraron diferencias en el consumo de los ítems alimenticios por parte de las tortugas.

La especie dominante en los estómagos colectados en el Pacífico fue el pasto marino *P. torreyi* (63.4 % del volumen medio relativo de los contenidos estomacales y %F = 91.7) (Tabla II).

En Bahía Magdalena, la agrupación de algas GGH fue dominante (%V = 54.8 y %F = 72.7) con respecto al resto de las especies. El pasto marino *Zostera marina* únicamente se presentó en estómagos de tortugas capturadas dentro de la Bahía, y su importancia en la dieta de las tortugas fue mucho menor (%V = 10 y %F =

36.4) a la agrupación GGH (Tabla II). Resalta el hallazgo en el contenido estomacal de una tortuga capturada en esta región, en el cual la langostilla (*Pleuroncodes planipes*) constituyó más del 82 % del volumen relativo (Apéndice II).

Tabla II. Volumen relativo medio (%V), frecuencia de ocurrencia (%F) e índice resultante ( $R_w$ ) de las especies analizadas en los estómagos provenientes de Bahía Magdalena y aguas adyacentes del Pacífico. (GGH\* = *Gracilaria pacifica*, *Gracilariopsis lemaneiformis* e *Hypnea johnstonii*). BM = Bahía Magdalena; P = Pacífico.

| Lugar ( n° tortugas)                | BM (n =11)  |          |             |             | P (n =12)   |           |             |             |
|-------------------------------------|-------------|----------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|
| Especies                            | %V          | F        | %F          | $R_w$       | %V          | F         | %F          | $R_w$       |
| <i>Gelidium robustum</i>            | -           | -        | -           | -           | 17.2        | 3         | 25.0        | 17.4        |
| <i>Pterocladia capillacea</i>       | -           | -        | -           | -           | 7.4         | 4         | 33.3        | 7.1         |
| GGH*                                | <b>54.8</b> | <b>8</b> | <b>72.7</b> | <b>56.4</b> | -           | -         | -           | -           |
| <i>Gracilaria textorii</i>          | 4.2         | 2        | 18.2        | 4.1         | -           | -         | -           | -           |
| <i>Chondracanthus canaliculatus</i> | 2.7         | 1        | 9.1         | 2.6         | -           | -         | -           | -           |
| <i>Mazzaela flaccida</i>            | 2.2         | 1        | 9.1         | 2.1         | -           | -         | -           | -           |
| <i>Codium simulans</i>              | -           | -        | -           | -           | 11.5        | 4         | 33.3        | 11.2        |
| <i>Codium amplivesiculatum</i>      | 9.8         | 6        | 54.5        | 9.5         | -           | -         | -           | -           |
| <i>Sargassum sinicola</i>           | 0.5         | 1        | 9.1         | 0.5         | -           | -         | -           | -           |
| <i>Phyllospadix torreyi</i>         | 1.0         | 1.0      | 9.1         | 1.0         | <b>63.4</b> | <b>11</b> | <b>91.7</b> | <b>64.3</b> |
| <i>Zostera marina</i>               | 10.0        | 4        | 36.4        | 9.7         | -           | -         | -           | -           |
| <i>Avicennia germinans</i>          | 3.5         | 2        | 18.2        | 3.4         | -           | -         | -           | -           |
| <i>Pleuroncodes planipes</i>        | 7.5         | 1        | 9.1         | 7.8         | -           | -         | -           | -           |
| Esponja no identificada             | 1.3         | 1        | 9.1         | 1.2         | -           | -         | -           | -           |

Según los valores de  $R_w$  obtenidos en el Pacífico los ítems alimenticios pueden ordenarse según su importancia de forma decreciente: *P. torreyi* > *G. robustum* > *C. simulans* > *P. capillacea* (Tabla III; Fig. 4).

Tabla III. Índice resultante simple ( $R_s$ ), Índice resultante de peso ( $R_w$ ), ángulo (T), Índice de preponderancia (I). (GGH\* = *Gracilaria pacifica*, *Gracilariopsis lemaneiformis* e *Hypnea johnstonii*). BM = Bahía Magdalena; P = Pacífico.

| Lugar ( n° tortugas)                | BM (n =11) |                |                |      | P (n =12) |                |                |      |
|-------------------------------------|------------|----------------|----------------|------|-----------|----------------|----------------|------|
| Especies                            | T          | R <sub>s</sub> | R <sub>w</sub> | I    | T         | R <sub>s</sub> | R <sub>w</sub> | I    |
| <i>Gelidium robustum</i>            | -          | -              | -              | -    | 55.5      | 14.4           | 17.4           | 6.3  |
| <i>Pterocladia capillacea</i>       | -          | -              | -              | -    | 77.5      | 16.2           | 7.11           | 3.6  |
| GGH*                                | 53.0       | 31.5           | 56.4           | 76.9 | -         | -              | -              | -    |
| <i>Gracilaria textorii</i>          | 77.0       | 6.5            | 4.1            | 1.5  | -         | -              | -              | -    |
| <i>Chondracanthus canaliculatus</i> | 73.6       | 3.3            | 2.6            | 0.5  | -         | -              | -              | -    |
| <i>Mazzaela flaccida</i>            | 76.4       | 3.2            | 2.1            | 0.4  | -         | -              | -              | -    |
| <i>Codium simulans</i>              | -          | -              | -              | -    | 71.0      | 16.7           | 11.2           | 5.6  |
| <i>Codium amplivesiculatum</i>      | 79.8       | 19.2           | 9.5            | 10.3 | -         | -              | -              | -    |
| <i>Sargassum sinicola</i>           | 86.6       | 3.2            | 0.5            | 0.1  | -         | -              | -              | -    |
| <i>Phyllospadix torreyi</i>         | 83.6       | 3.2            | 1.0            | 0.2  | 55.3      | 52.8           | 64.3           | 84.6 |
| <i>Zostera marina</i>               | 74.6       | 13.1           | 9.7            | 7.0  | -         | -              | -              | -    |
| <i>Avicennia germinans</i>          | 79.0       | 6.4            | 3.4            | 1.2  | -         | -              | -              | -    |
| <i>Pleuroncodes planipes</i>        | 50.5       | 4.1            | 7.8            | 1.3  | -         | -              | -              | -    |
| Esponja no identificada             | 82.2       | 3.2            | 1.2            | 0.2  | -         | -              | -              | -    |

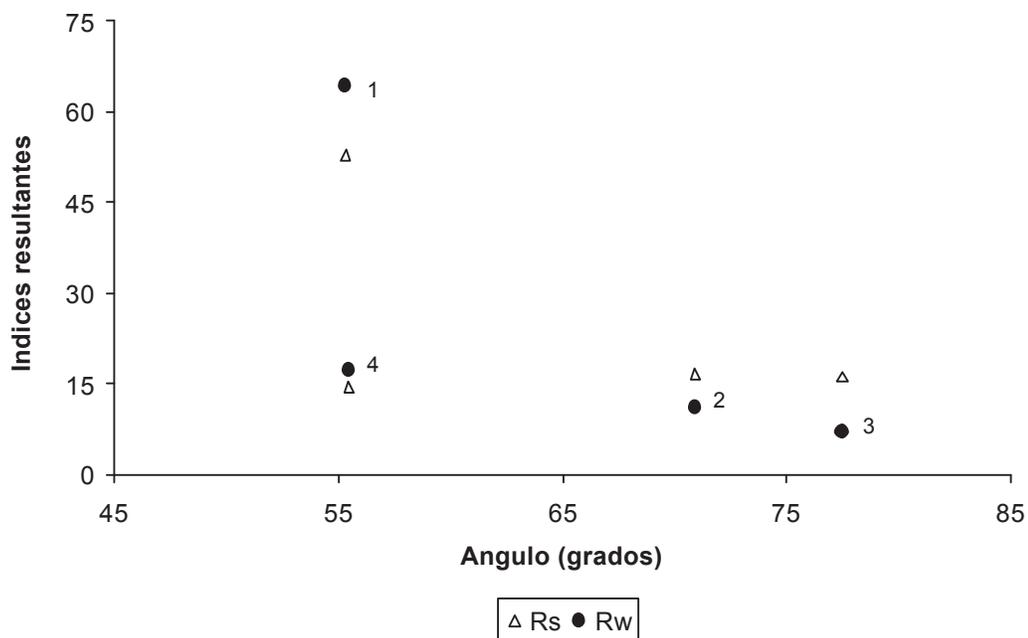


Figura 4. Índices resultantes  $R_s$  y  $R_w$  graficados en función del ángulo para las especies analizadas en los estómagos de *C. m. agassizii*, provenientes del Pacífico. 1, *P. torreyi*; 2, *C. simulans*; 3, *P. capillacea*; 4, *G. robustum*.

Para Bahía Magdalena los componentes pueden establecerse en orden de importancia decreciente según su valor de  $R_w$  (Tabla III; Fig. 5):  $GGH > Z. marina > C. amplivesiculatum > P. planipes > G. textorii > A. germinans > C. canaliculatus > M. flaccida > Esponja > P. torreyi > S. sinicola$ .

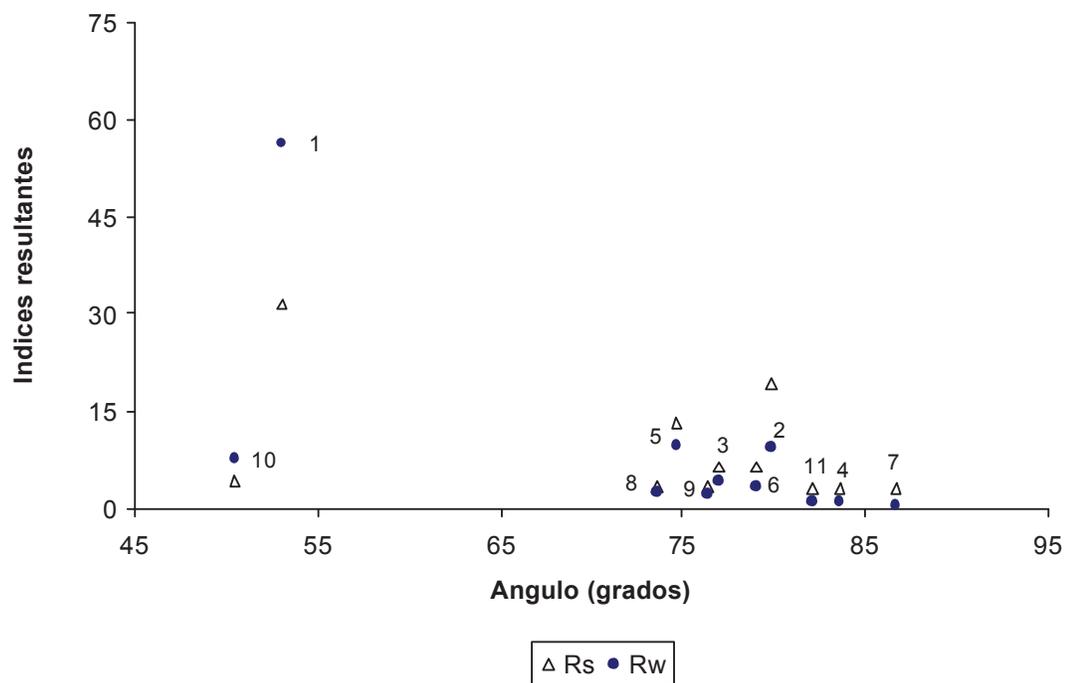


Figura 5. Índices resultantes  $R_s$  y  $R_w$  graficados en función del ángulo para las especies analizadas en los estómagos de *C. m. agassizii*, provenientes de Bahía Magdalena. 1, GGH\*; 2, *C. amplivesiculatum*; 3, *M. flaccida*; 4, *P. torreyi*; 5, *Z. marina*; 6, *A. germinans*; 7, *S. sinicola*; 8, *C. canaliculatus*; 9, *G. textorii*; 10, *P. planipes*; 11, esponja. (GGH\* = *G. pacifica*, *G. lemaneiformis* e *H. johnstonii*).

### 6.1.3. Variaciones estacionales de la dieta

Se encontraron diferencias significativas en la proporción de las especies presentes en la dieta de las tortugas provenientes del Pacífico ( $F_{3,32} = 10.55$ ,  $p = 0.0001$ ) a lo largo del año. *Gelidium robustum* fue el componente más importante durante el otoño, mientras que *P. torreyi* fue la especie dominante en las muestras estomacales de invierno, primavera y verano (Fig. 6).

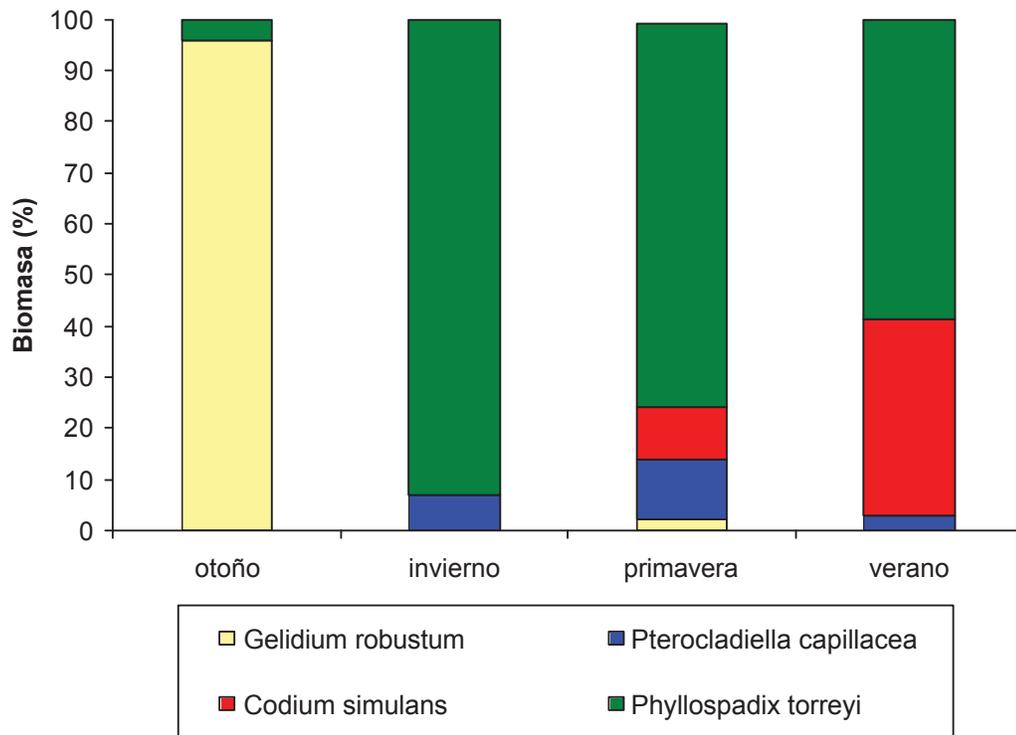


Figura 6. Variación estacional de la dieta de las tortugas negras (*C. m. agassizii*) capturadas a lo largo de la costa del Pacífico adyacente a Bahía Magdalena, México. Los valores representan el volumen relativo promedio (%),  $n = 2, 2, 6, 2$  en otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente.

En Bahía Magdalena se encontraron diferencias muy significativas en la proporción (%V) de las especies presentes en los estómagos a lo largo del año ( $F_{9,70} = 5.84$ ,  $p < 0.00001$ ). La agrupación GGH resultó ser el componente dietético

dominante en todas las estaciones excepto en Primavera (Test de Tukey HSD,  $p = 0.049$ ), en la cual dicha agrupación estuvo ausente y *Z. marina* y *C. amplivesicularum* fueron los componentes dietéticos prevalecientes (Fig. 7). No se encontraron diferencias significativas en el consumo de GGH entre las otras estaciones del año (Test de Tukey HSD,  $p = 0.3$ ).

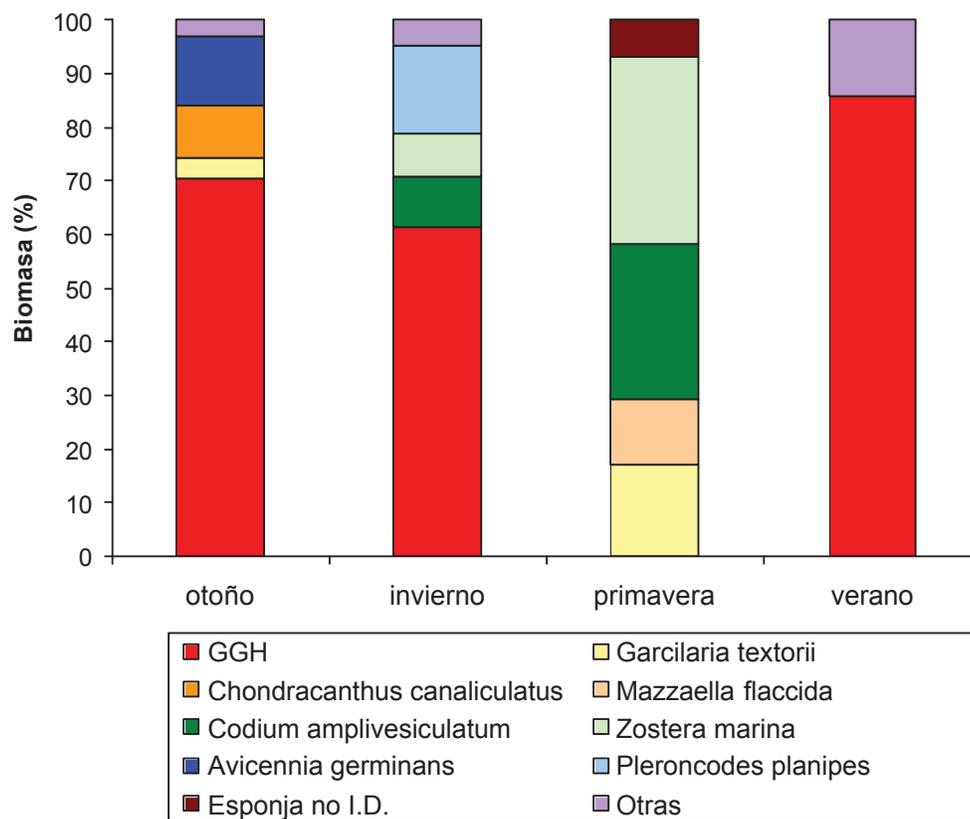


Figura 7. Variación estacional de la dieta de las tortugas negras (*C. m. agassizii*) capturadas en Bahía Magdalena, México. Los valores representan el volumen relativo promedio (%),  $n = 3, 5, 2, 1$  en otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente. (GGH = *Gracilaria pacifica*, *Gracilariopsis lemaneiformis* e *Hypnea johnstonii*).

#### 6.1.4. Lavados gástricos

Durante las 5 salidas mensuales al Estero Banderitas (del 22 de enero al 21 de mayo, 2002) con temperaturas superficiales del agua durante este periodo variando entre los 19 °C y 21 °C (Tabla V), se capturaron un total de 20 tortugas negras, *C. m. agassizii*. El LRC promedio fue de 57.3 cm (D.E. = 11.0 cm, rango = 38.8 - 79.4 cm).

Únicamente se colectaron muestras de 15 tortugas por medio de la técnica de lavado esofágico debido principalmente a problemas con el tamaño de los individuos (Fig. 8). El volumen promedio de las muestras fué de 8.8 ml (D. E. = 20.01 ml, rango = 1 - 80.5 ml). Todas las tortugas analizadas mediante esta técnica fueron individuos juveniles (LRC < 77.3 cm).

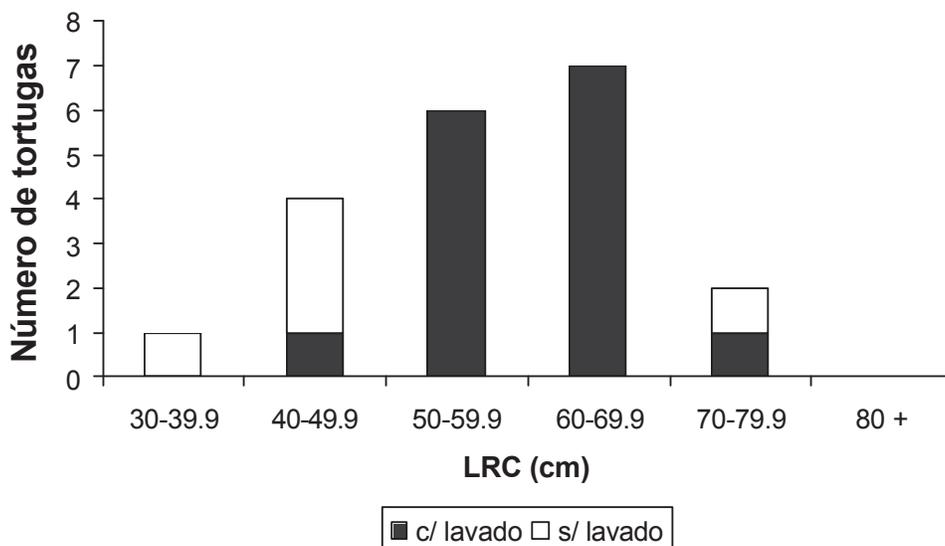


Figura 8. Distribución de tallas de las tortugas capturadas en el Estero Banderitas, enero-mayo, 2002.

La dieta de las tortugas marinas en el Estero Banderitas estuvo compuesta por 7 especies de algas marinas, de las cuales 5 especies fueron algas rojas (Rhodophyta) y 2 especies algas verdes (Chlorophyta). También fueron recuperados fragmentos de raíces de mangle y restos de esponja. Para los análisis estadísticos solo fueron consideradas 6 especies como componentes dietéticos principales, ya que una las algas (*Hypnea valentiae*) se presentó en niveles traza, al igual que los fragmentos de mangle (Tabla IV).

Las especies más importantes en la dieta de las tortugas según su abundancia y frecuencia de ocurrencia durante el todo el periodo de muestreo independientemente de la estación fueron *C. amplivesiculatum* (%V = 48.3, % F = 73.3) y *G. textorii* (%V = 36.1, %F = 80) (Fig. 9, Tabla IV),

Tabla IV. Volumen relativo medio (%V) y frecuencia de ocurrencia (%F) de las especies encontradas en los lavados gástricos realizados a las tortugas negras (*C. m. agassizii*) capturadas (n =15) en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, entre enero y mayo de 2002.

| Lista de especies                                 | % V  | F (n=15) | % F  |
|---|------|----------|------|
| <i>Gracilaria pacifica</i> Abbott                 | 11.2 | 5        | 33.3 |
| <i>Gracilaria textorii</i> (Suringar) Hariot      | 36.1 | 12       | 80.0 |
| <i>Chondria nidifica</i> Harvey                   | 0.6  | 1        | 6.7  |
| <i>Hypnea valentiae</i> (Turner) Montagne         | T    | 1        | 6.7  |
| <i>Laurencia pacifica</i> Kylin                   | 1.9  | 1        | 6.7  |
| <i>Ulva lactuca</i> Linnaeus                      | 1.3  | 1        | 6.7  |
| <i>Codium amplivesiculatum</i> Setchell y Gardner | 48.3 | 11       | 73.3 |
| Raíces de mangle                                  | T    | 1        | 6.7  |
| Esponja no identificada                           | 0.6  | 1        | 6.7  |

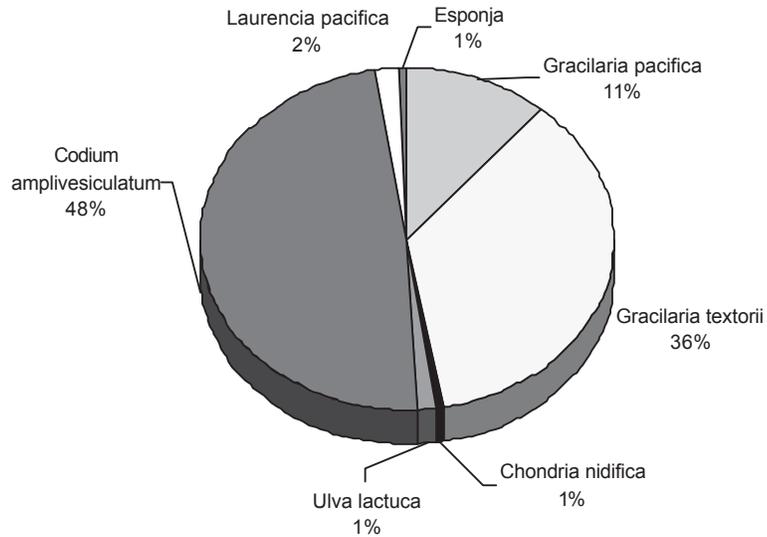


Figura 9. Volumen relativo medio (%V) de las especies encontradas en los lavados gástricos de las tortugas negras (*C. m. agassizii*; n = 15) en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, México

Según el índice resultante ( $R_w$ ), las especies consumidas se ordenaron en forma decreciente de acuerdo a su importancia en la dieta: *C. amplivesiculatum* > *G. textorii* > *G. pacifica* > *L. pacifica* > *U. lactuca* > *C. nidifica* (Fig. 10).

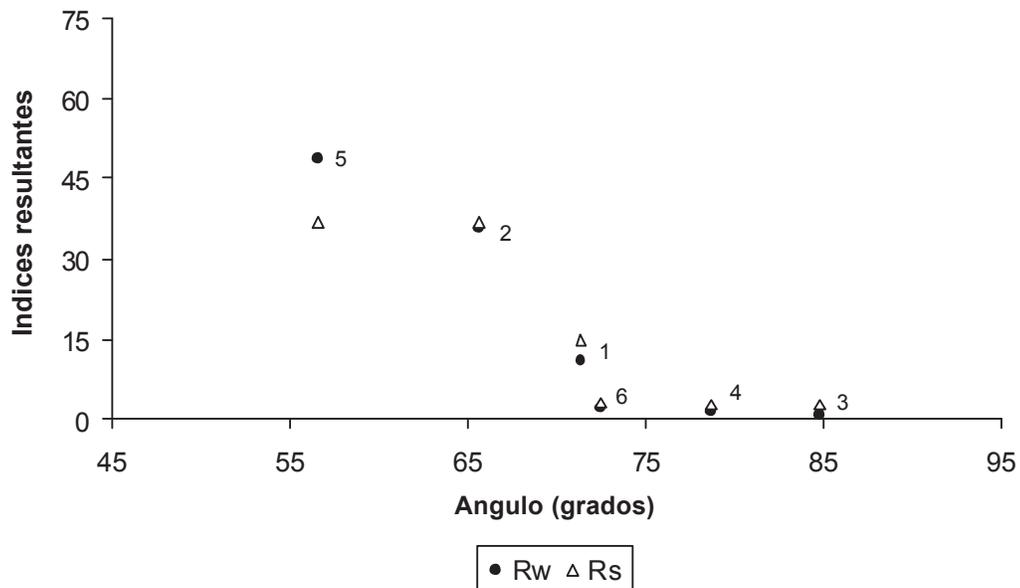


Figura 10. Índices resultantes Rs y Rw graficados en función del ángulo de los componentes alimenticios presentes en los lavados realizados a *C. m. agassizii* (n=15), en el Estero Banderitas, entre enero y mayo de 2002. 1, *G. pacifica*; 2, *G. textorii*; 3, *C. nidifica*; 4, *U. lactuca*; 5, *C. amplivesiculatum*; 6, *L. pacifica*.

Durante los meses de invierno el componente mas abundante y frecuentemente encontrado en las muestras de lavados fue *Gracilaria textorii* (%V = 50.5 , %F = 88.9), seguida de *Codium amplivesiculatum* (%V =27.8, % F = 55.6), mientras que durante la primavera ocurrió lo contrario, *Codium amplivesiculatum* fue más abundante y frecuente (%V = 79.5, %F = 100) en comparación con *Gracilaria textorii* (%V = 13.6, %F = 66.7 ) (Fig. 11; Apéndice III).

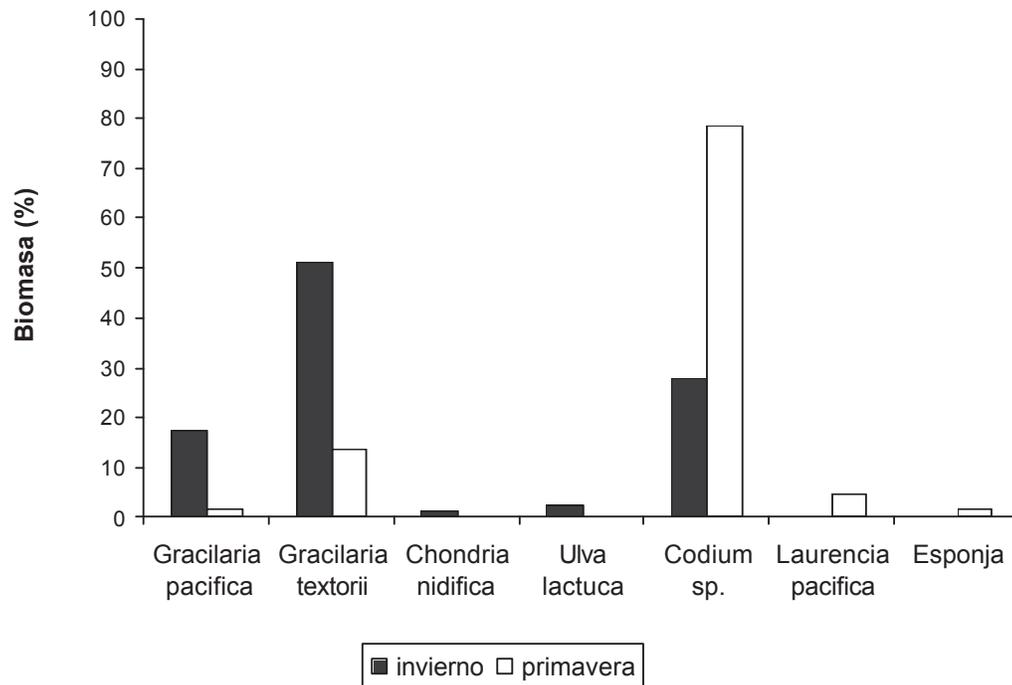


Figura 11. Variación estacional de la dieta de las tortugas negras capturadas en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, México. Los valores representan el volumen relativo promedio (%V), en invierno (n= 9) y en primavera (n= 6).

#### 6.1.5. Comparación de la dieta entre técnicas de muestreo

Se comparó la composición y abundancia de los ítems alimenticios recuperados en 3 estómagos y 15 muestras de lavados gástricos en el Estero Banderitas.

El número de componentes dietéticos principales (vol. = 5%) recuperados en los estómagos y en los lavados gástricos fue de 5 y 3, respectivamente. De éstos, *C. amplivesiculatum*, *G. textorii* y *G. pacifica* (incluída dentro de la agrupación GGH) fueron recuperados con ambas técnicas, mientras que los propágulos de mangle negro (*A. germinans*) y el alga roja *C. canaliculatus* sólo se encontraron en las

muestras de los contenidos estomacales (Fig. 12). Sin embargo, los 3 componentes dietéticos dominantes fueron recuperados por medio de ambos métodos, no obstante que se presentaron en diferente proporción.

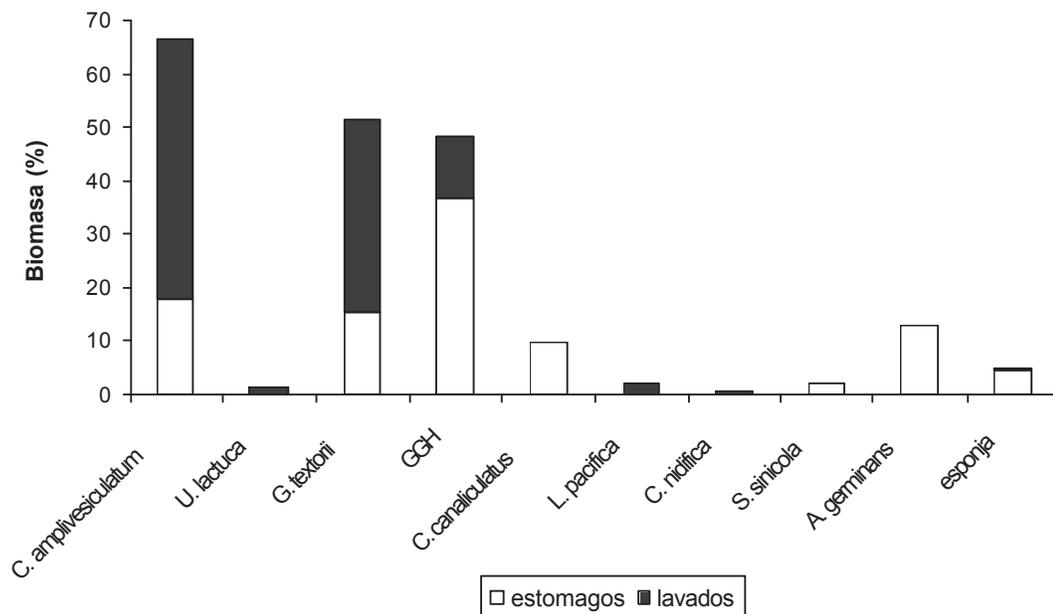


Figura 12. Comparación entre los dos tipos de técnica de muestreo (análisis estomacal versus lavado gástrico) en relación a la composición y volumen relativo (%) de los componentes alimenticios recuperados en el Estero Banderitas. (GGH = *Gracilaria pacifica*, *Gracilariopsis lemaneiformis* e *Hypnea johnstonii*).

Se comparó la abundancia de los principales componentes alimenticios recuperados por medio de ambas técnicas durante las estaciones de invierno y primavera. En este caso se utilizaron las muestras recuperadas de 5 estómagos en invierno y 2 estómagos en primavera provenientes del interior de la Bahía (Fig. 7), y las muestras recuperadas por medio de los lavados gástricos, 9 en invierno y 6 en primavera (Fig.11). Se observó que *C. amplivesiculatum* fue parte de la dieta

de las tortugas durante éstas dos estaciones y se presentó de forma más abundante en primavera, tanto en los lavados gástricos como en los estómagos. Las esponjas fueron recuperadas por ambas técnicas durante la primavera. El alga roja *Gracilaria pacifica* (perteneciente a la agrupación GGH) fue más abundante en las muestras recuperadas en invierno por medio de ambas técnicas. En los lavados gástricos

*Gracilaria textorii*, se presentó de manera más abundante (%V = 51) durante el invierno y en menor proporción durante la primavera (%V = 13; Fig. 11), mientras que en los estómagos ésta especie se presentó únicamente durante la primavera (%V = 17.3; Fig. 7).

## **6.2. PREFERENCIAS ALIMENTICIAS**

### **6.2.1. Muestreos estacionales de vegetación**

Se realizaron 4 muestreos de vegetación en el Estero Banderitas, uno en cada estación del año, en los dos sitios seleccionados (Punta Entrada e Isla Conchalito; Fig. 2). Se dispusieron un total de 20 transectos a lo largo de todo el periodo de estudio y se colectó la vegetación presente de un total de 100 cuadrantes. La temperatura superficial del mar varió entre 20 - 21° C en enero y 28° C en julio. La profundidad media de los transectos fue mayor en Isla Conchalito (entre 4.8 m y 5.8 m) en comparación a Punta Entrada (entre 2.8 m y 4 m) (Tabla V). Las

variaciones de profundidad en cada uno de los sitios se deben en parte a las variaciones de la marea durante las horas de trabajo.

Tabla V. Rangos de temperatura superficial del mar (TSM), profundidad máxima (P. max.), y profundidad media (P. med.) de los transectos dispuestos en los dos sitios de muestreo en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, México.

| Zonas          | Punta Entrada |             |             | Isla Conchalito |             |             |
|----------------|---------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|
|                | TSM (° C)     | P. max. (m) | P. med. (m) | TSM (° C)       | P. max. (m) | P. med. (m) |
| 18-jul-01      | 28            | 3.7 - 4.6   | 3.1         | 28              | 5.2 - 5.8   | 4.9         |
| 13 y 14-oct-01 | 26            | 3.7 - 4.6   | 3.1         | 26              | 5.7 - 6.1   | 5.0         |
| 22 y 23-ene-02 | 20            | 4.6         | 4           | 21              | 6.4 - 7.0   | 5.8         |
| 19-abr-02      | 21-22         | 4.3         | 2.8         | 21              | 5.0 - 5.2   | 4.8         |

El número de horas invertidas para llevar a cabo los buceos de los transectos y la colecta de vegetación fue de 22 horas (Tabla VI).

Se identificaron veinte especies de macroalgas correspondientes a 3 grupos taxonómicos (Rhodophyta, Chlorophyta y Phaeophyta) a lo largo de los transectos y cuadrantes dispuestos en los dos sitios de muestreo en el Estero Banderitas (Tabla VII). Para el análisis de los datos, las especies *Amphiroa misakensis* y *Amphiroa beauvoisii* se agruparon como *Amphiroa* sp, debido a que son dos especies de algas rojas coralinas incrustantes muy similares que ocurren juntas en el área.

Tabla VI. Esfuerzo (horas) invertido en el campo para el estudio del hábitat (transectos) y durante la captura de tortugas marinas, en el Estero Banderitas en Bahía Magdalena, México, entre julio, 2001 y mayo, 2002.

| ACTIVIDAD             | HABITAT<br>(transectos) | CAPTURA DE<br>TORTUGAS (redes) |             |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------|
|                       |                         | Horas                          | Nº tortugas |
| Fecha                 | Horas de buceo          | Horas                          | Nº tortugas |
| 18-jul-01             | 7 hrs.                  |                                |             |
| 13-oct-01 y 14-oct-01 | 5 hrs.                  |                                |             |
| 22-ene-02 y 23-ene-02 | 5 hrs.                  |                                |             |
| 19-abr-01             | 5 hrs.                  |                                |             |
| 21y 22-ene-02         |                         | 24 hrs.                        | 5           |
| 19-feb-02             |                         | 4 hrs. <sup>a</sup>            | 2           |
| 19-mar-02 y 20-mar-02 |                         | 12 hrs. <sup>b</sup>           | 7           |
| 19-abr-02 y 20-abr-02 |                         | 24 hrs.                        | 2           |
| 20-may-02 y 21-may-02 |                         | 8 hrs. <sup>b</sup>            | 4           |
| <b>Total</b>          | <b>22 hrs.</b>          | <b>72 hrs.</b>                 | <b>20</b>   |

<sup>a</sup> Debido a la presencia de ballenas grises, se tuvieron que levantar las redes, disminuyendo por ello el esfuerzo de muestreo

<sup>b</sup> Debido a la presencia de fuertes corrientes, se tuvieron que levantar las redes, disminuyendo por ello el esfuerzo de muestreo

El número total de especies fue mayor en invierno (14 especies), mientras que en el resto de las estaciones del año el número total de especies fue similar (9 especies) (Fig. 13). Contrario a lo ocurrido con el número de especies, la biomasa promedio, disminuyó en invierno y resultó ser máxima en primavera. Por otro lado, la máxima cobertura de vegetación se observó en verano, luego esta fue disminuyendo con el paso de las estaciones hasta la primavera, en donde fue muy baja (Fig. 13).

Tabla VII. Lista sistemática de las algas presentes en el Estero Banderitas en los sitios de colecta (Punta Entrada e Isla Conchalito), durante el periodo de estudio comprendido entre el 18 de julio 2001-19 de abril, 2002.

| <b>ESPECIES</b>   |
|---|
| <b>Rhodophyta</b>   |
| <i>Mazzaela flaccida</i> (Setchell y Gardner) Fredericq             |
| <i>Amphiroa misakensis</i> Yendo                                    |
| <i>Amphiroa beauvoisii</i> Lamouroux                                |
| <i>Hypnea valentiae</i> (Turner) Montagne                           |
| <i>Gracilaria textorii</i> (Suringar) Hariot                        |
| <i>Gracilariopsis lemaneiformis</i> (Bory) Dawson, Acleto y Foldvik |
| <i>Gracilaria pacifica</i> Abbott                                   |
| <i>Laurencia pacifica</i> Kylin                                     |
| <i>Chondria nidifica</i> Harvey                                     |
| <i>Sebdenia polydactyla</i> (Boergensen) Balakrishan                |
| <i>Fauchea lanciniata</i> J. Agardh                                 |
| <i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan                    |
| <i>Poliysiphonia pacifica</i> Hollenberg                            |
| <i>Halymenia hollenbergii</i> Abbott                                |
| <b>Chloropyta</b>   |
| <i>Caulerpa sertularioides</i> (Gmelin) Howe                        |
| <i>Cladophora microcladioides</i> Collins                           |
| <i>Codium amplivesiculatum</i> Setchell y Gardner                   |
| <b>Phaeophyta</b>   |
| <i>Dyctiota</i> sp.   |
| <i>Padina conrescens</i> Thivy                                      |
| <i>Sargassum sinicola</i> Setchell y Gardner                        |

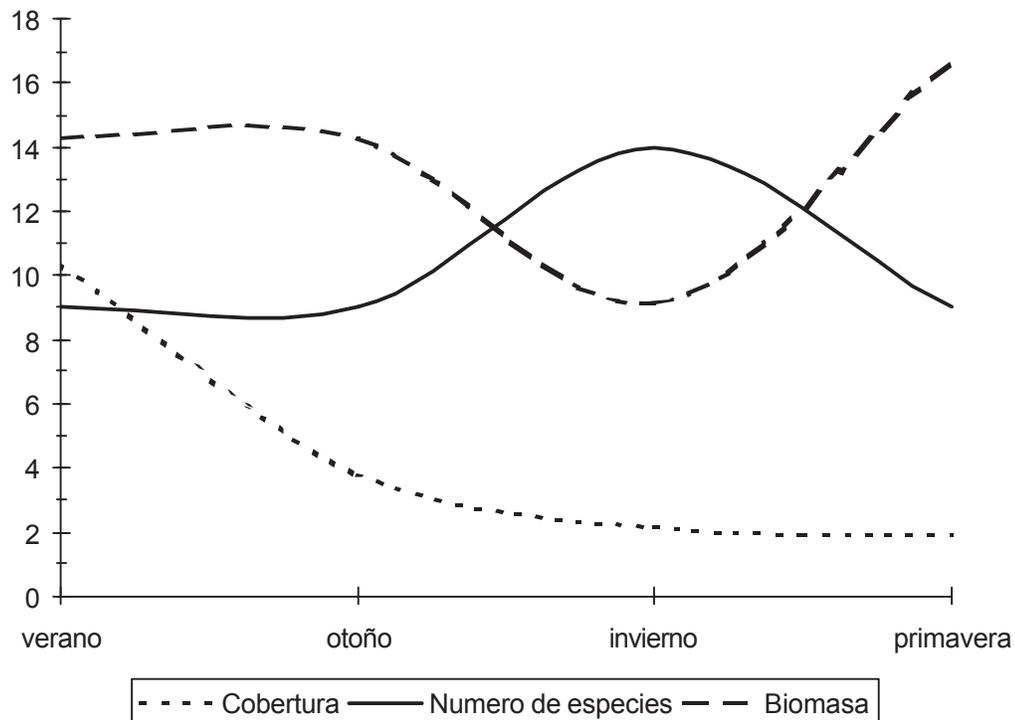


Figura 13. Variación estacional de la cobertura (%), biomasa (%) y numero de especies presentes en los sitios de estudio en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, México, entre el 18 de julio, 2001 y 19 de mayo, 2002.

*Biomasa.-* En Punta Entrada, la especie predominante fue *Gracilaria pacifica* (biomasa relativa media =  $40 \pm 33.6$  %) (Fig. 14). *Hypnea valentiae*, *Caulerpa sertularioides* y *Gracilaria textorii* contribuyeron con el  $12 \pm 15.9$  %,  $11 \pm 11.8$  % y  $10 \pm 9$  % respectivamente.

En Isla Conchalito, la especie dominante a lo largo de todo el año fue *Amphiroa* sp. (biomasa relativa media =  $66 \pm 18.6$  %) seguida de *Caulerpa sertularioides* ( $19 \pm 16.6$  %) (Fig. 14).

Al promediar los valores de biomasa para ambos sitios, las especies predominantes a lo largo del año fueron *Ampiroa* sp., *G. pacifica* y *C. sertularioides*, seguidas de un segundo grupo de algas con abundancias menores, como *H. valentiae* y *G. textorii* (Fig. 14; Apéndice IV).

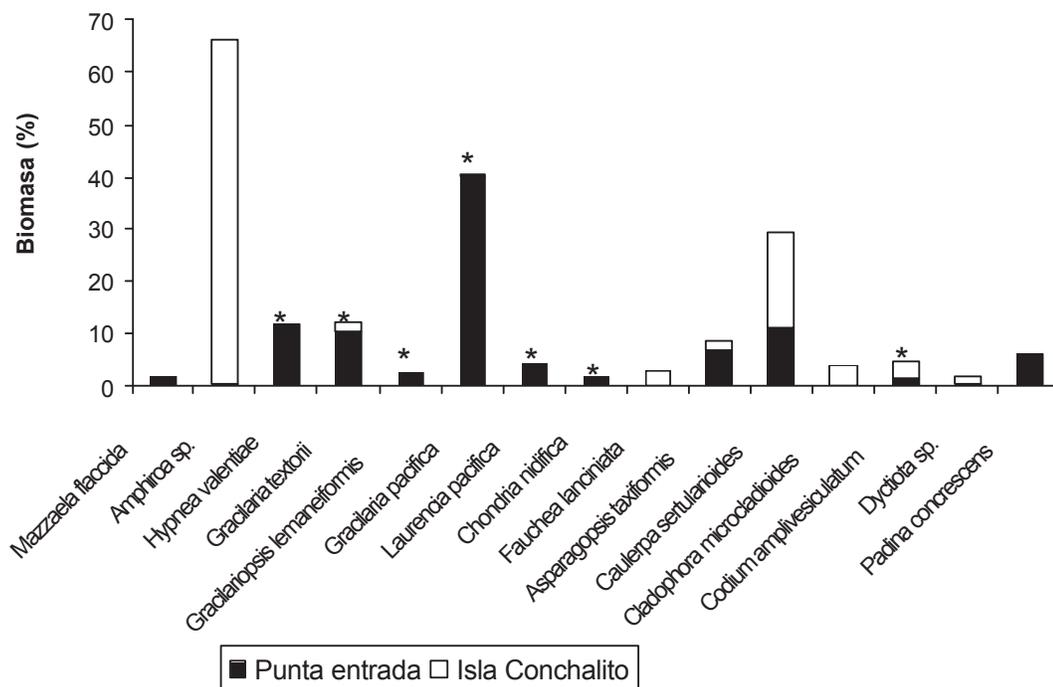


Figura 14. Especies de algas presentes en los dos sitios de muestreo en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, México. Los valores representan el volumen relativo promedio (biomasa) de cada especie a lo largo del año. El (\*) indica las especies consumidas por la tortuga negra en el Estero Banderitas.

Estacionalmente, se observó que hubo una gran variabilidad en el número de especies presentes así como también en el % de cobertura y biomasa de las

mismas. En otoño, el número de especies presentes fue muy bajo (Fig. 13), pero algunas resultaron ser dominantes. En Punta Entrada, *Gracilaria pacifica* contribuyó con el 79.5 % de la biomasa (Fig. 15; Apéndice IV) y *Amphiroa* sp. con el 92.4% en Isla Conchalito (Fig. 16; Apéndice IV).

Durante el invierno el número de especies se incrementó en ambos sitios aunque la biomasa disminuyó considerablemente (Fig. 13). Las mismas especies dominantes en otoño lo fueron también en esta estación (Fig. 15 y 16; Apéndice IV).

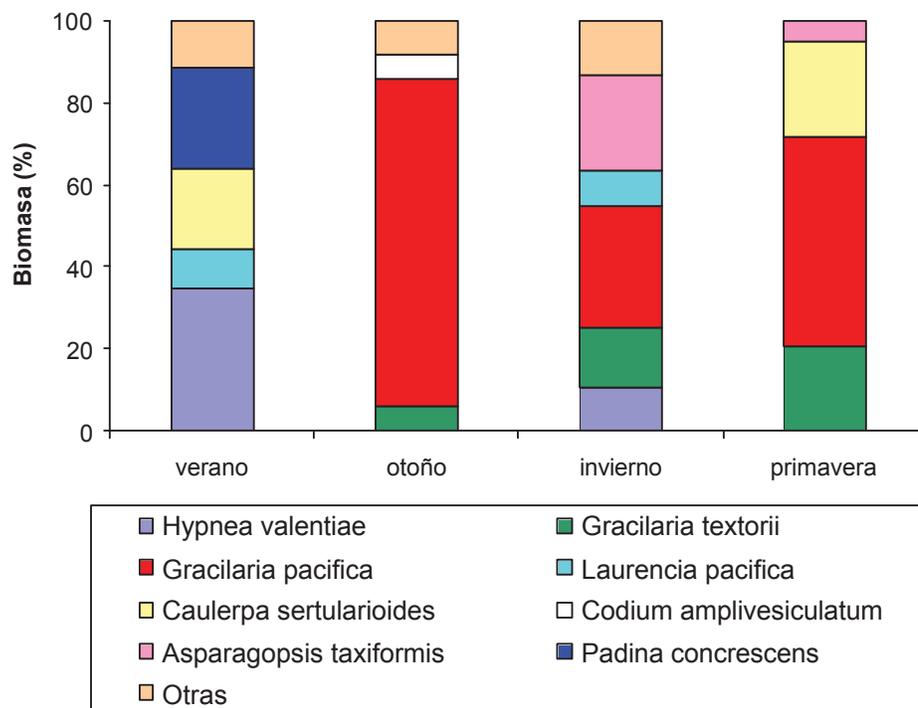


Figura 15. Variación estacional de las principales especies presentes en Punta Entrada (Estero Banderitas), Bahía Magdalena, entre el 18 de julio, 2001 y 19 de mayo, 2002. Los valores representan el volumen relativo promedio (biomasa) de cada especie para cada estación del año.

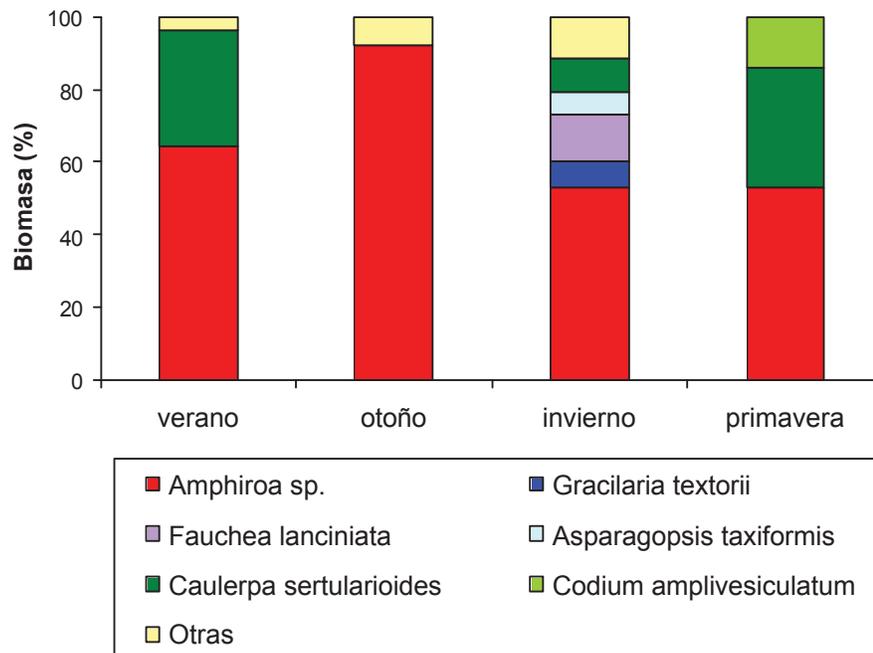


Figura 16. Variación estacional de las principales especies presentes en Isla Conchalito (Estero Banderitas), Bahía Magdalena, entre el 18 de julio, 2001 y 19 de mayo, 2002. Los valores representan el volumen relativo promedio (biomasa) de cada especie para cada estación del año.

*Cobertura.*- Al promediar los valores de cobertura a lo largo del año se observa que del total de especies presentes, solamente 4 de ellas presentaron valores de cobertura promedio superiores a 1% (Tabla VIII, Apéndice V).

En Punta Entrada, *C. sertularioides* (7.8 %) y *G. pacifica* (3.5 %) fueron las especies que presentaron los mayores valores de cobertura mientras que en Isla Conchalito *Amphiroa* sp. (34.6 %) fue la especie dominante, seguida de *C. sertularioides* (8.2 %) (Tabla VIII).

Tabla VIII. Porcentaje de cobertura promedio (%) de la vegetación presente en los dos sitios de muestreo (Isla Conchalito y Punta Entrada) en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, México, entre julio 2001 y abril 2002.

| <b>Especies</b>                   | <b>I. Conchalito</b> | <b>P. Entrada</b> |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------|
| <i>Hypnea valentiae</i>           | 0.1                  | 2.6               |
| <i>Laurencia pacifica</i>         | -                    | 0.3               |
| <i>Gracilaria pacifica</i>        | 0.1                  | 3.5               |
| <i>Gracilaria textorii</i>        | 0.4                  | 0.8               |
| <i>Cladophora microcladioides</i> | 0.7                  | -                 |
| <i>Caulerpa sertularioides</i>    | 8.2                  | 7.8               |
| <i>Asparagopsis taxiformis</i>    | 0.8                  | 1.7               |
| <i>Amphiroa</i> sp.               | 34.6                 | -                 |
| <i>Codium amplivesiculatum</i>    | 0.3                  | 0.2               |
| <i>Sebdenia polydactyla</i>       | 0.3                  | -                 |
| <i>Faucheia lanciniata</i>        | 0.1                  | -                 |
| <i>Dictyota</i> sp.               | 0.6                  | -                 |
| <i>Sargassum sinicola</i>         | 0.3                  | -                 |
| <i>Padina concrescens</i>         | -                    | 0.5               |

### 6.2.2. Selección de recursos

Los biomasa relativa de cada ítem alimenticio presente en las muestras analizadas de cada tortuga se comparó con el alimento disponible, basado en el porcentaje de cobertura promedio para las estaciones de invierno y primavera, en el Estero Banderitas (Tabla IX).

Se determinó si las tortugas negras presentaban preferencias alimenticias por los recursos presentes en el Estero Banderitas. En el análisis solamente se consideraron las especies consumidas por las tortugas en esta área y el alga verde *C. sertularioides*, debido a que es un Género comúnmente consumido en otras regiones (Pritchard 1971, Balazs 1982) y su disponibilidad en el área de estudio es elevada (Tabla VIII).

Tabla IX. Porcentaje de cobertura de la vegetación presente en los sitios de muestreo en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, México, para las estaciones de invierno y primavera.

| <b>Especies</b>                | <b>% cobertura</b> |
|--------------------------------|--------------------|
| <i>Amphiroa sp.</i>            | 7.8                |
| <i>Hypnea valentiae</i>        | 0.3                |
| <i>Gracilaria textorii</i>     | 1.1                |
| <i>Gracilaria pacifica</i>     | 1.9                |
| <i>Laurencia pacifica</i>      | 0.1                |
| <i>Chondria nidifica</i>       | 0.1                |
| <i>Fauchea lanciniata</i>      | 0.1                |
| <i>Asparagopsis taxiformis</i> | 2.5                |
| <i>Caulerpa sertularioides</i> | 4.5                |
| <i>Codium amplivesiculatum</i> | 0.4                |
| <i>Dyctiota sp.</i>            | 0.6                |
| <i>Sargassum sinicola</i>      | 0.3                |
| <i>Sebdenia polydactyla</i>    | 0.3                |

Las especies no fueron consumidas en igual proporción en el Estero Banderitas ( $F_{5,10} = 180.8$ ,  $p = 0.001$ ). Los componentes alimenticios se ordenaron en forma decreciente según el rango de preferencia obtenido durante el periodo de estudio (enero-mayo, 2002) (Tabla X). El consumo de *Codium amplivesiculatum*, *Chondria nidifica*, *Laurencia pacifica* y *Gracilaria textorii* fue superior a su disponibilidad, en base a los valores de  $T_{bar}$  negativos obtenidos en el Test.

*C. amplivesiculatum* fue la especie preferida por las tortugas en el Estero Banderitas y su consumo fue significativamente superior al resto de las especies, durante las estaciones de invierno y primavera (Tabla X).

Tabla X. Selección de algas marinas por tortugas negras (n =15) en el Estero Banderitas, entre enero y mayo de 2002.

| Total                          | Tbar <sup>1,2</sup> | Orden |
|--------------------------------|---------------------|-------|
| <i>Codium amplivesiculatum</i> | -2.1 <sub>a</sub>   | 1     |
| <i>Chondria nidifica</i>       | -1.2 <sub>b</sub>   | 2     |
| <i>Laurencia pacifica</i>      | -1.1 <sub>b</sub>   | 3     |
| <i>Gracilaria textorii</i>     | -0.7 <sub>b</sub>   | 4     |
| <i>Gracilaria pacifica</i>     | 1.6 <sub>c</sub>    | 5     |
| <i>Caulerpa sertularioides</i> | 3.5 <sub>d</sub>    | 6     |

<sup>1</sup> Valores de Tbar negativos indican que el uso o consumo es mayor que la disponibilidad (uso>disponibilidad). Valores de Tbar positivos indican que el consumo es menor que la disponibilidad o acorde a la misma.

<sup>2</sup> Aquellos taxa que no comparten una letra en común presentan diferencias significativas en cuanto a la preferencia ( $p < 0.05$ )

La preferencia por las algas rojas *C. nidifica*, *L. pacifica* y *G. textorii* resultó ser similar ( $W = 2.15$ ,  $p > 0.05$ ). *Gracilaria pacifica* no fue muy consumida en comparación a su disponibilidad y el alga verde *C. sertularioides* fue evitada ya que no formó parte de la dieta de las tortugas a pesar de su abundante presencia en el área.

## 7. DISCUSIÓN

En Bahía Magdalena y aguas adyacentes del Pacífico, *C. m. agassizii* presenta una dieta primariamente herbívora, que consiste principalmente de algas y pasto marino. Mas del 50 % de las tortugas consumieron especies de macroalgas y pasto marino al mismo tiempo. El consumo de recursos de origen animal resultó ser mucho menos frecuente en comparación con tortugas negras de otras regiones, como el Golfo de California (Seminoff *et al.* 2002), otras áreas del Pacífico Mexicano (Casas-Andreu y Gomez-Aguirre 1980) y Perú (Hayas-Brown y Brown 1982).

La agrupación de algas rojas GGH (*Gracilaria pacifica*, *Gracilariopsis lemaneiformis* e *Hypnea jhonstonii*) y el pasto *Pylospadix torreyi* fueron los componentes mas comúnmente consumidos en la región. El consumo de éstas algas rojas es consistente a lo observado en otras áreas de alimentación. Por ejemplo, se determinó que *Gracilariopsis lemaneiformis* es el principal alimento de *C. m. agassizii* en Bahía de los Ángeles (Seminoff *et al.* 2002). También los géneros *Gracilaria* sp e *Hypnea* sp. son parte de la dieta de *Chelonia* en otras regiones. El consumo de especies del género *Gracilaria* sp. se han reportado en el Golfo de California (Seminoff 2000, Márquez 1990) y en la costa oriental de Australia (Brand-Gardner *et al.*1999), *Hypnea* sp. en Omán (Ross 1985) y ambos géneros en Torres Strait, Australia (Garnett *et al.* 1985), en Brasil (Ferreira 1968) y en Nicaragua (Mortimer 1981).

El consumo del pasto marino *Phyllospadix torreyi* no había sido reportado en otros estudios anteriormente. Aparentemente esto se debe a que *Phyllospadix* es un Género que únicamente se distribuye en las costas templadas del Pacífico Norte donde crece sobre sustrato rocoso en ambientes expuestos y de alta energía (Riosmena-Rodríguez y Sánchez- Lizaso 1996, McRoy y McMillian 1977). Sin embargo, es muy probable que ésta sea una especie frecuentemente consumida en otras áreas de alimentación situadas en la costa occidental de la Península de Baja California, debido a su gran abundancia a lo largo de la misma (Ramírez Garcia *et al.* 1998).

Las tortugas negras se alimentaron de diferentes especies de algas y pasto marino en ambas localidades (Bahía Magdalena y aguas adyacentes del Océano Pacífico). Este resultado refleja por un lado, que la composición y diversidad de especies de ambos ecosistemas es muy diferente, y por otro, una marcada dicotomía en las poblaciones de tortugas que usan hábitats diferentes estando en sitios relativamente próximos y se alimentan en una u otra localidad, permaneciendo en estos sitios al menos por periodos prolongados. Esta dicotomía se ha observado en la costa oeste de Honduras (Carr 1952), en el Golfo de California (Felger & Moser 1973), en las Islas Fidji (Hirth 1971) y en Australia (Limpus *et. al.* 1992) con colonias de tortugas marinas del Género *Chelonia* que se alimentan de algas marinas diferenciándose de otras que ocurren a pocos kilómetros de distancia del sitio y que se alimentan de pastos marinos.

De la misma manera, las diferencias significativas en el tamaño de los individuos capturados entre ambas zonas, podrían indicar que existe una segregación en el uso del hábitat de acuerdo a la edad, en donde las clases mas pequeñas utilizarían áreas protegidas en el interior de la Bahía, mientras que individuos de clases de edad superiores se presentarían en mayor proporción en zonas expuestas de alta energía y que por tanto implican un mayor gasto energético para los individuos, como las aguas del Pacífico adyacentes a la Bahía.

Por otro lado, la diversidad del alimento consumido por las tortugas negras en las aguas adyacentes del Pacífico (6 especies) fue mucho menor al de las tortugas capturadas en el interior de la Bahía (14 especies). Este hecho aparentemente se debe a la prevalencia de una especie exitosa en una de las áreas, en particular en el Pacífico donde *P. torreyi* es muy abundante, tal como se refleja en el análisis de los estómagos de las tortugas a lo largo del año en este ambiente y como se ha encontrado a partir del análisis de la abundancia de este pasto (Ramírez-García *et al.* 1998). Se ha dicho que *P. torreyi* es un colonizador muy exitoso capaz de excluir otros componentes comunitarios tales como las macroalgas del medio donde coexisten, por lo que tiene una alta dominancia (McRoy y McMillian 1977); lo anterior podría explicar la baja diversidad de especies presentes en los estómagos provenientes del Pacífico. Sin embargo, dado que esta área no fue incluida dentro de los muestreos, se deberán realizar estudios adicionales para determinar si este es el caso.

En relación a Bahía Magdalena, la dieta fue más diversa, encontrando que las tortugas capturadas durante este periodo se alimentaron principalmente de algas rojas de la agrupación GGH. El pasto marino *Zostera marina* fue poco consumido, encontrándolo presente en tres estómagos (27 %) y solamente en uno de ellos de forma predominante. Este resultado contrasta con lo que han encontrado en otras áreas, donde por ejemplo en el área central del Golfo de California, en el Canal Infiernillo, las tortugas negras se alimentan casi exclusivamente de *Zostera marina* (Felger y Moser 1973), que ocurre en el área de manera extensiva (Meling-López y Ibarra-Obando 1999). Las praderas de *Zostera marina* en Bahía Magdalena, están presentes en el área a lo largo de todo el año (poblaciones perennes) y se desarrollan también de forma muy abundante durante las estaciones de invierno y primavera (Santamaría-Gallegos en prep.) por lo que se esperaba un mayor consumo de esta especie en la región en relación a lo observado en otras áreas.

Este resultado primeramente no apoya la hipótesis que mantienen algunos autores en que dicen que las tortugas verdes se alimentarán de algas preferentemente cuando el pasto marino no está disponible (Mortimer 1981, Bjorndal 1980). Bjorndal (1980) sugiere que esta preferencia por pastos marinos o algas en algunos casos depende de la capacidad digestiva de la microflora presente en el tracto digestivo de las tortugas, ya que éstas comunidades microbianas son diferentes en tortugas que se alimentan de pasto y tortugas que se alimentan de algas. Sin embargo, en ninguno de los estómagos que se analizaron para la región y que contenían ambos recursos, se encontraron indicios de que los ítems

presentaran diferente grado de digestión. Por lo tanto, resulta más probable que la variación geográfica en la dieta de las tortugas esté determinada por la disponibilidad relativa de las especies de algas y / o pasto marino más que por la capacidad digestiva entre individuos o poblaciones.

Aparentemente la disponibilidad y abundancia de determinados recursos influye en el consumo del alimento (Balazs 1980, Garnett *et al.* 1985). Sin embargo, se observó cierto grado de selección por determinadas especies, tal como la preferencia por las algas rojas GGH (*Gracilaria pacifica*, *Hypnea johnstonii* y *Gracilariopsis lemaneiformis*), con un consumo bajo de *Zostera marina*. Estos resultados son congruentes con lo encontrado en estudios previos sobre la dieta de las tortugas verdes donde también se ha reportado cierta selectividad por las algas rojas, como *Gracilaria* sp. e *Hypnea* sp. sobre especies de pasto marino (incluyendo la especie *Zostera capricorni*) (Brand-Gardner *et al.* 1999). Es probable que la selectividad de especies consumidas se dé en función también de la composición nutrimental de las mismas probablemente teniendo un mayor valor ciertos componentes para las tortugas inmaduras, en las especies de algas que el pasto marino (Brand-Gardner *et al.* 1999). Es difícil tener una interpretación ecológica de los resultados sin el conocimiento de la composición y abundancia de la vegetación en el sitio de captura. Sin embargo, de acuerdo a nuestros resultados, los cambios en la dieta durante algunos periodos (estaciones), probablemente se deban a variaciones en la disponibilidad de la vegetación en estos ecosistemas. Un ejemplo de estos cambios dietéticos podría ser el

observado en el Pacífico durante el otoño, en que el alga roja *Gelidium robustum* fue el componente dietético prevaleciente en comparación al resto de las estaciones en las que *P. torreyi* fue el recurso predominante en la dieta de las tortugas negras. Estudios florísticos de las macroalgas en Bahía Magdalena muestran que *Gelidium robustum* se presenta en la zona de manera abundante durante el otoño (Sánchez-Rodríguez *et al.* 1989, Espinoza-Avalos 1996), lo cual coincide con la presencia de esta alga en los estómagos de las tortugas durante la estación. Sin embargo, sin el conocimiento de la abundancia relativa de los otros recursos presentes en el área durante el otoño, no se puede afirmar si las tortugas consumen sus alimentos en función de la abundancia relativa de los mismos (es decir de forma oportunista), o si por el contrario seleccionan algunas de ellas cuando están disponibles. Es decir, no podemos hablar de consumo oportunista o selectivo de *G. robustum* en las demás estaciones si no se encuentra disponible. Pero sí es notorio que aunque *P. torreyi* esté disponible todo el año, su consumo disminuya cuando aparece *G. robustum* en el ambiente.

Tampoco queda muy claro lo que ocurre en el interior de la Bahía, ya que aunque se tiene información sobre la abundancia de recursos en la zona de canales, se desconoce la abundancia relativa de los recursos presentes en el área central de la Bahía. No obstante, se observó que durante la primavera *Zostera marina* y *Codium amplivesiculatum* fueron los componentes mas importantes de la dieta de las tortugas, mientras que durante las otras estaciones lo fueron las algas rojas de la agrupación GGH. Este resultado concuerda con la mayor abundancia de

*Zostera marina* en Bahía Magdalena (Santamaría-Gallegos en prep.) y *Codium amplivesiculatum* (Holguin-Acosta 2002) en el Golfo de California, durante la primavera.

Un resultado interesante sobre las diferencias en el consumo de alimentos y su disponibilidad que puede relacionarse con el valor nutricional de los mismos, es el caso del alga parda, *Sargassum sinicola*, que es extremadamente abundante en las zonas rocosas y pedregosas de la Bahía (Sánchez-Rodríguez *et al.* 1989, Sánchez-Rodríguez 1996), pero que sólo se registró en un estómago y con un volumen muy bajo, lo que implica que esta especie probablemente fue evitada. El estudio realizado en Bahía de los Angeles tuvo resultados similares, en donde especies del Género *Sargassum* fueron encontradas intactas en muestras fecales de tortugas negras, indicando que las mismas no fueron digeridas (Seminoff *et al.* 2002).

A pesar de que los individuos inmaduros y adultos de *C. m. agassizii* presentan una dieta primariamente herbívora, ocasionalmente estas tortugas consumen invertebrados (Casas-Andreu y Gomez-Aguirre 1980, Felger y Moser 1987, Seminoff *et al.* 2000 a). De remarcarse en este estudio fue el consumo de la langostilla, *Pleuroncodes planipes*, por parte de una tortuga negra juvenil (LRC = 54.4 cm) capturada en la bocana (sitio de entrada a la Bahía). El análisis estomacal de esta tortuga reveló que más del 82 % del volumen consistió de langostilla. Se ha visto que este crustáceo es el principal alimento de la tortuga

amarilla (*Caretta caretta*) en el Océano Pacífico (Ramirez-Cruz et al. 1991, Villanueva 1991, Nichols et al. 2000 b), pero para nuestro conocimiento éste hallazgo representa el primer reporte sobre el consumo de *P. planipes* por parte de una tortuga negra. Y sobre todo, es la primera documentación de *C. m. agassizii* alimentándose predominantemente de crustáceos (López-Mendilaharsu et al. 2002 en revisión). La predominancia de este novedoso ítem en el estómago de una tortuga negra, es consistente con el reporte de Seminoff et al. (2002), en donde se encontraron estómagos de tortugas negras llenos de otros invertebrados como el gasterópodo *Aplysia vaccaria* y huevos de gasterópodos no identificados. Esto sugiere que la langostilla puede ser consumida más frecuentemente de lo que se pensaba antes, lo que concuerda con observaciones hechas por personas que trabajan en el área (A. Trujillo com. pers.). Este hallazgo también es consistente con reportes hechos por Bjorndal (1997) en donde menciona que la tortuga negra presenta una dieta más carnívora que tortugas del Género *Chelonia* de otras regiones.

La presencia de propágulos (frutos) de mangle negro (*Avicennia germinans*) en los estómagos de las tortugas capturadas en Bahía Magdalena también es otro hecho interesante. El consumo de propágulos de mangle negro por tortugas de este Género, también fue reportando por algunos investigadores en Australia (Pendoley y Fitzpatrick 1999, Limpus y Limpus 2000), lo que sugiere que probablemente resulte ser energéticamente beneficioso para las tortugas. También implica dentro del contexto de esta tesis, que las tortugas aparentemente utilizan diversas áreas

dentro de la Bahía, en este caso áreas someras de esteros y canales donde los manglares son muy abundantes.

El consumo de esponjas por parte de las tortugas negras en Bahía Magdalena resultó ser mucho menos frecuente en comparación a otras regiones, como es el caso de Bahía de los Ángeles en el Golfo de California, en donde fueron comúnmente recuperadas en las muestras fecales, a pesar de su baja abundancia en el área (Seminoff *et.al.* 2002).

Considerando los lavados gástricos, la dieta de las tortugas negras en el Estero Banderitas se puede clasificar como primariamente herbívora ya que estuvo compuesta casi exclusivamente por algas marinas. El alga verde *Codium amplivesiculatum* y el alga roja *Gracilaria textorii* resultaron ser los componentes alimenticios predominantes. Se encontraron diferencias estacionales en el consumo de estas dos especies durante el invierno y la primavera que se debieron principalmente a las variaciones estacionales de estos recursos presentes en Banderitas. La disponibilidad (% cobertura) de *G. textorii* fue superior a la de *C. amplivesiculatum* durante el invierno, lo cual se vio reflejado en las muestras de los lavados en donde *G. textorii* predominó sobre *C. amplivesiculatum*. En primavera la disponibilidad de *C. amplivesiculatum* fue superior a la de *G. textorii* y este mismo patrón también se vio reflejado en los lavados. Este resultado podría indicar que en este caso las tortugas se alimentan de acuerdo a la abundancia relativa. Sin embargo, por un lado ambas especies fueron consumidas en

proporciones mucho mayores con respecto a su disponibilidad en el ambiente, y por otro el porcentaje de cobertura de estas dos especies fue mucho menor al de otras especies presentes en el área y consumidas en menor proporción como *Gracilaria pacífica*, o inclusive no consumidas, como *Amphiroa* sp y *Caulerpa sertularioides*, tanto en invierno como en primavera. Por lo tanto, este es un claro ejemplo de que las tortugas se alimentan de manera selectiva.

A pesar de que Punta Entrada es un sitio que se encuentra mas alejado de la zona de captura de tortugas (localizada en el área adyacente a la Isla Conchalito), se observó que las tortugas se alimentaron de una mayor proporción de especies presentes en Punta Entrada que en Isla Conchalito, lo cual indica que el sitio de captura no influyó en el análisis de la dieta.

El número de especies recuperadas mediante las dos técnicas, lavados gástricos y análisis de contenidos estomacales, en el Estero Banderitas fue similar. De igual manera, los mismos componentes predominantes, *C. amplivesiculatum*, *G. textorii* y *G. pacífica* (incluída dentro de la agrupación GGH) fueron recuperados por ambos métodos. Sin embargo, se encontraron diferencias en la composición y proporción de los componentes dietéticos, que es probable se deban a las variaciones estacionales propias de los recursos disponibles, más que a la técnica de muestreo utilizada. Además, se observó que componentes relativamente grandes como las esponjas fueron recuperados a través de los tubos colectores utilizados en la técnica de lavado gástrico. Estos resultados indican fuertemente

que la técnica de lavado gástrico es un método confiable para evaluar los hábitos alimenticios de tortugas en hábitats de alimentación.

Al comparar estacionalmente (invierno y primavera) la abundancia de los principales componentes alimenticios recuperados por medio de ambas técnicas se observó que algunos de estos presentaron una tendencia similar. En las muestras analizadas por medio de ambas técnicas se observó que las esponjas fueron recuperadas solamente durante la primavera. De manera similar *C. amplivesiculatum* fue más abundante en primavera, mientras que *G. pacifica* se presentó en mayor proporción durante el invierno. La diferencia fundamental entre las dos técnicas fue la presencia de *G. textorii* en diferente proporción, durante el invierno. Esta especie fue muy abundante en las muestras de los lavados gástricos durante el invierno, sin embargo, estuvo ausente en las muestras de los contenidos estomacales durante esta estación. Es probable que la ausencia de *G. textorii* en las muestras estomacales de invierno se deba a que ninguno de éstos estómagos pertenecieron a tortugas capturadas dentro del Estero Banderitas, en donde se ha observado que ésta alga se presenta de manera abundante durante dicha estación.

*C. m agassizii* en el Estero Banderitas fue selectiva en su dieta, alimentándose preferentemente del alga verde *C. amplivesiculatum* y de algas rojas como *Chondria nidifica*, *Laurencia pacifica* y *Gracilaria textorii*. A pesar de que el consumo de *G. textorii* fue muy superior al de *C. nidifica* y *L. pacifica* (tanto en

ocurrencia como en volumen) estas tres algas resultaron ser igualmente seleccionadas por las tortugas. Este resultado podría ser un tanto artificioso debido a que aunque *G. textorii* tenía una disponibilidad baja, la disponibilidad de *C. nidifica* y *L. pacifica* en el área fue mucho menor, y por las limitaciones de la prueba de Johnson (1980) en cuanto a la asignación de rangos similares en lugar de proporcionales al consumo y abundancia, los rangos obtenidos en el test fueron similares.

*C. amplivesiculatum* resultó ser el componente preferido por las tortugas negras durante invierno y primavera, a pesar de que su disponibilidad en el área de estudio fue muy baja. Sin embargo, es probable que los valores de cobertura y biomasa de *C. amplivesiculatum* hayan sido subestimados debido a que ésta especie se presenta en canales de corriente más fuerte (Dawson 1950, Holguin-Acosta 2002), ubicados fuera del alcance de los transectos

El consumo del alga roja *G. pacifica* (especie incluida dentro de la agrupación GGH) en el Estero de Banderitas, no fue tan abundante (considerando el %V) como se esperaba según lo que encontró en los estómagos en otras partes de la Bahía. *G. pacifica* es una especie que se desarrolla en diferentes tipos de sustrato (fango-arenoso y rocoso) (Pacheco-Ruiz *et al.* 1993), pero no es posible comparar su consumo en el estero con respecto a otras áreas de Bahía Magdalena porque se desconoce su cobertura y biomasa fuera de la zona de esteros y canales. Entonces se hace necesario realizar este tipo de evaluación para entender las

diferencias en consumo entre zonas. Por otro lado, se recomienda que en un futuro se cuantifique la contribución independiente de cada una de las tres especies que conforman la agrupación GGH mediante el uso de otro tipo de técnica (por ejemplo, separación mediante microanálisis), con el fin de establecer de mejor manera la importancia de las mismas en la dieta.

En resumen, las tortugas negras en el complejo lagunar de Bahía Magdalena se alimentan de una gran variedad de recursos, pero se concentran sobre algunos grupos específicos, los cuales presentan fluctuaciones en su disponibilidad y abundancia a lo largo del año. Estos cambios estacionales se ven reflejados en los cambios dietéticos observados a través del análisis de los contenidos estomacales y lavados gástricos. En este sentido la disponibilidad de determinados recursos influye en la elección del alimento. Sin embargo, existe una gran variedad de recursos disponibles de manera muy abundante que no son consumidos por las tortugas negras en esta región, tales como *Caulerpa sertularioides*, *Amphiroa* sp., *Asparopsis taxiformis* y *Sargassum sinicola*, etc., lo cual indica que las tortugas se alimentan selectivamente de determinadas especies que inclusive se presentan de manera poco abundante en el ambiente. Esta selección puede estar relacionada con aspectos nutricionales de las especies a consumir, aspecto que amerita un estudio a profundidad.

### ***Implicaciones para la Conservación***

A pesar de la "veda total y permanente a la matanza y comercialización de la tortuga marina y sus productos", que existe en México desde 1990 (Diario Oficial de la Federación Mexicana 1990) y de los esfuerzos de protección realizados en Michoacán por más de 20 años (Alvarado *et al.* 2001), la captura de juveniles y adultos en hábitats marinos continúa siendo una amenaza para la recuperación de la tortuga negra y de otras especies de quelonios marinos. La mortalidad de tortugas marinas en Baja California debido a la pesca incidental (industrial y artesanal) y a la captura directa, se calcula en 10,000 al año (H. Aridjis 2002, Nichols 2000). En Bahía Magdalena la mortalidad mínima anual de éstas especies se estima en 564 de acuerdo a los conteos y recuperaciones de caparazones en playas y basureros de la región (Gardner y Nichols 2001). Según estos autores, dicha cifra es inclusive conservadora debido a que algunas áreas fueron censadas solamente una vez. Estos datos nos dan un fuerte indicio del grado de amenaza que existe en la región para las tortugas marinas.

Si consideramos que el 93.2 % de las tortugas analizadas en este trabajo fueron individuos inmaduros, se puede pensar que la región de Bahía Magdalena-Almejas representa un hábitat crítico para la supervivencia *C. m. agassizii* debido a que éstos estadios son considerados extremadamente valiosos para la recuperación y estabilidad de las poblaciones. Se debe considerar que incrementando la supervivencia de los juveniles y subadultos, un mayor número

de tortugas tendrán la probabilidad de alcanzar la madurez y de ésta forma aumentar el valor reproductivo de los adultos (Crouse *et al.* 1987).

La información obtenida en este estudio puede ser utilizada para identificar hábitats críticos para la conservación de la tortuga negra. El Estero Banderitas constituye un hábitat crítico de desarrollo y alimentación para los estadios inmaduros que se presentan a lo largo de todo el año en el estero. Por lo tanto, regiones similares al Estero Banderitas deben ser consideradas como áreas prioritarias para la recuperación de esta especie.

## 8. CONCLUSIONES

- *C. m. agassizii*, en el complejo Lagunar de Bahía Magdalena-Almejas presentó una dieta primariamente herbívora, que consistió principalmente de algas y pasto marino y en menor grado de algunos invertebrados.
- La mayoría (93%) de los individuos analizados fueron inmaduros; el tamaño (LRC) de las tortugas provenientes del Pacífico fue significativamente mayor al de las tortugas provenientes del interior de la Bahía.
- Se encontraron diferencias espaciales significativas en la dieta de las tortugas negras provenientes de Bahía Magdalena y aguas adyacentes del Océano Pacífico
- El numero de especies halladas en los estómagos de tortugas negras provenientes de Bahía Magdalena fue mayor a las de las tortugas provenientes del Pacífico
- El componente predominante de la dieta de *C. m. agassizii* en el Pacífico fue el pasto marino *P. torreyi*
- Los componentes dominantes de la dieta de *C. m. agassizii* en Bahía Magdalena fueron las algas rojas *G. pacifica*, *G. lemaneiformis* e *H. johnstonii*
- Se encontraron diferencias estacionales significativas en la dieta de las tortugas dentro de cada una de las localidades
- Las tortugas negras utilizaron diferentes áreas en el complejo Lagunar de Bahía Magdalena, zonas expuestas de alta energía y zonas protegidas de baja profundidad.

- El Estero Banderitas es una zona de alimentación importante para las tortugas negras inmaduras.
- *C. m. agassizii* se alimento de manera selectiva en el Estero Banderitas
- *C. amplivesiculatum* fue el componente dietético preferido por las tortugas negras en el Estero Banderitas
- Regiones como el Estero Banderitas deben ser consideradas como áreas prioritarias para futuros esfuerzos de recuperación de la tortuga negra *C. m. agassizii*.

**LITERATURA CITADA**

- Abbott, I. A. y G. J. Hollenberg. 1976. Marine Algae of California. Stanford University Press. E.U.A. 827 p.
- Abbott, I. A. y J. N. Norris. 1985. Taxonomy of economic seaweeds with reference to some Pacific and Caribbean species. California Sea Grant Program. Report No. T-CSGCP-011.
- Alvarado, J., A. Figueroa y R. Byles. 1990. Alternative conservation methods used for marine turtles in Michoacán. *En*: T. H. Richardson, J. I. Richardson and M. Donnelly (comps.), Proceedings of the Tenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFC-278. p. 183-184.
- Alvarado, J., C. Delgado y I. Suazo. 2001. Evaluation of the black turtle project in Michoacan, Mexico. Marine Turtle Newsletter 92: 4-7.
- Alvarez-Borrego, S., L. A. Galindo Bect y A. Chee Barragán. 1975. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, B. C. S. Ciencias Marinas. 2 (2): 94-110.
- Aridjis, H. 2002. Aridjis: persiste la matanza de tortugas marinas; dice que al año mueren 10 mil. La jornada, México D.F., Domingo 4 de agosto de 2002.
- Awbrey, F. T., S. Leatherwood, E. D. Mitchell, and W. Rogers. 1984. Nesting green sea turtles (*Chelonia mydas*) on Isla Clarión, Islas Revillagigedos, México. Bull. Southern Calif. Acad. Sci. 82:89-75.

- Balazs, G. H. 1979. Growth, food sources and migrations of immature Hawaiian *Chelonia*. Marine Turtle Newsletter 10:1-3.
- Balazs, G. H. 1982. Growth rates of immature green turtles in the Hawaiian Archipelago. . En: K. A. Bjorndal (ed.), Biology and Conservation of Sea Turtles. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C., p. 117-125.
- Bjorndal, K. A. 1980. Nutrition and grazing behavior of the green turtle *Chelonia mydas*. Marine Biology 56: 147-154.
- Bjorndal, K. A. 1985. Nutritional ecology of sea turtles. Copeia 1985: 736-751.
- Bjorndal, K. A. 1991. Digestive fermentation in green turtles, *Chelonia mydas*, feeding on algae. Bull. Mar. Sci. 48. 166-171.
- Bjorndal, K. A. 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. En: P. Lutz and J. Musick (eds.), The Biology of Sea Turtles. CRC Press, Boca Raton, Florida, p. 199-232.
- Bjorndal K. A. 1999. Priorities for Research in Foraging Habitats. En: K. L. Eckert, Bjorndal, K. A, Abreu-Grobois, F. A. y Donnelly. M. (eds)., Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication N° 4, p. 12-14.
- Bowen, B. W., A. B. Meylan, J. P. Ross, C. J. Limpus, G. H. Balazs y J. C. Avise. 1992. Global population structure and natural history of the green turtle (*Chelonia mydas*) in terms of matriarchal phylogeny. Evolution 46: 865-881.
- Bowen B.W. & S. T. Karl. 2000. Meeting report: taxonomic status of the east pacific green turtle (*Chelonia agassizii*). Marine Turtle Newsletter. 89: 20-22.

- Brand-Gardner, S. J., J. M. Lanyon y C. J. Limpus. 1999. Diet selection by immature green turtles, *Chelonia mydas*, in subtropical Moreton Bay, Southeast Queensland. *Australian Journal of Zoology* 47: 181-191.
- Brattstrom, B. H. 1982. Breeding of the green turtle, *Chelonia mydas*, on the Islas Revillagigedo, México. *Herp. Review*. 13:71.
- Hayas-Brown, C. H. y Brown W. M. 1982. Status of sea turtles in the southeastern Pacific: emphasis on Peru. *En: K. A. Bjorndal (ed.), Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C., p. 235-240.
- Caldwell, D. K. 1962. Sea turtles in Baja California waters (with special reference to those of the Gulf of California), and the description of a new subspecies of northeastern Pacific green turtle. *L. A. County Museum Contr. Sci.* 61: 3-31.
- Carr, A. 1952. *Hand Book of turtles*. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Casas-Andeu, G. y S. Gomez-Aguirre. 1980. Contribución al conocimiento de los hábitos alimenticios de *Lepidochelys olivacea* y *Chelonia mydas agassizii* (Reptilia Cheloniidae) en el Pacífico Mexicano. *Bolm. Inst. Oceanogr., S. Paulo*, 29 (2):87-89.
- Cliffon, K., D. O. Cornejo y R. S. Felger. 1982. Sea turtles of the Pacific coast of México. *En: K. A. Bjorndal (ed.), Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C. p.199-109.

- Crouse, D. T., L. B. Crowder y H. Caswell. 1987. A stage-based population model for loggerhead sea turtles and implications for their conservation. *Ecology* 68: 1412-1423.
- Dawson, E. Y. 1950 A giant new *Codium* from Pacific Baja California. *Bull. Torrey Bot. Club* 77: 298 - 300.
- Dawson, E. Y. 1956. How to know the seaweeds. WM. C. Brown Publishers, Abubuque, Iowa.
- Delgado, C., J. Alvarado, J. Leyva. 2001. Recuperación ecológica de la población de tortuga negra (*Chelonia agassizii*) en Michoacán, México. Proc. 3rd Annual Meeting of the *Sea Turtle Network of the Californias*. 26-28 January, 2001. Loreto, Baja California Sur, México.
- Diario Oficial de la Federación. 1990. Acuerdo por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina en aguas de jurisdicción Federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las costas del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California, 31 de mayo de 1990.
- Diario Oficial de la Federación. 2002. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, 6 de marzo de 2002.
- Ehrenfeld, D. 1995. Options and limitation in the conservation of sea turtles. *En*: K. A. Bjorndal (ed.), *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C. p. 457-464.

- Espinoza-Avalos, J. 1996. Estructura de tallas y reproducción de *Gelidium robustum* (Rhodophyta) en la parte central de la Península de Baja California, México. *Ciencias Marinas* 22: 415 - 426.
- Felger, R. S. y M. B. Moser. 1973. Eelgrass (*Zostera marina*) in the Gulf of California: discovery of its nutritional value by the Seri Indians. *Science* 181:355-356.
- Felger, R. S., K. Clifton y P. J. Regal. 1976. Winter dormancy in sea turtles: Independent discovery and exploitation in the Gulf of California by two local cultures. *Science* 191:283-285.
- Felger, R. S. & M. B. Moser. 1987. Sea Turtles in Seri Indian culture. *Environ. Southwest*, Fall 1987: 18-21.
- Figuroa, A. y J. Alvarado. 1990. Morphometric comparison of the *Chelonia* populations of Michoacan, Mexico and Tortuguero, Costa Rica. *En: T. H. Richardson, J. I. Richardson and M. Donnelly (comps.), Proceedings of the Tenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFC-278. p. 179-180.*
- Forbes, G. y C. Limpus. 1993. A non-lethal method for retrieving stomach contents from sea turtles. *Wildlife Research* 20: 339-343.
- Forbes, G. 1999. Diet sampling and diet component analysis. *En: Eckert, K. L., Bjorndal, K. A, Abreu-Grobois, F. A. y Donnelly. M. (eds.), Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication N° 4, p. 144-151.*

- Fredericq, S. 1993. New perspectives in the taxonomy of the Gigartinaceae (Gigartinales, Rhodophyta). *Hydrobiologia* 260/261: 105-120.
- Fritts, T. 1981. Pelagic feeding habitats of turtles in the Eastern Pacific Mar. *Turtle News* 17: 4.
- Garate-Lizarraga, I. y D. A. Siqueiros Beltrones 1998. Time variation in phytoplankton assemblage in a subtropical lagoon system after 1982 – 1983 “El Niño” event (1984 to 1986). *Pacific Science*: 52 (1): 79-97.
- Gardner, S. y W.J. Nichols. 2001. Assessment of Sea Turtle Mortality Rates in the Bahía Magdalena Region, Baja California Sur, México. *Chelonian Conservation and Biology* 4(1):197–199.
- Garnett, S. T., I. R. Pirce y F. J. Scott. 1985. The diet of the green turtle, *Chelonia mydas* (L.), in Torres Strait. *Aust. Wildl. Res.* 12: 103-112.
- Green, D. y Ortiz-Crespo. 1982. Status of sea turtle populations in the central eastern Pacific. *En*: K. A. Bjorndal (ed.), *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C., p. 221-233.
- Hilbert, S. C., S. C. Gardner, R. Riosmena y W. J. Nichols. *En prensa*. Diet composition of East Pacific green turtles in Bahía Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *Proceedings of the Twenty-first Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*.
- Hirth, H. F. 1971. Synopsis of the biological data on the green turtle, *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758). *FAO Fisheries Synopsis No. 85,1*: 1-19.

- Hirth, H. F., L. G. Klikoff and K. T. Harper. 1973. Sea grasses at Khor Umaira, People's Democratic Republic of Yemen, with reference to their role in the diet of the green turtle, *Chelonia mydas*. Fisheries Bulletin 71:1093-1097.
- Holguin-Acosta, E. 2002. Dinámica de las frondas y reproducción de *Codium amplivesiculatum* (Caulerpales, Chlorophyta) asociada a mantos de Rodolitos en el canal San Lorenzo, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Biología Marina UABCS.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. J Fish. Biol. 17: 411-129.
- IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group. 1995. A Global Strategy for the Conservation of MarineTurtles. UICN, Cambridge CB3 ODL, U.K.
- Johnson, D. H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. Ecology 61:65-71. Jamestown, ND: Northern Prairie Wildlife Research Center Home Page. <http://www.npwrc.usgs.gov/resource/tools/software/prefer/prefer.htm> (Version 16JUL97).
- Kamezaki, N. y M. Matsui. 1995. Geographic variation skull morphology of the green turtle, *Chelonia mydas*, with a taxonomic discussion. J. Herpetol. 29: 51-60.
- Karl, S. T. y B.W. Bowen. 1999. Evolutionary significant units versus geopolitical taxonomy: molecular systematics of an endangered sea turtle (genus *Chelonia*). Conservation Biology 13: 990-999.
- Krebs, C. J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins Publishers, New York.

- Limpus, C. J., P. J. Couper, and M. A. Read. 1994. The green turtle, *Chelonia mydas*, in Queensland: population structure in a warm temperate feeding area. *Memoirs of the Queensland Museum* 35:139-154.
- Limpus, C. J. y D. J. Limpus 2000. Mangroves in the diet of *Chelonia mydas* in Queensland, Australia. *Marine Turtle Newsletter* 89: 13-15.
- López-Mendilaharsu, M., S. C. Gardner y J. A. Seminoff. 2002. *Chelonia mydas agassizii*. Diet. *Herpetological Review*. En revisión.
- Lluch-Belda, D., Hernández-Rivas y R. Guerrero-Caballero. 2000. Variabilidad de la temperatura superficial del mar en Bahía Magdalena, BCS. *Oceánides* 15 (1): 1-23.
- Maeda, E. N., T. Reynoso, F. Solis, A. Leija, D. Aurióles, C. Salinas, D. Lluch-Cota, P. Ormat. 1993. A model to explain the formation of catarina scallop *Argopecten circularis* (Sowerby 1835), beds in Magdalena Bay, México. *Aquaculture and Fisheries Managements*, 24:323-339.
- McRoy, C. P. y McMillian, 1977. Production ecology and physiology of sea grasses, p.p. 53-88. In: McRoy, C. P. and C. Helfferich (eds.). *Seagrass ecosystems*. Dekker, N. Y.
- Márquez, M. R. 1990. *FAO species catalogue. Vol.11: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date.* *FAO Fisheries Synopsis. No 125, Vol. 11. Rome, FAO. 81p.*
- Meling-López, A. E. y S. E. Ibarra-Obando. 1999. Annual life cycles of two *Zostera marina* L. populations in the Gulf of California: contrasts in seasonality and reproductive effort. *Aquatic Botany* 65: 59-69.

- Mendonca, M. T. 1983. Movements and feeding ecology of immature green turtles (*Chelonia mydas*) in a Florida lagoon. *Copeia* 1983: 1013-1023.
- Meylan, A. B. y P. A. Meylan. 1999. Introduction to the evolution, life history, and biology of sea turtles. *En*: Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A. y Donnelly, M. (eds), *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication N° 4, p. 3– 5.
- Mohan M. V. y T. M. Sankaran. 1988. Two new indices for stomach content analysis of fishes. *J. Fish. Biol.* 33: 289-292.
- Mortimer, J. A. 1981. The feeding ecology of the West Caribbean green turtle (*Chelonia mydas*) in Nicaragua. *Biotropica* 13:49-58.
- Musick J. A. y Limpus C. J. 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. p. 137-163. *En*: P. Lutz and J. Musick (eds.), *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida, p. 199-232.
- National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service. 1998 . Recovery plan for U.S Pacific populations of East Pacific Green Turtle (*Chelonia mydas*). National Marine Fisheries Service, Silver Spring, Maryland. 50 p.
- Nichols, W. J. 2000. Biology and conservation of sea turtles in Baja California, México. Doctoral dissertation. Wildlife and Fisheries Science. University of Arizona, Tucson.
- Nichols, W. J., P. Dutton, J.A. Seminoff, E. Bixby, F.A. Abreu-Grobois y A.R.S. Hidalgo. 2000 a. Poi or papas? Do Hawaiian and Mexican green turtles feed

- together in Baja California water. Proceedings of the Nineteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-443.
- Nichols, W. J., A. Resendiz, J. A. Seminoff y B. Resendiz. 2000 b. Transpacific migration of a loggerhead turtle monitored by satellite telemetry. Bull. Mar. Sci. 67 (3): 937-947.
- Norris, N. y K. E. Bucher. 1976 . New records of marine algae from the 1974 R/V Dolphin Cruise to the Gulf of California. Smithsonian Contributions to Botany. No. 34. 22 p.
- Pacheco-Ruiz, I., J. A. Zertuche -Gonzales y R. Aguilar-Rosas. 1993. Ecología reproductiva de *Gracilaria pacifica* Abbott (Gracilariales: Rhodophyta), en el estero de Punta Banda, México. Ciencias Marinas 19 (4): 491- 501.
- Pendoley, K. y J. Fitzpatrick. 1999. Browsing on mangroves by green turtles in Western Australia. Marine Turtle Newsletter 84: 10.
- Parham, J.F. y G.R. Zug. 1996. *Chelonia agassizii* - valid or not?. Marine Turtle Newsletter. 72: 2-5.
- Phillips, R. C. 1979. Ecological notes on *Phyllospadix* (Potamogetonaeae) in the Northeast Pacific. Aquat. Bot. 6: 159 – 170.
- Phillips, R. C. y E. G. Meñez. 1988. Seagrasses. Smithsonian Contributions to the Marine Sciences. No. 34. 104 p.
- Pritchard, P. C. H. 1999. Status of the black turtle. Conservation Biology 13: 1000-1003.

- Pritchard, P. C. 1971. Galápagos sea turtles – preliminary findings. *J. Herpetol.* 5: 1-9.
- Ramírez-Cruz, J. C., I. P. Ramirez y D. Villanueva. 1991. Distribución y abundancia de la tortuga perica, *Caretta caretta* Linnaeus (1758), en la costa occidental de Baja California Sur, México. *Arechelon* 1 (2): 1-4
- Ramírez-García, P., A. Lot, C.M. Duarte, J. Terrados y N.S.R. Agawin. 1998. Bathymetric distribution, biomass and growth dynamics of intertidal *Phyllospadix scouleri* and *Phyllospadix torreyi* in Baja California (Mexico). *Marine Ecology Progress Series* 173, 13-23.
- Riosmena-Rodríguez, R. y J. L. Sánchez- Lizaso. 1996. El limite sur de distribución de *Zostera marina* L. y *Phyllospadix torreyi* Watson para el noroeste mexicano. *Oceanides* 11 (1):45-48.
- Ross, J. P. 1985. Biology of the green turtle, *Chelonia mydas*, on an Arabian feeding ground. *J. Herpetol.* 19: 459-468.
- Sánchez-Rodríguez, I. 1996. Fenología de *Sargassum sinicola* (Setchell et Gardner) en Bahía Magdalena, BCS., México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN., México. 84 p.
- Sánchez-Rodríguez, I., C. Fajardo y O. Pantoja. 1989. Estudio florístico estacional de las macroalgas en Bahía Magdalena, BCS., México. *Inv. Mar. CICIMAR* 4 (1): 35-48.
- Santamaría-Gallegos, N. En preparación. Estudio de las praderas de fanerógamas marinas en Baja California Sur (México): ciclo de vida y

estrategias reproductivas de *Zostera marina*, *Halodule wrightii*, *Halophila dicipiens*. Tesis de Doctorado.

- Seminoff, J. A., A. Resendiz y W. J. Nichols. 2002. Diet of the East Pacific green turtle, *Chelonia mydas*, in the central Gulf of California, Mexico. *J. Herpetol.* 36: 447-453.
- Seminoff, J. A. 2000. Biology of the East Pacific green turtle, *Chelonia mydas agassizii*, at a warm temperate feeding area in the Gulf of California, Mexico. Ph. D Dissertation. University of Arizona. 249 p.
- Seminoff, J. A., W. J. Nichols y A. Resendiz. 2000 a. *Chelonia mydas agassizii*. Diet. *Herpetological Review.* 31 (2):103.
- Seminoff, J. A., W. J. Nichols, A. Resendiz y A. Galvan. 2000 b. Diet composition of the black sea turtle, *Chelonia mydas agassizii*, near Baja California, México. En: F.A. Abreu-Grobois, R. Briseno, R. Marquez, y L Sarti (comps.), *Proceedings of the Eighteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation.* NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-436, p. 166-168.
- Seminoff, J. A. y W. J. Nichols. 1999. Biology of the black sea turtle, *Chelonia mydas agassizii*, in feeding areas near the Baja California peninsula, México. *Proceedings of the First Annual Meeting of the Baja California Sea Turtle Group.* 23 January, 1999. Loreto, Baja California Sur, México, p. 11-18.
- Seminoff, J. A., W. J. Nichols y A. Resendiz. 1998. Diet composition of the black sea turtle, *Chelonia mydas agassizii*, in the central Gulf of California. México. *En:* S.P. Epperly and J. Brown (comps.), *Proceedings of the*

- Seventeenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation.  
NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-415, p.89-91.
- Shabica, S. V. 1995. Planning for protection of sea turtle habitat. *En*: K.A. Brondal (ed.), *Biology and Conservation of Sea Turtles*, 2<sup>nd</sup> ed. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C. 583 p.
- Sokal, R. R. y F. Rohlf. 1995. *Biometry*. 3<sup>rd</sup> ed. W. H. Freeman y Co., New York. 887 p.
- Villanueva, D. 1991. La tortuga perica *Caretta caretta gigas* (Deraniyagala, 1939) en la costa del Pacífico de Baja California Sur, México. Departamento de Biología Marina. Univ. Autónoma de Baja California Sur, La Paz, BCS, México. Tesis de Licenciatura. 68p.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*, 4<sup>th</sup> ed. Prentice may, Englewood Cliffs, New Jersey. 929 p.

## APENDICES

**Apéndice I.** Datos biométricos, zona y fecha de captura de cada una de las tortugas analizadas en el complejo Lagunar de Bahía Magdalena-Almejas. P = Pacífico; BM = Bahía Magdalena; Ba = Banderitas; M = muerta en redes de pesca; V = capturada viva y liberada.

| # I.D. | fecha     | LRC (cm) | peso (kg) | zona | estado |
|--------|-----------|----------|-----------|------|--------|
| 1      | 21-Oct-00 | 66.9     | 40        | P    | M      |
| 2      | 18-Nov-00 | 52.3     | 18        | BM   | M      |
| 3      | 01-Dec-00 | 47.7     | 14        | Ba   | M      |
| 4      | 23-Dec-00 | 68.2     | 43        | P    | M      |
| 5      | 10-Jan-01 | 49       | 15        | BM   | M      |
| 6      | 15-Mar-01 | 66.9     | 40        | BM   | M      |
| 7      | 15-Mar-01 | 69       | 45        | P    | M      |
| 8      | 18-Mar-01 | 57.5     | 24        | P    | M      |
| 9      | 29-Mar-01 | 74.9     | 62        | P    | M      |
| 10     | 14-Apr-01 | 87       | 120       | P    | M      |
| 11     | 15-Apr-01 | 59.7     | 27        | BM   | M      |
| 12     | 31-May-01 | 79       | 76        | P    | M      |
| 13     | 13-Jun-01 | 73.7     | 58        | P    | M      |
| 14     | 27-Jun-01 | 67       | ?         | P    | M      |
| 15     | 13-Aug-01 | ?        | ?         | BM   | M      |
| 16     | 01-Sep-01 | ?        | ?         | P    | M      |
| 17     | 05-Nov-01 | 49       | 15        | Ba   | M      |
| 18     | 21-ene-02 | 58.7     | 32        | Ba   | V      |
| 19     | 22-ene-02 | 55.8     | 25        | Ba   | V      |
| 20     | 22-ene-02 | 45.1     | 13        | Ba   | V      |
| 21     | 22-ene-02 | 43.6     | 10        | Ba   | V      |
| 22     | 22-ene-02 | 79.4     | 64        | Ba   | V      |
| 23     | 08-Feb-02 | 76.9     | ?         | BM   | M      |
| 24     | 12-Feb-02 | 54.4     | ?         | BM   | M      |
| 25     | 13-Feb-02 | 44.0     | ?         | BM   | M      |
| 26     | 19-Feb-02 | 48.0     | 13        | Ba   | V      |
| 27     | 19-Feb-02 | 38.8     | 7         | Ba   | V      |
| 28     | 20-Mar-02 | 63.4     | 33        | Ba   | V      |
| 29     | 20-Mar-02 | 60.6     | 33        | Ba   | V      |
| 30     | 20-Mar-02 | 51.8     | 19        | Ba   | V      |
| 31     | 20-Mar-02 | 75.6     | 57        | Ba   | V      |

|    |           |      |    |    |   |
|----|-----------|------|----|----|---|
| 32 | 20-Mar-02 | 62.8 | 36 | Ba | V |
| 33 | 20-Mar-02 | 53.5 | 20 | Ba | V |
| 34 | 20-Mar-02 | 41.4 | 9  | Ba | V |
| 35 | 27-Mar-02 | 58.8 | 26 | P  | M |
| 36 | 28-Mar-02 | 49.0 | ?  | P  | M |
| 37 | 28-Mar-02 | 73.0 | ?  | P  | M |
| 38 | 19-abr-02 | 68.6 | 49 | Ba | V |
| 39 | 19-abr-02 | 67.6 | 44 | Ba | V |
| 40 | 20-abr-02 | 54.9 | ?  | Ba | M |
| 41 | 20-May-02 | 53.2 | 22 | Ba | V |
| 42 | 21-Mar-02 | 53.4 | 23 | Ba | V |
| 43 | 21-Mar-02 | 61.4 | 32 | Ba | V |
| 44 | 21-Mar-02 | 63.4 | 37 | Ba | V |

**Apéndice II.** Volumen relativo (%V) de cada componente dietético para cada estómagos analizado, proveniente de Bahía Magdalena y aguas adyacentes del Pacífico. (GGH\* = *Gracilaria pacifica*, *Gracilariopsis lemaneiformis* *Hypnea jonstonii*). El número de identificación se refiere a los indicados para cada tortuga en el Apéndice I.

| PACÍFICO                            | otoño |      | invierno |      |      |      | primavera |      |      |      | verano |       |       | Media | D.E. |
|-------------------------------------|-------|------|----------|------|------|------|-----------|------|------|------|--------|-------|-------|-------|------|
|                                     | 1     | 4    | 7        | 8    | 36   | 37   | 35        | 9    | 10   | 13   | 14     | 16    |       |       |      |
| <b>Numero de identificación</b>     | 1     | 4    | 7        | 8    | 36   | 37   | 35        | 9    | 10   | 13   | 14     | 16    | Media | D.E.  |      |
| <i>Gelidium robustum</i>            | 91.8  | 100  | -        | -    | -    | -    | -         | -    | -    | 14.1 | -      | -     | 17.2  | 37.0  |      |
| <i>Pterocladia capillacea</i>       | -     | -    | 13.8     | -    | -    | -    | -         | 67.7 | -    | 1.4  | 6.0    | -     | 7.4   | 19.4  |      |
| <i>Gracilaria turgida</i>           | -     | -    | -        | -    | 4.6  | -    | -         | -    | -    | -    | -      | -     | 0.4   | 1.3   |      |
| <i>Codium simulans</i>              | -     | -    | -        | -    | 18.5 | -    | -         | 21.5 | 21.5 | -    | 76.9   | -     | 11.5  | 22.5  |      |
| <i>Phyllospadix torreyi</i>         | 8.2   | -    | 86.2     | 100  | 76.9 | 100  | 100       | 10.8 | 76.9 | 84.5 | 17.1   | 100   | 63.4  | 41.2  |      |
| <b>BAHÍA MAGDALENA</b>              |       |      |          |      |      |      |           |      |      |      |        |       |       |       |      |
| <b>Numero de identificación</b>     | 2     | 17   | 3        | 5    | 23   | 25   | 24        | 6    | 11   | 40   | 15     | Media | D.E.  |       |      |
| GGH*                                | 100   | 25.3 | 85.7     | 65.8 | 100  | 57.1 | -         | 83.1 | -    | -    | 85.7   | 54.8  | 41.0  |       |      |
| <i>Garcilaria textorii</i>          | -     | 11.8 | -        | -    | -    | -    | -         | -    | -    | 34.5 | -      | 4.2   | 10.7  |       |      |
| <i>Rhodymenia californica</i>       | -     | -    | -        | T    | -    | -    | -         | -    | -    | -    | -      | T     | T     |       |      |
| <i>Chondracanthus canaliculatus</i> | -     | 29.5 | -        | -    | -    | -    | -         | -    | -    | -    | -      | 2.7   | 8.9   |       |      |
| <i>Mazzaella flaccida</i>           | -     | -    | -        | -    | -    | -    | -         | -    | 24.2 | -    | -      | 2.2   | 7.3   |       |      |
| <i>Codium a mpivesiculatum</i>      | -     | 2.1  | -        | 25.1 | -    | -    | 17.5      | 5.6  | 6.1  | 51.7 | -      | 9.8   | 16.2  |       |      |
| <i>Ulva lactuca</i>                 | -     | -    | -        | T    | -    | -    | -         | -    | -    | -    | -      | T     | T     |       |      |
| <i>Sargassum sinicola</i>           | -     | 5.9  | -        | -    | -    | -    | -         | -    | -    | -    | -      | 0.5   | 1.8   |       |      |
| <i>Phyllospadix torreyi</i>         | -     | -    | -        | -    | -    | -    | -         | 11.2 | -    | -    | -      | 1.0   | 3.4   |       |      |
| <i>Zostera marina</i>               | -     | -    | -        | 6.3  | -    | 33.3 | -         | -    | 69.7 | -    | T      | 10.0  | 22.2  |       |      |
| <i>Avicennia germinans</i>          | -     | 25.3 | 13.6     | -    | -    | -    | -         | -    | -    | -    | -      | 3.5   | 8.3   |       |      |
| <i>Pleroncodes planipes</i>         | -     | -    | -        | -    | -    | -    | 82.5      | -    | -    | -    | -      | 7.5   | 24.9  |       |      |
| Esonja no I.D.                      | -     | -    | -        | -    | -    | -    | -         | -    | -    | 13.8 | -      | 1.3   | 4.2   |       |      |
| Material no I.D.                    | -     | -    | 0.7      | -    | -    | 4.8  | -         | -    | -    | -    | 13.6   | 1.7   | 4.2   |       |      |

**Apéndice III.** Volumen relativo (%V) de cada componente dietético recuperado en los lavados gástricos realizados a las tortugas negras capturadas en el Estero Banderitas, Bahía Magdalena, B.C.S, entre enero y mayo de 2002. El número de identificación se refiere a los indicados para cada tortuga en el Apéndice I.

| <b>ESTERO BANDERITAS</b>       | <b>INVIERNO</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           | <b>PRIMAVERA</b> |           |           |           |           | <b>Media</b> | <b>D.E.</b> |
|--------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|-------------|
|                                | <b>19</b>       | <b>18</b> | <b>26</b> | <b>28</b> | <b>29</b> | <b>30</b> | <b>31</b> | <b>32</b> | <b>33</b> | <b>38</b> | <b>39</b>        | <b>41</b> | <b>42</b> | <b>43</b> | <b>44</b> |              |             |
| Numero de Identificación       |                 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |                  |           |           |           |           |              |             |
| <i>Gracilaria pacifica</i>     | -               | 60.0      | -         | -         | -         | -         | -         | 3.4       | 95.2      | -         | 3.3              | -         | 5.6       | -         | -         | 11.2         | 27.8        |
| <i>Gracilaria textorii</i>     | 88.9            | 20.0      | 100       | 41.5      | 36.4      | 18.5      | 100       | 54.5      | -         | 33.0      | 3.8              | 42.9      | 1.7       | -         | -         | 36.1         | 35.9        |
| <i>Chondria nidifica</i>       | 8.9             | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -                | -         | -         | -         | -         | 0.6          | 2.3         |
| <i>Ulva lactuca</i>            | -               | 20.0      | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -                | -         | -         | -         | -         | 1.3          | 5.2         |
| <i>Codium amplivesiculatum</i> | 2.2             | -         | -         | 58.5      | 63.6      | 81.5      | -         | 42.0      | 4.8       | 67.0      | 93.0             | 57.1      | 54.2      | 100       | 100       | 48.3         | 38.1        |
| <i>Hypnea valentiae</i>        | -               | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -                | -         | T         | -         | -         | T            | T           |
| <i>Laurencia pacifica</i>      | -               | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -                | -         | 28.2      | -         | -         | 1.9          | 7.3         |
| Raices mangle                  | -               | T         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -                | -         | -         | -         | -         | T            | T           |
| España no ID.                  | -               | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -                | -         | 9.0       | -         | -         | 0.6          | 2.3         |

**Apéndice IV.** Variación estacional de las especies presentes en Punta Entrada e Isla Conchalito, Estero Banderitas, Bahía Magdalena, entre el 18 de julio, 2001 y 19 de mayo, 2002. Los valores representan el volumen relativo promedio (%V) de cada especie para cada estación del año.

| <b>Punta Entrada</b>                | verano | otoño | invierno | primavera | Promedio | D.E. |
|-------------------------------------|--------|-------|----------|-----------|----------|------|
| <i>Mazzaela flaccida</i>            | -      | 6.6   | -        | -         | 1.7      | 3.3  |
| <i>Amphiroa sp.</i>                 | -      | 0.0   | 1.9      | -         | 0.5      | 1.0  |
| <i>Hypnea valentiae</i>             | 34.6   | 1.9   | 10.6     | -         | 11.8     | 15.9 |
| <i>Gracilaria textorii</i>          | 0.0    | 6.1   | 14.4     | 20.5      | 10.3     | 9.0  |
| <i>Gracilariopsis lemaneiformis</i> | 11.3   | -     | -        | -         | 2.8      | 5.7  |
| <i>Gracilaria pacifica</i>          | 0.0    | 79.5  | 29.8     | 51.3      | 40.2     | 33.6 |
| <i>Laurencia pacifica</i>           | 9.7    | -     | 8.7      | -         | 4.6      | 5.3  |
| <i>Chondria nidifica</i>            | -      | -     | 7.7      | -         | 1.9      | 3.9  |
| <i>Asparagopsis taxiformis</i>      | -      | -     | 23.1     | 5.1       | 7.1      | 11.0 |
| <i>Caulerpa sertularioides</i>      | 19.5   | -     | 1.9      | 23.1      | 11.0     | 11.8 |
| <i>Codium amplivesiculatum</i>      | -      | 5.9   | -        | -         | 1.5      | 3.0  |
| <i>Dyctiota sp.</i>                 | -      | -     | 1.9      | -         | 0.5      | 1.0  |
| <i>Padina concrescens</i>           | 24.9   | -     | -        | -         | 6.2      | 12.5 |
| <b>Isla Conchalito</b>              | verano | otoño | invierno | primavera | Promedio | D.E. |
| <i>Amphiroa sp.</i>                 | 64.6   | 92.4  | 53.1     | 52.9      | 65.7     | 18.6 |
| <i>Gracilaria textorii</i>          | -      | -     | 7.1      | -         | 1.8      | 3.6  |
| <i>Gracilaria pacifica</i>          | -      | -     | 1.5      | -         | 0.4      | 0.8  |
| <i>Fauchea lanciniata</i>           | -      | -     | 12.8     | -         | 3.2      | 6.4  |
| <i>Asparagopsis taxiformis</i>      | -      | -     | 6.1      | -         | 1.5      | 3.1  |
| <i>Caulerpa sertularioides</i>      | 31.8   | -     | 9.2      | 33.3      | 18.6     | 16.6 |
| <i>Cladophora microcladioides</i>   | 3.6    | 7.6   | 5.6      | -         | 4.2      | 3.2  |
| <i>Codium amplivesiculatum</i>      | -      | -     | -        | 13.8      | 3.5      | 6.9  |
| <i>Dyctiota sp.</i>                 | -      | -     | 4.6      | -         | 1.2      | 2.3  |

**Apéndice V.** Variación estacional de las especies presentes en Punta Entrada e Isla Conchalito, Estero Banderitas, Bahía Magdalena, entre el 18 de julio, 2001 y 19 de mayo, 2002. Los valores representan el porcentaje de cobertura promedio de cada especie para cada estación del año.

| <b>Punta Entrada</b>              | verano | otoño | invierno | primavera | Promedio | D.E. |
|-----------------------------------|--------|-------|----------|-----------|----------|------|
| <i>Hypnea valentiae</i>           | 8.02   | 1.2   | 1        | -         | 2.6      | 3.7  |
| <i>Laurencia pacifica</i>         | 0.9    | 0.1   | 0.3      | -         | 0.3      | 0.4  |
| <i>Gracilaria pacifica</i>        | -      | 6.9   | 5.3      | 1.7       | 3.5      | 3.2  |
| <i>Gracilaria textorii</i>        | -      | 0.5   | 2.7      | -         | 0.8      | 1.3  |
| <i>Cladophora microcladioides</i> | -      | 0.1   | -        | -         | -        | 0.1  |
| <i>Caulerpa sertularioides</i>    | 27.9   | -     | 0.3      | 3         | 7.8      | 13.5 |
| <i>Padina conccescens</i>         | 2      | -     | -        | -         | 0.5      | 1.0  |
| <i>Asparagopsis taxiformis</i>    | -      | -     | 6.8      | -         | 1.7      | 3.4  |
| <i>Codium amplivesiculatum</i>    | -      | -     | -        | 0.6       | 0.2      | 0.3  |
| <b>Isla Conchalito</b>            | verano | otoño | invierno | primavera | Promedio | D.E. |
| <i>Hypnea valentiae</i>           | 0.1    | 0.4   | -        | -         | 0.1      | 0.2  |
| <i>Cladophora microcladioides</i> | -      | 2.9   | -        | -         | 0.7      | 1.5  |
| <i>Amphiroa sp.</i>               | 66.6   | 40.7  | 21.6     | 9.5       | 34.6     | 24.9 |
| <i>Caulerpa sertularioides</i>    | 17.9   | 0.4   | 4.1      | 10.4      | 8.2      | 7.7  |
| <i>Dictyota sp.</i>               | 0.1    | -     | 2.4      | -         | 0.6      | 1.2  |
| <i>Gracilaria textorii</i>        | -      | -     | 1.5      | -         | 0.4      | 0.8  |
| <i>Gracilaria pacifica</i>        | -      | -     | 0.4      | -         | 0.1      | 0.2  |
| <i>Asparagopsis taxiformis</i>    | -      | -     | 3.3      | -         | 0.8      | 1.6  |
| <i>Sebdenia polydactyla</i>       | -      | -     | 1.0      | -         | 0.3      | 0.5  |
| <i>Faucheia lanciniata</i>        | -      | -     | 0.4      | 0.1       | 0.1      | 0.2  |
| <i>Sargassum sinicola</i>         | -      | -     | 0.2      | 0.8       | 0.3      | 0.4  |
| <i>Codium amplivesiculatum</i>    | -      | -     | -        | 1.1       | 0.3      | 0.5  |