



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



FAUNA ASOCIADA A MANTOS DE *Sargassum*
(OCHROPHYTA: FUCALES) EN EL SAUZOSO,
BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO
DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN
MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA

ALVIN NOÉ SUÁREZ CASTILLO

LA PAZ, B.C.S., DICIEMBRE DE 2008



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 01 del mes de Diciembre del 2008 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"FAUNA ASOCIADA A MANTOS DE *Sargassum* (OCHROPHYTA: FUCALES)
EN EL SAUZOSO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Presentada por el alumno:

SUÁREZ
Apellido paterno

CASTILLO
materno

ALVÍN NOÉ
nombre(s)

Con registro:

B	0	6	1	1	3	9
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

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

Director de tesis
PRIMER VOCAL

DR. GUSTAVO HERNÁNDEZ CARMONA

PRESIDENTE

MC. GUSTAVO DE LA CRUZ AGÜERO

SECRETARIO

MC. YOLOXOCHITL E. RODRÍGUEZ MONTESINOS

SEGUNDO VOCAL

DR. RAFAEL RÍOSMENA RODRÍGUEZ

TERCER VOCAL

DR. PABLO DEL MONTE LUNA

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



IPN
CICIMAR
DIRECCION



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 10 del mes Noviembre del año 2008, el (la) que suscribe ALVIN NOÉ SUÁREZ CASTILLO alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro B061139 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DR. GUSTAVO HERNÁNDEZ CARMONA y cede los derechos del trabajo titulado: "FAUNA ASOCIADA A MANTOS DE *Sargassum* (OCHROPHYTA: FUCALES)
EN EL SAUZOSO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO"
al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: protomono@hotmail.com - gcarmona@ipn.mx
Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

B.M. ALVIN NOÉ SUÁREZ CASTILLO

nombre y firma

A mis padres

Por dejarme volar y soñar

Por apoyarme para hacer realidad mis sueños

Por enseñarme a trabajar y

Por darme lo mejor de ustedes

AGRADECIMIENTOS

A mis hermanos (Gerardo y Walter), cuñadas (Isabel y Karen) y sobrinos (José Gerardo y Gael Alejandro) por brindarme su apoyo.

Al Dr. Gustavo Hernández Carmona por su dirección en la tesis, por creer en mi trabajo sin conocerme, por su apoyo en las salidas de campo y por brindarme su amistad.

Al Dr. Rafael Riosmena Rodríguez por brindarme su amistad, apoyo incondicional y conocimientos para ser mejor personal y profesionalmente.

Al comité tutorial de esta tesis y sinodales: Dr. Rafael Riosmena Rodríguez, Dr. Pablo del Monte Luna, MC. Yoloxochilt Rodríguez Montesinos, MC. Gustavo de la Cruz Agüero y MC. Dora Luz Arvizu Higuera.

Al CICIMAR y su plantilla de profesores por brindarme las herramientas necesarias para mi formación profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI), a la Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Quintana Roo (SEyC) y al Consejo Quintanarroense de Ciencia y Tecnología (COQCYT) por los apoyos económicos otorgados para el estudio de la maestría.

Al proyecto 20070752 “Epifauna asociada a los mantos del alga *Sargassum sinicola* y su actividad biológica” por el apoyo económico otorgado para la realización de esta tesis.

Al proyecto internacional NaGISA: *Sargassum* forest associated biodiversity from de Gulf of California, dirigido por el Dr. Rafael Riosmena Rodríguez de la UABCS, por el apoyo otorgado para la realización de los muestreos biológicos.

A la Dra. Ma. Dinorah Herrero Perezrul, Dr. Luis Moreno, MC. Esteban Félix Pico y Biól. Mar. Marco Medina López por la asesoría en la identificación de invertebrados.

Al Dr. José de la Cruz Agüero y MC. Ismael Mascareñas Osorio por la asesoría en la identificación de invertebrados.

Al CP. Humberto Ceseña Amador por su amistad.

A los integrantes del laboratorio de Químicas de Algas del CICIMAR y Botánica Marina de la UABCS por las facilidades otorgadas para el desarrollo de esta investigación.

A mis amigos que hicieron más divertida esta aventura.

A Natalia Espino por dejarme ser parte de tu vida y por ser como tú solo sabes ser.
Te quiero.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE TABLAS	vi
GLOSARIO	viii
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Generalidades	1
1.2. Descripción de la especie más abundante en la Bahía de La Paz	3
1.2.1. <i>Sargassum horridum</i> Setchell & Gardner	3
2. ANTECEDENTES	5
3. JUSTIFICACIÓN	8
4. ÁREA DE ESTUDIO	9
5. CAPÍTULO I.- EPIBIONTES ASOCIADOS A MANTOS DE <i>Sargassum</i>	14
5.1. OBJETIVOS	14
5.1.1. Objetivo general	14
5.1.2. Objetivos particulares	14
5.2. MATERIAL Y MÉTODOS	14
5.2.1. Trabajo de campo	14
5.2.2. Trabajo de laboratorio	15
5.2.3. Análisis de datos	16
5.2.3.1. Indicadores estructurales de la comunidad	16
5.2.3.2. Análisis de varianza	18
5.2.3.3. Relación entre los epibiontes y la dinámica poblacional de <i>Sargassum</i>	19
5.3. RESULTADOS	20
5.3.1. Riqueza biológica	20
5.3.2. Composición porcentual global de la abundancia	21
5.3.3. Abundancia global por taxa	23
5.3.4. Riqueza de especies	27

5.3.5. Abundancia promedio	29
5.3.6. Diversidad	32
5.3.7. Equidad	33
5.3.8. Dominancia	35
5.3.9. Relación entre los epibiontes y las variables morfométricas de <i>Sargassum</i>	37
5.4. DISCUSIÓN	42
5.5. CONCLUSIONES	51
6. CAPITULO II. MACROFAUNA ASOCIADA A MANTOS DE <i>Sargassum</i>	53
6.1. OBJETIVOS	53
6.1.1. Objetivo general	53
6.1.2. Objetivos particulares	53
6.2. MATERIAL Y MÉTODOS	54
6.2.1. Medición de parámetros ambientales	54
6.2.2. Trabajo de campo	54
6.2.2.1. Invertebrados epibénticos	54
6.2.2.2. Ictiofauna	56
6.2.2.3. Ta talla de <i>Sargassum</i>	56
6.2.3. Trabajo de laboratorio	56
6.2.3.1. Invertebrados epibénticos	56
6.2.3.2. Ictiofauna	57
6.2.4. Análisis de datos	57
6.2.4.1. Invertebrados epibénticos	57
6.2.4.2. Ictiofauna	59
6.2.4.3. <i>Sargassum</i>	60
6.3. RESULTADOS	60
6.3.1. Parámetros ambientales	60
6.3.2. Invertebrados epibénticos	62
6.3.2.1. Riqueza de invertebrados epibénticos	62
6.3.2.2. Composición porcentual global de la abundancia	62
6.3.2.2.1. Abundancia global por tipo de cuadrante: grupo control y	

tratamiento experimental.....	65
6.3.2.3. Composición porcentual global de la riqueza	66
6.3.2.3.1. Riqueza global por tipo de cuadrante: grupo control y tratamiento experimental.....	67
6.3.2.4. Riqueza de especies	68
6.3.2.5. Abundancia	70
6.3.2.6. Densidad promedio y dominancia	72
6.3.2.7. Diversidad	73
6.3.2.8. Relación temperatura – abundancia – talla de <i>Sargassum</i>	75
6.3.3. Ictiofauna	78
6.3.3.1. Riqueza de especies	78
6.3.3.2. Relación riqueza de especies – talla de <i>Sargassum</i>	82
6.4. DISCUSIÓN	84
6.5. CONCLUSIONES	91
9. RECOMENDACIONES	93
10. BIBLIOGRAFÍA	94
11. ANEXOS	111

ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

Figura 1. Fronda de <i>Sargassum horridum</i> . Los componentes son: 1) sujetador, 2) estipe, 3) caulines, 4) receptáculos, 5) aerocistos y 6) filoides. Tomado de Paul-Chávez (2005)	4
Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio “El Sauzoso”, localizada al oeste de la Bahía de La Paz	13

CAPITULO I

Figura 1. Composición porcentual del número de individuos de los phyla que componen la comunidad de epibiontes asociados a <i>Sargassum</i> en El Sauzoso, BCS.	22
Figura 2. Composición porcentual del número de individuos de los taxa que componen la comunidad de epibiontes asociados a <i>Sargassum</i> en El Sauzoso, BCS.	23
Figura 3. Variación mensual de la riqueza de especies de epibiontes asociados a los mantos de <i>Sargassum</i> en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es septiembre de 2000-agosto de 2001. Media (■); error estándar (líneas verticales)	28
Figura 4. Variación espacial de la riqueza de especies de epibiontes asociados a los mantos de <i>Sargassum</i> en El Sauzoso, BCS. Los cuadrantes de muestreo se encontraban separados a una distancia aproximada de 20 m. Media (■); error estándar (líneas verticales)	29
Figura 5. Variación mensual de la abundancia (número de individuos) de epibiontes asociados a los mantos de <i>Sargassum</i> en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es septiembre de 2000-agosto de 2001. Media (■); error estándar (líneas verticales)	30
Figura 6. Variación espacial de la abundancia (número de individuos) de epibiontes asociados a los mantos de <i>Sargassum</i> en El Sauzoso, BCS. Los cuadrantes de muestreo se encontraban separados a una distancia	

aproximada de 20 m. Media (■); error estándar (líneas verticales)	31
Figura 7. Variación mensual del índice de Shannon-Wiener (H') de los epibiontes asociados a los mantos de <i>Sargassum</i> en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es septiembre de 2000-agosto de 2001. Media (■); error estándar (líneas verticales)	32
Figura 8. Variación espacial del índice de Shannon-Wiener (H') de los epibiontes asociados a los mantos de <i>Sargassum</i> en El Sauzoso, BCS. Los cuadrantes de muestreo se encontraban separados a una distancia aproximada de 20 m. Media (■); error estándar (líneas verticales)	33
Figura 9. Variación mensual del índice de Pielou (J') de los epibiontes asociados a los mantos de <i>Sargassum</i> en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es septiembre de 2000-agosto de 2001. Media (■); error estándar (líneas verticales)	34
Figura 10. Variación espacial del índice de Pielou (H') de los epibiontes asociados a los mantos de <i>Sargassum</i> en El Sauzoso, BCS. Los cuadrantes de muestreo se encontraban separados a una distancia aproximada de 20 m. Media (■); error estándar (líneas verticales)	35
Figura 11. Variación mensual de la biomasa (a) y talla de <i>Sargassum</i> (b), y de la abundancia total de epibiontes asociados a <i>Sargassum</i> en El Sauzoso, BCS. El Periodo base del ciclo es septiembre de 2000 - agosto de 2001	38
Figura 12. Variación estacional de la biomasa (a) y talla de <i>Sargassum</i> (b), y la riqueza específica promedio de especies de epibiontes asociados a <i>Sargassum</i> en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es septiembre de 2000-agosto de 2001	39
Figura 13. Curvas de regresión logística (a, c y d) y lineal entre la abundancia total y la riqueza específica promedio de epibiontes que habitan los talos de <i>Sargassum</i> y las variables morfométricas del talo (biomasa y talla): (a) abundancia de epibiontes-biomasa de <i>Sargassum</i> ; (b) abundancia de epibiontes-talla de <i>Sargassum</i> ; (c) riqueza específica de especies de epibiontes-biomasa de <i>Sargassum</i> ; (d) riqueza de especies-talla de <i>Sargassum</i>	41

CAPITULO II

<p>Figura 1. Variación mensual de la temperatura superficial del mar (TSM; ----) y salinidad; —) en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es abril de 2007 a agosto de 2008</p>	61
<p>Figura 2. Variación mensual de la concentración de nitritos (NO₂; —), nitratos (NO₃; ···) y fosfatos (PO₄; ---) en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es abril de 2007 a agosto de 2008.</p>	61
<p>Figura 3. Composición porcentual global por phyla de la abundancia de invertebrados epibénticos asociados a mantos de <i>Sargassum</i> en la localidad de El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es febrero a agosto 2008</p>	65
<p>Figura 4. Composición porcentual global por phyla de la abundancia de invertebrados epibénticos en el grupo control (con <i>Sargassum</i> y otras algas) y el tratamiento experimental (sin <i>Sargassum</i> y otras algas) dentro del manto de <i>Sargassum</i> en la localidad de El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es febrero a agosto de 2008</p>	66
<p>Figura 5. Composición porcentual global por phyla de la riqueza de invertebrados epibénticos asociados a mantos de <i>Sargassum</i> en la localidad de El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es febrero a agosto 2008</p>	67
<p>Figura 6. Composición porcentual global por phyla de la riqueza de invertebrados epibénticos en el grupo control (con <i>Sargassum</i> y otras algas) y el tratamiento experimental (sin <i>Sargassum</i> y otras algas) dentro del manto de <i>Sargassum</i> en la localidad de El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es febrero a agosto de 2008</p>	68
<p>Figura 7. Comparación de la riqueza específica promedio de invertebrados epibénticos en los dos diferentes tipos de cuadrante: tratamiento experimental y cuadrante control. Media (■); error estándar (líneas verticales)</p>	69
<p>Figura 8. Comparación del patrón de variación mensual de la riqueza específica de invertebrados epibénticos en los dos diferentes tipos de cuadrantes: tratamiento experimental y grupo control. Media (■); error estándar (líneas verticales); F: febrero; Ma: marzo; Ab: abril; My: mayo; Jn: junio; Jl: julio; Ag: agosto; 1a: 1ª quincena; 2a: 2ª quincena</p>	70

Figura 9. Comparación de la abundancia promedio de invertebrados epibénticos en los dos diferentes tipos de cuadrante: tratamiento experimental y cuadrante control. Media (■); error estándar (líneas verticales)	71
Figura 10. Comparación del patrón de variación mensual de la abundancia de invertebrados epibénticos en los dos diferentes tipos de cuadrantes: tratamiento experimental y grupo control. Media (■); error estándar (líneas verticales); F: febrero; Ma: marzo; Ab: abril; My: mayo; Jn: junio; Jl: julio; Ag: agosto; 1a: 1ª quincena; 2a: 2ª quincena	72
Figura 11. Comparación de la diversidad promedio de invertebrados epibénticos en los dos diferentes tipos de cuadrante: tratamiento experimental y grupo control. Media (■); error estándar (líneas verticales)	74
Figura 12. Comparación del patrón de variación mensual de la diversidad de invertebrados epibénticos en los dos diferentes tipos de cuadrantes: tratamiento experimental y grupo control. Media (■); error estándar (líneas verticales); F: febrero; Ma: marzo; Ab: abril; My: mayo; Jn: junio; Jl: julio; Ag: agosto; 1a: 1ª quincena; 2a: 2ª quincena	75
Figura 13. A. Variación de la temperatura promedio dentro del manto de <i>Sargassum</i> y de la abundancia de invertebrados epibénticos durante las estaciones de muestreo. B. Variación de la talla promedio de <i>Sargassum</i> y la abundancia de invertebrados epibénticos dentro del grupo control durante las estaciones de muestreo. Media (●); desviación estándar (línea continua vertical); F, febrero; Ma: Marzo; Ab: Abril; My: mayo; Jn: junio; Jl: julio; Ag; agosto; 1a: 1ª quincena; 2a: 2ª quincena	77
Figura 14. Distribución de la riqueza específica de peces por familia observados en la localidad de El Sauzoso, BCS.	80
Figura 15. Distribución de la riqueza específica de peces por grupo funcional observados en la localidad de El Sauzoso, BCS. ZOOB = zoobentívoros; OMNI = Omnívoros; HERB = Herbívoros; PISCI = Piscívoros; ZOOP = Zooplanctívoros; OTER = Omnívoros territoriales; OPOR = Oportunistas	81
Figura 16. Variación mensual de la riqueza específica de especies ícticas en ausencia y presencia del manto de <i>Sargassum</i> en la localidad de El	

Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es agosto de 2007 a agosto de 2008 82

Figura 17. A: Variación mensual de la riqueza específica de especies ícticas en presencia de *Sargassum* y de la talla promedio de *Sargassum* dentro del manto en la localidad de El Sauzoso, BCS. B: relación entre el número de especies de peces y la talla promedio de *Sargassum*. Media (■); desviación estándar (líneas verticales). El periodo base del ciclo es marzo - agosto de 2008 83

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO I

Tabla 1. Lista sistemática de los taxa (negritas) que componen la comunidad de epibiontes asociados al manto de <i>Sargassum</i> en la localidad de El Sauzoso, BCS. Se ordenan filogenéticamente conforme a datos tomados en línea el 21 de septiembre del 2007 del Sistema de Información Taxonómica Integrado, http://www.itis.gov	20
Tabla 2. Variación mensual de la abundancia total (número de individuos totales) y abundancia relativa (entre paréntesis) de los taxa que componen la comunidad de epibiontes asociados al manto de <i>Sargassum</i> en la localidad de El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo de estudio es septiembre 2000 - agosto 2001	24
Tabla 3. Variación espacial de la abundancia total (número de individuos) y abundancia relativa (entre paréntesis) de los taxa que componen la comunidad de epibiontes asociados al manto de <i>Sargassum</i> en la localidad de El Sauzoso, BCS.	26
Tabla 4. Variación mensual de la abundancia total (número de individuos totales), abundancia promedio (número de individuos/n; n = 8 cuadrantes) ± desviación estándar	30
Tabla 5. Variación espacial de la abundancia total (número de individuos totales), abundancia promedio (número de individuos/n; n = 8 cuadrantes) ± desviación estándar	31
Tabla 6. Variación mensual del índice de valor biológico de Sanders (IVB) de los epibiontes asociados a mantos de <i>Sargassum</i> en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es septiembre de 2000 - agosto de 2001	36
Tabla 7. Variación espacial del índice de valor biológico de Sanders (IVB) de los epibiontes asociados a mantos de <i>Sargassum</i> en El Sauzoso, BCS. Los cuadrantes de muestreo se encontraban separados a una distancia aproximada de 20 m	37
Tabla 8. Coeficiente de correlación de Spearman de la relación mensual	

entre la abundancia total de epibiontes asociados a *Sargassum* y la biomasa y talla de *Sargassum*. En negritas se resaltan las correlaciones estadísticamente significativas. N = 10 meses 42

CAPITULO II

Tabla 1. Composición específica de invertebrados epibénticos presentes en el grupo control (CS, con *Sargassum* y otras algas) y tratamiento experimental (SS, sin *Sargassum* y otras algas) dentro del manto de *Sargassum* en la localidad de El Sauzoso, BCS. Se incluye el grupo funcional, la movilidad de la especie, el grupo funcional trófico y su importancia. El periodo base del estudio es de febrero a agosto de 2008 63

Tabla 2. Composición específica de la ictiofauna en presencia (CS, con *Sargassum*) y ausencia del manto de *Sargassum* (SS, sin *Sargassum*) en la localidad de El Sauzoso, BCS. Se incluye el tipo, grupo funcional trófico y su importancia. El periodo base del estudio es de agosto de 2007 a agosto de 2008 78

GLOSARIO

Aerocisto. Estructura vegetativa que en su mayoría contiene gas nitrógeno en una vesícula, esta estructura llega a presentar extensiones foliares, espinas o mucrones.

Algas. Organismos vegetales acuáticos, unicelulares y multicelulares que integran el primer eslabón de la trama trófica en su biotopo, y que puede flotar libremente o permanecer fijos en un sustrato. Carecen de un auténtico sistema vascular.

Animales sésiles. Organismos que permanecen fijos en un sustrato durante la etapa adulta de sus vidas.

Bentónico. Dícese del animal o planta que habitualmente vive en contacto con el fondo del mar, aún cuando pueda separarse del mismo y flotar y nadar en el agua durante algún tiempo.

Biomasa. Medida cuantitativa de la materia viva por unidad de área, la cual generalmente se expresa en gramos por metro cuadrado.

Caulines. Estructura encargada de una reproducción vegetativa que puede dar origen a ramas o talos.

Comunidad. Conjunto de poblaciones de plantas y animales que viven e interactúan en un área o hábitat definido; unidad ecológica de diversos tamaños y grados de integración.

Conceptáculo. Cavidad especial donde se desarrollan los gametos.

Conspicuos. Especies de desplazamiento tridimensional amplio y gran movilidad o que para alimentarse frecuentan la columna de agua o que lo hacen directamente sobre el alga.

Correlación. La relación cuantitativa entre dos variables aleatorias.

Crípticos. Especies principalmente pequeñas, máximo diez centímetros, cuyo desplazamiento espacial es mínimo y permanecen ocultas casi todo el tiempo.

Criptostomáta. Cavidad abierta hacia la superficie que presenta vellosidades o parafises.

Densidad. Medida cuantitativa del número de individuos en la población, en relación a una unidad de espacio (área o volumen).

Detritívoro. Organismo que se alimentan del detritus.

Diversidad. Propiedad de una comunidad que expresa su grado de complejidad estructural. Esta propiedad se puede medir a través de diferentes índices que ponderan dos elementos básicos, el número de especies y su abundancia.

Dominancia. Condición en las comunidades donde una o más especies, por virtud de su número, cobertura o tamaño ejercen influencia considerable sobre las demás especies o controla las condiciones de su existencia.

Epibionte. Gr. epi bio (sobre la vida). Organismo que habita sobre otro organismo.

Epifauna. Organismos bentónicos que habitan sobre la superficie.

Equidad. La forma en que los individuos están distribuidos entre las especies.

Especie. Grupo de individuos que se cruzan entre si y su descendencia es fértil y además comparten características genotípicas y fenotípicas.

Estipe. Parte del talo que ayuda a la flexibilidad o rigidez del mismo, delimitado en la parte inferior por el sujetador y en la superior por la fronda.

Estolones. Talo de 15 cm a 17 cm de longitud con pocos filoides y aerocistos.

Filoides. Estructuras fotosintéticas con apariencia de hojas.

Filtrador. Organismo que se alimentan de elementos suspendidos en la columna de agua, ya sea fito o zooplancton o materia orgánica.

Fronda. Parte superior del talo, la cual está delimitada en su parte inferior por el estipe y en la parte superior por el ápice, en ella se encuentran los patrones de ramificación y define el tipo de talo.

Hábitat. El lugar o espacio físico que un animal o planta ocupa en la naturaleza.

Hapteroidal. Tipo de sujetador que presentan algunas macroalgas, el cual está compuesto por hápteros.

Hápteros. Prolongaciones del sujetador que crecen de la parte basal del estipe y que dejan marcas sobre él.

Herbívoro. Organismo que se alimentan exclusivamente de algas.

Ictiofauna. Fauna perteneciente al grupo de los peces.

Macrobentónicos. Organismos que tienen un tamaño superior a un milímetro.

Manto. Extensiones donde la cobertura algal se aproxima al 100 % con respecto a un área determinada, constituido por una sola especie (monoespecífico) o de varias especies (multiespecífico).

Monóico. Aquellos organismos donde las estructuras reproductivas (femeninas y masculinas) surgen de mismo individuo.

Nervadura. Costilla o costa presente en los filoides.

Omnívoro. Organismo que además de alimentarse de algas, incluyen en mayor o menor porcentaje, ciertos grupos de invertebrados que ingieren generalmente junto con las algas o algunos grupos sésiles.

Omnívoro territorial. Especies que concentran su actividad en un área bien definida y que en el caso de algunas defienden su territorio con agresividad.

Oportunista. Especie que explota casi cualquier recurso o modo de alimentación.

Parafisas. Filamentos hialinos no reproductivos que se encuentran dentro de los soros.

Piscívoro. Organismo juvenil o adulto pequeño que se alimenta indistintamente de invertebrados y peces, y cuando adultos se alimentan primordialmente de peces.

Pivotante. Organismos sésiles que se fijan de preferencia en superficies móviles.

Receptáculos. Puntas hinchadas de los talos en donde se localizan los conceptáculos.

Riqueza de especies. Número de especies que se encuentran en un área o momento determinado.

Sujetador. Parte del talo que sirve para el anclaje del mismo en el sustrato.

Talo. Unidad estructural de una macroalga compuesta por tres regiones potenciales (sujetador, estipe y fronda), integrado por células totipotenciales que no forman tejidos verdaderos, en la mayoría de los casos.

Taxa. El plural de taxón.

Taxón. Unidad taxonómica de cualquier jerarquía.

Trófico. Clasificación funcional de los organismos de una comunidad conforme a sus relaciones alimenticias.

Zoobentívoro. Organismo que se alimentan principalmente de invertebrados bentónicos y en algunos casos de peces.

Zooplanctívoro. Organismo que se alimentan del flujo planctónico ya sea directamente en la columna de agua o cerca del sustrato.

Referencias bibliográficas

Anónimo. 1991. *Breviario de términos y conceptos sobre ecología y protección ambiental*. 2ª Edición. Petróleos Mexicanos. 324 p.

Krebs, Ch. 1988. *Ecología: estudio de la distribución y abundancia*. Ed. Harla. 753 p.

RESUMEN

Los mantos de *Sargassum* tienen un importante papel ecológico en la zona intermareal y submareal, ya que ofrecen alimento directo o un hábitat para una gran diversidad de organismos. En el Golfo de California, los mantos algales de esta especie son considerados recursos potencialmente explotables debido a que las grandes biomásas que generan pueden ser empleadas como complemento alimenticio de animales, incluido el hombre, y para la extracción de polisacáridos (alginatos). Sin embargo, no existen estudios sobre las poblaciones asociadas a estos mantos. En el presente trabajo se estudió la comunidad de epibiontes y la macrofauna (invertebrados epibénticos e ictiofauna) asociada a *Sargassum* y sus cambios en función de la dinámica poblacional de *Sargassum* en la localidad de El Sauzoso, Bahía de La Paz, BCS. La composición y abundancia de epibiontes se estimó de septiembre de 2000 a agosto de 2001, los invertebrados epibénticos fueron cuantificados de febrero a marzo de 2008 y la ictiofauna de agosto de 2007 a agosto de 2008. Los resultados obtenidos fueron: 17 taxa de epibiontes, 54 especies de invertebrados epibénticos y 47 especies de peces. La estructura de la comunidad de epibiontes asociados a *Sargassum* presentó un patrón de variación durante el tiempo de muestreo acoplado a la dinámica poblacional de *Sargassum*. Los anfípodos fueron el taxa dominante durante el tiempo de estudio. Especialmente, la estructura de la comunidad no mostró un patrón de variación. Los taxa dominantes fueron anfípodos, copépodos y gasterópodos. A través de la correlación entre la abundancia y riqueza de las especies de epibiontes y las variables morfométricas del alga, así como la abundancia de cada taxón, permitió determinar el uso de *Sargassum* como hábitat por la comunidad de epibiontes. Por lo tanto, el desarrollo poblacional del alga influencia en la abundancia de epifitos. La alta abundancia y diversidad de la comunidad de invertebrados epibénticos en el grupo control (con *Sargassum* y otras algas) comparado con el tratamiento experimental (sin *Sargassum* y otras algas), así como la alta riqueza de la ictiofauna en presencia del manto de *Sargassum*, permitió determinar que en la mayoría de los meses la presencia del alga incrementa la complejidad del hábitat rocoso de la localidad de

estudio y favorece el incremento del número de especies y sus densidades. Aunque el número de especies y la abundancia promedio anual de invertebrados epibénticos no fue significativamente diferente en ambos tratamientos, la dominancia de las especies fue diferente durante el tiempo de estudio. Los invertebrados epibénticos más abundantes fueron *Tripneustes depressus*, *Balanus* sp., *Elysia diomedea*, *Eucidaris thouarsii*, *Porites panamensis*, *Bispira rugosa monterea* y una anémona no identificada (sp. 2). Estos resultados demuestran la importancia de *Sargassum* como un hábitat crítico para mantener la diversidad, así como de los cambios temporales de algunas comunidades y la excepcional diversidad de esta comunidad subtropical.

Palabras clave: comunidad, *Sargassum*, Bahía de La Paz, diversidad.

ABSTRACT

The *Sargassum* beds play an important ecological role in the intertidal and subtidal levels. They provide direct food or habitat for a large diversity of organisms. In the Gulf of California, the algae beds of this species are considered potentially harvestable resource, because their large biomass generated could be used for food supplement for animals, including the humans, and for polysaccharides extraction (i.e. alginates). However, there are not studies about the populations associated to these beds. In this research it was studied the community of epiphyte fauna, and the macrofauna (epibenthic invertebrates and fish) associated to *Sargassum*, and their changes as function of the population dynamics of *Sargassum* in the site named El Sauzoso, La Paz Bay, BCS. The composition and abundance of the epiphyte was estimated from September 2000 to August 2001. The epibenthic invertebrates were quantified from February to March 2008 and the fish from August 2007 to August 2008. The results obtained were: 17 taxa of epiphyte, 54 species of epibenthic invertebrates, and 47 species of fish. The community structure for the epiphyte associated to *Sargassum* showed a seasonal variation pattern coupled to the population dynamics of *Sargassum*. The amphipods were the dominant taxa during the study period. Spatially, the community structure did not show a significant seasonal variation pattern. The more abundant groups were amphipods, copepods, and gastropods. The correlation of the morphometric variables of the algae versus the abundance and richness of the epiphytes, and the abundance of each taxon, allowed determining that *Sargassum* was being used as habitat for the epiphytes community, and therefore the development of the algae population influenced the abundance of the epiphytes. The higher abundance of the epibenthic invertebrate community in the control group (with *Sargassum*, and other algae) versus the experimental group (without *Sargassum*, and other algae), as well as the higher richness of the fish in the control group, allowed to determined that in most of the months, the presence of the alga increased the complexity of the rocky habitat and favor the increase of the number of species. Although the average yearly number and richness of epibenthic

invertebrate species was not significantly different in both treatments, the dominance of species was different along the study period. The most abundant epibenthic invertebrate were *Tripneustes depressus*, *Balanus* sp., *Elysia diomedea*, *Eucidaris thouarsii*, *Porites panamensis*, *Bispira rugosa monterea*, one unidentified anemone (sp. 2). These results showed the importance of *Sargassum* as critical habitat to maintain the diversity, as well as the large temporal changes in some assemblages, and the exceptionally high diversity of this subtropical community.

Key words: community, *Sargassum*, La Paz Bay, diversity

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

Los seres vivos, plantas y animales, que viven en cualquier zona natural constituyen un conjunto en el cual cada individuo tolera las variaciones de su ambiente y satisface sus necesidades. De igual forma, una comunidad está influenciada por una gran variedad de factores físicos, químicos y biológicos que actúan simultáneamente y que determinan el establecimiento de grupos característicos de plantas y animales en todas las zonas habitables del mundo (Clarke, 1971).

El género *Sargassum* C. Agardh (División Ochrophyta, Orden Fucales; Graham y Wilcox, 2000) cuenta con más de 550 especies (Guiry y Guiry, 2008) distribuidas en los hemisferios norte y sur y en casi todos los océanos del mundo, con excepción del Ártico, por lo que incluye especies tropicales, subtropicales y templadas (Dawson, 1966; Bold y Wynne, 1985).

El género se caracteriza por presentar un talo diferenciado en sujetador, eje principal cilíndrico, filoides y aerocistos en la base de los filoides (Bold y Wynne, 1985; Graham y Wilcox, 2000). La forma es de tipo arbustiva; talo erecto; eje principal ramificado; aerocistos que pueden ser elípticos, esféricos, mucronados, con espinas o crestas; filoides serrados con criptostomas, simétricos o asimétricos, con nervadura o sin ella; y sujetador compacto y hapteroidal (Joly, 1964; Abbott y Huisman, 2004; Andrade-Sorcía, 2005). Estas estructuras pueden modificarse por la variación en espacio y tiempo de factores ambientales (Andrade-Sorcía, 2005). La plasticidad morfológica resultante ocasiona problemas en su clasificación taxonómica (Paul-Chávez, 2005).

Esta alga se ha establecido como un importante miembro de las comunidades costeras del mundo. Su capacidad de flotación otorgada por los aerocistos le ha permitido dispersarse a nuevas áreas y una vez asentada, puede extenderse o esparcirse rápidamente gracias a su rápida tasa de crecimiento, su fertilidad en el primer año y a sus diferentes vías reproductivas (sexual y asexual; Riosmena-Rodríguez *et al.*, 1991; Espinoza-Avalos, 1993a; Graham y Wilcox, 2000). Las

especies del género llegan a ocupar una gran variedad de hábitats en la zona intermareal y submareal sobre el sustrato rocoso, afloramientos volcánicos, sustrato pedregoso, rocas de coral, arrecifes de coquina, en sitios de depositación de material terrígeno, fondos de arena-concha (Sánchez-Rodríguez y Cervantes-Duarte, 1999), sustratos fangosos o flotando libremente (Galli-Oliver y García-Domínguez, 1982), como ocurre en el Mar de los Sargazos (Giver, 1999; Graham y Wilcox, 2000).

El género *Sargassum* en México esta bien representado en las costas del Golfo de México, Mar Caribe y en el litoral del Océano Pacífico; se encuentra en las costas de Nayarit, Jalisco y Zihuatanejo y a lo largo de ambas costas de la Península de Baja California (Fajardo-León, 1994).

En el Golfo de California las especies del género *Sargassum* son el componente más conspicuo de la ficoflora (Rivera, 2003). Dominan en cobertura y biomasa sobre otras especies de algas (Hernández-Carmona *et al.*, 1990; Muñeton-Gómez y Hernández-Carmona, 1993), formando mantos que van desde unos metros a varias hectáreas (Hernández-Carmona *et al.*, 1990; Paul-Chávez, 2005). Hernández-Carmona *et al.* (1990) reportaron 33 mantos en la Bahía de La Paz, con un área total de 194 hectáreas y una biomasa total de 18,901 ± 928 toneladas de peso húmedo. Casas-Valdez *et al.* (1993) reportaron 25 mantos en Bahía Concepción, cubriendo un área total de 212 hectáreas y una biomasa total de 7,251 ± 530 toneladas. Pacheco-Ruiz *et al.* (1998) reportaron 22 mantos desde San Luis Gonzaga, BCN. a Santa Rosalia, BCS. con un área total de 1,113 hectáreas y una biomasa total de 154,559 ± 16,139 toneladas.

Las especies que conforman los mantos a lo largo de las costas del Golfo de California son *S. johnstonii* (Pacheco-Ruiz *et al.*, 1998), *S. herporhizum*, *S. lapazeanum*, *S. sinicola* (Casas-Valdez *et al.*, 1993; Nuñez-López y Casas-Valdez, 1996, 1997; Pacheco-Ruiz *et al.*, 1998) y *S. horridum* (Muñeton-Gómez y Hernández-Carmona, 1993), siendo las tres últimas especies las que conforman los mantos en la Bahía de La Paz (Fajardo-León, 1994). Sin embargo, con el trabajo de Paul-Chávez (2005) sobre la taxonomía del complejo sinicola del suroeste del Golfo de California, se puede decir que los mantos del golfo en general y de la Bahía de La

Paz en particular, se componen de cuatro y dos especies, respectivamente, ya que esta autora concluye que *S. sinicola* es la misma especie que *S. horridum*.

En la Bahía de La Paz *S. horridum* es la especie más común de sargazo, representando un 96% de espacio y abundancia del género, contra el 4% de *S. lapazeanum* (Fajardo-León, 1994). Esta primera especie es la formadora de bosques en arrecifes rocosos del submareal superior que llegan a sobresalir de la superficie del mar (Readdie *et al.*, 2006), mientras que *S. lapazeanum* lo hace en la zona intermareal baja y en la zona submareal poco profunda (Rivera y Scrosati, 2008).

1.2. Descripción de la especie más abundante en la Bahía de La Paz

1.2.1. *Sargassum horridum* Setchell & Gardner

Esta especie se distribuye a lo largo de todo el noroeste del Pacífico Mexicano y Golfo de California (Paul-Chávez, 2005). Se le encuentra en la zona intermareal medio a submareal superior, en rocas (Readdie *et al.*, 2006). El talo presenta frondas que pueden rebasar los 5 m de longitud (observación personal). Presenta un sujetador de forma discoidal a cónica, pasando por sujetadores con prolongaciones llamadas hápteros. Estas prolongaciones se observan creciendo en la parte basal del estipe dejando marcas sobre éste. El estipe presenta varias marcas (0-18), mide de 1cm - 5 cm de longitud y continúa hacia la parte apical, convirtiéndose después en el eje principal de la fronda del que crecen las ramas secundarias, aerocistos, filoides y receptáculos. El número de ramas varía de un talo a otro (1-5), con un promedio de 3 por talo. En el estipe también pueden encontrarse los caulines, estructuras relacionadas con la reproducción vegetativa. Los filoides simétricos tienen nervadura completa y criptostomas, que son hendiduras en la parte superficial del filoide donde se encuentra parafises. Los aerocistos son cilíndricos. Los receptáculos pueden o no presentar márgenes dentados que miden 5 mm - 10 mm de largo por 1.5 mm a 3 mm de diámetro en promedio. Las ramas pueden tener un pedúnculo propio o compartirlo con los aerocistos, por lo que presenta receptáculos cortos y anchos o largos y delgados. Ya que se observan receptáculos femeninos y

masculinos la especie puede considerarse como monóica (Figura 1; Paul-Chávez, 2005).

La población se considera “seudoperene” ya que se comporta como una sola cohorte independiente de la edad de los talos, con una densidad casi constante, y con máximos de biomasa de marzo a junio y mínimos de julio a enero. La mortalidad tiene el mismo comportamiento que la densidad, aunque con un incremento durante la temporada de baja biomasa y una disminución hacia la temporada de máxima biomasa. El reclutamiento ocurre todo el año de manera casi constante, teniendo un ligero incremento en la temporada de mínima biomasa. Durante la temporada de máxima biomasa ocurre un incremento en el peso individual, en la tasa de crecimiento y en la generación de estructuras como los filoides, aerocistos y caulines. En la temporada de mínima biomasa se encuentran talos que miden 15 cm a 17 cm en promedio (estolones), con pocos filoides, sin aerocistos, con un incremento lento en talla, con una disminución en peso por la fragmentación de las ramas y la no generación de más ramas (Paul-Chávez, 2005).



Figura 1. Fronda de *Sargassum horridum*. Los componentes son: 1) sujetador, 2) estipe, 3) caulines, 4) receptáculos, 5) aerocistos y 6) filoides. Tomado de Paul-Chávez (2005).

2. ANTECEDENTES

Varios países en el mundo han reconocido la importancia económica de algunas de las especies del género *Sargassum*. Su uso se ha reportado en la medicina tradicional (Istini *et al.*, 1998; Lewmanomont, 1998; Quang y Huu, 1998), como fuente de minerales, para el control de contaminación por metales pesados (Trono Jr., 1998) y alimento (Hyun, 1998; Istini *et al.*, 1998; Lewmanomont, 1998; Lipkin y Friedlander, 1998; Phang, 1998; Quang y Huu, 1998; Trono Jr., 1998). También se han utilizado como fertilizantes (Trono Jr., 1998; Quang y Huu, 1998) y para la extracción de ácido algínico y sus sales derivadas (Hernández-Carmona, 1985; Istini *et al.*, 1998; Mairh *et al.*, 1998; Quang y Huu, 1998; Soe-Htun, 1998; Trono Jr., 1998; Wu, 1998).

En otros países también se consideran como recursos explotables o potenciales, al formar mantos que generan importantes cantidades de biomasa (Bandeira, 1998; Critchley *et al.*, 1998; Mshigeni, 1998; Oliveira, 1998; Oyieke, 1998; Robledo, 1998; Hernández-Garibay *et al.*, 2006; Zertuche-González *et al.*, 2006). En México se han llevado a cabo estudios sobre el potencial económico de las especies de *Sargassum*. En el Golfo de California, los estudios se han centrado en determinar el potencial de este tipo de alga para ser utilizado por la industria, sobre la base de la magnitud de la biomasa existente (Hernández-Carmona *et al.*, 1990; Casas-Valdez *et al.*, 1993; Núñez-López y Casas-Valdez, 1997; Pacheco-Ruiz *et al.*, 1998). Se usa como alimento para el ser humano (Carrillo-Domínguez *et al.*, 2002), complemento alimenticio para animales (Marín *et al.*, 2003; Casas-Valdez *et al.*, 2006a, b), fuente de compuestos bioactivos (Castro-Reyes, 1997), para la producción de alginato (contenido y viscosidad; Hernández-Carmona, 1985; Pérez-Reyes, 1997; Yabur, 2005) aplicable en diferentes campos de la industria (p. ej. farmacéutica, papelera; Pérez-Reyes, 1997), en el tratamiento de aguas residuales y como promotores en el crecimiento de plantas (Yabur-Pacheco, 2005).

Desde el punto de vista ecológico, se ha reconocido que las comunidades vegetales son de vital importancia en el establecimiento y desarrollo de las especies

asociadas a ellas. La mayoría de las especies de *Sargassum* al ser elementos importantes de la zona intermareal y submareal en el Golfo de California, pueden considerarse como sistemas ecológicos equivalentes a los bosques del alga gigante *Macrocystis pyrifera* (Gustavo Hernández, CICIMAR-IPN; com. pers.) o a los bosques de laminariales en otras latitudes (Rivera, 2003; Paul-Chávez, 2005).

El conocimiento que se tiene sobre la fauna asociada a grupos vegetales se ha dirigido principalmente hacia las praderas de pastos marinos (García-Ríos, 1990; Ibarra-Ovando y Ríos, 1993), bosques de mangle (González, 1995), algas coralinas (Foster *et al.*, 2007), y sujetadores y frondas de algas cafés (ej. *Macrocystis*, *Lessonia* y *Laminaria*; Vásquez y Santelices, 1984). A nivel mundial, los estudios sobre la fauna asociada a las especies del género *Sargassum*, se han realizado sobre algunas especies pelágicas que habitan el “Mar de los Sargazos” (Dooley, 1972; Coston-Clements *et al.*, 1991; Connolly, 2004), especies bentónicas invasoras (Viejo, 1999; Wernberg *et al.*, 2004) o sobre especies nativas que forman mantos característicos de algunas zonas costeras (Wakabara *et al.*, 1983; Martin-Smith, 1994; Tanaka y Leite, 2003; Leite y Turra, 2003).

Para el Golfo de California este conocimiento es incipiente. Este hecho reside en que los trabajos se han dirigido hacia el conocimiento de *Sargassum* como organismo (autoecología) sin considerar la importancia de éste en el ambiente marino. Se han realizado trabajos sobre su variación en talla, reproducción (McCourt, 1984, 1985; Espinoza-Avalos y Rodríguez-Garza, 1985; Espinoza y Rodríguez, 1987, 1989; Muñeton-Gómez, 1989; Espinoza, 1990), fenología, ecología (Espinoza-Avalos y Rodríguez-Garza, 1985; Rocha-Ramírez y Siqueiros-Beltrones, 1990; Muñeton-Gómez y Hernández-Carmona, 1993; Nuñez-López y Casas-Valdez, 1996), taxonomía (Andrade-Sorcía, 2005; Paul-Chávez, 2005) y dinámica poblacional (Rivera, 2003; Paul-Chávez, 2005; Rivera y Scrosati, 2006, 2008). También se han centrado en determinar el potencial de explotación del género para ser utilizado por la industria (Castro-Reyes, 1997; Marín *et al.*, 2003; Yabur-Pacheco, 2005; Casas-Valdez *et al.*, 2006a, b).

Existen trabajos sobre la fauna asociada a *Sargassum* en algunos sitios de la Península de Baja California. Brusca y colaboradores (inédito) estudiaron la

estacionalidad y dinámica poblacional de crustáceos isópodos asociados a *Sargassum sinicola* en el norte de la península. Galli-Olivier y García-Domínguez (1982) estudiaron la dispersión de material orgánico e inorgánico de *S. sinicola* dentro de la Bahía de La Paz. Sánchez-Rodríguez y Hernández-Carmona (1998) evaluaron el efecto de la acción de tres invertebrados herbívoros sobre el desarrollo de la población de *S. sinicola* en Bahía Magdalena. Aburto-Oropeza y colaboradores (2007) evaluaron la importancia de los mantos de *Sargassum* sobre el reclutamiento de la cabrilla *Mycteroperca rosacea*. Foster y colaboradores (2007) evaluaron la contribución relativa de *Lithothamnion muelleri* en la diversidad de macroorganismos de una comunidad también dominada por *S. horridum* en Bahía Concepción. Blancas-Gallangos (2008) determinó las esponjas asociadas a *Sargassum* y la abundancia de la interacción *Sargassum*/esponja en la Bahía de La Paz.

El presente trabajo pretende describir la fauna asociada a los mantos de *Sargassum* en El Sauzoso, que son representativos de la Bahía de La Paz, Baja California Sur.

3. JUSTIFICACIÓN

El potencial económico de la Península de Baja California Sur depende significativamente de los recursos biológicos de la zona costera. Por lo tanto, para preservar los rasgos únicos de paisaje natural de la región y como una de las medidas para evitar la sobreexplotación y pérdida de biodiversidad, el desarrollo de esta zona y la conservación de sus recursos, deben ser coherentes con el concepto de manejo sustentable.

Si bien es cierto que *Sargassum* forma mantos extensos en el estado de Baja California Sur, también es cierto que existen pocos estudios sobre la comprensión de las poblaciones que la conforman, la interacción entre especies y los factores que regulan la dinámica de los mantos. En este trabajo se describe la estructura comunitaria de la fauna asociada a *Sargassum* en El Sauzoso, BCS., sus cambios en función de la interacción con los mantos de *Sargassum* y se examina su papel como hábitat en el ambiente marino.

4. ÁREA DE ESTUDIO

La Bahía de La Paz es una entrada amplia de agua de mar ubicada en la parte suroriental de la Península de Baja California, México (Álvarez-Arellano *et al.*, 1997; Jiménez-Illescas *et al.*, 1997). Su longitud es de 90 km y su ancho de 60 km, con un área de aproximadamente 4,500 km² (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997). Tiene forma semielíptica con su eje mayor orientado en dirección nornoroeste-sursureste. Está limitada hacia el oeste y sur por tierra firme y, hacia el norte y oriente el Golfo de California y las islas Espíritu Santo y Partida (Álvarez-Arellano *et al.*, 1997). La bahía tiene dos bocas que la comunican libremente con las aguas del golfo: al noroeste una boca principal ubicada entre Punta de Mechudo y el extremo norte de Isla Partida (Los Islotes, conocido comúnmente como La Lobera); al este una boca secundaria (Canal San Lorenzo) ubicada entre el extremo sur de Isla Espíritu Santo y El Pulguero (Álvarez-Arellano *et al.*, 1997; Jiménez-Illescas *et al.*, 1997).

En la parte sureste de la bahía se ha desarrollado una laguna costera (Ensenada de La Paz) somera protegida de mar abierto por una barrera arenosa (denominada El Mogote). En la costa sur del canal que conduce a dicha laguna se encuentra el puerto de La Paz, capital del estado de Baja California Sur (Álvarez-Arellano *et al.*, 1997; Jiménez-Illescas *et al.*, 1997; Salinas-González, 2000). Hacia la laguna desembocan los principales arroyos de la región. Esta laguna se comunica permanentemente con las aguas de la bahía a través de un canal que se forma entre la barrera arenosa y la costa sur de la bahía (Álvarez-Arellano *et al.*, 1997).

Al norte y sur de la bahía se han identificado zonas de surgencias (Álvarez-Arellano *et al.*, 1997). Álvarez-Arellano y Murillo-Jiménez (1989) citado por Álvarez-Arellano *et al.* (1997) proponen un modelo con tres cuerpos de agua, uno del Canal San Lorenzo caracterizado por una gran variabilidad de los parámetros hidrológicos (salinidad, temperatura y oxígeno disuelto) y una intensa mezcla producida por las corrientes de marea en dicho canal; otro cuerpo de agua en el noroeste de la bahía con las condiciones más estables de los parámetros hidrológicos, lo que sugiere una gran influencia de las aguas del Golfo de California que se introducen por la amplia

boca del norte de la bahía, y el tercero, un cuerpo de agua transicional que se genera en el contacto de los dos anteriores.

El relieve submarino se caracteriza por tener plataformas y taludes continentales estrechos y de poco desarrollo. Las pendientes pronunciadas son rasgos frecuentes en el fondo marino, suavizadas sólo en aquellos sitios con aporte considerable de sedimentos desde las áreas continentales contiguas, como lo es el caso del sur de la Bahía de La Paz. También se distinguen dos rasgos estructurales del fondo de la bahía: una falla en la parte central con dirección suroeste a partir del extremo norte de la isla La Partida y un alineamiento de montes submarinos denominados “Bajos más allá del Espíritu Santo” (Álvarez-Arellano *et al.*, 1997).

La batimetría de la mitad noroeste de la bahía indica una región profunda (400 m) separada por un umbral suave en la boca grande (250 m). Hacia el sur disminuye la profundidad gradualmente hasta llegar a una parte somera con pendiente suave y playas extensas (Álvarez-Arellano *et al.*, 1997; Jiménez-Illescas *et al.*, 1997), constituidas de sedimentos aluviales en donde más de la mitad de la línea de costa es de sustrato rocoso. En la parte norte de la bahía se encuentra la mayor cantidad de playas rocosas, a diferencia de la parte sur, cuyas playas son arenosas (Diosdado-Anaya, 2006). La profundidad máxima del canal San Lorenzo es de 19 m (Álvarez-Arellano *et al.*, 1997; Jiménez-Illescas *et al.*, 1997) y la de la Ensenada de La Paz es de 8 m (Salinas-González, 2000).

Tres patrones de viento se han identificado en la bahía: los vientos del noroeste (“Coromuel”), vientos del norte (“Nortes”) y del sureste (“Coyas”; Jiménez-Illescas *et al.*, 1997). De noviembre a mayo, los vientos soplan por la mañana del noroeste y después del crepúsculo cambian a vientos del sur; el resto del año dominan los vientos del sureste y del suroeste. Las calmas son frecuentes durante primavera y verano (Obeso-Nieblas, 2003). El viento medio es proveniente del noroeste con una magnitud de $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y los vientos extremos provenientes del norte pueden alcanzar los $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997). Además de los vientos, en la región prevalece un fenómeno de “brisa” (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997; Salinas-González, 2000; Obeso-Nieblas, 2003), producto de la diferencia de la disipación de la energía en la frontera mar-tierra, que ocasiona cambios diurnos del viento

(dirección e intensidad) y una disminución notoria de la temperatura (Obeso-Nieblas, 2003).

La radiación máxima en la bahía y sus alrededores se da al finalizar el verano y la mínima al inicio del invierno (Obeso-Nieblas, 2003).

La distribución espacial y temporal de temperatura, salinidad y densidad superficiales en la bahía es muy homogénea. Prácticamente no hay variación horizontal de la temperatura del agua y en la vertical varía desde 20 °C en la superficie hasta 10 °C en el fondo. Bernal *et al.* (2001) citado por Martínez-Flores *et al.* (2006), determinaron que el ciclo anual de la temperatura superficial del mar presenta dos estaciones bien definidas relacionadas con el patrón estacional de vientos. Durante invierno-primavera, los menores niveles de insolación y la influencia de los vientos del noroeste son los causantes del enfriamiento de las aguas superficiales que pueden alcanzar sus mínimos anuales (21 °C - 24 °C), mientras que las temperaturas más elevadas se registran durante verano a otoño (27 °C - 31 °C), cuando la insolación es mayor y vientos más débiles del sureste, acarrear por advección aguas más cálidas del trópico hacia el golfo. Este mismo autor, considera una temperatura de 25 °C como el punto medio entre ambas condiciones y que las fluctuaciones diurnas de las temperatura superficial presentan diferencias por la época del año. Martínez-Flores *et al.* (2006) reporta el mismo patrón de variabilidad de la temperatura superficial del mar durante el ciclo anual, pero encontró una diferencia en el mes de máxima temperatura (septiembre con 30 °C) y otra en el mes de octubre con la mayor desviación estándar (3 °C) no reportada anteriormente.

Los datos de salinidad son menos abundantes en la zona. Jiménez-Illescas *et al.* (1997), mencionan que la salinidad se comporta de una manera similar a la temperatura, mostrando una diferencia de 1 ups (unidad práctica de salinidad). Obeso-Nieblas *et al.* (2004) citado por Martínez-Flores *et al.* (2006), reporta la misma homogeneidad de los valores de salinidad en un mismo año y una pequeña diferencia en los valores de salinidad entre años, encontrando salinidades entre los 35.1ups - 35.6 ups. Por otra parte, Jiménez-Illescas *et al.* (1997) citado por Diosdado-Anaya (2006) mencionan una salinidad promedio de 36 ups.

La columna de agua es estable en toda la bahía, excepto en la parte que está cerca de la comunicación entre la bahía y la laguna costera (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997).

Las velocidades máximas por marea se encuentran en el Canal de la Ensenada de La Paz, Canal San Lorenzo (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997) y en la parte norte de la isla La Partida, que funciona también como una canal de circulación (Obeso-Nieblas, 2003). Las corrientes de marea, la corriente residual por mareas y los vientos en las partes poco profundas y en los canales, son fuerzas de gran importancia que impulsan la dinámica de la bahía (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997; Obeso-Nieblas, 2003; Martínez-Flores *et al.*, 2006).

La marea dentro de la bahía depende de la co-oscilación de la marea del Golfo de California y ésta a su vez, de la del Océano Pacífico (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997). El régimen de marea es mixto predominantemente semidiurno (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997; Salinas-González, 2000). El reflujo que se encuentra entre la pleamar superior y la bajamar inferior es el más intenso. Esta característica es lo que hace que se mantengan sin azolve los canales de las lagunas costeras de dicho lugar (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997; Obeso-Nieblas, 2003).

La precipitación total anual (219 mm) es menor que la evaporación total anual (2387.2 mm; Secretaría de Marina, 1979 citado por González-Acosta, 1998), causando un aumento en la salinidad del mar. Esto se debe a que el aporte de agua dulce por los ríos y por los arroyos que desembocan en la bahía es prácticamente nulo o con volúmenes despreciables al presentarse sólo en época de huracanes (agosto-septiembre; Jiménez-Illescas *et al.*, 1997; Obeso-Nieblas, 2003).

El Sauzoso (Figura 2) es un sitio semiprotegido que se localiza al oeste de la Bahía de La Paz, entre los 24° 09.636' latitud norte y 110° 48.427' de longitud oeste, y que se caracteriza por tener surgencias moderadas y pendiente poco pronunciada (Cruz-Ayala *et al.*, 1998). En este sitio, se han reportado los valores máximos de biomasa de *Sargassum* (4154 g/0.25 m²) y mantos de extensiones variables (Hernández-Carmona *et al.*, 1990), puesto a que las zonas rocosas que se mantienen uniformes a lo largo de la costa (observación personal) son el sustrato

apropiado para el crecimiento del alga (Trono, 1998 citado por Cruz-Ayala *et al.*, 1998). La topografía es relativamente uniforme, con sustrato arenoso y rocoso, principalmente canto rodado y roca madre. Las rocas se pueden encontrar expuestas al oleaje y submareales, extendiéndose en una franja entre 10 m y 30 m de la costa. *S. horridum* y *S. lapazeanum* colonizan las partes cubiertas por roca pero también se presentan otras algas como *Padina*, *Ulva*, *Dyctiota*, *Spyridia* y *Caulerpa*, o bien, por zonas de coral (Andrade-Sorcía, 2005; Paul-Chávez, 2005).

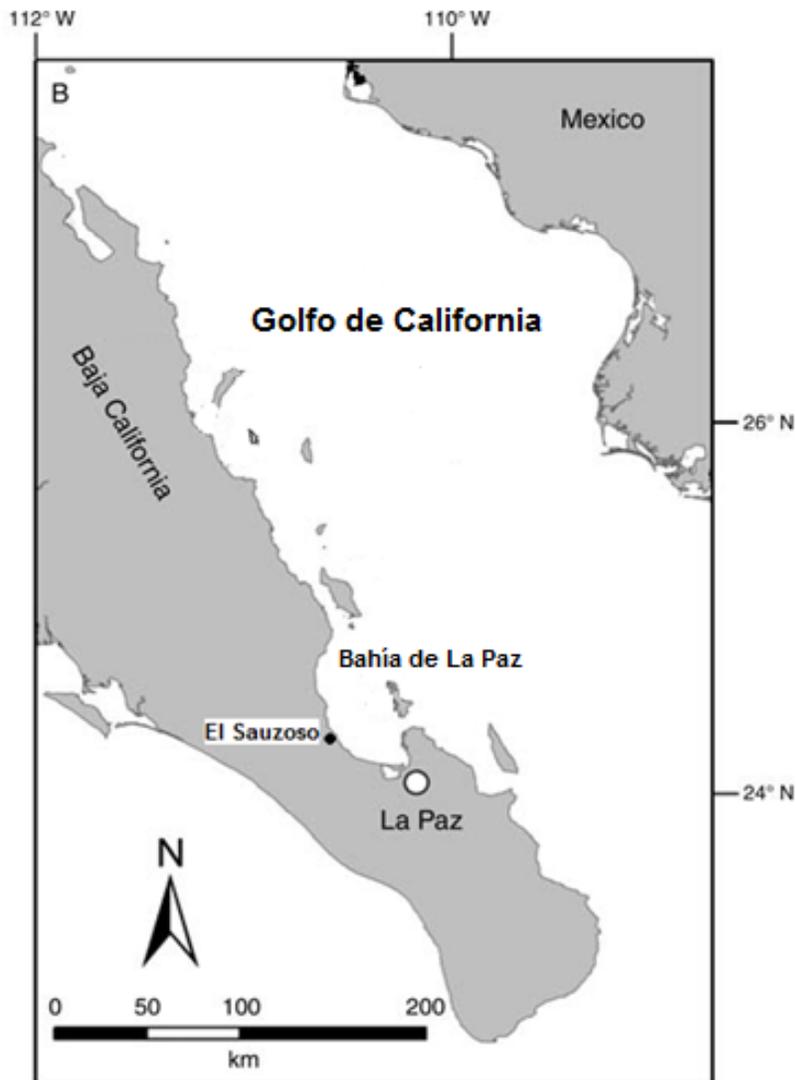


Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio “El Sauzoso”, localizada al oeste de la Bahía de La Paz.

5. CAPÍTULO I. EPIBIONTES ASOCIADOS A MANTOS DE *Sargassum*

5.1. OBJETIVOS

5.1.1. Objetivo general

Conocer la comunidad de epibiontes asociados a *Sargassum* y su variación espacio-temporal en función de la dinámica poblacional de *Sargassum* en El Sauzoso, Baja California Sur.

5.1.2. Objetivos particulares

- Obtener la composición taxonómica de los epibiontes asociados a los talos de *Sargassum*.
- Determinar el patrón de variación espacio-temporal de la comunidad de epibiontes asociados a talos de *Sargassum*.
- Analizar la estructura de la comunidad asociada a *Sargassum* mediante diversos índices ecológicos.
- Analizar la relación entre la abundancia de los epibiontes con la dinámica poblacional de *Sargassum*.
- Determinar algunos aspectos de la importancia ecológica de estos mantos algales y de sus componentes en la zona costera de El Sauzoso, BCS.

5.2. MATERIAL Y MÉTODOS

5.2.1. Trabajo de Campo

Se realizó un muestreo prospectivo con el fin de seleccionar el área en el que se realizaría la recoleta de talos *Sargassum*, tomando en consideración la dinámica y accesibilidad del lugar. Se eligió trabajar al norte del campo pesquero El Sauzoso.

Los muestreos se realizaron con el uso de equipo de buceo SCUBA con una frecuencia mensual de septiembre del 2000 a agosto del 2001, exceptuando octubre y diciembre por problemas logísticos o ambientales.

La recolecta de talos se realizo en ocho puntos fijos en el fondo marino entre las 9:00 am a 12:00 am mediante cuadrantes de 25 cm x 25 cm. Los puntos se establecieron colocando bases de cemento distribuidos en la parte media y a lo largo del manto de *Sargassum* (paralelo a la línea de costa), a una profundidad de 2 m a 2.5 m, espaciados 20 m el uno del otro y con boyas para su fácil ubicación.

Alrededor e inmediatos a la base de cemento, los talos presentes dentro del cuadrante se recolectaron desde el sujetador con una espátula metálica y se depositaron dentro de bolsas plásticas etiquetadas. Las muestras se fijaron con formol al 5 % para su transporte al laboratorio de Botánica Marina de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.

5.2.2. Trabajo de Laboratorio

Los organismos móviles se separaron de los talos mediante un proceso de agitación y filtración con agua dulce a través de una malla de 0.5 mm. Los organismos fijos fueron separados de los filoides y del estipe cuidadosamente con pinzas y agujas de disección. Todos los organismos extraídos se depositaron en viales rotulados con los datos de recolecta y se preservaron en alcohol al 70%, para después ser identificados y cuantificados. La identificación taxonómica de los individuos separados de *Sargassum*, al menor taxón posible, se realizó haciendo uso de los trabajos de Keen (1971), Smith y Carlton (1975), Brusca (1980), Salazar *et al.* (1988) y Hendrickx y Poutiers (1997).

5.2.3. Análisis de datos

5.2.3.1. Indicadores estructurales de la comunidad

Se realizó un análisis exploratorio con datos de abundancia espacio-temporal de la epifauna asociada a mantos de *Sargassum*, mediante diversos índices ecológicos con el fin de realizar comparaciones entre los cuadrantes y meses muestreados e identificar patrones que pudieran describir o caracterizar a esta comunidad.

Abundancia relativa

La abundancia relativa (P_i), mide las proporciones relativas con que participan las especies en un sitio (cuadrante o tiempo) de muestreo con respecto al total de los individuos de las demás especies de ese sitio (cuadrante o tiempo) y se emplea la siguiente fórmula:

$$P_{ij} = \frac{n_{ij}}{N}$$

Donde:

n_i = Número de organismos de la especie i .

N = Número total de organismos para todas las especies.

j = Estación de muestreo.

Riqueza de especies (S)

Se determinó calculando el número total de especies en la muestra (cuadrante y mes).

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')

La utilización de este índice deviene de la teoría de la información y es uno de los más ampliamente utilizados (Magurran, 1988). Los logaritmos con base 2 son

frecuentemente usados para el cálculo. Los valores de este índice son dependientes de la riqueza de especies (ej. número de especies) y de la equidad (distribución de la abundancia entre las especies; Clarke y Warwick, 2001). El índice tiene su escala de valores que van de cero a cinco, valores bajos de diversidad suponen una comunidad dominada por unas cuantas especies y valores altos son característicos de una comunidad poco dominada (Bravo-Nuñez, 1991 citado por González-Medina, 2004).

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i) \text{Log}_2(p_i)$$

Donde:

H' = Índice de diversidad en bits/individuo.

p_i = Proporción de la abundancia de la especie i (n_i) en la comunidad (N), es decir:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

S = Número de especies.

Índice de equidad de Pielou (J')

Este índice representa la forma en la que la abundancia está repartida entre las especies. Se basa en el cálculo de la proporción entre la diversidad observada y la diversidad máxima esperada. Un valor de equidad igual a uno indica que la diversidad de un área dada (H') ha alcanzado su máximo (H_{max}) y los individuos están repartidos en forma equitativa entre las especies; un valor cercano a cero, señala una equidad o uniformidad baja en la cual la mayoría de los individuos pertenecen a una misma especie.

$$J' = \frac{H'}{H_{\text{max}}} = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Donde:

H' = Diversidad ecológica observada

H_{maz} = Diversidad máxima = $\log_2 S$

S = Número total de especies.

Índice de valor biológico de Sanders (IVB)

El IVB incorpora información adicional a la abundancia para jerarquizar la posible importancia de las especies en la comunidad. Considera que la expresión de la abundancia depende de las condiciones particulares de cada hábitat, por lo que la importancia de las especies debe de ponderarse por la frecuencia, con lo que cada una de ellas ocupa una jerarquía de abundancia en el conjunto de estaciones (De la Cruz-Agüero, 1994).

Funciona asignándole un valor o rango de importancia a las especies de acuerdo a su abundancia en cada muestra, otorgándoles un puntaje (o puntos) de 10 a 1 de acuerdo a su magnitud de abundancia. Por ejemplo, la especie más abundante en la muestra adquiere un rango = 1 y se le asigna un puntaje de 10, la segunda especie en orden de abundancia, tiene un rango = 2 y un puntaje de 9 y así sucesivamente hasta llegar a la especie que ocupa el rango = 10 a la cual se le asigna un puntaje de 1. Después se suman los puntajes adquiridos por las especies en cada sitio o localidad y se ordenan en función del puntaje total; de esta manera se tienen a las especies más dominantes de la comunidad de acuerdo a su abundancia ponderada por la frecuencia de aparición (González-Medina, 2004).

5.2.3.2. Análisis de varianza

Una vez probados los supuestos de normalidad (Kolmogorov-Smirnof, $\alpha = 0.05$) y homocedasticidad (Levene, $\alpha = 0.05$), se realizaron análisis de varianza [ANDEVA; Nivel de Confianza (NC) = 95 %] de dos vías, para determinar diferencias significativas entre los valores de los cuadrantes de muestreo y entre los valores mensuales de diversidad y equidad. En los casos donde hubo diferencias significativas se aplicó una prueba de Tukey para determinar los cuadrantes o los meses donde se encontraban esas diferencias (Sokal y Rohlf, 1996; Zar, 1996).

Para identificar diferencias entre los cuadrantes de muestreo y entre los valores mensuales de abundancia y riqueza de especies, se llevaron a cabo ANDEVAS de dos vías no paramétricos (ANDEVA Kruskal-Wallis; NC = 95 %). En

los casos donde hubo diferencias significativas se realizaron comparaciones múltiples de los valores de p para conocer entre cuáles cuadrantes o meses se encontraban esas diferencias. Los datos de abundancia fueron transformados mediante $\text{Log}_{10}(x+1)$, con el fin de homogenizar y estabilizar la varianza de los datos de abundancia (Sokal y Rohlf, 1996; Zar, 1996).

5.2.3.3. Relación entre los epibiontes y la dinámica poblacional de *Sargassum*

Paul-Chávez (2005) en su estudio sobre la taxonomía y dinámica poblacional del complejo sinicola para el suroeste del Golfo de California, registro el cambio mensual en talla y biomasa para *Sargassum horridum* para el mismo tiempo y localidad de estudio, por lo que la información generada de su estudio junto con la abundancia y riqueza de las especies de epibiontes obtenida de este trabajo fueron utilizados para determinar la naturaleza de la relación entre estas variables mediante regresiones y correlaciones.

Para examinar la relación mensual entre la abundancia (número de individuos recolectados en los ocho cuadrantes de muestreo) y el número de especies (riqueza específica promedio) asociada a los mantos con la biomasa y talla de *Sargassum*, se utilizó un modelo de regresión lineal y uno logarítmico, ajustados mediante mínimos cuadrados (Sokal y Rohlf, 1996; Zar, 1996).

Para determinar el grado con el que varia mensualmente la abundancia total de cada uno de los taxa (número de individuos recolectados en los ocho cuadrantes de muestreo) con la biomasa y talla de *Sargassum* se calculó el coeficiente de correlación de Spearman para estimaciones no paramétricas (Sokal y Rohlf, 1996).

El cálculo de los índices ecológicos se hicieron por medio del programa ANACOM (De La Cruz Agüero, 1994) y Primer versión 5.2.8 (Clarke y Warwick, 2001) y, los ANDEVA, regresiones y correlaciones con Statistica versión 7 (StatSoft, Inc., 1984-2004).

5.3. RESULTADOS

5.3.1. Riqueza biológica

La comunidad de epibiontes asociados a los talos de *Sargassum* estuvo compuesta de 17 taxa, agrupados en 7 phyla (Tabla 1).

Tabla 1. Lista sistemática de los taxa (negritas) que componen la comunidad de epibiontes asociados al manto de *Sargassum* en la localidad de El Sauzoso, BCS. Se ordenan filogenéticamente conforme a datos tomados en línea el 21 de septiembre del 2007 del Sistema de Información Taxonómica Integrado, <http://www.itis.gov>.

Reino Animal

Phylum Arthropoda

Subphylum Crustacea

Clase Malacostraca

Subclase Eumalacostraca

Superorden Peracarida

Orden **Amphipoda**

Orden **Isopoda**

Orden **Tanaidacea**

Superorden Eucarida

Orden Decapoda

Suborden Pleocyemata

Infraorden **Brachyura**

Infraorden **Caridea**

Infraorden **Anomura**

Clase Maxillopoda

Subclase **Copepoda**

Subclase Thecostraca

Infraclase **Cirripedia**

Tabla 1. Continuación

Phylum Annelida

Clase **Polychaeta**

Phylum Mollusca

Clase **Gastropoda**

Clase **Bivalvia**

Phylum Cnidaria

Clase **Hydrozoa**

Phylum Echinodermata

Subphylum Eleutherozoa

Superclase Cryptosyringida

Clase **Ophiuroidea**

Clase **Holothuroidea**

Clase **Echinoidea**

Phylum Platyhelminthes

Clase **Turbellaria**

Phylum Ectoprocta

Clase **Gymnolaemata**

5.3.2. Composición porcentual global de la abundancia

En los 80 cuadrantes de 625 cm² muestreados durante todo el periodo de estudio, fueron cuantificados un total de 242,654 individuos habitando sobre los talos de *Sargassum*, que corresponden a un área total de 5 m². En cuanto a la abundancia por grupo (phyla), se determinó su composición porcentual quedando distribuida de la siguiente manera: los crustáceos representaron el mayor porcentaje (77%), seguido de los moluscos (16%), los platelmintos (4%) y el resto de los grupos por debajo del 1% (Figura 1). Sin embargo, al determinar la composición porcentual global con respecto a la abundancia de los 17 taxa, se determinó que los organismos más abundantes de la comunidad de epibiontes asociados a *Sargassum* (86%) fueron tres taxa pertenecientes a dos grupos (crustáceos y moluscos). De este

porcentaje, el orden Amphipoda representó poco más de la mitad. Los copépodos y gasterópodos fueron el segundo y tercer taxa en importancia en abundancia, respectivamente. Mientras que los taxa restantes contribuyeron con no más de 4.5% (Figura 2).

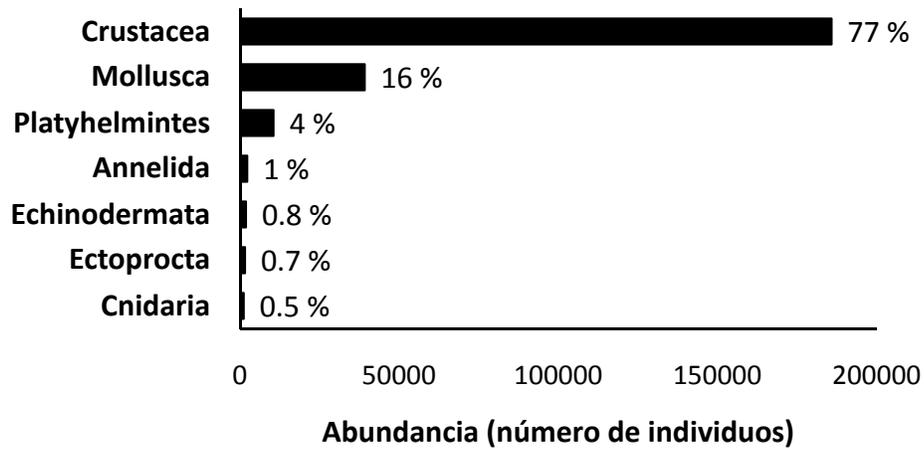


Figura 1. Composición porcentual del número de individuos de los phyla que componen la comunidad de epibiontes asociados a *Sargassum* en El Sauzoso, BCS.

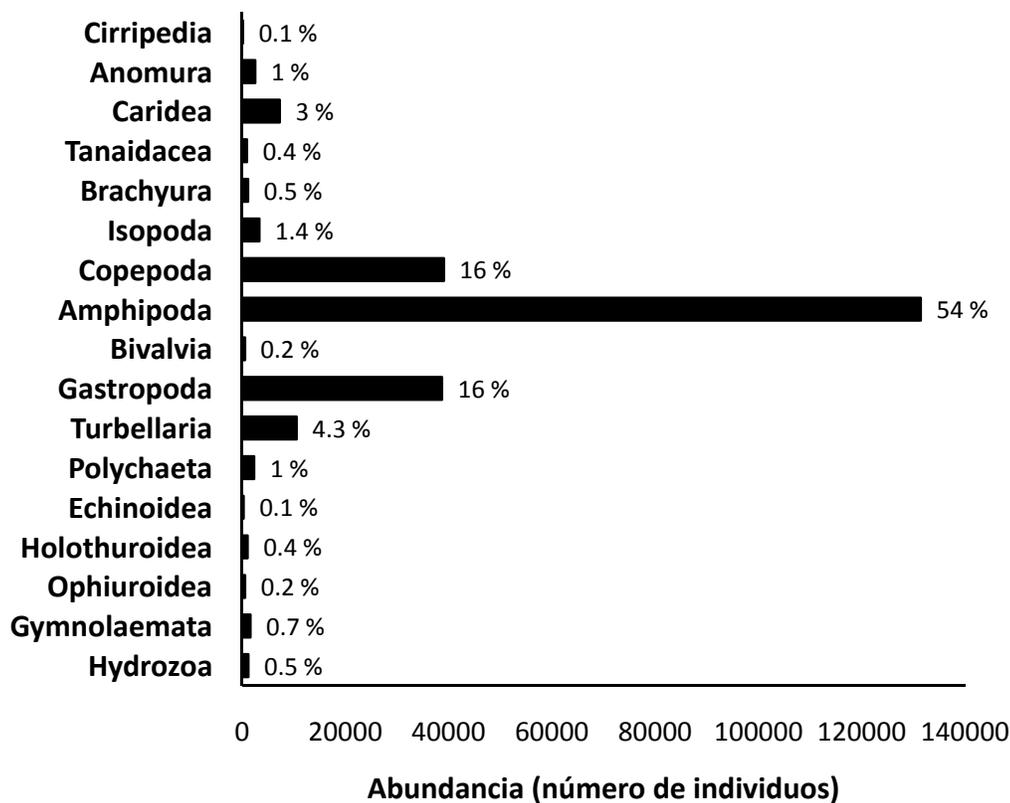


Figura 2. Composición porcentual del número de individuos de los taxa que componen la comunidad de epibiontes asociados a *Sargassum* en El Sauzoso, BCS.

5.3.3. Abundancia global por taxa

Los crustáceos fue el grupo faunístico más abundante de la comunidad asociada a los mantos de *Sargassum* durante el tiempo de estudio, con una abundancia relativa entre 68% a 83%. La abundancia relativa del resto de los grupos fue baja (< 22%; Tabla 2). Cuatro de los 17 grupos faunísticos asociados a *Sargassum* presentaron una frecuencia de aparición del 100% (anfípodos, copépodos, gasterópodos y tanaidaceos). Los anfípodos presentaron las mayores abundancias totales y abundancias relativas (36% a 60%). El grupo de los copépodos fue el segundo grupo más abundante en casi todo el periodo de estudio, excepto en los meses de febrero y marzo donde lo fue el grupo de los gasterópodos. Los catorce grupos restantes presentaron abundancias bajas comparadas con los tres grupos mencionados

anteriormente y sus valores máximos se presentaron entre los meses de febrero a junio. Los cirripedios fue el único grupo que se observó en seis de los diez meses de muestro (Tabla 2).

Tabla 2. Variación mensual de la abundancia total (número de individuos totales) y abundancia relativa (entre paréntesis) de los taxa que componen la comunidad de epibiontes asociados al manto de *Sargassum* en la localidad de El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo de estudio es septiembre 2000 - agosto 2001.

Taxón	S		N		E		F		M	
Crustacea	804	(68)	3288	(85)	11581	(73)	36815	(76)	48080	(75)
Amphipoda	491	(42)	2134	(55)	5730	(36)	29129	(60)	38655	(60)
Copepoda	192	(16)	819	(21)	4982	(31)	5698	(12)	6812	(11)
Isopoda	21	(2)	86	(2)	226	(1)	545	(1)	663	(1)
Brachyura	3	(0.3)	8	(0.2)	58	(0.4)	163	(0.3)	245	(0.4)
Tanaidacea	38	(3)	96	(2)	128	(0.8)	132	(0.3)	74	(0.1)
Caridea	9	(0.8)	53	(1)	257	(2)	546	(1)	1122	(2)
Anomura	50	(4)	92	(2)	200	(1)	597	(1)	493	(0.8)
Cirripedia	0	(0)	0	(0)	0	(0)	5	(0.01)	16	(0.02)
Mollusca	119	(10)	158	(4)	3542	(22)	10647	(22)	14253	(22)
Gastropoda	113	(10)	127	(3)	3493	(22)	10570	(22)	14152	(22)
Bivalvia	6	(0.5)	31	(0.8)	49	(0.3)	77	(0.2)	101	(0.2)
Platyhelminthes										
Turbellaria	24	(2)	47	(1)	116	(0.7)	455	(0.9)	948	(1)
Annelida										
Polychaeta	105	(9)	167	(4)	202	(1)	259	(0.5)	252	(0.4)
Echinodermata	63	(5)	63	(2)	188	(1)	238	(0.5)	318	(0.5)
Ophiuroidea	40	(3)	48	(1)	51	(0.3)	68	(0.1)	56	(0.09)
Holothuroidea	15	(1)	12	(0.3)	130	(0.8)	155	(0.3)	223	(0.3)
Echinoidea	8	(0.7)	3	(0.08)	7	(0.04)	15	(0.03)	39	(0.06)
Ectoprocta										
Gymnolaemata	47	(4)	105	(3)	163	(1)	134	(0.3)	174	(0.3)
Cnidaria										
Hydrozoa	19	(2)	52	(1)	80	(0.5)	144	(0.3)	175	(0.3)

Tabla 2. Continuación

Taxón	A	M	J	J	A
Crustacea	41492 (78)	22840 (76)	13693 (83)	5326 (83)	1956 (71)
Amphipoda	29157 (55)	13720 (46)	8385 (51)	3123 (49)	905 (33)
Copepoda	9166 (17)	5928 (20)	3426 (21)	1453 (23)	585 (21)
Isopoda	681 (1)	474 (2)	275 (2)	202 (3)	154 (6)
Brachyura	238 (0.4)	197 (0.7)	114 (0.7)	78 (1)	42 (1)
Tanaidacea	88 (0.2)	132 (0.4)	84 (0.5)	54 (0.8)	110 (4)
Caridea	1721 (3)	2048 (7)	1177 (7)	286 (4)	64 (2)
Anomura	415 (0.8)	292 (1)	187 (1)	121 (2)	96 (3)
Cirripedia	26 (0.05)	49 (0.2)	45 (0.3)	9 (0.1)	0 (0)
Mollusca	7736 (15)	1500 (5)	740 (4)	309 (5)	238 (9)
Gastropoda	7632 (14)	1441 (5)	683 (4)	281 (4)	209 (8)
Bivalvia	104 (0.2)	59 (0.2)	57 (0.3)	28 (0.4)	29 (1)
Platyhelminthes					
Turbellaria	2870 (5)	4549 (15)	1339 (8)	141 (2)	49 (2)
Annelida					
Polychaeta	311 (0.6)	308 (1)	260 (2)	266 (4)	190 (7)
Echinodermata	471 (0.9)	295 (1)	135 (0.8)	37 (0.6)	70 (3)
Ophiuroidea	69 (0.1)	80 (0.3)	62 (0.4)	28 (0.4)	56 (2)
Holothuroidea	329 (0.6)	149 (0.5)	30 (0.2)	1 (0.02)	5 (0.2)
Echinoidea	73 (0.1)	66 (0.2)	43 (0.3)	8 (0.1)	9 (0.3)
Ectoprocta					
Gymnolaemata	173 (0.3)	228 (0.8)	219 (1)	216 (3)	146 (5)
Cnidaria					
Hydrozoa	202 (0.4)	172 (0.6)	139 (0.8)	101 (2)	112 (4)

Espacialmente, los crustáceos presentaron los valores más altos de abundancia total y relativa (67% a 81%), seguido muy de lejos por el resto de los grupos faunísticos (< 23%; Tabla 3). Dentro de los cuadrantes, cinco de los 17 grupos faunísticos asociados a *Sargassum* presentaron una frecuencia de aparición del 100% (anfípodos, copépodos, gasterópodos, poliquetos y tanaidaceos). Los anfípodos fue el grupo con la mayor abundancia total y relativa (33% a 61%), seguida por los copépodos y gasterópodos que intercambiaron la segunda y tercera posición, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Variación espacial de la abundancia total (número de individuos) y abundancia relativa (entre paréntesis) de los taxa que componen la comunidad de epibiontes asociados al manto de *Sargassum* en la localidad de El Sauzoso, BCS.

Taxón	C1		C2		C3		C4	
Crustacea	21461	(78)	23003	(77)	19728	(72)	28245	(79)
Amphipoda	15358	(56)	17024	(57)	13346	(49)	21607	(61)
Copepoda	4774	(17)	4346	(15)	4370	(16)	4187	(12)
Isopoda	251	(0.9)	463	(2)	488	(2)	501	(1)
Brachyura	158	(0.5)	138	(0.5)	184	(0.7)	172	(0.5)
Tanaidacea	129	(0.5)	98	(0.3)	113	(0.4)	128	(0.4)
Caridea	545	(2)	618	(2)	746	(3)	1265	(4)
Anomura	214	(0.8)	286	(1)	466	(2)	371	(1)
Cirripedia	32	(0.1)	30	(0.1)	15	(0.05)	14	(0.04)
Mollusca	4895	(18)	4767	(16)	5152	(19)	4919	(14)
Gastropoda	4841	(18)	4737	(16)	5081	(19)	4864	(14)
Bivalvia	54	(0.2)	30	(0.1)	71	(0.3)	55	(0.2)
Platyhelminthes								
Turbellaria	413	(1)	973	(3)	1519	(6)	1471	(4)
Annelida								
Polychaeta	249	(0.9)	286	(1)	339	(1)	346	(1)
Echinodermata	287	(1)	284	(1)	274	(1)	245	(0.7)
Ophiuroidea	82	(0.3)	81	(0.3)	98	(0.4)	102	(0.3)
Holothuroidea	160	(0.6)	172	(0.6)	144	(0.5)	114	(0.3)
Echinoidea	45	(0.2)	31	(0.1)	32	(0.1)	29	(0.08)
Ectoprocta								
Gymnolaemata	145	(0.5)	244	(0.8)	274	(1)	209	(0.6)
Cnidaria								
Hydrozoa	121	(0.4)	130	(0.4)	150	(0.5)	205	(0.6)

Tabla 3. Continuación

Taxón	C5		C6		C7		C8	
Crustacea	15791	(67)	25210	(75)	25901	(80)	26536	(81)
Amphipoda	7821	(33)	17259	(52)	19584	(61)	19430	(59)
Copepoda	6215	(26)	6155	(18)	4385	(14)	4629	(14)
Isopoda	360	(2)	321	(1)	417	(1)	526	(2)
Brachyura	161	(0.7)	113	(0.3)	93	(0.3)	127	(0.4)
Tanaidacea	129	(0.5)	98	(0.3)	113	(0.3)	128	(0.4)
Caridea	852	(4)	964	(3)	1016	(3)	1277	(4)
Anomura	238	(1)	287	(0.9)	286	(0.9)	395	(1)
Cirripedia	15	(0.06)	13	(0.04)	7	(0.02)	24	(0.07)
Mollusca	5458	(23)	5933	(18)	4209	(13)	3909	(12)
Gastropoda	5389	(23)	5852	(17)	4127	(13)	3810	(12)
Bivalvia	69	(0.3)	81	(0.2)	82	(0.3)	99	(0.3)
Platyhelminthes								
Turbellaria	1435	(6)	1611	(5)	1558	(5)	1558	(5)
Annelida								
Polychaeta	314	(1)	238	(0.7)	232	(0.7)	316	(1)
Echinodermata	311	(1)	145	(0.4)	145	(0.4)	187	(0.6)
Ophiuroidea	54	(0.2)	37	(0.1)	44	(0.1)	60	(0.2)
Holothuroidea	221	(0.9)	81	(0.2)	72	(0.2)	85	(0.3)
Echinoidea	36	(0.2)	27	(0.08)	29	(0.09)	42	(0.1)
Ectoprocta								
Gymnolaemata	176	(0.7)	199	(0.6)	176	(0.5)	182	(0.6)
Cnidaria								
Hydrozoa	132	(0.6)	145	(0.4)	142	(0.4)	171	(0.5)

5.3.4. Riqueza de especies

La riqueza específica promedio presentó una marcada variación mensual, con valores mínimos en septiembre y agosto (12.1 especies y 13.3 especies, respectivamente), y máximos en abril y mayo (16.9 especies; Figura 3). Los resultados del análisis de variancia de Kruskal-Wallis indicaron diferencias significativas durante los meses muestreados ($H_{(9, 80)} = 57.8, p = 0.000$). La comparación múltiple de los valores de probabilidad (p) entre meses de muestreo mostró que conforme la riqueza específica promedio aumenta (septiembre a mayo), la diferencia entre los valores se vuelve significativa con respecto a los valores anteriores (p. ej. marzo significativamente diferente de septiembre). Cuando la

riqueza específica disminuye (mayo a agosto) hubo diferencias significativas con respecto a alguno de los meses anteriores (p. ej. agosto significativamente diferente de abril y mayo; Anexo I).

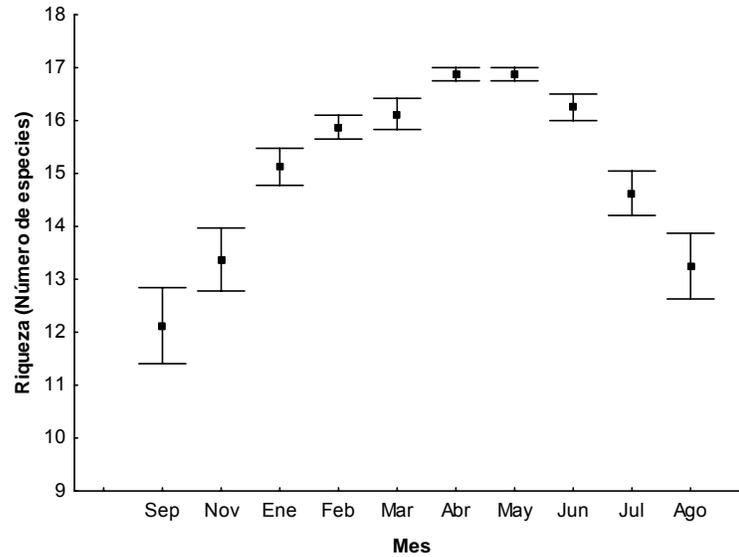


Figura 3. Variación mensual de la riqueza de especies de epibiontes asociados a los mantos de *Sargassum* en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es septiembre de 2000-agosto de 2001. Media (■); error estándar (líneas verticales).

El análisis de varianza para la riqueza específica promedio de especies no mostró fluctuaciones estadísticamente significativas entre los cuadrantes de muestreo ($H_{(7, 80)} = 2.9, p = 0.9$). La menor riqueza de especies promedio se obtuvo en el cuadrante 6 (14.4 especies) y la mayor en el cuadrante 3 (15.8 especies; Figura 4).

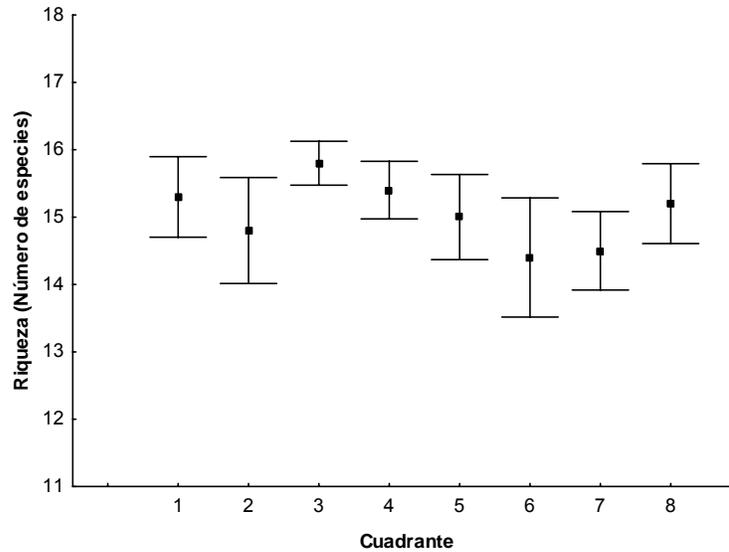


Figura 4. Variación espacial de la riqueza de especies de epibiontes asociados a los mantos de *Sargassum* en El Sauzoso, BCS. Los cuadrantes de muestreo se encontraban separados a una distancia aproximada de 20 m. Media (■); error estándar (líneas verticales).

5.3.5. Abundancia promedio

Mediante el análisis de varianza de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas entre meses de muestreo ($H_{(9, 1360)} = 275.7, p = 0.000$) y tuvo un comportamiento similar al de la riqueza específica promedio a lo largo del periodo de estudio. Los meses con los valores mínimos de abundancia promedio se presentaron en septiembre y agosto (148 individuos y 345 individuos, respectivamente), y el mayor valor se presentó en marzo (8025 individuos; Figura 5; Tabla 4). Mediante el análisis de comparación múltiple de los valores de probabilidad se encontró el mismo patrón que con los valores de riqueza: conforme la abundancia aumenta (septiembre a abril), las diferencias de los valores se vuelven significativas con respecto a los valores de los meses anteriores (p. ej. enero significativamente diferente de septiembre), y cuando disminuye (abril a agosto), las diferencias se encuentran con respecto a los meses anteriores (p. ej. agosto significativamente diferente de junio y septiembre; Anexo II).

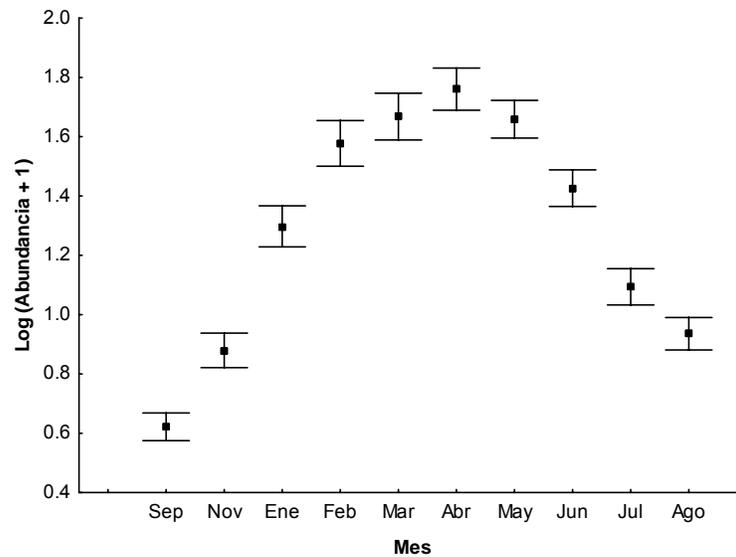


Figura 5. Variación mensual de la abundancia (número de individuos) de epibiontes asociados a los mantos de *Sargassum* en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es septiembre de 2000-agosto de 2001 Media (■); error estándar (líneas verticales).

Tabla 4. Variación mensual de la abundancia total (número de individuos totales), abundancia promedio (número de individuos/n; n = 8 cuadrantes) ± desviación estándar.

Mes	Abundancia total	Abundancia promedio	Desviación estándar
Septiembre	1181	148	± 19
Noviembre	3880	485	± 46
Enero	15872	1984	± 367
Febrero	48692	6087	± 1762
Marzo	64200	8025	± 978
Abril	53255	6657	± 1092
Mayo	29892	3737	± 1333
Junio	16525	2066	± 796
Julio	6396	800	± 169
Agosto	2761	345	± 79

Espacialmente, la abundancia promedio entre cuadrantes de muestreo no mostró diferencias estadísticas significativas ($H_{(7, 1360)} = 7.4, p = 0.4$; Figura 6). La abundancia promedio osciló entre 2362 individuos a 3564 individuos. La mayor

abundancia promedio la obtuvo el cuadrante 4 (3564 individuos \pm 3370 individuos) y la menor el cuadrante 5 (2362 individuos \pm 1998 individuos; Tabla 5).

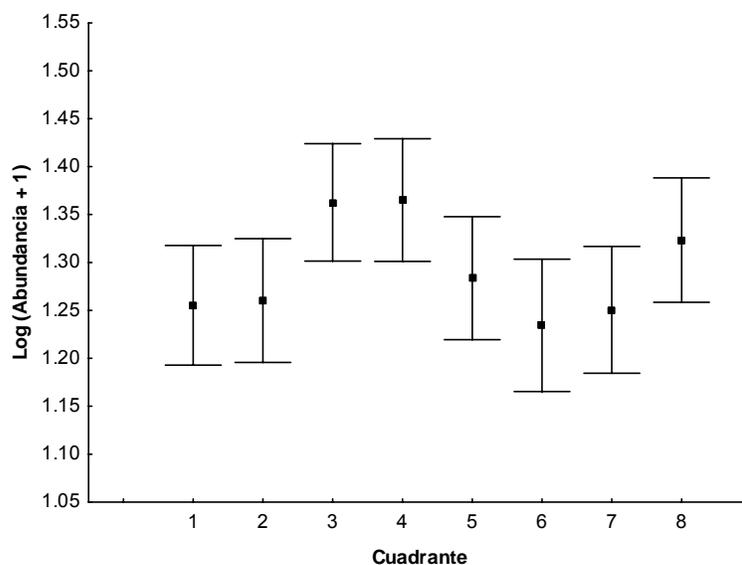


Figura 6. Variación espacial de la abundancia (número de individuos) de epibiontes asociados a los mantos de *Sargassum* en El Sauzoso, BCS. Los cuadrantes de muestreo se encontraban separados a una distancia aproximada de 20 m. Media (■); error estándar (líneas verticales).

Tabla 5. Variación espacial de la abundancia total (número de individuos totales), abundancia promedio (número de individuos/n; n = 8 cuadrantes) \pm desviación estándar.

Cuadrante	Abundancia total	Abundancia promedio	Desviación estándar
1	27571	2757	\pm 2726
2	29687	2969	\pm 3234
3	27436	2744	\pm 2833
4	35640	3564	\pm 3370
5	23617	2362	\pm 1998
6	33481	3348	\pm 3411
7	32363	3236	\pm 3369
8	32859	3286	\pm 3001

5.3.6. Diversidad

Se encontraron diferencias significativas entre los valores de diversidad mensual de los epibiontes a lo largo del periodo de estudio ($F_{(9, 70)} = 10.5, p = 0.000$). Los meses con la diversidad promedio más alta fueron septiembre y agosto (2.6 bits/individuo y 2.9 bits/individuo) y la más baja se presentó en marzo (1.7 bits/individuo; Figura 7). Mediante la prueba de Tukey se encontró que conforme la diversidad disminuye (septiembre a marzo) existen diferencias significativas con la diversidad de meses anteriores (p. ej. febrero significativamente diferente de septiembre). Cuando la diversidad aumenta (marzo a agosto) hubo diferencias significativas con respecto a alguno de los meses anteriores (p. ej. agosto significativamente diferente de julio y noviembre; Anexo III).

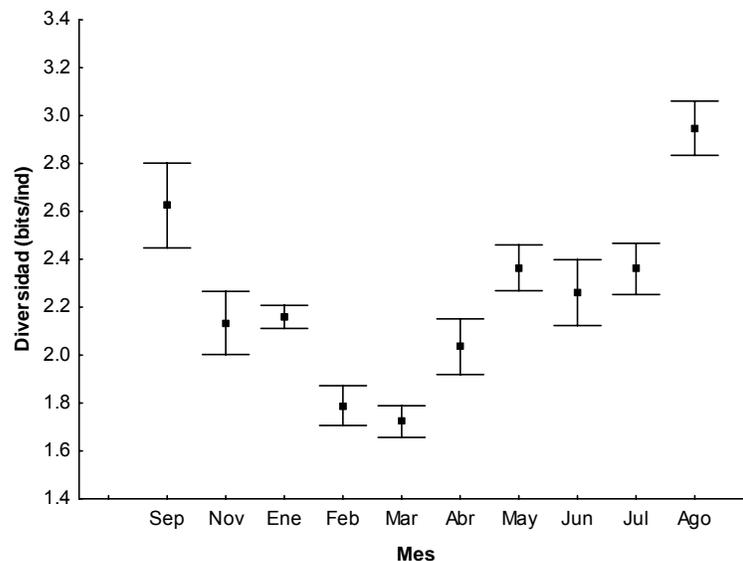


Figura 7. Variación mensual del índice de Shannon-Wiener (H') de los epibiontes asociados a los mantos de *Sargassum* en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es septiembre de 2000-agosto de 2001. Media (■); error estándar (líneas verticales).

La diversidad promedio en los diferentes cuadrantes de muestreo no mostró diferencias estadísticas significativas ($F_{(7, 72)} = 1.3, p = 0.3$). El cuadrante que presentó el mayor valor de diversidad y que difirió más del resto fue el cuadrante 3

(2.6 bits/individuo). El cuadrante que presentó el menor valor de diversidad fue el cuadrante 1 (2 bits/individuo; Figura 8).

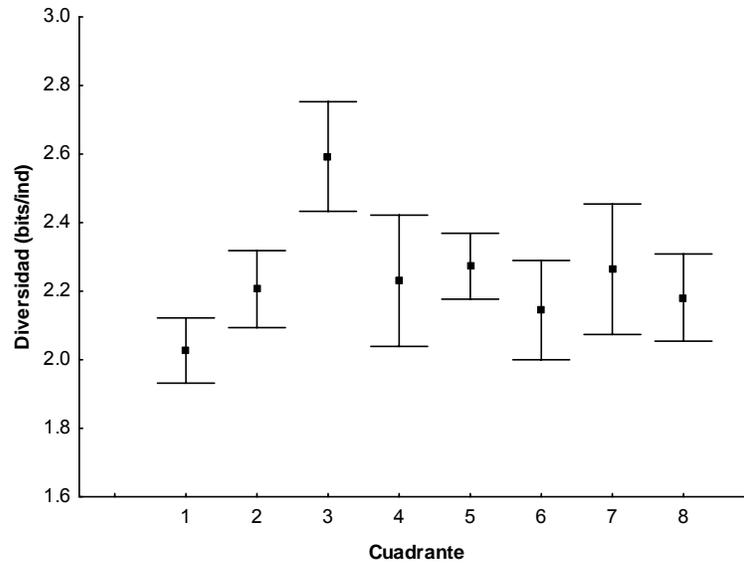


Figura 8. Variación espacial del índice de Shannon-Wiener (H') de los epibiontes asociados a los mantos de *Sargassum* en El Sauzoso, BCS. Los cuadrantes de muestreo se encontraban separados a una distancia aproximada de 20 m. Media (■); error estándar (líneas verticales).

5.3.7. Equidad

La equidad promedio mensual mostró diferencias estadísticas significativas ($F_{(9, 70)} = 17.8, p = 0.000$) y tuvo un comportamiento similar al de la diversidad promedio a lo largo del periodo de estudio. Los meses con los mayores valores de equidad promedio se presentaron en septiembre y agosto (0.7 y 0.8, respectivamente), y el menor valor se presentó en marzo (0.4; Figura 9). Los resultados de la prueba de Tukey indicaron la misma tendencia de significancia estadística que con el índice de diversidad. Conforme la equidad disminuye (septiembre a marzo), las diferencias del índice se vuelven significativas con respecto a los valores de los meses anteriores (p. ej. noviembre significativamente diferente de septiembre), y a medida que aumenta (marzo a agosto), se presentan diferencias con algunos de los meses anteriores (p. ej. junio significativamente diferente de mayo y febrero; Anexo IV).

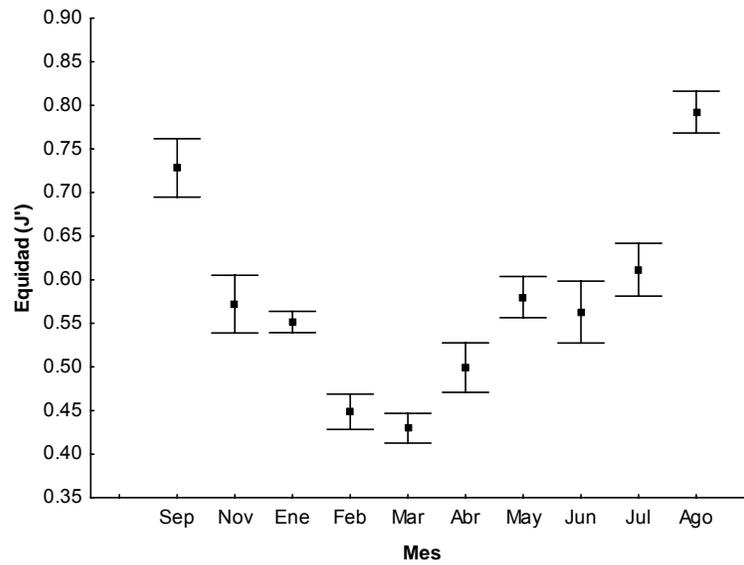


Figura 9. Variación mensual del índice de Pielou (J') de los epibiontes asociados a los mantos de *Sargassum* en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es septiembre de 2000-agosto de 2001. Media (■); error estándar (líneas verticales).

La equidad promedio no mostró diferencias estadísticas significativas ($F_{(7, 72)} = 0.8$, $p = 0.6$) y describió un patrón espacial similar al de la riqueza específica, abundancia y diversidad promedio por cuadrantes. El cuadrante que presentó el mayor valor y que difirió más del resto fue el 3 (0.65). El valor de equidad más bajo se presentó en el cuadrante 1 (0.5; Figura 10).

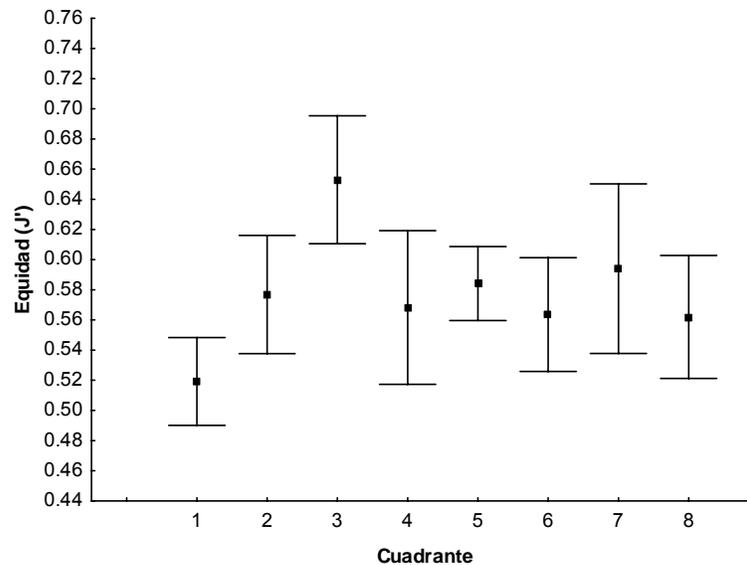


Figura 10. Variación espacial del índice de Pielou (H') de los epibiontes asociados a los mantos de *Sargassum* en El Sauzoso, BCS. Los cuadrantes de muestreo se encontraban separados a una distancia aproximada de 20 m. Media (■); error estándar (líneas verticales).

En resumen, los resultados del análisis de la estructura comunitaria de los epibiontes asociados a los talos de *Sargassum* mostraron diferencias significativas en la abundancia, riqueza específica, diversidad y equidad promedio entre meses de muestreo, pero no entre cuadrantes de muestreo.

5.3.8. Dominancia

Se calculó el índice de valor biológico de Sanders (IVB) para cada uno de los meses de muestreo durante el estudio. El IVB para la comunidad de epibiontes asociados a *Sargassum* no muestra los mismos grupos faunísticos en los diferentes meses de muestreo. El grupo más distintivo de los epibiontes fueron los anfípodos. Le siguen grupos menos abundantes, los que no necesariamente son los mismos dentro de cada mes de muestreo, así como tampoco lo es la posición o lugar que ocupan. Por ejemplo, los copépodos, gasterópodos, briozoarios y carideos, entre otros. Algunos

grupos pueden compartir su nivel de dominancia en un mes de muestreo, como los poliquetos con los gasterópodos y los poliquetos con los isópodos (Tabla 6).

Tabla 6. Variación mensual del índice de valor biológico de Sanders (IVB) de los epibiontes asociados a mantos de *Sargassum* en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es septiembre de 2000 - agosto de 2001.

SEP			NOV			ENE			FEB			MAR		
IVB		%												
Am	24	50	Am	24	50	Am	21	44	Am	24	50	Am	23	48
Co	14	29	Co	16	33	Co	16	33	Ga	16	33	Ga	17	35
Po	6	13	Po	3	6	Ga	10	21	Co	8	17	Co	8	17
Ga	4	8	Ga	3	6	Ca	1	2						
			An	1	2									
			Is	1	2									

ABR			MAY			JUN			JUL			AGO		
IVB		%												
Am	24	50	Am	23	48									
Co	13	27	Co	15	31	Co	15	31	Co	17	35	Co	17	35
Ga	11	23	Tu	8	17	Tu	4	8	Ca	2	4	Ga	3	6
			Ga	2	4	Ca	3	6	Ga	2	4	Is	3	6
						Ga	3	6	Gy	2	4	Po	1	2
									Po	1	2	Gy	1	2
									Is	1	2			

Donde: Am = Amphipoda; Co = Copepoda; Po = Polychaeta; Ga = Gastropoda; An = Anomura; Is = Isopoda; Ca = Caridea; Tu = Turbellaria; Gy = Gymnolaemata.

Así mismo, se cálculo el índice de valor biológico de Sanders (IVB) para cada uno de los cuadrantes. De acuerdo con el IVB, los epibiontes asociados a *Sargassum* no están representados por los mismos grupos faunísticos en los cuadrantes de muestreo. Los grupos más importantes en los cuadrantes fueron los anfípodos (primer orden de importancia en los ocho cuadrantes), los copépodos (segundo orden de importancia en los cuadrantes 1, 2, 3 y 4) y los gasterópodos (segundo orden de importancia en los cuadrantes 5, 6, 7 y 8), que en conjunto acumularon cerca del 90% del IVB en el área de muestreo (Tabla 7).

Tabla 7. Variación espacial del índice de valor biológico de Sanders (IVB) de los epibiontes asociados a mantos de *Sargassum* en El Sauzoso, BCS. Los cuadrantes de muestreo se encontraban separados a una distancia aproximada de 20 m.

Cuadrante 1			Cuadrante 2			Cuadrante 3			Cuadrante 4		
IVB %											
Am	28	47	Am	29	48	Am	30	50	Am	30	50
Co	18	30	Co	17	28	Co	14	23	Co	17	28
Ga	11	18	Ga	7	12	Ga	10	17	Ga	8	13
Po	2	3	Po	2	3	Tu	4	7	Ca	2	3
Is	1	2	Gy	2	3	Po	2	3	Po	2	3
			Is	1	2				Is	1	2
			Tu	1	2						
			Ca	1	2						

Cuadrante 5			Cuadrante 6			Cuadrante 7			Cuadrante 8		
IBS %											
Am	25	42	Am	30	50	Am	30	50	Am	30	50
Co	22	37	Co	18	30	Co	16	27	Co	16	27
Ga	9	15	Ga	8	13	Ga	10	17	Ga	9	15
Po	2	3	Ca	2	3	Tu	3	5	Tu	3	5
Ca	1	2	Tu	1	2	Is	1	2	Is	2	3
Tu	1	2	Po	1	2						

Donde: Am = Amphipoda; Co = Copepoda; Po = Polychaeta; Ga = Gastropoda; Is = Isopoda; Ca = Caridea; Tu = Turbellaria; Gy = Gymnolaemata.

5.3.9. Relación entre los epibiontes y las variables morfométricas de *Sargassum*.

El pico mensual de la biomasa de *Sargassum* se registró en abril del 2001 y los mínimos en septiembre del 2000 y agosto del 2001 (Paul-Chávez, 2005). El menor número de epibiontes también ocurrió en septiembre y agosto, mientras que el máximo se registró en marzo (Figura 11a). La variación mensual de la talla de *Sargassum* (Paul-Chávez, 2005) fue muy similar al de la abundancia de epibiontes (Figura 11b).

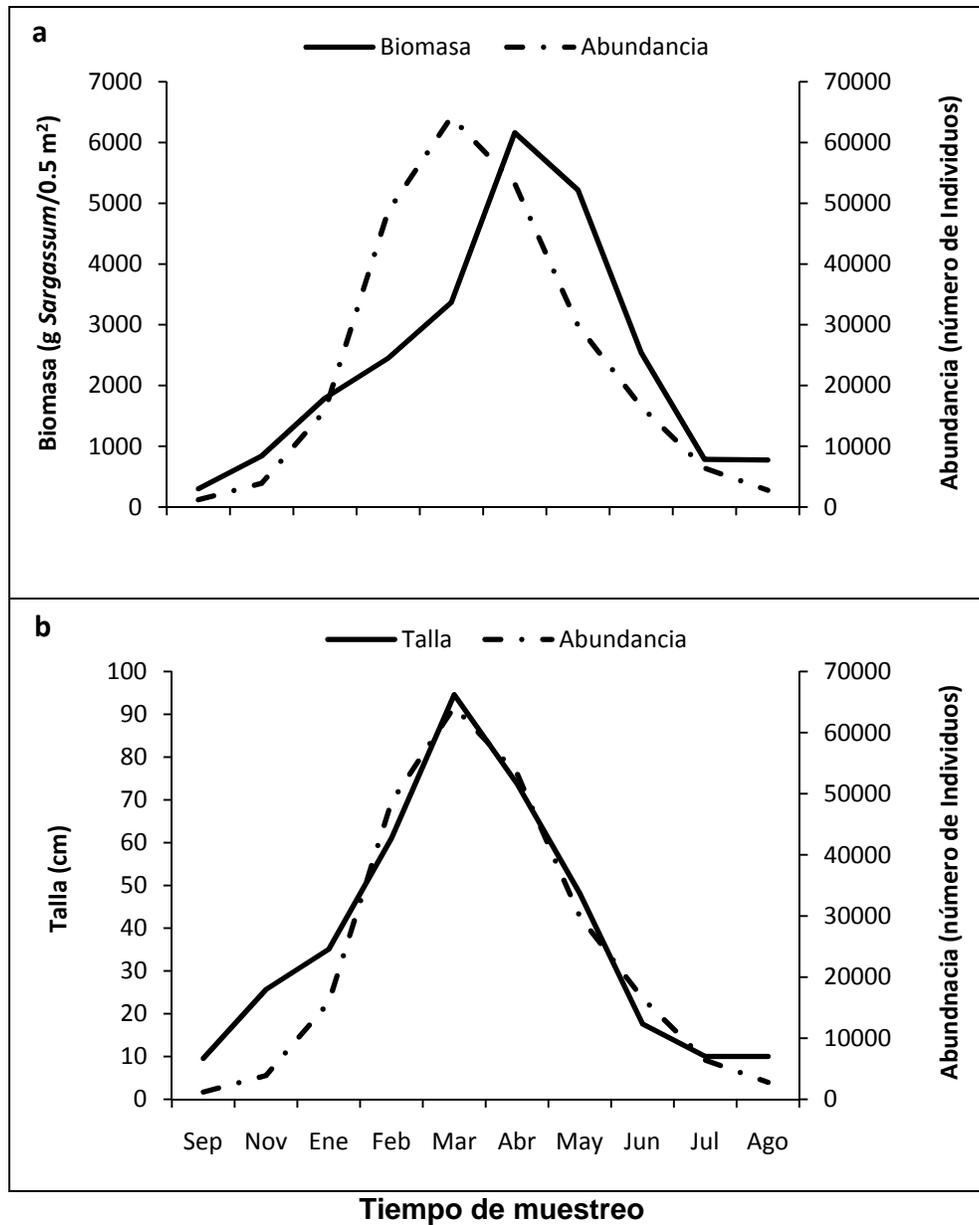


Figura 11. Variación mensual de la biomasa (a) y talla de *Sargassum* (b), y de la abundancia total de epibiontes asociados a *Sargassum* en El Sauzoso, BCS. El Periodo base del ciclo es septiembre de 2000 - agosto de 2001.

Se observó un patrón de menor (12.1 especies en septiembre y 13.3 especies agosto) y mayor número de especies promedio (16.9 especies en abril y mayo) cuando *Sargassum* presentó sus menores y mayores valores de biomasa (300 g de *Sargassum*/0.5 m² en septiembre y 775 g de *Sargassum*/0.5 m² en agosto, y 6161 g

de *Sargassum*/0.5 m² en abril) y talla (9.6 cm en septiembre y 10 cm en agosto, y 94.6 cm en marzo), respectivamente (Figura 12, a y b).

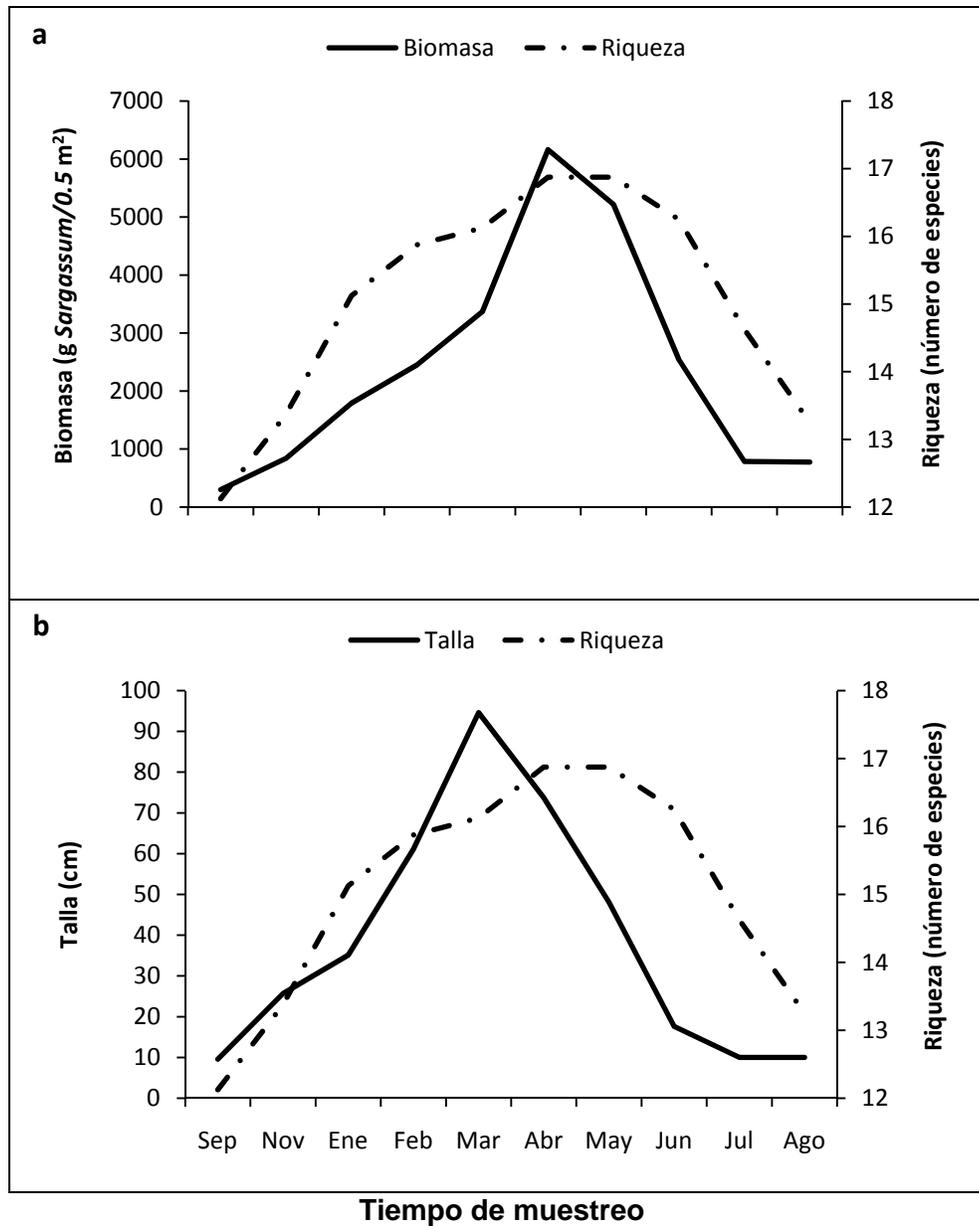


Figura 12. Variación estacional de la biomasa (a) y talla de *Sargassum* (b), y la riqueza específica promedio de especies de epibiontes asociados a *Sargassum* en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es septiembre de 2000-agosto de 2001.

Para determinar si existía una relación entre la abundancia total y la riqueza específica promedio de los grupos faunísticos asociados con la biomasa y talla de *Sargassum*, se aplicaron pruebas de regresión. Todas las regresiones mostraron un ajuste estadísticamente significativo ($p < 0.05$; Figura 13). A medida que el manto aumenta en biomasa, el número de individuos y la riqueza específica de epibiontes se incrementa de manera potencial (Figura 13, a y c). Una relación similar se observa entre la talla del talo y la riqueza específica (Figura 13, d). La abundancia de los epibiontes crece linealmente con la talla de los talos de *Sargassum* (Figura 13, b).

En la relación abundancia-biomasa, la mayor abundancia de los epibiontes se alcanza antes de que *Sargassum* alcance su máxima biomasa. El aumento en el número de especies va a la par del aumento en biomasa y talla de *Sargassum*, coincidiendo sus máximos en la relación riqueza-biomasa. El mayor número de especies de que *Sargassum* adquiere su talla máxima. Por último, en la relación abundancia-talla, el aumento en el número de epibiontes es directamente proporcional al aumento en talla.

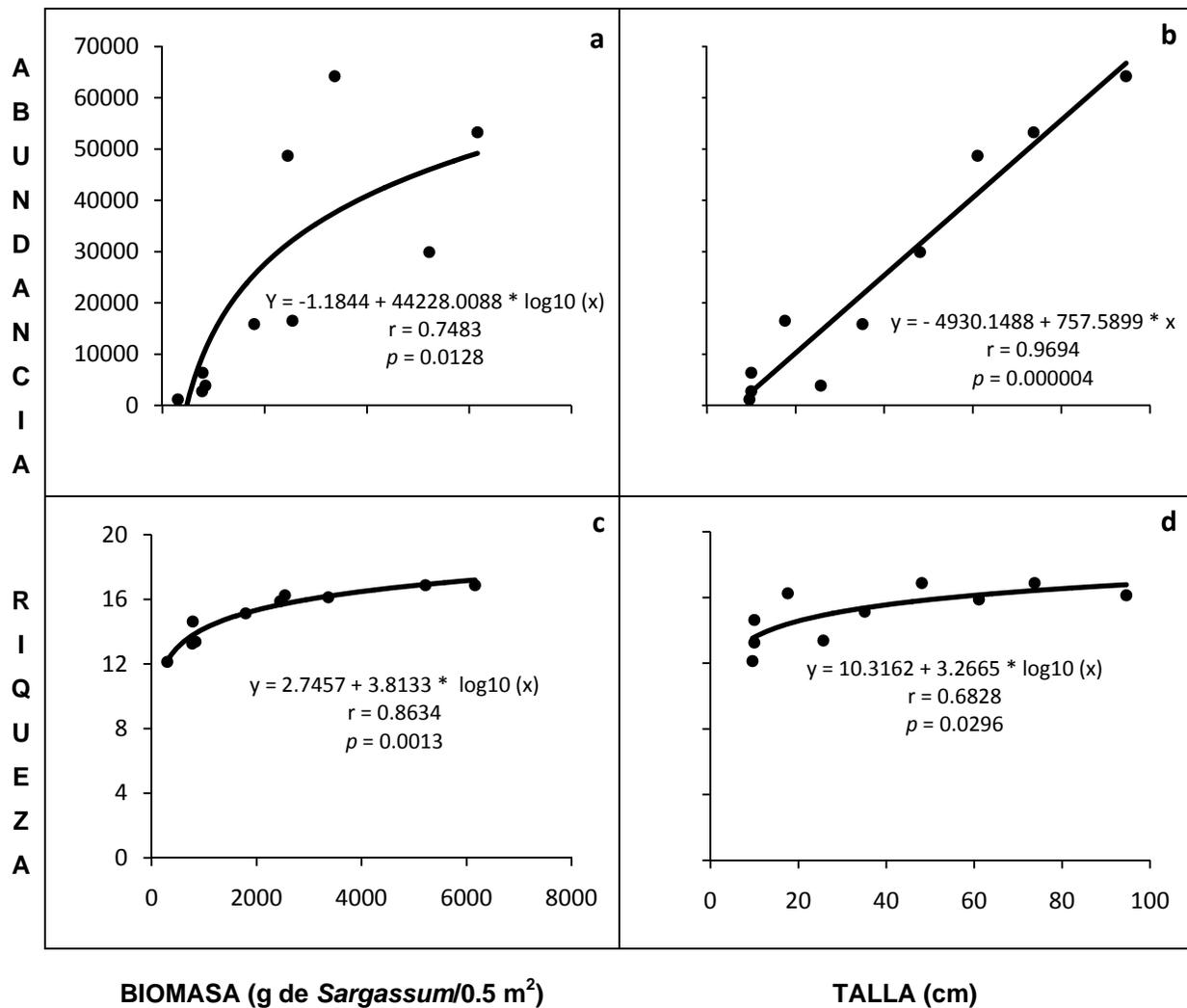


Figura 13. Curvas de regresión logística (a, c y d) y lineal entre la abundancia total y la riqueza específica promedio de epibiontes que habitan los talos de *Sargassum* y las variables morfométricas del talo (biomasa y talla): (a) abundancia de epibiontes-biomasa de *Sargassum*; (b) abundancia de epibiontes-talla de *Sargassum*; (c) riqueza específica de especies de epibiontes-biomasa de *Sargassum*; (d) riqueza de especies-talla de *Sargassum*.

Para determinar el grado de relación entre la variación mensual de la abundancia total de cada uno de los grupos faunísticos asociados a *Sargassum* y la biomasa y talla del alga (Paul-Chávez, 2005), se aplicó la prueba de coeficiente de correlación de Spearman. La mayoría de las correlaciones mostraron ser

significativas ($p < 0.05$). Con respecto a la biomasa, 15 de los 17 taxa de epibiontes presentaron una correlación significativa, mostrando una relación monótona creciente (coeficiente de Spearman cercano a 1). Los briozoarios y tanaidáceos mostraron una correlación no significativa (Tabla 8).

Con respecto a la talla, 12 taxa presentaron una correlación significativa. Los cinco taxa restantes no mostraron una correlación significativa (Tabla 8).

Tabla 8. Coeficiente de correlación de Spearman de la relación mensual entre la abundancia total de epibiontes asociados a *Sargassum* y la biomasa y talla de *Sargassum*. En negritas se resaltan las correlaciones estadísticamente significativas. N = 10 meses.

	Biomasa			Talla		
	Spearman R	t (N-2)	p	Spearman R	t (N-2)	p
Amphipoda	0.90	5.95	0.0003	0.93	7.16	0.0001
Copepoda	0.94	7.75	0.0001	0.93	7.16	0.0001
Isopoda	0.90	5.95	0.0003	0.89	5.45	0.0006
Brachyura	0.89	5.55	0.0005	0.84	4.47	0.0021
Tanaidacea	0.33	0.98	0.3544	0.40	1.22	0.2568
Caridea	0.92	6.42	0.0002	0.65	2.42	0.0417
Anomura	0.78	3.55	0.0075	0.89	5.45	0.0006
Cirripedia	0.81	3.86	0.0048	0.46	1.47	0.1799
Polychaeta	0.76	3.28	0.0111	0.47	1.52	0.1662
Gastropoda	0.76	3.28	0.0111	0.90	5.83	0.0004
Bivalvia	0.93	7.01	0.0001	0.95	8.45	0.0000
Hydrozoa	0.87	4.91	0.0012	0.79	3.65	0.0065
Gymnolaemata	0.61	2.19	0.0600	0.27	0.80	0.4444
Ophiuroidea	0.81	3.89	0.0046	0.64	2.38	0.0448
Holothuroidea	0.83	4.21	0.0029	0.89	5.45	0.0006
Echinoidea	0.78	3.57	0.0072	0.51	1.70	0.1275
Turbellaria	0.92	6.42	0.0002	0.65	2.42	0.0417

5.4. DISCUSIÓN

La comunidad de epibiontes asociados al manto de *Sargassum* estuvo conformada de 17 taxa, nueve de ellos pudieron ser identificados hasta el nivel clase, pertenecientes a seis phyla. Los organismos pertenecientes al phylum restante,

podieron identificarse hasta subclase (un taxón), infraclase (un taxón), orden (tres taxa) e infraorden (tres taxa; Tabla 1). Esto fue debido a que se requiere de un especialista para su identificación al nivel de especie. No obstante, representa el primer registro taxonómico de la comunidad de epibiontes asociadas a mantos de *Sargassum* en la costa de El Sauzoso, Bahía de La Paz, BCS., México.

A pesar del bajo nivel de resolución taxonómica, éste estudio puede ser aceptado científicamente debido a que en países como Japón (Mukai, 1971), Australia (Martin-Smith, 1994), España (Viejo, 1999), Brasil (Leite y Turra, 2003; Tanaka y Leite, 2003) y Dinamarca (Wernberg *et al.* 2004) existen estudios científicos que tratan sobre la epifauna asociada al género a grandes grupos. Sin embargo, las conclusiones que se deriven de estos, deben ser tratados con mesura pues el análisis de las abundancias a diferentes niveles taxonómicos brindan resultados diferentes. Ejemplo de esto, es lo obtenido con el análisis de la composición porcentual global de la abundancia por phyla y taxa en este estudio (Figura 1 y 2, respectivamente). Mientras el primero arrojaba que los crustáceos son el grupo faunístico más abundante en la comunidad, el análisis de la composición por taxa arrojaba que los anfípodos, copépodos y gasterópodos fueron los tres grupos, pertenecientes a dos phyla, más abundantes de la comunidad de epibiontes asociados a los talos de *Sargassum*. Patrón que se mantuvo temporal (Tabla 2) y espacialmente (Tabla 3). Es decir, el trabajar con niveles taxonómicos bajos ocasiona una pérdida de información del papel ecológico del hábitat sobre las especies asociadas, así como el de la fauna sobre el hábitat. Las conclusiones nos permiten reconocer la importancia del alga sobre la abundancia total de la fauna asociada y sobre ciertos grupos faunísticos en los que posiblemente puede existir la dominancia en abundancia de una o más especies. Empero, la información generada a partir de estos trabajos permite la realización de estudios científicos más específicos como la especificidad de la epifauna sobre la planta hospedera, uso del hábitat e intensidad de la actividad de las especies asociadas, entre otros. Ejemplo de ellos, son los trabajos realizados en *Sargassum* (Wakabara *et al.*, 1983), *Sargassum sinicola* (Brusca *et al.*, inédito), *S. muticum* (Viejo, 1999; Strong *et al.*, en prensa) y *S. globulariaefolium* (Schreider *et al.*, 2003).

La epifauna fue taxonómicamente similar a la que se ha encontrado en otras partes del mundo. Sin embargo, resulta difícil realizar comparaciones cuantitativas entre distintos estudios ya que la luz de malla de las redes utilizadas para capturar a los organismos es considerablemente diferente y también se tiende a excluir a los organismos sésiles. Los trabajos realizados en Japón (Mukai, 1971), México (Brusca *et al.*, inédito), Chile (Ojeda y Santelices, 1984), Australia (Martin-Smith, 1994), Nueva Zelanda (Taylor y Cole, 1994), España (Viejo, 1999), Brasil (Leite y Turra, 2003) y Dinamarca (Wernberg *et al.*, 2004) han reportado que los anfípodos, copépodos, gasterópodos, tanaidáceos, carideos, isópodos y poliquetos son algunos de los grupos más dominantes en algas cafés. Aunque es posible encontrar platelmintos, ofiuros, hidrozoarios, briozoarios, braquiuros, holoturoideos y cirripedios.

En total se cuantificaron 242,654 individuos en un área total de 5 m². Área cubierta por 22.8 kg *Sargassum*. Esto representa una densidad promedio de 48,531 individuos/m², los cuales se encontraban habitando en una biomasa promedio de 4.6 kg de *Sargassum* (Paul-Chávez, 2005). Para la misma localidad de estudio, Hernández-Carmona *et al.* (1990) reportaron una biomasa promedio de 4.2 kg *Sargassum*/0.25 m². A partir de estos datos se calculó una densidad promedio de 44,238 individuos/0.25 m², que extrapolándola a un metro cuadrado corresponde a 176,950 individuos/m² habitando en una biomasa de 16.8 kg de *Sargassum* y a 1,315,802,119 individuos en los 7,436 m² calculados para el área total del manto. La estimación de la densidad se realizó sobre la biomasa promedio, ya que la presencia de espacios vacíos en áreas donde se encuentra sustrato arenoso ocasiona que la distribución del área del manto no sea homogénea (Hernández-Carmona *et al.*, 1990). Si bien ésta estimación no permite tener un valor exacto del número total de individuos asociados al área total del manto, por la diferencia en biomasa promedio de los estudios a comparar (diez años) y tiempos de estimación (primavera y anual; Hernández-Carmona *et al.* 1990; Paul-Chávez, 2005), proporciona información confiable para establecer la abundancia total de epibiontes asociados a las algas de este género en la localidad de estudio y advierte una reducción en la abundancia de

la epifauna a causa de la reducción del hábitat (biomasa) en un 73 %. Esta estimación no puede ser generalizada y aplicada en el cálculo de la abundancia de epibiontes asociados a la biomasa promedio (kg de *Sargassum*/m²) y total cosechable en la bahía y otras localidades de la Península de Baja California, no sólo por lo mencionado anteriormente, sino a que no existe una coincidencia entre los valores de biomasa media entre puntos de muestreo contiguos (Hernández-Carmona *et al.*, 1990), posiblemente debido a que las algas tienen un desarrollo diferente aún en localidades cercanas (Casas-Valdez *et al.*, 1993; Muñeton-Gómez, 1989; Muñeton-Gómez y Hernández-Carmona *et al.*, 1993; Nuñez-López y Casas-Valdez, 1996; Nuñez-López y Casas-Valdez, 1997)

La dominancia relativa del sargazo sobre otras algas (Cruz-Ayala *et al.*, 1998), lo convierte en uno de los hábitats más abundantes de la bahía (Espinoza y Rodríguez, 1987; Fajardo-León, 1994) y Golfo de California (Sala *et al.*, 2002), con un papel ecológico importante para las comunidades de flora y fauna. Sirve como alimento, sustrato para refugio y reproducción (Mukai, 1971; Wakabara *et al.*, 1983; Stoner y Greening, 1984; Taylor y Cole, 1994; Taylor, 1998a; Giver, 1999; Viejo, 1999; Leite y Turra, 2003; Coston-Clements *et al.*, 1991; Sala *et al.*, 2002; Rooker *et al.*, 2006; Strong *et al.*, en prensa). En cuanto al aspecto funcional y estructural dentro del ecosistema, las especies bentónicas de *Sargassum* agilizan el reciclaje de nutrientes (Turner y Rooker, 2006) y al llegar a su etapa senescente los talos se fragmentan propiciando que las frondas actúen como un agente de dispersión de organismos (algas, invertebrados y peces; Galli-Olivier y García-Domínguez, 1982; Kendrick y Brearley, 1997; Biber, 2007) y material inorgánico (grava, rocas silíceas y calcáreas; Galli-Olivier y García-Domínguez, 1982).

No sólo el alga *per se* reviste relevancia ecológica sino que también sus epibiontes asociados. Son elementos importantes en la organización de la comunidad biológica (p. ej. estructura, abundancia y desarrollo; Schreider *et al.*, 2003; Wernberg *et al.*, 2004). Representan el primer eslabón trófico entre los carnívoros y los productores primarios (Hernández-Trujillo, 1989; Palomares-García, 1989; Taylor y Cole, 1994; Viejo, 1999). Poseen altas tasas de recuperación, lo que los hace una excelente fuente de alimento (Mukai, 1971; Taylor, 1998b). Se

consideran como importantes recicladores de nutrientes (Taylor, 1998b) y participan en la regulación de las poblaciones de peces arrecifales al ser el alimento de larvas planctónicas y de poblaciones de peces juveniles y adultos, a la vez que son depredadores de huevos y larvas de peces (Hernández-Trujillo, 1989; Palomares-García, 1989; Holbrook *et al.*, 1997 citado por Taylor, 1998b). Otros estudios en diferentes especies de *Sargassum* corroboran la importancia ecológica de los epibiontes: *Sargassum serratifolium* (Mukai, 1971), *Carpophyllum plumosum* var. *capillifolium* (Taylor y Cole, 1994), *S. muticum* (Viejo, 1999), *Ascophyllum nodosum* (Viejo y Åberg, 2003), y *S. muticum* y *Halidrys siliquosa* (Wernberg *et al.*, 2004).

Específicamente, los crustáceos pueden favorecer o reducir el crecimiento del alga al depredar con más o menos intensidad las plantas epifitas que compiten con ella o al consumirla directamente (Viejo, 1999; Viejo y Åberg, 2003; Strong *et al.*, en prensa). Los anfípodos pueden contribuir a la dispersión de los mantos, al consumir sus partes reproductoras y liberando las esporas en sus heces o al desprenderse de ellas cuando quedan enredadas entre sus patas. Incluso agilizan su la germinación de las esporas cuando pasan por su sistema digestivo (Buschman y Vergara, 1993 citado por Schreider *et al.*, 2003).

Los gasterópodos son parte de la dieta de peces arrecifales (Russell, 1983 citado por Taylor y Cole, 1994) y su actividad de ramoneo puede despojar grandes áreas cubiertas por algas (Tegner y Dayton citado por Taylor y Cole, 1994). Los poliquetos herbívoros también pueden ser causantes de la pérdida en biomasa algal (Buschmann *et al.*, 1997). Los bivalvos primero usan al alga como sitio para asentarse, pero después compiten por espacio con ella al tratar de establecerse (Buschmann *et al.*, 1997).

La riqueza específica (Figura 3), abundancia (Figura 5), diversidad (Figura 7) y equidad (Figura 9) mostraron un patrón de fluctuación temporal con variaciones amplias y significativas (Anexo I, II, III y IV), lo que indica que la estructura de la comunidad de los epibiontes asociados a *Sargassum* cambia a lo largo del periodo de estudio. La variación de la estructura comunitaria de la epifauna mostró un patrón

semejante al de la biomasa y talla de *Sargassum* descrita por Paul-Chávez (2005) para la misma área y tiempo de muestreo que la del presente estudio.

La variación temporal de la riqueza específica y abundancia de epibiontes es determinado básicamente por el desarrollo de la planta (Figura 11a, 11b, 12a y 12b). Los mayores valores de riqueza y abundancia se presentaron de marzo a junio y coincidió con la época de máxima biomasa, cuando la mayoría de las plantas alcanzan su madurez y talla máxima. A partir de julio se registró una disminución en la riqueza y abundancia ocasionada por una reducción en talla, ya que a partir de la segunda quincena de junio las plantas se deterioran y ocurre la fragmentación del talo, marcando el inicio de la etapa senescente del alga. De julio a febrero el incremento en la riqueza y abundancia es lento, debido a que en esta temporada el crecimiento de los estolones (talos reminiscentes después de fragmentarse el alga) es lento y las biomásas son menores.

La diversidad y equidad promedio mensual (Figura 7 y 9, respectivamente) mostraron un patrón de variación similar al de la abundancia y riqueza, pero con valores inversos. Valores máximos de diversidad y equidad se presentaron de julio a febrero y valores mínimos de marzo a junio. Esto implica que el patrón de cambio general de la abundancia (Tabla 4) es determinado por unas pocas especies, cuyos cambios temporales extraordinarios en su abundancia afectan la diversidad y la equidad mensual. El grupo de los anfípodos por sí mismo explica las variaciones temporales de la abundancia de la comunidad de epibiontes (Tabla 2). Mediante el cálculo del índice del valor biológico de Sanders se corroboró lo dicho anteriormente (Tabla 6). Esta diferencia temporal en la composición de la comunidad se ha visto reportada en especies de invertebrados que habitan en *Sargassum* (Mukai, 1971; Leite y Turra, 2003), en los sujetadores de *Lessonia nigrescens* (Vásquez y Santelices, 1984) y *Macrocystis pyrifera* (Ojeda y Santelices, 1984) y en las praderas de pastos marinos (Stoner y Lewis, 1985), donde los cambios en la composición de especies y sus abundancias se deben al reclutamiento de juveniles, migración, crecimiento individual (Ojeda y Santelices, 1984), incremento en la reproducción de los grupos faunísticos, a un aumento del detritus que contribuye al incremento de ciertos grupos (p. ej. nematodos; Mukai, 1971), a la presencia y aumento en biomasa

de algas epifitas que incrementan la complejidad estructural del hábitat (Martin-Smith, 1994; Viejo y Åberg, 2003), a la disponibilidad y calidad de alimento (Brusca *et al.*, inédito; Taylor, 1998a; Leite y Turra, 2003), a la reducción del hábitat por el ramoneo de algunas especies (p. ej. isópodos), a la variación en densidad de especies dominantes, a la variación de las condiciones físicas en el ambiente (p. ej. temperatura, radiación solar; Brusca *et al.*, inédito; Taylor, 1998a; Viejo y Åberg, 2003) y a la variación en la concentración de metabolitos secundarios en el alga debido a su ciclo de vida (p. ej. polifenoles; Pereira y Yoneshigue-Valentin, 1999; Viejo y Åberg, 2003; Plouguerné *et al.*, 2006; observación personal). Sin embargo, no es posible llegar a este tipo de conclusiones en este estudio debido a la carencia de datos o de observaciones de este tipo.

La variación estacional de la comunidad faunística en función del cambio cuantitativo de la complejidad del hábitat encontrado en este estudio (biomasa y talla), permite determinar que la cantidad de la macrofita es el principal factor que influencia en la organización de la comunidad faunística. Resultado que ha sido observado por otros autores con *Sargassum* (Dooley, 1972), *S. muticum* (Brusca *et al.*, inédito; Viejo, 1999) y *S. serratifolium* (Mukai, 1971; Leite y Turra, 2003). Así como con la cobertura y biomasa de pastos marinos (Stoner y Lewis, 1985; Bell y Westoby, 1986) y con las tallas de los sujetadores de las alga cafés *Macrocystis pyrifera* (Ojeda y Santelices, 1984) y *Lessonia nigrescens* (Vásquez y Santelices, 1984).

Espacialmente, la riqueza específica (Figura 4), abundancia (Figura 6), diversidad (Figura 8) y equidad de epibiontes (Figura 10) mostró variaciones no significativamente diferentes, lo que sugiere que esa comunidad no varió en el espacio. Tres fueron los grupos dominantes en cuanto a abundancia: anfípodos, copépodos y gasterópodos (Tabla 3). La posición que ocupan el resto de los grupos por debajo de los más dominantes, sin embargo, no es la misma (Tabla 7). Este resultado difiere con lo encontrado por Tanaka y Leite (2003), quienes reportaron una variación en la distribución de la macrofauna asociada a *Sargassum stenophyllum* a una escala espacial de metros a kilómetros, donde la variación de la comunidad a un

escala local (metros) puede ser el resultado de las diferencias en el hábitat (arreglo espacial y estructura). Situación que no ocurre en la localidad de muestreo, ya que el manto sobre el cual se realizó el estudio ha sido reportado como uno de los más homogéneos en la bahía (cobertura y biomasa; Hernández-Carmona *et al.*, 1990). También, el incremento extraordinario en la abundancia de ciertos grupos faunísticos (p. ej. anfípodos, copépodos y gasterópodos) favorece la existencia de una estructura comunitaria homogénea que impide detectar las diferencias espaciales (Tanaka y Leite, 2003).

A partir de la colonización de los epibiontes sobre el alga es posible especular sobre el patrón de este proceso. El número de individuos aumenta a medida que *Sargassum* aumenta en biomasa y talla, hasta que se llega a un máximo en abundancia antes de que *Sargassum* alcance su máxima biomasa (Figura 11a) y cuando alcanza su talla máxima (Figura 11b). A medida que el talo aumenta en biomasa y crece, las especies se reclutan rápidamente a él aumentando la diversidad, hasta alcanzar un máximo en el número de especies cuando *Sargassum* alcanzó su máxima biomasa (Figura 12a) y después de que alcanzó su talla máxima (Figura 12b). La diferencia en los tiempos de máxima abundancia y riqueza de especies con las variables morfométricas del alga podría deberse a que *Sargassum* experimenta un incremento en talla que no es proporcional al incremento en biomasa (Paul-Chávez, 2005). Esta condición en el alga, afecta directamente en la disponibilidad de hábitat, ya que la colonización del alga conforme incrementa en talla será dominada por unos pocos grupos faunísticos que poseen altas tasas de reproducción y ciclos de vida cortos, como los anfípodos y copépodos (Brusca y Brusca, 1990; Ruppert y Barnes, 1995). Mientras que con el incremento en biomasa puede existir una colonización por un mayor número de especies de epibiontes por la mayor disponibilidad de hábitat (Vasquez y Santelices, 1984).

La variación en los valores absolutos del número de individuos y la riqueza específica en función del tamaño del hábitat (talla y biomasa), evidencian un proceso de invasión gradual y de colonización de las especies a medida que el manto crece, así como un proceso de abandono conforme ocurre la reducción del hábitat por la

fragmentación del talo, con lo que se reconoce la función de *Sargassum* como un hábitat temporalmente disponible en la zona intermareal y submareal rocoso de la bahía debido al desarrollo del alga. El aumento gradual en la abundancia y frecuencia de ocurrencia de especies a medida que el hábitat crece, ha sido observado por otros autores en sujetadores de algas cafés (Ojeda y Santelices, 1984; Vásquez y Santelices, 1984). Así mismo, el incremento y reducción de las abundancias en función de la biomasa ha sido reportada en *Sargassum* (Dooley, 1972), *Sargassum muticum* (Brusca *et al.*, inédito; Viejo, 1999) y *S. serratifolium* (Mukai, 1971).

La presencia de varios grupos faunísticos denota la utilización simultánea de *Sargassum* como hábitat. Las correlaciones entre las variables morfométricas del talo de *Sargassum* (biomasa y talla) y la abundancia de cada taxón, indican la presencia de dos tipos de relación: monótona creciente y nula (Tabla 8). Cuando el incremento en el número de individuos de cierto grupo faunístico corresponde proporcionalmente a un aumento en la biomasa del manto y talla de *Sargassum*, puede interpretarse como que se está usando como hábitat a *Sargassum* a lo largo de su ciclo de vida, p. ej. anfípodos, copépodos. Mientras que en aquellos casos en los que la correlación no fue significativa ($p > 0.05$; valores de Spearman muy cercanos a cero) es posible que el desarrollo poblacional de los epibiontes no se ve influenciado por el desarrollo de la planta, p. ej. tanaidáceos y briozoarios. También es posible determinar la invasión diferencial del hábitat debido a que en algunos grupos faunísticos existió una correlación significativa con la biomasa pero no con la talla, p. ej. equinoideos, poliquetos y cirripedios. A través de esta relación, se puede indicar la ocurrencia de procesos de crecimiento, reclutamiento, desove y emigración en el hábitat como ocurre en los discos de *L. nigrescens* (Ojeda y Santelices, 1984), o bien, determinar su papel ecológico al reconocerse que el desarrollo de los mantos son o no un hábitat esencial para el desarrollo de las especies que se le asocian. Ejemplos de esto último son la relación significativa que existe entre los peces *Histrio histrio*, *Estephanofelis hispidus* (Dooley, 1972), *Coryphaena hippurus* (dorado) y *Acanthocybium solandri* (barracuda; Connolly, 2004) asociados al complejo pelágico

Sargassum en la Florida y la preferencia de reclutas del pez *M. rosacea* en hábitats rocosos con presencia de *Sargassum* en el Golfo de California (Aburto-Oropeza *et al.*, 2007).

Aún cuando los mantos naturales de *Sargassum* en la Bahía de La Paz constituyen grandes cantidades de biomasa (Hernández-Carmona *et al.*, 1990; Casas-Valdez *et al.*, 1993; Pacheco-Ruiz *et al.*, 1998) y sus aplicaciones representarían importantes beneficios económicos (Castro-Reyes, 1997; Marín *et al.*, 2003; Casas-Valdez *et al.*, 2006a, b; Yabur-Pacheco, 2005), éstos aún no se explotan. Una vez que un manto silvestre se cosecha comercialmente, y en ausencia de un plan de manejo adecuado, existe el potencial de sobreexplotarlo (Espinoza-Avalos, 1993b), lo que puede ocasionar también pérdida de biodiversidad, principalmente si se ejercen simultáneamente otras presiones como la alteración y destrucción del hábitat (Zepeda-Domínguez, 2007). Los efectos de cosecha no solo repercuten en el alga *per se*, sino en todos los grupos asociados, por lo que su potencial aprovechamiento debe contextualizarse a nivel de comunidad (Foster y Barilotti, 1990 citado en Espinoza-Avález, 1993b).

La información generada con este estudio, resalta la importancia ecológica de los mantos como hábitat para una gran cantidad de especies de invertebrados en la zona costera, contribuyendo con los estudios comunitarios que pueden ser tomados en cuenta para la elaboración de un plan de manejo del recurso (Espinoza-Avález, 1993b; Litzia Paul-Chávez, UABCS; comen. pers) y la zona costera en general (Terawaki *et al.*, 2003).

5.5. CONCLUSIONES

- La comunidad de epibiontes asociada al manto de *Sargassum* en el Sauzoso, BCS., estuvo compuesta en grandes grupos por crustáceos (tres órdenes), poliquetos (una clase), cnidarios (una clase), moluscos (dos clases), equinodermos (tres clases), platelmintos (una clase) y ectoproctos (una clase).

- No se encontraron cambios espaciales significativos en algunos indicadores estructurales (riqueza específica, abundancia, diversidad y equidad) de la comunidad de epibiontes asociados al manto de *Sargassum*; las diferencias se observaron en la dimensión temporal.
- La riqueza específica y abundancia de epibiontes asociados a *Sargassum* presentó un patrón de variación acoplado a la dinámica poblacional de *Sargassum*.
- La diversidad y riqueza específica de epibiontes disminuyó de acuerdo al incremento en biomasa y talla de *Sargassum*, debido a la dominancia de una o más especies.
- De acuerdo al Índice de Valor Biológico la dominancia en la comunidad estuvo dominada por un taxa temporalmente: anfípodos. Mientras que espacialmente estuvo dominada por tres: anfípodos, copépodos y gasterópodos. También, a partir de este mismo índice se permitió identificar que la estructura de la comunidad por debajo de esas especies dominantes cambia espacial y temporalmente.
- A través de las relaciones entre la abundancia y riqueza de epibiontes y la talla y biomasa de *Sargassum* se determinó que las variables morfométricas del alga tiene un efecto sobre la comunidad de epibiontes.
- A través de la correlaciones entre la abundancia de cada uno de los taxa y las variables morfométricas del alga se determinó como las especies hacen uso del hábitat durante su ciclo de vida y que el desarrollo poblacional de la especie no se ve influenciado por el desarrollo del alga.
- A partir de este estudio se puede inferir sobre la importancia ecológica del hábitat *per se* y sobre los epibiontes como elementos importantes en la comunidad biológica.

6. CAPÍTULO II. MACROFAUNA ASOCIADA A MANTOS DE *Sargassum*

6.1. OBJETIVOS

6.1.1. Objetivo general

Conocer la comunidad macrofaunística asociada a *Sargassum* y su variación en función de la presencia de *Sargassum* en El Sauzoso, Baja California Sur.

6.1.2. Objetivos particulares

- Determinar la composición taxonómica de los invertebrados epibénticos y de la fauna íctica asociada a los mantos de sargazo en la localidad de El Sauzoso, BCS.
- Analizar el patrón de variación de la comunidad de invertebrados epibénticos en presencia y ausencia de *Sargassum*.
- Comparar la estructura de la comunidad en presencia y ausencia de *Sargassum* mediante diversos índices ecológicos.
- Analizar la relación entre la abundancia de los invertebrados epibénticos, la temperatura y la presencia de *Sargassum*.
- Conocer el número de especies ícticas en presencia y ausencia de *Sargassum* mediante análisis estadísticos univariados y relacionarlo con la talla de *Sargassum*.
- Determinar algunos aspectos de la importancia ecológica de estos mantos algales y de sus componentes en la zona costera de El Sauzoso, BCS.

6.2. MATERIAL Y MÉTODOS

6.2.1. Medición de Parámetros Ambientales

La temperatura superficial del mar se registró mensualmente con un termómetro de cubeta con precisión de 0.5 °C y la salinidad con un refractómetro (marca ATAGO S/Mill: 0 ~ 100 ups). Los muestreos se realizaron de abril de 2007 a agosto de 2008, con excepción del mes de febrero por problemas logísticos. Dentro del manto de *Sargassum*, se colocó un sensor de temperatura sumergible marca Onset sujetado a una base de cemento a una profundidad aproximada de 1.5 m que registraba la temperatura cada 2 horas. Las mediciones se hicieron de febrero a agosto 2008. El sensor se recuperó al final del estudio para descargar y procesar los datos para obtener la temperatura promedio quincenal.

Los nitritos (NO₂), nitratos (NO₃), y fosfatos (PO₄) se midieron tomando muestras de agua en recipientes de plástico dentro del manto. Los muestreos se hicieron con una frecuencia mensual de abril de 2007 a agosto de 2008. Las muestras se transportaron en hielera al Laboratorio de Química de Algas Marinas del CICIMAR para mantenerlas en congelación hasta su análisis. Posteriormente, se llevaron al laboratorio de análisis químico de agua del CIBNOR para ser analizados mediante los métodos descritos por Strickland y Parsons (1972).

6.2.2. Trabajo de Campo

6.2.2.1. Invertebrados epibénticos

En la primera quincena de febrero de 2008 se realizó una visita a la zona costera de la localidad de El Sauzoso, BCS., con el fin de seleccionar el área del manto de *Sargassum* en el que se colocaría un experimento para el estudio de la comunidad de invertebrados epibénticos en presencia y usencia de *Sargassum*, tomando en cuenta su presencia y cobertura. Así mismo, se realizó un muestreo prospectivo de la

comunidad de invertebrados epibénticos para obtener la mejor representación de especies con el menor esfuerzo de muestreo (número de cuadrantes).

El diseño experimental consistió en instalar 20 cuadrantes en el fondo marino colocando bases de cemento con agarraderas de varilla en los extremos para sujetar las boyas que facilitaron su ubicación. Se estableció un grupo control que contenía *Sargassum* y otras algas y un tratamiento experimental en el que *Sargassum* fue cortado de manera manual (de aquí en adelante referidos como grupo control y tratamiento experimental), dejando intactos aproximadamente 10 cm del talo y las algas asociadas. Para mantener el efecto potencial del tratamiento, el procedimiento se repitió en cada muestreo. Para eliminar un efecto de borde, se dejó que el área clareada excediera en 30 cm por lado el área a muestrear. En cada grupo (control y experimental) se instalaron diez cuadrantes de un metro cuadrado, paralelos a la línea de costa a una profundidad entre 1.5 a 3 m, distribuidos aleatoriamente en la parte media del manto.

Los muestreos se realizaron con una frecuencia quincenal de febrero a agosto de 2008, con excepción de la segunda quincena de julio por condiciones ambientales adversas, usando equipo de buceo SCUBA. *In situ*, se registró el número de especies y sus abundancias por medio del conteo directo dentro de los cuadrantes, revisando las oquedades entre las rocas que estaban en el área de observación. Organismos coloniales como los cnidarios (p. ej. corales, gorgónidos y plumas de mar) se contabilizaron como un individuo. Al inicio del estudio se recolectaron ejemplares para su conservación e identificación. Posteriormente, sólo se recolectaron aquellos organismos que no habían sido encontrados en censos anteriores. No se recolectaron organismos sésiles para evitar una subestimación en el muestreo. Todos los ejemplares fueron fotografiados con una cámara digital marca Nikon Coolpix 5200 con un lente de 7.8-23.4 mm, de 5.1 megapíxeles, para tener un registro de la coloración y forma del organismo.

6.2.2.2. Ictiofauna

De agosto de 2007 a agosto de 2008, se estimó visualmente la composición de peces dentro del manto en dos transectos de 50 m. El manto se muestreó nadando a 50 cm del fondo, registrando los peces entre los talos de *Sargassum* y los que estaban alojados debajo de rocas o dentro de corales (*Pocillopora* spp.) dentro del manto. Los organismos observados fueron fotografiados con una cámara digital marca Nikon Coolpix 5200 con un lente de 7.8-23.4 mm.

6.2.2.3. Talla de *Sargassum*

De marzo a agosto de 2008, dentro del manto de *Sargassum* se midió *in situ* con una cinta métrica la talla de treinta talos, contenidos en diez cuadrantes de 25 cm x 25 cm (tres talos por cuadrante). El registro de la talla fue tomada con una frecuencia quincenal, excepto en la segunda quincena de julio de 2008 por condiciones ambientales adversas.

6.2.3. Trabajo de Laboratorio

6.2.3.1. Invertebrados epibénticos

Los organismos recolectados fueron anestesiados con agua dulce para facilitar y hacer más eficiente la fijación (mejor preservación de las estructuras taxonómicas usadas para la identificación). Las muestras se fijaron con una solución de formol entre 4% y 10% con agua de mar en botes de plástico, rotulados con los datos de campo, y se dejaron en la solución durante no más de 24 horas. Transcurrido este tiempo, fueron lavados bajo un chorro de agua corriente por espacio de 10 a 15 minutos y se preservaron en una solución de alcohol isopropílico al 75% o 96% con agua corriente, dependiendo del organismo. Para organismos con cuerpo suave y especímenes delicados se usó etanol al 70% (p. ej. pepinos de mar).

La identificación de los ejemplares al menor nivel taxonómico posible se realizó con las claves de Keen (1971), Gotschall y Laurent (1979), Brusca (1980), Gotschall (1998, 2005), Kerstitch y Bertsch (2007), Kerstitch (1989), Fischer *et al.* (1995), Diosdado-Anaya (2006) y Hermosillo *et al.* (2006).

6.2.3.2. Ictiofauna

Los organismos fotografiados fueron foto-identificados con los trabajos Thomson *et al.* (1979), Goodson (1988), Allen y Robertson (1998), Eschmeyer *et al.* (1998), Gotschall (1998) y Robertson y Allen (2008).

6.2.4. Análisis de Datos

6.2.4.1. Invertebrados epibénticos

Indicadores estructurales de la comunidad

Mediante diversos índices ecológicos se realizó un análisis exploratorio con datos de abundancia temporal de los invertebrados epibénticos en el grupo control y tratamiento experimental, con el fin de hacer comparaciones entre ambos e identificar patrones que pudieran describir o caracterizar esta comunidad.

Se cálculo la riqueza de especies (S), la abundancia relativa y Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), descritos anteriormente en el análisis de datos del capítulo I y el coeficiente de dominancia simple que se describe a continuación:

Coeficiente simple de dominancia

Se presenta la abundancia relativa (P_i) de cada una de las especies. El cociente resultante es multiplicado por cien. La especie dominante es aquella que tiene el mayor valor relativo de este índice (Krebs, 1985). Se presentan los resultados para todas las especies, ya que resulta útil examinar la distribución relativa o la relativa

acumulada para todo el elenco de especies en la comunidad (De la Cruz Agüero, 1994).

Análisis de varianza

Una vez probados los supuestos de normalidad (Kolmogorov-Smirnof, $\alpha = 0.05$) y homocedasticidad (Levene, $\alpha = 0.05$), se realizaron análisis de varianza de dos vías [ANDEVA; Nivel de Confianza (NC) = 95%], para determinar si las diferencias en los valores de diversidad entre meses eran significativas. Cuando lo fueron se aplicó una prueba de Tukey para determinar dónde se encontraban esas diferencias (Sokal y Rohlf, 1996; Zar, 1996).

Para determinar diferencias de abundancia y riqueza específica de especies entre los diferentes tipos de cuadrantes y estaciones de muestreo, se llevó a cabo un ANDEVA no paramétrico de dos vías (ANDEVA Kruskal-Wallis; NC = 95%). En los casos donde hubo diferencias significativas se realizaron comparaciones múltiples de los valores de probabilidad (p) para determinar donde se encontraban esas diferencias (Sokal y Rohlf, 1996; Zar, 1996).

Relación temperatura – abundancia invertebrados – talla de *Sargassum*

Para examinar la relación entre la variación de la temperatura promedio registrada con el sensor sumergible y la abundancia total de invertebrados epibénticos en la localidad de estudio durante de las estaciones de muestreo y entre la variación en la talla promedio de *Sargassum* y la abundancia total de invertebrados epibénticos dentro del grupo control durante las estaciones de muestreo, se utilizó un modelo de regresión lineal (NC = 95%), ajustado mediante mínimos cuadrados (Sokal y Rohlf, 1996).

6.2.4.2. Ictiofauna

De acuerdo a una revisión bibliográfica las especies se caracterizaron por tipo (conspicuo, críptico) y grupo funcional trófico (herbívoros, omnívoros, omnívoros territoriales, piscívoros, oportunistas, zoobentívoros y zooplanctívoros; Viesca-Lobatón, 2005; Froese y Pauly, 2008). Además se aportó información sobre la importancia de las especies como recurso pesquero a nivel nacional (Carta Nacional Pesquera, 2004) y local (Mascareñas-Osorio, CIBNOR; comen. pers.), especie de ornato (Instituto Nacional de la Pesca, 2008) o especies endémicas del Golfo de California (Viesca-Lobatón, 2005; Instituto Nacional de la Pesca, 2008).

Indicadores estructurales de la comunidad íctica

Se realizó un análisis exploratorio con el número de especies ícticas en presencia y ausencia del manto de *Sargassum* con el fin de realizar comparaciones e identificar patrones que pudieran describir o caracterizar esta comunidad.

Se calculó la riqueza de especies (S) descrito anteriormente en el análisis de los datos del capítulo I. Una vez probados los supuestos de normalidad (Kolmogorov-Smirnov, $\alpha = 0.05$) y homocedasticidad (Levene, $\alpha = 0.05$) se realizó un análisis de varianza de una vía [(ANDEVA; nivel de confianza = 95%)] para determinar diferencias significativas entre el número de especies ícticas con y sin la presencia de *Sargassum* (Sokal y Rohlf, 1996; Zar, 1996).

Relación número de especies ícticas – talla de *Sargassum*

Para examinar la relación entre el número de especies ícticas y la talla de *Sargassum* durante de las estaciones de muestreo, se utilizó un modelo de regresión lineal (NC = 95%), ajustado mediante mínimos cuadrados (Sokal y Rohlf, 1996).

6.2.4.3. Talla de *Sargassum*

Los datos de la talla de *Sargassum* se capturaron en el programa Microsoft Excel 2007 para la creación de la base de datos y para el cálculo de la talla promedio durante el tiempo de estudio.

Los índices ecológicos se estimaron por medio del programa ANACOM (De la Cruz Agüero, 1994) y Primer versión 5.2.8 (Clarke y Warwick, 2001) y los ANDEVA con el paquete comercial de computación Statistica versión 7 (StatSoft, Inc., 1984-2004).

6.3. RESULTADOS

6.3.1. Parámetros ambientales

La temperatura superficial promedio del mar fue de 25 °C. Los máximos de temperatura ocurrieron de agosto a noviembre de 2007 (28 °C a 31°C) y agosto del 2008 (30.5 °C). Los mínimos se registraron de abril a julio de 2007 (24 °C) y de diciembre a julio de 2008 (23 °C a 25 °C; Figura 1). La salinidad promedio fue de 36 ups. Esta varió de 32 ups a 37 ups, con un mínimo en abril (32 ups) y máximos en noviembre de 2007 y de abril a junio de 2008 (37 ups; Figura 1).

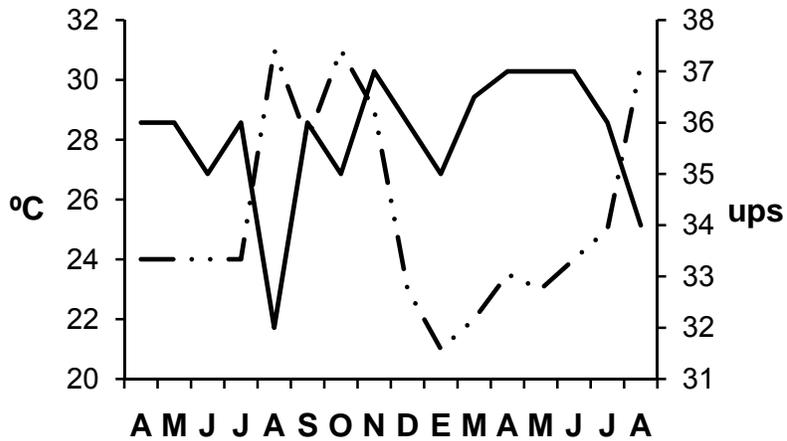


Figura 1. Variación mensual de la temperatura superficial del mar (TSM; ----) y salinidad; —) en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es abril de 2007 a agosto de 2008.

Con respecto a los nutrientes, la concentración de nitritos se mantuvo relativamente constante (0.1 μM a 0.13 μM). Excepto en diciembre de 2007 cuando presentó el máximo valor (0.28 μM). Comparativamente, los nitratos y fosfatos mostraron una mayor fluctuación durante el periodo de estudio, con máximos en invierno y primavera, que coincide con la temporada de vientos (Figura 2).

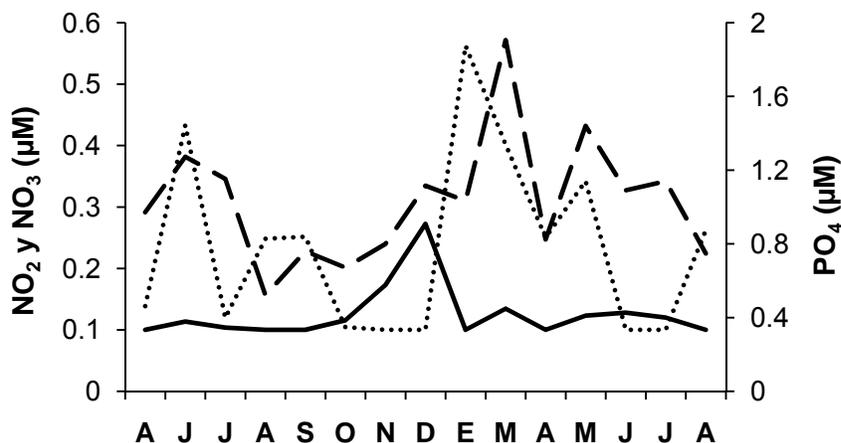


Figura 2. Variación mensual de la concentración de nitritos (NO_2 ; —), nitratos (NO_3 ; ...) y fosfatos (PO_4 ; ---) en El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es abril de 2007 a agosto de 2008.

6.3.2. Invertebrados epibénticos

6.3.2.1. Riqueza de invertebrados epibénticos

Se muestrearon 54 taxa de invertebrados epibénticos, agrupados en seis phyla, 12 clases, 25 ordenes y 38 familias (Anexo V). El número de taxa registrados en el tratamiento experimental (38 taxa) fue menor que el registrado en el grupo control (44 taxa, respectivamente; Tabla 1).

6.3.2.2. Composición porcentual global de la abundancia

En los 204 cuadrantes muestreados (204 m²) durante todo el periodo de estudio, se cuantificaron 892 invertebrados epibénticos. Se determinó la composición porcentual de la abundancia por phyla, quedando distribuida de la siguiente manera: los cnidarios representaron el 30% de la abundancia (268 individuos), seguido de los equinodermos con el 27.6% (246 individuos), los artrópodos con el 18.9% (referido de aquí en adelante como crustáceos; 169 individuos), los moluscos con el 14.8% (132 individuos), los anélidos con el 8.4% (75 individuos) y los platelmintos con el 0.2% (2 individuos; Figura 3).

Tabla 1. Composición específica de invertebrados epibénticos presentes en el grupo control (CS, con *Sargassum* y otras algas) y tratamiento experimental (SS, sin *Sargassum* y otras algas) dentro del manto de *Sargassum* en la localidad de El Sauzoso, BCS. Se incluye el grupo funcional, la movilidad de la especie, el grupo funcional trófico y su importancia. El periodo base del estudio es de febrero a agosto de 2008.

Phylum	Especie	CS	SS	Movilidad	Alimentación	Importancia
Annelida	Sabelido	P		S	FILT	
	<i>Bispira rugosa monterea</i>	P	P	S	FILT	
	<i>Phragmatopoma californica</i>	P	P	S	FILT	
	<i>Spirobranchus giganteus</i>		P	S	FILT	
	<i>Aniculus elegans</i>		P	M	OMNI	EO
Crustacea	<i>Clibanarius panamensis</i>	P	P	M	?	
	<i>Dardanus sinistrepes</i>	P		M	?	
	<i>Herbstia camptacanta</i>	P		M	?	
	<i>Neaxius vivesi</i>	P	P	M, S	OPOR	ERI
	<i>Balanus</i> sp.	P	P	S	FILT	
Cnidaria	<i>Porites panamensis</i>	P	P	S	FILT	
	<i>Anemona</i> sp. 1	P	P	S	FILT	
	<i>Anemona</i> sp. 2	P	P	S	FILT	
	<i>Anemona</i> sp. 3	P	P	S	FILT	
	<i>Anemona</i> sp. 4	P		S	FILT	
	<i>Anemona</i> sp. 5	P	P	S	FILT	
	<i>Anemona</i> sp. 6	P		S	FILT	
	<i>Anemona</i> sp. 7		P	S	FILT	
	<i>Anthopleura</i> spp.	P	P	S	FILT	
	<i>Calliactis variegata</i>	P		S, P	FILT	
	<i>Eugorgia</i> spp.	P		S	FILT	EO
	<i>Aglaophenia diegensis</i>		P	S	FILT	
	Echinodermata	<i>Nidorellia armata</i>		P	M	ZOOB, BIOE
<i>Phataria unifascialis</i>		P	P	M	DETR	EO
<i>Heliaster kubiniji</i>		P		M	DETR	
<i>Ophiotrix spiculata</i>		P	P	M	OMNI	
<i>Ophiocoma aethiops</i>		P	P	M	OMNI	
<i>Ophionereis annulata</i>		P		M	?	
<i>Eucidaris thouarsii</i>		P	P	M	BIOE	EO
<i>Arbacia incisa</i>		P	P	M	OMNI	
<i>Tripneustes depressus</i>		P	P	M	HERB	

Tabla 1. Continuación

Phylum	Especie	CS	SS	Movilidad	Alimentación	Importancia
Mollusca	<i>Echinometra vanbruntii</i>	P	P	M	BIOE	RP, PD
	<i>Holothuria impatiens</i>	P	P	M	FILT	IP
	<i>Holothuria kerfersteinii</i>	P	P	M	?	
	<i>Isostichopus fuscus</i>	P	P	M	DETR	RP, PD, EP
	<i>Euapta godeffroyi</i>	P	P	M	DETR	EO
	<i>Acmaea</i> spp.		P	M	HERB	
	<i>Columbella fuscata</i>	P	P	M	OMNI	
	<i>Columbella major</i>	P	P	M	OMNI	
	<i>Conus</i> spp.	P		M	?	
	<i>Conus princeps</i>	P		M	ZOOB	
	<i>Phyllonotus erythrostoma</i>	P		M	ZOOB	RP
	<i>Cypraea annetae</i>	P	P	M	?	
	<i>Serpulorbis euriciformis</i>	P	P	S	FILT	
	<i>Aplysia californica</i>	P		M	HERB	
	<i>Elysia diomedea</i>	P	P	M	?	
	<i>Chromodoris norrisi</i>		P	M	ZOOB	
	<i>Hypselodoris californiensis</i>	P		M	ZOOB	EO
	<i>Hypselodoris ghiselini</i>		P	M	ZOOB	
	<i>Modiolus capax</i>	P		S	FILT	RP
	<i>Arca pacifica</i>		P	S	FILT	RP
<i>Pinctada mazatlanica</i>	P	P	S	FILT	RP, PD	
Platyhelminthes	<i>Pericelis</i> spp.		P	M	?	
	<i>Pseudobiceros</i> spp.	P		M	?	
Total de Taxa		44	38			

Donde: P, presente; espacio en blanco, ausente; S, sésil; M, móvil; Pi, pivotante; FILT, filtrador; OMNI, omnívoro; OPOR, oportunista; DETR, detritívoro; BIOE, bioerosionador; HERB, herbívoro; ZOOB, zoobentívoro; ?, desconocimiento por carencia de información; RP, recurso pesquero nacional; EO, especie de ornato; ERI, reportada como especie de interés comercial; PD, población diezmada por sobreexplotación; EP, especie sujeta a protección; IP, especie de interés para la pesca.

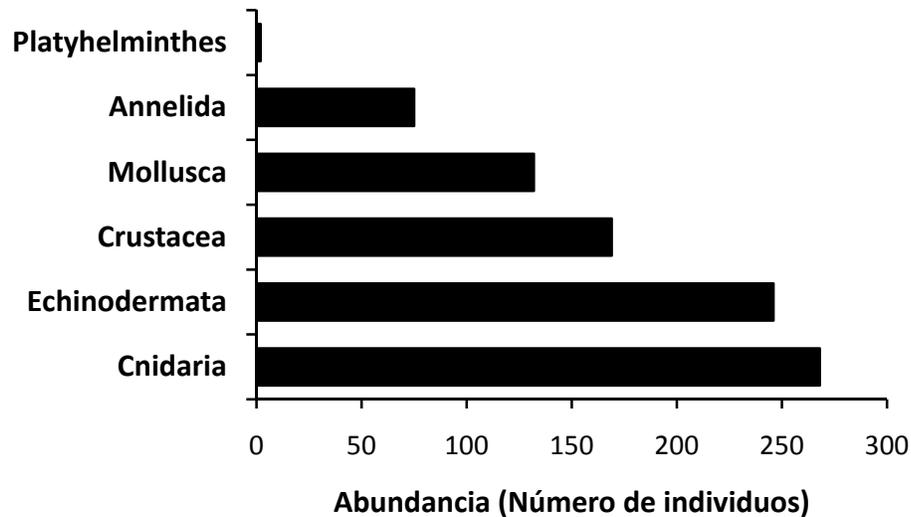


Figura 3. Composición porcentual global por phyla de la abundancia de invertebrados epibénticos asociados a mantos de *Sargassum* en la localidad de El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es febrero a agosto 2008.

6.3.2.2.1. Abundancia global por tipo de cuadrante: grupo control y tratamiento experimental

En los 104 cuadrantes del grupo control muestreados durante el periodo de estudio, se cuantificaron 505 individuos de invertebrados epibénticos (4.9 individuos/m²). En los 100 cuadrantes del tratamiento experimental se cuantificaron 387 individuos (3.9 individuos/m²). Se determinó su composición porcentual en cuanto a la abundancia por phyla, quedando distribuída de la siguiente manera: en el grupo control los equinodermos representaron el 26.9% de la abundancia (136 individuos), seguido de los cnidarios con el 24.6% (124 individuos), los crustáceos con el 23.6% (119 individuos) y el resto de los grupos por debajo del 14.3% (72 individuos). En el tratamiento experimental los cnidarios representaron el 37.2% de la abundancia (144 individuos), seguido de los equinodermos con el 28.4% (110 individuos) y el resto de los grupos por debajo del 15.5% (60 individuos; Figura 4).

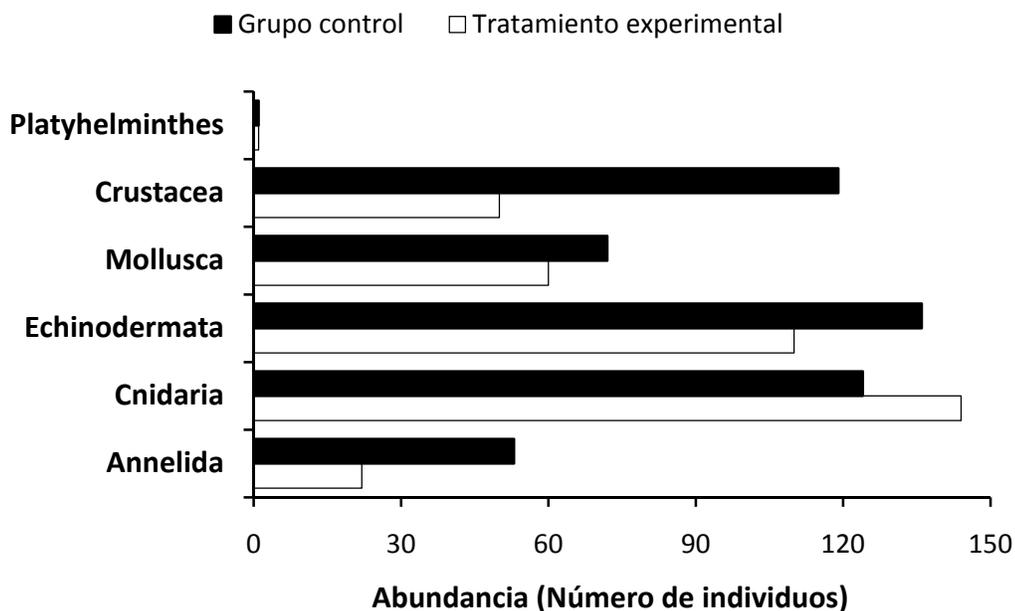


Figura 4. Composición porcentual global por phyla de la abundancia de invertebrados epibénticos en el grupo control (con *Sargassum* y otras algas) y el tratamiento experimental (sin *Sargassum* y otras algas) dentro del manto de *Sargassum* en la localidad de El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es febrero a agosto de 2008.

6.3.2.3. Composición porcentual global de la riqueza

Se identificaron un total de 54 especies donde los tres principales grupos son el Phylum Mollusca con el 30% de las especies (16 especies), el Phylum Echinodermata con el 26% (14 especies) y el Phylum Cnidaria con el 22% (12 especies). Seguido de los crustáceos con el 11% (6 especies), los anélidos con el 7% (4 especies) y los platelmintos con el 4% (2 especies; Figura 5).

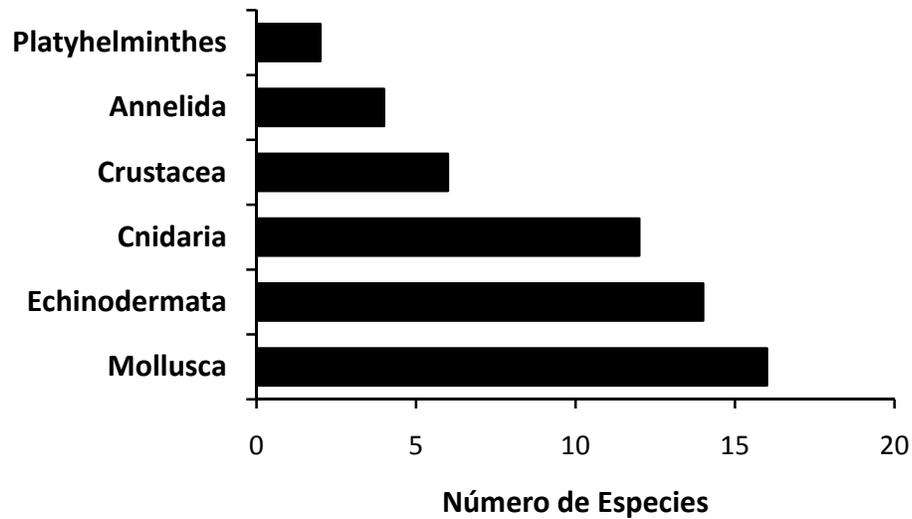


Figura 5. Composición porcentual global por phyla de la riqueza de invertebrados epibénticos asociados a mantos de *Sargassum* en la localidad de El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es febrero a agosto 2008.

6.3.2.3.1. Riqueza global por tipo de cuadrante: grupo control y tratamiento experimental

En cuanto a la riqueza de especies, tanto en el grupo control como en el tratamiento experimental, los tres principales grupos son los equinodermos con el 30% (13 especies) y 32% de las especies (12 especies), respectivamente; los moluscos con el 27% (12 especies) y 26% (10 especies), respectivamente; y los cnidarios con el 23% (10 especies) y 21% (8 especies), respectivamente. En ambos los crustáceos, anélidos y platelmintos representaron las menores riquezas por debajo del 11% (5 especies; Figura 6).

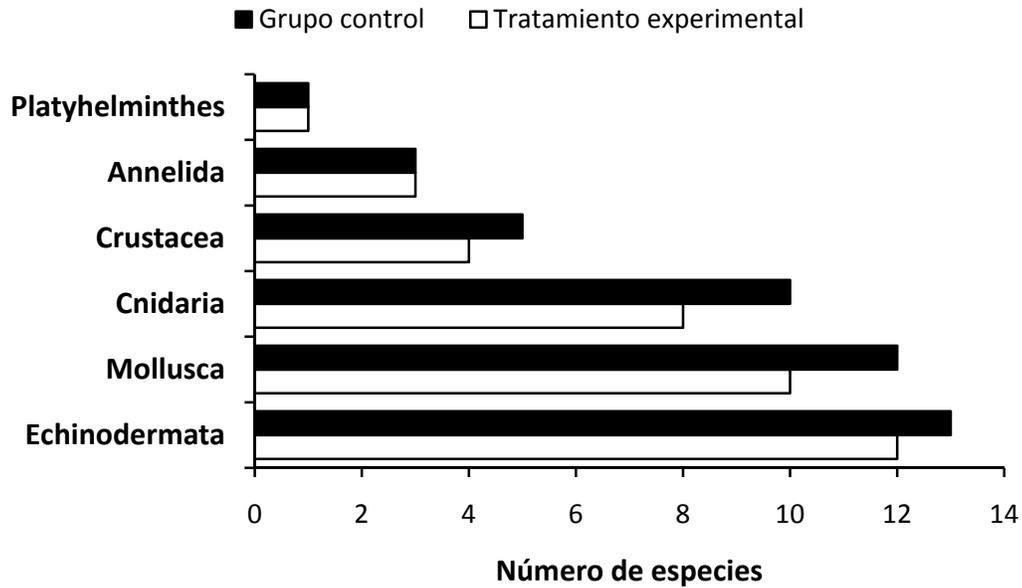


Figura 6. Composición porcentual global por phyla de la riqueza de invertebrados epibénticos en el grupo control (con *Sargassum* y otras algas) y el tratamiento experimental (sin *Sargassum* y otras algas) dentro del manto de *Sargassum* en la localidad de El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es febrero a agosto de 2008.

6.3.2.4. Riqueza de especies

La riqueza específica promedio de invertebrados epibénticos en el grupo control (2.4 especies) no fue significativamente mayor ($H_{(1, 204)} = 1.7$, $p = 0.198$) que la del tratamiento experimental (2.1 especies; Figura 7).

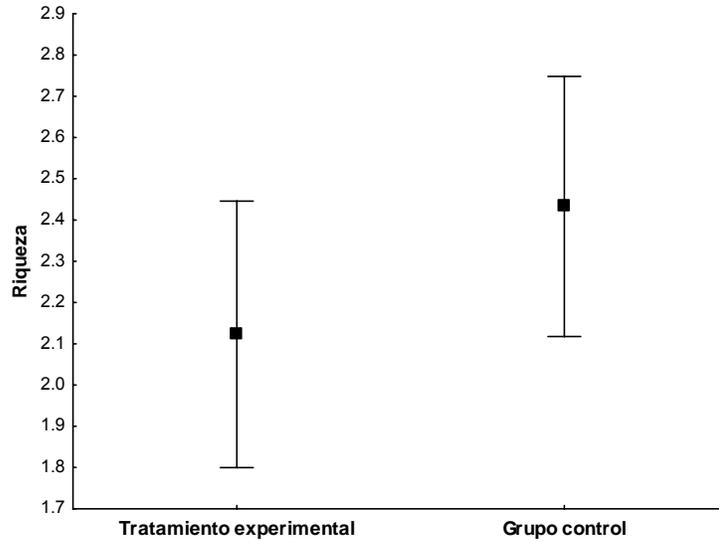


Figura 7. Comparación de la riqueza específica promedio de invertebrados epibénticos en los dos diferentes tipos de cuadrante: tratamiento experimental y cuadrante control. Media (■); error estándar (líneas verticales).

Se encontraron diferencias significativas entre los valores de la riqueza específica promedio de invertebrados epibénticos a lo largo del tiempo de estudio ($H_{(10,204)} = 30.8$, $p = 0.0006$). Mediante una comparación múltiple de los valores de probabilidad (p) se encontró una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre meses iniciales con meses finales (p. ej. 1^a quincena de abril con 1^a quincena de agosto). En siete de 10 muestreos realizados, la riqueza específica promedio fue mayor en el grupo control que en el tratamiento experimental (Figura 8).

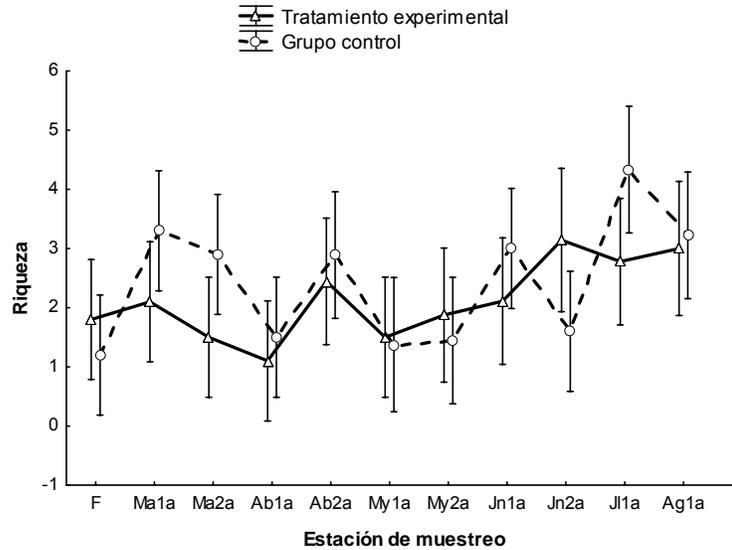


Figura 8. Comparación del patrón de variación mensual de la riqueza específica de invertebrados epibénticos en los dos diferentes tipos de cuadrantes: tratamiento experimental y grupo control. Media (■); error estándar (líneas verticales); F: febrero; Ma: marzo; Ab: abril; My: mayo; Jn: junio; Jl: julio; Ag: agosto; 1a: 1ª quincena; 2a: 2ª quincena.

6.3.2.5. Abundancia

La abundancia promedio, al igual que la riqueza específica promedio, no mostraron una diferencia estadística entre los diferentes tipos de cuadrantes ($H_{(1, 11016)} = 3.23$, $p = 0.721$) y el mayor valor de la abundancia promedio se observó en el grupo control (0.09 individuos) en comparación con en el tratamiento experimental (0.07 individuos; Figura 9).

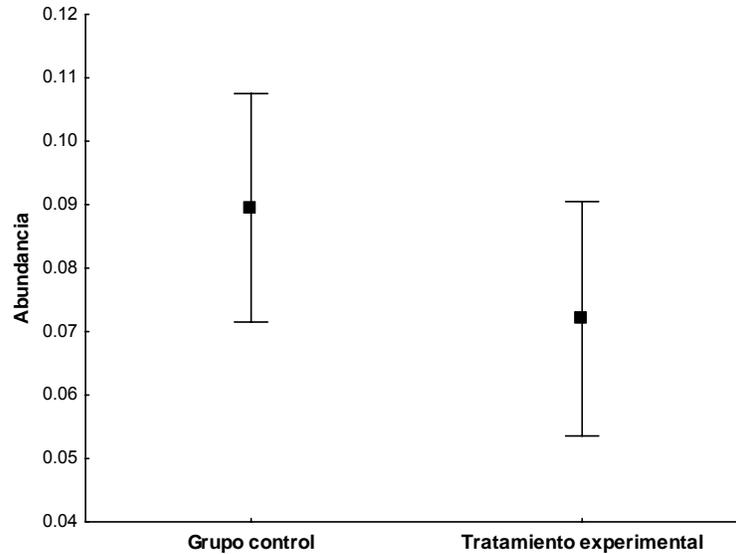


Figura 9. Comparación de la abundancia promedio de invertebrados epibénticos en los dos diferentes tipos de cuadrante: tratamiento experimental y cuadrante control. Media (■); error estándar (líneas verticales).

Durante el muestreo, la abundancia promedio en las estaciones mostró un ciclo de aumento-disminución-aumento en ambos tipos de cuadrantes. El resultado del análisis de varianza de Kruskal-Wallis indicó diferencias estadísticas significativas en la abundancia promedio durante el transcurso del muestreo ($H_{(10, 11016)} = 46.73$, $p = 0.000$). Mediante una comparación múltiple de los valores de probabilidad se encontró una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre estaciones de muestreo iniciales (1ª y 2ª quincena) con estaciones de muestreo posteriores (p. ej. 2ª quincena de abril y 2ª quincena de junio). La abundancia promedio mensual en el grupo control fue mayor en seis de los 10 muestreos realizados (Figura 10).

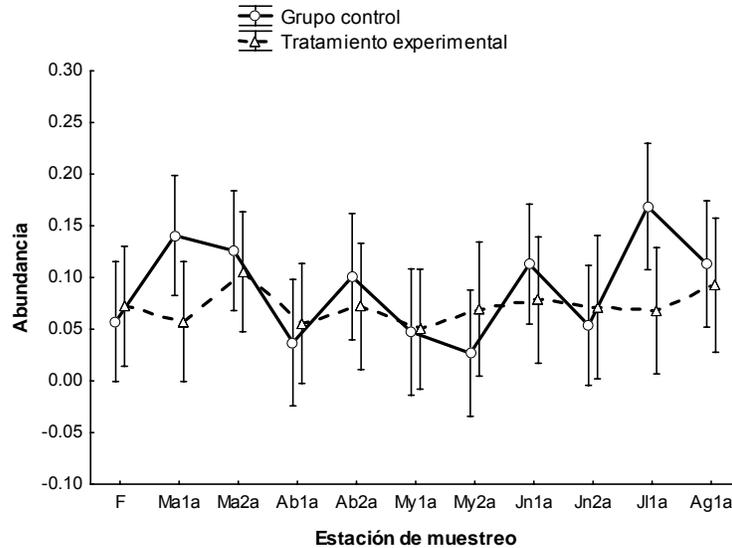


Figura 10. Comparación del patrón de variación mensual de la abundancia de invertebrados epibénticos en los dos diferentes tipos de cuadrantes: tratamiento experimental y grupo control. Media (■); error estándar (líneas verticales); F: febrero; Ma: marzo; Ab: abril; My: mayo; Jn: junio; Jl: julio; Ag: agosto; 1a: 1ª quincena; 2a: 2ª quincena.

6.3.2.6. Densidad promedio y dominancia

En las 204 (cuadrantes) observaciones realizadas, ninguna de las 54 especies registradas presentó una frecuencia de aparición del 100 %. El erizo *Tripneustes depressus* fue la especie que presentó una frecuencia de aparición mayor al 90 % durante los muestreos en ambos tipos de cuadrantes. Las especies que fueron observadas en poco más del 60 % de los muestreos en el grupo control fueron: *Balanus* sp., anémona sp. 2, *Eucidaris thouarsii*, *Porites panamensis*, *Bispira rugosa monterea*, *Elysia diomedea* y *Phataria unifascialis*. Éstas mismas especies estuvieron presentes en más del 60 % de los muestreos en el tratamiento experimental, excepto *P. panamensis* (Anexo VI y VII).

El análisis del coeficiente de dominancia simple durante el tiempo de muestreo, permitió distinguir que las especies de invertebrados epibénticos frecuentemente observadas fueron las dominantes. Los taxa restantes presentaron densidades y coeficientes de dominancia bajas (Anexo VI y VII).

La densidad promedio de las especies de invertebrados epibénticos varió durante el muestreo. En la mayoría de las estaciones de muestreo del grupo control (ocho estaciones), las especies sésiles presentaron las mayores densidades promedio. *Balanus* sp. fue la especie que presentó los mayores valores de densidad en cinco de las 11 estaciones de muestreo (febrero, primera quincena de marzo y de junio a julio; Anexo VI). En el tratamiento experimental, las especies móviles presentaron las mayores densidades (seis estaciones). Las especies con las mayores densidades en el mayor número de muestreos fueron *Eucidaris thouarsii* y *Balanus* sp. (tres estaciones cada una; Anexo VII).

Dieciséis especies de invertebrados epibénticos fueron observadas en una sola estación de muestreo dentro del grupo control, ejemplos de éstas son *Pseudobiceros* spp., *Phyllonotus erythrostoma*, *Heliaster kubiniji*, entre otros. Mientras que en el tratamiento experimental fueron trece las especies observadas en una estación de muestreo, como lo es el caso de *Arca pacifica*, *Serpulorbis euriciformis*, *Chromodoris norrisi*, entre otros. *Euapta godefroyii* y *Clibanarius panamensis* son dos más de éstas especies, que además fueron observadas en ambos tipos de cuadrantes (Anexo VI y VII).

6.3.2.7. Diversidad

La diversidad promedio fue mayor en el grupo control (0.81 bits/individuo) que en el tratamiento experimental (0.65 bits/individuo; Figura 7). La diversidad promedio entre los diferentes tipos de cuadrantes no mostró diferencias estadísticas significativas ($F_{(1, 182)} = 1.3$, $p = 0.26$; Figura 11).

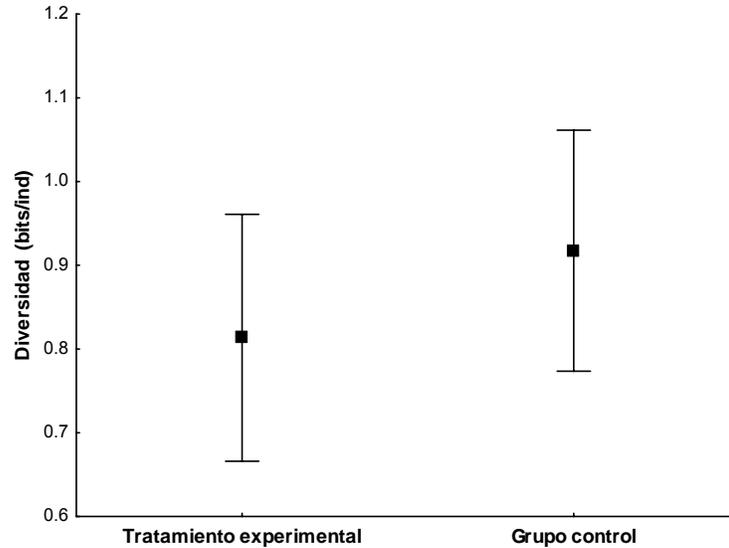


Figura 11. Comparación de la diversidad promedio de invertebrados epibénticos en los dos diferentes tipos de cuadrante: tratamiento experimental y grupo control. Media (■); Error estándar (líneas verticales).

Se encontraron diferencias significativas entre los valores de diversidad mensual de los invertebrados epibénticos a lo largo del periodo de estudio ($F_{(10, 182)} = 4.02$, $p = 0.000053$). Mediante la prueba de Tukey se encontraron diferencias significativas entre estaciones de muestreo (p. ej. 1^a quincena de abril diferente de la 2^a quincena de abril) y entre estaciones de muestreo de los diferentes tipos de cuadrantes (p. ej. 1^a quincena de abril del tratamiento experimental diferente de la 1^a quincena de julio del grupo control). En siete de los 10 muestreos realizados, la diversidad promedio fue mayor en el tratamiento control que en el tratamiento experimental (Figura 12).

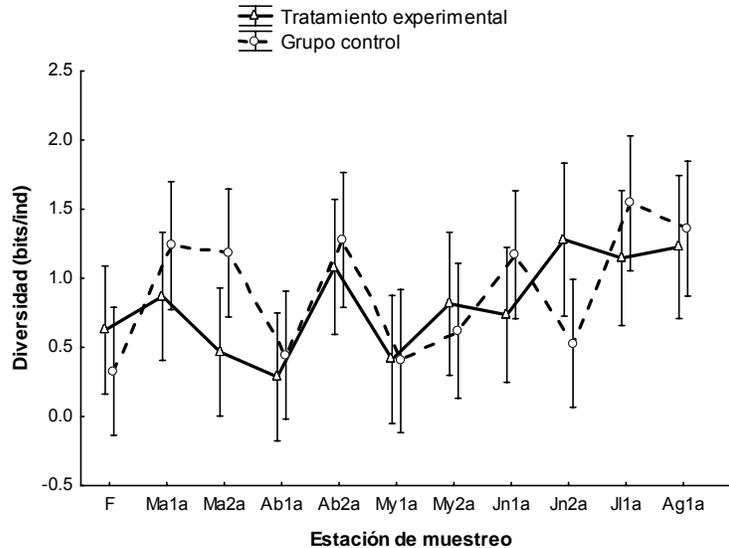


Figura 12. Comparación del patrón de variación mensual de la diversidad de invertebrados epibénticos en los dos diferentes tipos de cuadrantes: tratamiento experimental y grupo control. Media (■); error estándar (líneas verticales); F: febrero; Ma: marzo; Ab: abril; My: mayo; Jn: junio; Jl: julio; Ag: agosto; 1a: 1ª quincena; 2a: 2ª quincena.

6.3.2.8. Relación temperatura – abundancia – talla de *Sargassum*

La abundancia presentó cuatro máximos durante el tiempo de estudio. En la segunda quincena de marzo se registró el primer pico máximo de abundancia con un total de 125 individuos, a una temperatura promedio de 20.7 °C. El segundo pico máximo ocurrió en la segunda quincena de abril con un total de 84 individuos y una temperatura de 23.8 °C; el tercero en la primera quincena de junio con un total de 99 individuos y una temperatura de 24.3 °C; el cuarto y último se registró en la primera quincena de julio con un total de 115 individuos y una temperatura de 25.7 °C. La estación de muestreo con la menor abundancia fue la segunda quincena de mayo con 43 individuos y 23 °C (Figura 13A). Para determinar si la temperatura dentro del manto (registrada con el sensor sumergible) tuvo alguna influencia sobre la abundancia total de invertebrados epibénticos observada en cada muestreo, se aplicó una prueba de regresión lineal, la cual indicó que no existe relación entre estas variables ($r = 0.0840$, $p = 0.8060$, no significativo).

La talla promedio de *Sargassum* presentó su valor máximo en la segunda quincena de abril (105 cm \pm 57.62 cm). Sus valores mínimos se presentaron en la primera quincena de marzo (30.6 cm \pm 12.5 cm) y agosto (16.5 cm \pm 8.1 cm). Por su parte, la abundancia de invertebrados bentónicos dentro del grupo control mostró un patrón de fluctuación de valores máximos-mínimos-máximos durante el tiempo de estudio. Los valores máximos se presentaron en la primera quincena de marzo (76 individuos), junio (61 individuos) y julio (82 individuos), y en la segunda quincena de abril (49 individuos). Los valores mínimos se presentaron en la primera quincena de abril y agosto (18 individuos y 55 individuos, respectivamente), y en la segunda quincena de mayo y junio (13 individuos y 29 individuos, respectivamente; Figura 13B). Para determinar si la talla de *Sargassum* tuvo alguna influencia sobre la abundancia total de invertebrados observada en cada muestreo, se aplicó una prueba de regresión lineal, la cual indicó que no existe una relación entre estas variables ($r = 0.5198$, $p = 0.1236$, no significativa).

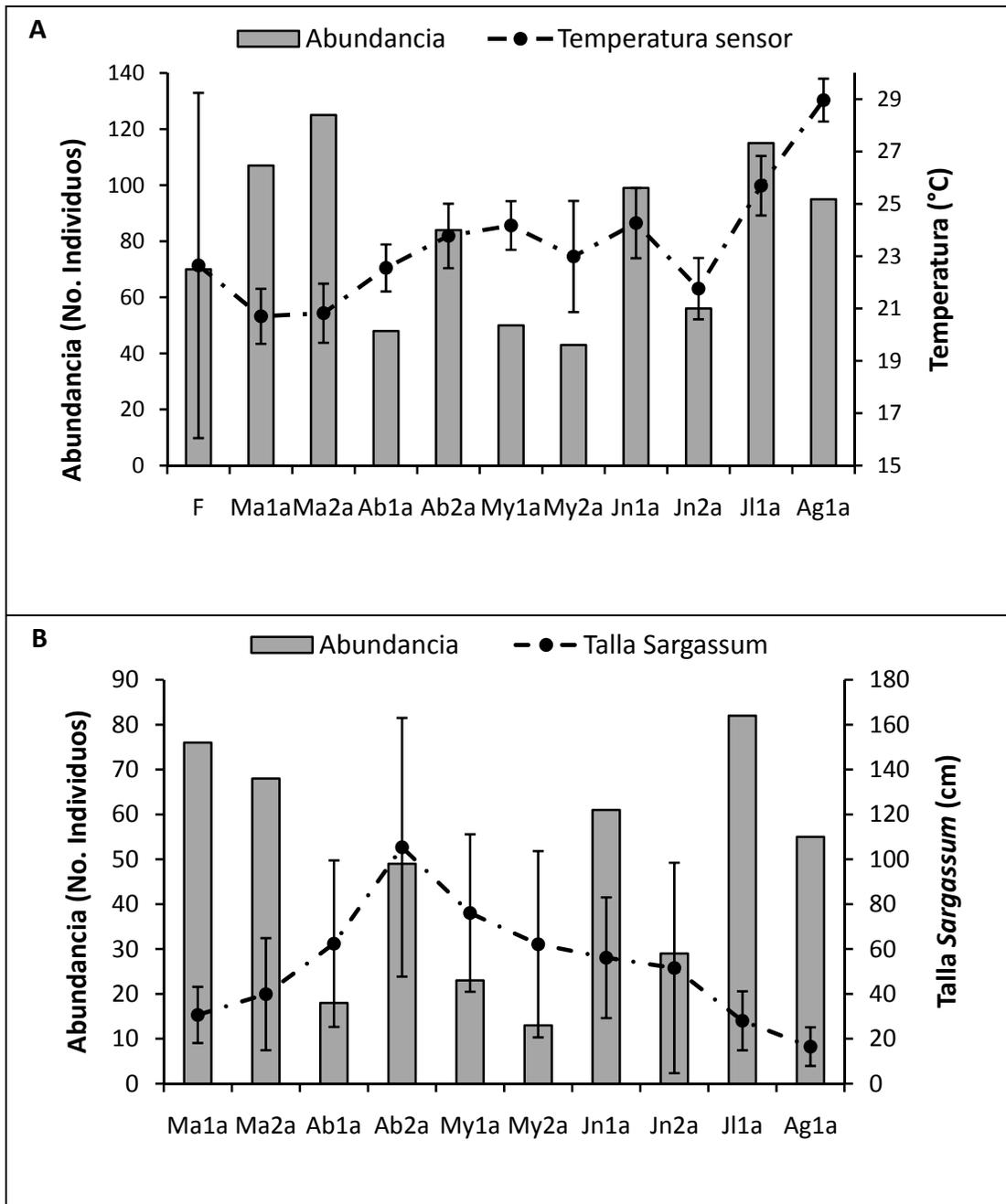


Figura 13. A. Variación de la temperatura promedio dentro del manto de *Sargassum* y de la abundancia de invertebrados epibénticos durante las estaciones de muestreo. B. Variación de la talla promedio de *Sargassum* y la abundancia de invertebrados epibénticos dentro del grupo control durante las estaciones de muestreo. Media (●); desviación estándar (línea continua vertical); F, febrero; Ma: Marzo; Ab: Abril; My: mayo; Jn: junio; Jl: julio; Ag; agosto; 1a: 1ª quincena; 2a: 2ª quincena.

6.3.3. Ictiofauna

6.3.3.1. Riqueza de especies

En la localidad de El Sauzoso, se registraron 47 especies de peces pertenecientes a siete órdenes y 23 familias (Tabla 2). De éstas, 42 fueron observadas dentro del manto y 26 especies durante los meses en los que el manto se encontraba cubierto por arena (agosto de 2007 a enero de 2008). Fue común observar individuos juveniles de *Mycteroperca rosacea*, adultos de *Balistes polylepis* y *Abudefduf troschelii* e individuos de especies endémicas del Golfo de California, como *Malacoctenus gigas*, *Acathemblemaria crockeria* y *Stegastes rectifraenum*.

Tabla 2. Composición específica de la ictiofauna en presencia (CS, con *Sargassum*) y ausencia del manto de *Sargassum* (SS, sin *Sargassum*) en la localidad de El Sauzoso, BCS. Se incluye el tipo, grupo funcional trófico y su importancia. El periodo base del estudio es de agosto de 2007 a agosto de 2008.

Orden/Familia	Especie	CS	SS	Conspicuo	Críptico	Importancia
Rajiformes						
Urolophidae	<i>Urobatis concentricus</i>	P	P		Zoob	
	<i>Urobatis halleri</i>	P			Zoob	
Anguilliformes						
Muraenidae	<i>Muraena lentiginosa</i>		P		Zoob	
Ophichthidae	<i>Myrichthys maculosus</i>	P			Zoob	
Aulopiformes						
Synodontidae	<i>Synodus evermanni</i>	P	P		Zoob	
Mugiliformes						
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	P		Herb		RP
	<i>Mugil curema</i>		P	Herb		RP
Scorpaeniformes						
Scorpaenidae	<i>Scorpaena mystes</i>	P			Zoob	RP
Perciformes						
Serranidae	<i>Epinephelus labriformis</i>	P	P	Zoob		RP
	<i>Mycteroperca rosacea</i>	P	P	Pisci		RP
	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	P	P	Zoob		RP
	<i>Cephalopholis panamensis</i>	P			Pisci	RP
Lutjanidae	<i>Hoplopagrus guentherii</i>	P	P	Zoob		RP, EO

Tabla 2. Continuación

Orden/Familia	Especie	CS	SS	Conspicuo	Críptico	Importancia
Haemulidae	<i>Lutjanus argentiventris</i>	P		Pisci		RP
	<i>Anisotremus interruptus</i>	P		Zoob		RP
	<i>Haemulon sexfasciatum</i>	P	P	Zoob		RP
	<i>Haemulon flaviguttatum</i>	P	P	Zoob		RP
	<i>Haemulon maculicauda</i>	P		Zoob		RP
	<i>Haemulon scudderii</i>		P	Zoob		RP*
Chaetodontidae	<i>Chaetodon humeralis</i>	P		Omni		EO
Pomacanthidae	<i>Holacanthus passer</i>	P	P	Omni		EO
	<i>Pomacanthus zonipectus</i>	P	P	Omni		EO
Cirrihidae	<i>Cirrithus rivulatus</i>	P			Zoob	
	<i>Cirrhichthys oxycephalus</i>		P		Zoob	EO
Pomacentridae	<i>Abudefduf troschelii</i>	P	P	Zoop		
	<i>Stegastes flavilatus</i>	P		Oter		EO
	<i>Stegastes rectifraenum</i>	P	P	Oter		EO, E
Labridae	<i>Bodianus diplotaenia</i>	P	P	Zoob		RP, EO
	<i>Halichoeres dispilus</i>	P	P	Opor		EO
	<i>Halichoeres nicholsi</i>	P	P	Zoob		
	<i>Halichoeres notospilus</i>	P		Zoob		
	<i>Thalassoma lucasanum</i>	P		Zoob		EO
Scaridae	<i>Nicholsina denticulata</i>	P		Herb		
	<i>Scarus ghobban</i>	P		Herb		RP*, EO
Labrisomidae	<i>Labrisomus xanti</i>	P	P		Zoob	
	<i>Malacoctenus gigas</i>	P	P		Zoob	E
Chaenopsidae	<i>Acathemblemaria crockeri</i>	P	P		Zoop	E
Blennidae	<i>Ophioblennius steindachneri</i>	P			Oter	
Gerreidae	<i>Gerres cinereus</i>		P	Omni		RP
	<i>Eucinostomus currani</i>	P	P	Omni		
Carangidae	<i>Selar crumenophthalmus</i>	P		OPor		RP
	<i>Gnathadon speciosus</i>	P		Zoob		RP*
Tetraodontiformes						
Balistidae	<i>Balistes polylepis</i>	P		Zoob		RP
Tetraodontidae	<i>Canthigaster punctatissima</i>	P	P		Zoob	EO
	<i>Sphoeroides annulatus</i>	P		Zoob		RP
	<i>Sphoeroides lobatus</i>	P		Zoob		
Diodontidae	<i>Diodon holocanthus</i>	P	P		Zoob	EO

Donde: P, presente; espacio en blanco, ausente; Zoob, zoobentívoro; Herb, herbívoro; Pisci, piscívoro; Omni, omnívoro; Oter, omnívoro territorialista; Opor, oportunista; RP, recurso pesquero nacional; RP*, recurso pesquero local; EO, especie de ornato; E, especie endémica del Golfo de California.

Las familias más diversas fueron Labridae y Haemulidae con 5 especies cada una, seguida por la familia Serranidae con 4 especies, Pomacentridae y Tetraodontidae con 3 especies cada una (Figura 14)

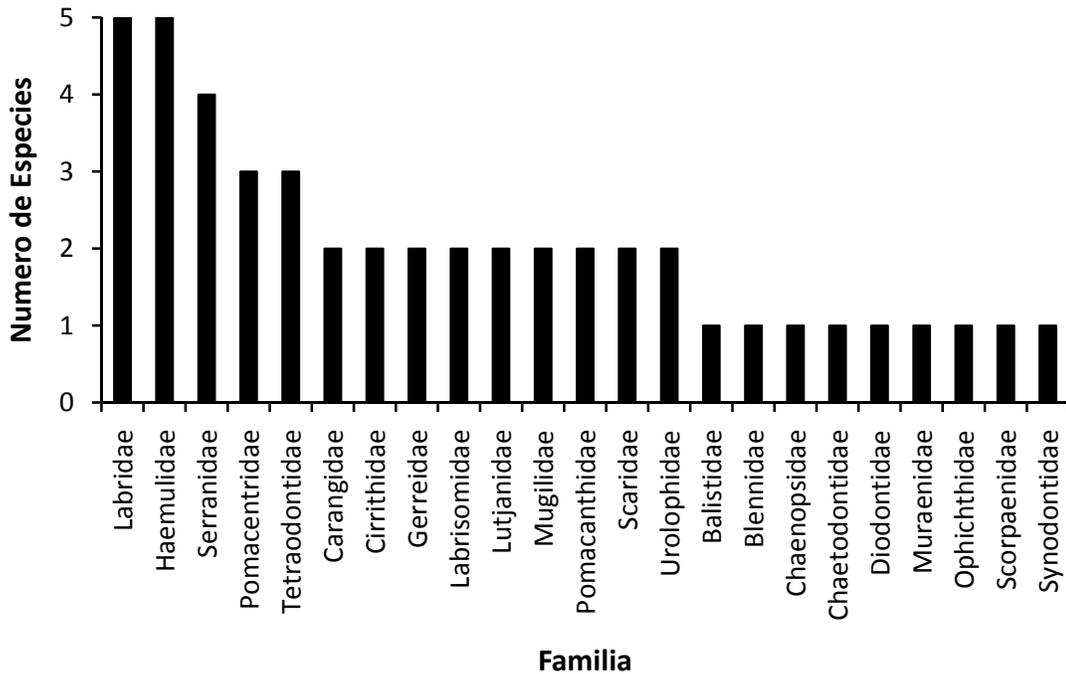


Figura 14. Distribución de la riqueza específica de peces por familia observados en la localidad de El Sauzoso, BCS.

La importancia relativa de los grupos funcionales (Figura 15) indicó que el grupo más importante es el de los zoobentívoros que representó el 59.5% de las especies (28 especies), seguido muy de lejos por los omnívoros con 10.4% (5 especies), mientras que el resto de los grupos tuvieron valores menores al 8.5% (4 especies o menos).

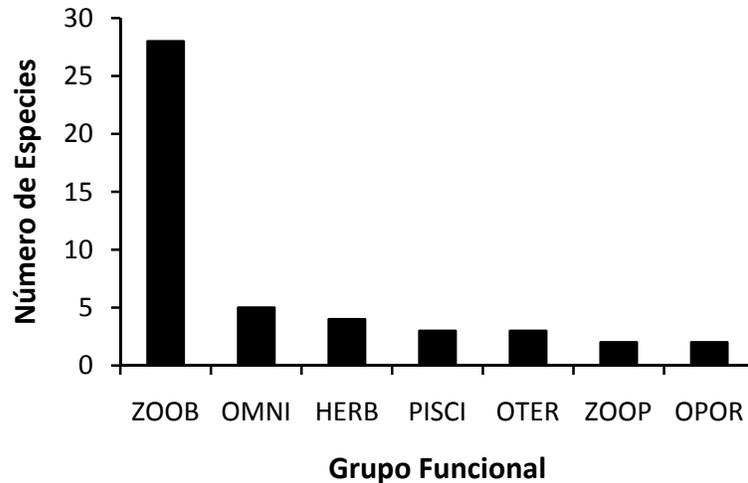


Figura 15. Distribución de la riqueza específica de peces por grupo funcional observados en la localidad de El Sauzoso, BCS. ZOOB = zoobentívoros; OMNI = Omnívoros; HERB = Herbívoros; PISCI = Piscívoros; ZOOP = Zooplanctívoros; OTER = Omnívoros territoriales; OPOR = Oportunistas.

La riqueza específica promedio de especies ícticas en ausencia del manto de *Sargassum* (agosto 2007 a enero 2008; 6.8 especies \pm 2.6 especies) fue significativamente menor ($H_{(1, 13)} = 8.3$; $p < 0.04$) que el registrado en su presencia (febrero a agosto de 2008; 20.1 especies \pm 8.1 especies). En ausencia del manto, el valor mínimo de la riqueza de especies se presentó en el mes de octubre (4 especies) y el valor máximo en diciembre (11 especies). Éste último valor, coincide con el valor mínimo de la riqueza de peces registrada dentro del manto de *Sargassum* en los meses de febrero y julio de 2008. El valor máximo de la riqueza en presencia del manto se presentó en el mes de mayo (32 especies; Figura 16).

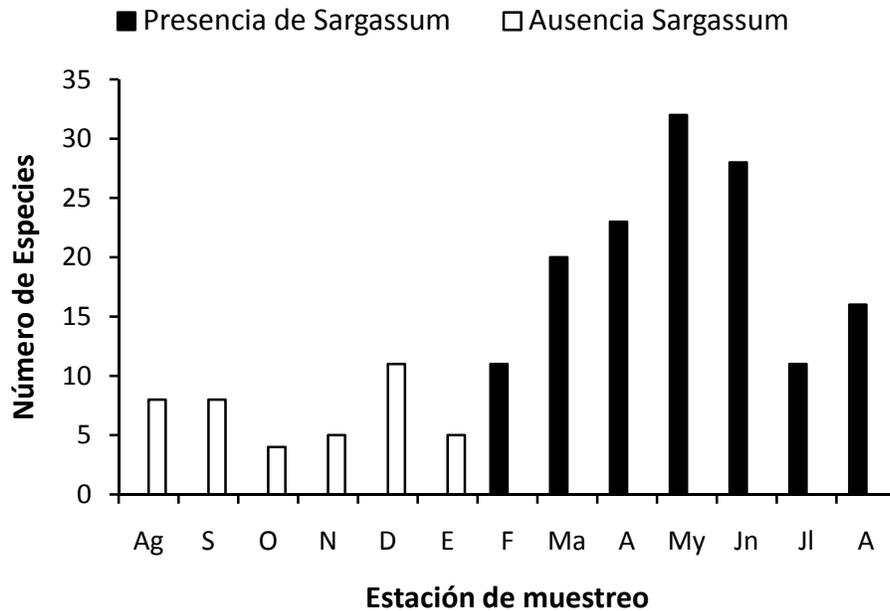


Figura 16. Variación mensual de la riqueza específica de especies ícticas en ausencia y presencia del manto de *Sargassum* en la localidad de El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es agosto de 2007 a agosto de 2008.

6.3.3.2. Relación riqueza de especies – talla de *Sargassum*

El máximo valor de la talla promedio de *Sargassum* se registró en abril ($83.87 \text{ cm} \pm 52.63 \text{ cm}$) y los valores mínimos en marzo ($33.73 \text{ cm} \pm 20 \text{ cm}$) y agosto ($16.53 \text{ cm} \pm 8.64 \text{ cm}$). El mayor número de especies ícticas se registró en mayo (32 especies), un mes después de que *Sargassum* alcanzó su talla máxima. El menor valor de la riqueza de peces se registró en julio (11 especies; Figura 17A). Para determinar si la talla de *Sargassum* tuvo una influencia sobre el número total especies ícticas observadas en cada estación de muestreo, se aplicó una prueba de regresión (Figura 17B), la cual indicó que no existe una relación entre estas variables ($r = 0.6$, $p = 0.1166$).

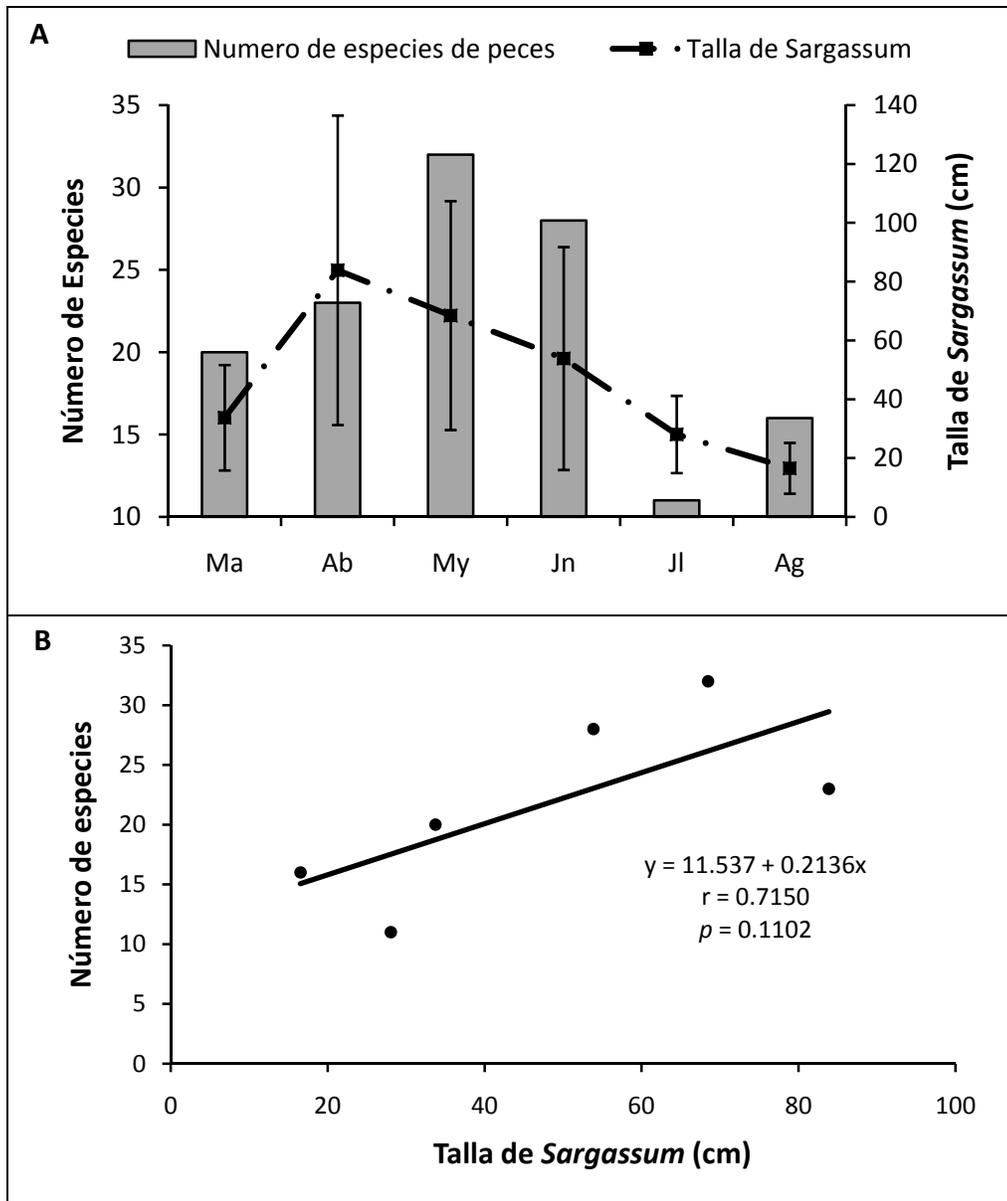


Figura 17. A: Variación mensual de la riqueza específica de especies ícticas en presencia de *Sargassum* y de la talla promedio de *Sargassum* dentro del manto en la localidad de El Sauzoso, BCS. B: relación entre el número de especies de peces y la talla promedio de *Sargassum*. Media (■); desviación estándar (líneas verticales). El periodo base del ciclo es marzo - agosto de 2008.

6.4. DISCUSIÓN

En el Sauzoso, BCS. la comunidad faunística estuvo conformada de 101 taxa: cincuenta y cuatro especies de invertebrados epibénticos (38 familias); 47 especies de peces (23 familias). Esta macrofauna fue taxonómicamente similar (10 invertebrados epibénticos y 18 especies de peces) y en el número de especies (40 taxa de epifauna bentónica y 33 taxa de fauna íctica) observadas para *Lithothamnion muelleri*, en asociación con el género *Sargassum*, en otra región del Golfo de California (Foster *et al.*, 2007) o en otros sistemas marinos como praderas de algas cafés, arrecifes de poliquetos y rodolitos (Palma y Ojeda, 2002; Sepúlveda *et al.*, 2003; Hinojosa-Arango y Riosmena-Rodríguez, 2004). Sin embargo, las comparaciones cuantitativas son difíciles de hacer, debido a las diferencias en el diseño de muestreo, al sistema marino estudiado y a que hasta el momento no se tiene conocimiento de un estudio cuantitativo y taxonómicamente amplio publicado sobre la macrofauna (macroinvertebrados y peces) asociada a mantos de *Sargassum* en zonas rocosas y someras del Golfo de California.

González-Azcarraga (2006) realizó un muestreo de los equinoideos irregulares en seis arrecifes rocosos del Golfo de California. Encontró que el menor número de especies correspondió a la Bahía de La Paz con cinco especies, esto es una especie menos que la observada en este trabajo dentro del manto de *Sargassum*. González-Medina (2006) muestreo los moluscos y equinodermos de la Isla Espíritu Santo y encontró que los equinodermos (18 especies) fue el grupo mejor representado en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, seguido de los moluscos (14 especies). El número de especies que se encontró para estos grupos, en este estudio, fue de 16 y 14 especies, respectivamente. Éste trabajo coinciden en reconocer a *Tripneustes depressus* y *Eucidaris thouarsii* como dos de las especies con mayor abundancia relativa.

Se muestrearon 47 especies de peces, las cuales han sido registradas anteriormente para la Bahía de La Paz (Castro-Aguirre y Balart, 1997; Sánchez-Ortíz *et al.*, 1997; Aburto-Oropeza y Balart, 2001; Viesca-Lobatón, 2005) o Golfo de California (Allen y Robertson, 1998; Robertson y Allen, 2008). En un estudio de la

fauna íctica en los diferentes hábitats de Los Islotes (cantos rodados, coral negro, paredones y rodolitos) en dos estaciones de muestreo, Aburto-Oropeza y Balart (2001) encontraron que el número de especies entre hábitat fue muy similar, oscilando entre 36 a 39 especies. Foster *et al.* (2007), en un muestreo similar al anterior, pero en una comunidad rodolítica habitada también por *S. horridum*, encontró 33 especies de peces.

En el presente estudio se encontró una similitud en las especies identificadas, así como un número menor o mayor de especies que en otros estudios llevados a cabo en la Bahía de La Paz, lo que sugiere que la estimación aquí encontrada en el manto de *Sargassum* es razonable para este tipo de comunidad.

Es bien sabido que los sustratos rocosos topográficamente complejos (grietas, rocas de diferentes tamaños y rugosidades), como el área de estudio, pueden tener un efecto diferente en el comportamiento de los individuos al proveerles alimento, refugio y sitios para la reproducción, desove y reclutamiento (Aburto-Oropeza y Balart, 2001). En el Golfo de California, estos ambientes marinos son colonizados por plantas marinas grandes (como *Sargassum*; Paul-Chávez, 2005; Sala *et al.*, 2002), las cuales incrementan la complejidad del hábitat y su sola presencia tiene un importante efecto en la estructura de la comunidad (Davenport, 1999; Foster *et al.*, 2007). En estos hábitat los invertebrados pueden encontrar alimento y protección, y organismos heterótrofos como peces, obtienen indirectamente de ellos su alimento, p. ej. epibiontes asociados a ellos (Sepúlveda *et al.*, 2003; Comen. pers.). Las diferencias encontradas en la riqueza específica, abundancia y diversidad de invertebrados epibénticos durante el tiempo de estudio entre los diferentes tipos de cuadrantes, y en el número de especies de peces en presencia y ausencia del manto de *Sargassum* por su recubrimiento con arena, sustentan lo mencionado anteriormente, ya que la comunidad marina costera en la localidad de El Sauzoso parece más diversa (número de especies) y compleja estructuralmente debido a la existencia de *Sargassum*.

Durante el tiempo de estudio, en el tratamiento experimental se presentaron los menores valores en la estructura de la comunidad (riqueza específica,

abundancia y diversidad promedio), posiblemente a la reducción de la complejidad estructural del hábitat ocasionada por el corte de los talos, como lo reportado por Bell y Westoby (1986) mediante un experimento de reducción del pasto marino *Zoostera capricorni* y cuatro tratamientos de exclusión de depredadores. Dichos autores encontraron que la disminución en la abundancia de camarones cárideos y cangrejos portúnidos se debe a la reducción en la densidad del pasto marino y no por un efecto de la presión de depredación.

Durante las estaciones de muestreo, la estructura comunitaria de invertebrados epibénticos dentro de cada tipo de cuadrante se caracterizó por la reducción o aumento en densidad de las especies que componen la comunidad, así como un reemplazo de las especies dominantes (p. ej. en el tratamiento experimental *Balanus* sp. fue la especie dominante en febrero y *Arbacia incisa* lo fue en la primera quincena de marzo). La comunidad no mostró un cambio en la composición de especies entre cuadrantes, aun cuando entre cuadrantes se observó la ausencia o presencia de algunas taxa, p. ej. *Chromodoris norrisi* e *Hypselodoris ghiselini* presentes en el grupo control y ausentes en el tratamiento experimental. Edgar *et al.* (2004) mencionan que la estructura comunitaria de los macroinvertebrados es menos sensible, comparado con peces y plantas, al clareo del dosel algal debido a que muchos de los taxa de macroinvertebrados se asocian principalmente a la capa cespitosa o al fondo marino. Esto puede explicar la relación no significativa ($p = 0.05$) entre la abundancia de invertebrados epibénticos del tratamiento control y la talla de *Sargassum*. Sin embargo, entre cuadrantes si se encontró una diferencia en la abundancia de especies: organismos sésiles en el tratamiento experimental y organismos móviles en el grupo control. La distribución de organismos varió posiblemente a la complejidad estructural del hábitat, la cual ofrece una mayor calidad del hábitat (alimento y refugio), como ocurre con las poblaciones de *Diadema antillarum* en los arrecifes de coral (Hay, 1981; Hay *et al.*, 1983; Weil *et al.*, 1984). Davenport *et al.* (1999) confirmó que la migración de la epifauna asociada a algas con diferente morfología se debe a la diferencia en la complejidad del sustrato.

En el tratamiento experimental, se observó la proliferación y dominancia en cobertura de pequeñas algas (p. ej. *Dyctiota*, *Espiridia*, *Padina*) cuando se

cosechaba *Sargassum*, las cuales probablemente constituyen un hábitat diferente en términos de condiciones abióticas y del recurso disponible para algunos invertebrados de tallas pequeñas (p. ej. *Columbella fuscata*, *Chromodoris norrisi*, entre otros). Carr (1989) citado por Levin y Hay (1996), encontró una disminución de peces de tallas grandes cuando *Macrocystis* fue removido, pero aumentaron los peces de tallas pequeñas, las cuales hacen uso de la capa cespitosa de algas que se encuentran debajo del dosel, incluidas entre ellas *Sargassum* y algunas Dycotiales. Hirst (2007), en dos sitios con diferencias florísticas, estudió la estratificación de la asociación vertical de artrópodos móviles epífitos entre el dosel y la capa cespitosa de macroalgas submareales. Este autor demostró que la epifauna móvil puede estratificarse verticalmente entre el dosel y la capa cespitosa, pero no encontró un claro patrón de las diferencias significativas en la riqueza de especies y abundancia total entre sitios, debido a que la capa cespitosa ofrece un espacio tridimensional habitable, igual o mayor, aun cuando la complejidad del espacio varía dependiendo de la composición de las especies algales y su estructura física.

La explicación más parsimoniosa de este experimento es que los invertebrados se mueven a áreas con mejor cobertura de *Sargassum* cuando este es cortado, puesto a que los talos de *Sargassum* proveen una fuente de alimento extra o un área con características especiales que determina la densidad de las especies. En el manto, también se observó la actividad de individuos que generalmente se encuentran bajo rocas (*Holothuria impatiens*) o con hábitos nocturnos (*Baseodiscus mexicanus*), lo cual posiblemente se deba al efecto de sombreado de sus frondas. Comparando entre cuadrantes, fue posible observar un mayor número de especies de invertebrados en el tratamiento control que en el tratamiento experimental y una mayor densidad de individuos móviles.

La diferencia estadística ($p < 0.05$) encontrada en el número de las especies de peces en presencia y ausencia del manto de *Sargassum* durante el tiempo de estudio (Figura 17; Anexo XIV), concuerda con los resultados encontrados por Levin y Hay (1996) en la riqueza de peces en costas de Carolina del Norte. Los autores señalan que la densidad y estructura (riqueza) de peces arrecifales se ve

influenciada positivamente por la presencia y abundancia de algas pequeñas como *Sargassum filipendula*, cuya relación se basa en un aumento en la calidad del hábitat y una preferencia en la selección del hábitat por las especies de peces. La presencia dentro del manto de *Sargassum* de peces de tamaños pequeños y de hábitos de tipo bentónico o de alimentación planctónica como *Stegastes rectifraenum*, *Ophioblennius steindachneri* y *Cirrithys oxycephalus*; así como especies de niveles intermedios de profundidad (12 m; p. ej. *Chaetodon humeralis*) y de niveles profundos (30 m; *Epinephelus labriformis* y *Mycteroperca rosacea*; Sánchez-Ortíz *et al.*, 1997) posiblemente se debe a que en ellos encuentran pequeños refugios donde obtienen protección contra depredadores y un escondite para conseguir su alimento.

Aún cuando no se encontró una relación estadísticamente significativa ($p = 0.05$) entre el número de especies de peces y la talla de *Sargassum*, es posible observar un patrón de variación similar entre estas dos variables durante el tiempo de muestreo. En la temporada de máximo crecimiento de *Sargassum* (febrero a julio 2008), el alga pudo haber favorecido la presencia de un mayor número de especies ícticas, debido a que el alga incrementa la complejidad del hábitat mediante la estructura creada por sus frondas, adicionando un componente tridimensional al ambiente que determina la calidad del hábitat para las especies que hacen uso de él (p. ej. sitio de refugio contra la depredación; Levin y Hay, 1996). Indirectamente también favorece al incremento de peces por el aumento de la epifauna (Brusca *et al.*, inédito; Mukai, 1971; Martin-Smith, 1994; Viejo, 1999; Leite y Turra, 2003; Wernberg *et al.*, 2004) que puede ser un recurso alimenticio disponible para algunos peces (zoobentívoros principalmente). Palma y Ojeda (2002) en dos zonas rocosas de Chile cubiertas por *Lessonia trabeculata* de diferente morfología, encontraron una diferencia en la densidad y composición de algas en el subdosel, el cual afecta directamente la distribución y abundancia del recurso alimenticio (invertebrados, anfípodos principalmente), e indirectamente, la distribución y abundancia de peces depredadores (*Cheilodactylus variegatus*). En el Golfo de California, Aburto-Oropeza *et al.* (2007) reconocen que en sustratos rocosos donde se encuentra *Sargassum*, la presencia del alga ofrece un hábitat de protección que favorece al reclutamiento del pez *Mycteroperca rosacea*. La capacidad de *Sargassum* de propiciar el aumento del

número de especies de peces ha sido reportada en plantas flotantes (Dooley, 1972; Coston-Clements *et al.*, 1991), lo que lo ha llevado a ser reconocido como un hábitat esencial para peces en EUA (Dooley, 1972; Connolly, 2004).

La presencia de invertebrados (*Isostichopus fuscus*, *Holothuria kefersteinii*) y peces juveniles (*Mycteroperca rosacea*, *Haemulon*, entre otros) dentro del manto de *Sargassum* nos permite suponer que están siendo utilizados como sitios de reclutamiento y posiblemente son indispensables para su desarrollo. Situación que ha sido reconocida para los camarones *Latreutes fucorum* y *Hippolyte coerulescens* (Haecker y Madin, 1991) y los peces *Mycteroperca rosacea* (Aburto-Oropeza *et al.*, 2007), *Coryphaena hippurus* y *Acanthocybium solandri* (Connolly, 2004) asociados a *Sargassum*.

A partir del conocimiento generado en este estudio, sobre la abundancia y riqueza de especies de invertebrados epibénticos, riqueza de especies ícticas asociadas al manto de *Sargassum*, las diferencias entre los tipos de cuadrantes y en ausencia del manto, dan una idea del papel ecológico de estos mantos algales dentro del hábitat marino costero en El Sauzoso.

Dentro del manto se observaron especies consideradas como recursos pesqueros a nivel nacional (seis especies de invertebrados y 18 especies de peces; Fischer *et al.*, 1995; Carta nacional Pesquera, 2004) y local (tres especies de peces; Mascareñas, CIBNOR; comen. pers.), especies de ornato (dieciocho especies de invertebrados y ocho especies de peces; Instituto Nacional de la Pesca, 2008) y especies reconocidas con interés para la pesca (una especie de invertebrado). Así como también, especies endémicas para el Golfo de California (tres especies de peces; Viesca-Lobatón, 2005; Instituto Nacional de la Pesca, 2008), especies con poblaciones diezgadas por sobreexplotación (tres especies de invertebrados; Fischer *et al.*, 1985), especies sujetas a protección (una especie de invertebrado; Instituto Nacional de la Pesca, 2008). Además de observarse juveniles de invertebrados (*Isostichopus fuscus*) y peces (*Mycteroperca rosacea*, *Holachanthus passer*, *Stegastes rectifraenum*, especies del género *Haemulon*), algunos de los cuales son importantes comercialmente. Sala *et al.* (2002) desarrollaron un modelo

para el diseño de una red de reservas marinas en el Golfo de California, basado principalmente en los patrones de biodiversidad de peces de arrecife y tipo de hábitat, incluido entre ellos los mantos de *Sargassum* como un indicador de la biodiversidad de plantas y animales. Estos datos, sugieren la consideración de las diferentes comunidades (p. ej. peces, invertebrados, algas) asociadas a estos hábitats para fortalecer los esfuerzos de conservación de la biodiversidad marina local.

Por último, el conocimiento de las especies que componen la comunidad asociada a *Sargassum* y sus abundancias, permite inferir sobre la importancia ecológica de estos en el sistema. Los equinodermos son uno de los grupos ecológicamente más relevantes, al parecer en todas las franjas latitudinales, que alcanza números y biomásas considerables (Lawrence, 1987). Estos organismos ocupan una gran variedad de niveles dentro de la trama trófica actuando como depredadores tope, ramoneadores, detritívoros y microfágos (Jangoux y Lawrence, 1982). Entre los equinodermos, la Clase Echinoidea es un grupo importante para el funcionamiento ecológico de los sistemas de aguas someras (Sammarco, 1982; Hay, 1985; Cintra-Buenrostro, 2001). Por ejemplo, el equinoideo más abundante y frecuentemente observado en este estudio, *Tripneustes depressus*, es herbívoro. Su actividad es importante para el reciclaje de material orgánico y para controlar la abundancia relativa de la flora y la composición de especies (Edmunds y Carpenter, 2001). Además, el incremento en densidad de especies de este género (*Tripneustes ventricosus*) o de otras especies de erizos (*Diadema antillarum*), han sido reportados como una de las principales causas de la reducción en cobertura y biomasa de pastos marinos y macroalgas, respectivamente (Keller, 1983; Edmunds y Carpenter, 2001). Organismos bioerosionadores, como *Echinometra vanbruntii* y *Eucidaris thouarsii*, ayudan al balance de carbonatos en el ecosistema (Sammarco, 1982). También, la actividad de herbivoría de *E. vanbruntii* ocasiona la reducción del ciclo de vida de *Sargassum sinicola* (Sánchez-Rodríguez y Hernández-Carmona, 1998), mientras que la de *E. thouarsii* puede influenciar en la comunidad algal coralina y afectar el reclutamiento y sobrevivencia de corales juveniles (Reyes-Bonilla, 1995).

Los Asteroideos, como *Phataria unifascialis*, son considerados como controladores de la biomasa algal de los ecosistemas en los que se desarrolla (Cintra-Buenrostro, 1997).

Aunque en este estudio las densidades del opistobranquio *Aplysia californica* fueron bajas, la actividad de herbivoría de esta especie también ha sido reportada como una de las causantes de la reducción en biomasa y del ciclo de desarrollo de *S. sinicola* (Sánchez-Rodríguez y Hernández-Carmona, 1998).

En las costas de Chile grandes agregaciones de especies del género *Phragmatopoma* son considerados como hábitats que albergan una gran diversidad de invertebrados y con gran importancia (en términos ecológicos) en los sistemas rocosos del intermareal (Sepúlveda *et al.*, 2003).

En cuanto a la fauna íctica, especies zoobentívoras de peces pertenecientes a la familia Labridae, Haemulidae, Balistidae y Diodontidae son considerados como los principales depredadores de erizos herbívoros, y por tanto como los principales controladores de las poblaciones (Hay, 1981; Jangoux y Lawrence, 1982). Por otra parte, altas intensidades de la actividad de peces ramoneadores de la familia Scaridae pueden ser causantes de la reducción del 100% de la biomasa de pastos marino (Hay, 1981; Hay *et al.*, 1983), pero considerando las bajas abundancias observadas de especies de esta familia en la localidad de estudio (*Scarus ghobban* y *Nicholsina denticulata*), es posible que no tenga un efecto significativo en el ecosistema.

6.5. CONCLUSIONES

- La comunidad faunística en la localidad de El Sauzoso, BCS., estuvo compuesta de 101 especies: 54 especies de invertebrados epibénticos y 47 especies ícticas.
- Se encontraron cambios significativos en la riqueza, abundancia y diversidad promedio de invertebrados epibénticos entre los diferentes tipos de cuadrantes durante el tiempo de estudio de estudio.

- El grupo control presentó los mayores valores de riqueza, abundancia y diversidad de invertebrados epibénticos lo que sugiere que *Sargassum* incrementa la complejidad de arrecifes rocosos en la localidad de estudio.
- La temperatura no parece ser un factor de cambio temporal en la comunidad de invertebrados epibénticos en la localidad de El Sauzoso, BCS.
- La talla de *Sargassum* no parece ser un factor de cambio en la abundancia total de invertebrados epibénticos dentro del grupo control.
- El número de especies ícticas en presencia del manto de *Sargassum* fue significativamente mayor que en ausencia del manto de *Sargassum* lo que sugiere que el alga aumenta la calidad del hábitat.
- A partir de este estudio se puede inferir sobre la importancia ecológica del hábitat *per se* y sobre la macrofauna como elementos importantes en la comunidad biológica.

9. RECOMENDACIONES

- Dar seguimiento a la dinámica de *Sargassum* y su fauna asociada en una escala interanual para determinar si la composición taxonómica de la comunidad y su papel ecológico en mantener la diversidad ecológica de la comunidad biológica varía a través del tiempo.
- Realizar experimentos con replicas dentro del manto, paralelas y perpendiculares a la línea de costa, para determinar si las abundancias de la comunidad faunística se ven afectadas por factores físicos, químicos (p. ej. polifenoles) y biológicos (disponibilidad de alimento, depredación o variabilidad del reclutamiento).
- Realizar un estudio comparativo espacial de la fauna entre mantos separados desde metros a kilómetros, para determinar si existe un efecto latitudinal.
- Determinar el papel de *Sargassum* en el transporte de larvas de peces e invertebrados dentro de la bahía una vez que llega a la senescencia y se fragmenta.
- Determinar la composición de ácidos grasos de la flora y fauna asociada a mantos de sargazo para tener más herramientas de inferencia acerca de su papel ecológico en la red trófica.
- Analizar la pertinencia de que los bosques de sargazo reciban una protección especial como hábitat crítico para la preservación de la biodiversidad.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, I.A. y J.M. Huisman. 2004. *Marine green and brown algae of the Hawaiian Islands*. Bishop Museum Press. China. 260 p.
- Aburto-Oropeza, O. y E.F. Balart. 2001. Community structure of reef fish in several habitats of a rocky reef in the Gulf of California. *Mar. Ecol.* 22 (4): 283 – 305.
- Aburto-Oropeza, O., E. Sala, G. Paredes, A. Mendoza y E. Ballesteros. 2007. Predictability of reef fish recruitment in a highly variable nursery habitat. *Ecology*. 88 (9): 2220-2228.
- Allen, G.R. y D.R. Robertson. 1998. *Peces del Pacífico oriental tropical*. CONABIO. México. 327 p.
- Álvarez-Arellano, A.D., H. Rojas y J.J. Prieto. 1997. Geología de la Bahía de La Paz y áreas adyacentes. 13-29. En: Urbán-Ramírez, J. y M. Ramírez-Rodríguez (Eds). La Bahía de La Paz: Investigación y conservación. *Univ. Autón. Baja Cal. Sur, Ctro. Interdiscip. Cienc. Mar., Scripp Inst. Oceanogr.* La Paz, B.C.S., México. 345 p.
- Andrade-Sorcía, G. 2005. Evaluación crítica de caracteres para la delimitación específica del complejo Lapazeanum (Sargassacea: Phaeophyta) para el Centro-Suroeste del Golfo de California. *Tesis Licenciatura*. UABCS. La Paz, B.C.S., México. 80 p.
- Bandeira, S.O. 1998. The seaweeds resources of Mozambique. 403-408. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). *Seaweeds resources of the world*. JICA. Japón. 431 p.
- Bell J. D. y M. Westoby. 1986. Abundance of macrofauna in dense seagrasses is due to habitat preference, not predation. *Oecologia*. 68: 205-209.
- Biber, P.D. 2007. Hydrodynamic transport of drifting macroalgae through a tidal cut. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 74: 565-569.

- Blancas-Gallangos, N.I. 2008. Determinación de la abundancia de las interacciones *Sargassum*/esponja en la costa suroeste del Golfo de California, México. *Tesis Licenciatura*. UABCS. La Paz, B.C.S., México. 62 p.
- Bold, H.C. y M.J. Wynne. 1985. *Introduction to the algae*. Prentice Hall, Inc. USA. 720 p.
- Brusca, R.C., D. Perry y R. Zimmerman. Inédito. Seasonality and population dynamics of the motile invertebrate community associated with *Sargassum* in the Gulf of California, México. The Isopod crustaceans.
- Brusca, R. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. 2nd Edition. University of Arizona Press. 513 p.
- Buschmann, A.H., F. Briganti y C.A. Retamales. 1997. Intertidal cultivation of *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) in southern Chile: long term invertebrate abundance patterns. *Aquaculture*. 156: 269-278.
- Carrillo-Domínguez, S., M. Casas-Valdez, F. Ramos-Ramos, F. Pérez-Gil y I. Sánchez-Rodríguez. 2002. Algas marinas de Baja California Sur, México: Valor nutrimental. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 52 (4): 400-405.
- Carta Nacional Pesquera. 2004. Secretaría de agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca. Diario Oficial de la Federación, Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. México.
- Casas-Valdez, M.M., I. Sánchez-Rodríguez y G. Hernández-Carmona. 1993. Evaluación de *Sargassum* spp. en la costa oeste de Bahía Concepción, B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR*. 8 (2): 61-69.
- Casas-Valdez, M., H. Hernández-Contreras, A. Marín-Álvarez, R.N. Águila-Ramírez, C.J. Hernández-Guerrero, I. Sánchez-Rodríguez y S. Carrillo-Domínguez. 2006a. El alga marina *Sargassum* (Sargassaceae): una alternativa tropical para la alimentación de ganado caprino. *Rev. Biol. Trop.* 54 (1): 83-92.
- Casas-Valdez, M., G. Portillo-Clark, N. Águila-Ramírez, S. Rodríguez-Astudillo, I. Sánchez-Rodríguez y S. Carrillo-Domínguez. 2006b. Efecto del alga marina *Sargassum* spp. sobre las variables productivas y al concentración de colesterol

en el camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1990). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 41 (1): 97-105.

Castro-Aguirre, A. y E.F. Balart. 1997. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de fondos blandos y someros de la Ensenada de La Paz y Bahía de La Paz, B.C.S. 139-150. En: Urbán-Ramírez, J. y M. Ramírez-Rodríguez (Eds). La Bahía de La Paz: Investigación y conservación. *Univ. Autón. Baja Cal. Sur, Ctro. Interdiscip. Cienc. Mar., Scripp Inst. Oceanogr.* La Paz, B.C.S., México. 345 p.

Castro-Reyes, M.C. 1997. Actividad antibacteriana de *Sargassum sinicola* (Sargassaceae, Phaeophyta) y *Laurencia johnstonii* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) de Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Tesis Maestría*. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 64 p.

Cintra-Buenrostro, C.E. 1997. Sinopsis, taxonomía y biogeografía ecológica de los asteroideos (Echinodermata: Asteroidea) del Golfo de California. *Tesis de Licenciatura*. UABCS. La Paz, B.C.S., México. 154 p.

Cintra-Buenrostro, C.E. 2001. Los asteroideos (Echinodermata: Asteroidea) de aguas someras del Golfo de California, México. *Oceanides*. 16: 49-50.

Clarke, G.L. 1971. *Elementos de ecología*. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España. 637 p.

Clarke, K.R. y R.M. Warwick. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd edition. PRIMER-E. Plymouth.

Connolly, K. 2004. An Argument for inclusion of *Sargassum* as essential fish habitat in the dolphin and wahoo fishery management plan. *Consulation Process for the south Atlantic region*. 1-23 p.

Coston-Clements, L., L.R. settle, D.E. Hoss y F.A. Cross. 1991. *Utilization of the Sargassum by marine invertebrates and vertebrates - a review*. NOAA Tech Memo NMFS-SEFSC-296. 32 p.

Critchley A.T., R.D. Gillespie y K.W.G. Rotmann. 1998. The seaweeds resources of South Africa. 413-427. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). Seaweeds resources of the world. *JICA*. Japón. 431 p.

- Cruz-Ayala, M.B., M.M. Casas-Valdez y S. Ortega-García. 1998. Temporal and spatial variation of frondose benthic seaweed in La Paz Bay, B.C.S., México. *Botanica Marina*. 41: 191-198.
- Davenport, J., A. Butler y A. Cheshire. 1999. Epifaunal composition and fractal dimensions of marine plants in relation to emersion. *J. Mar. Biol. Ass. of the UK*. 79: 351-355.
- Dawson, E.Y. 1966. *Marine Botany: an introduction*. Holt, Rinehart and Wistons, Inc. USA. 371 p.
- De la Cruz-Agüero, G. 1994. *Sistema para el ANALISIS de COMunidades (ANACOM)*, versión 3.0. Departamento de Pesquerías y Biología Marina. CICIMAR-IPN. México. 99 p.
- Diosdado-Anaya, J.A. 2006. Revisión taxonómica de policládidos (Platyhelminthes: Turbellaria) de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Tesis Maestría*. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 81 p.
- Dooley, J.K. 1972. Fishes associated with the pelagic *Sargassum* complex, with a discussion of the *Sargassum* community. *Marine Science*. 16: 1-32.
- Edgar, G.J., N.S. Barret, A.J. Morton y C.R. Samson. 2004. Effects of algal canopy clearance on plant, fish and macroinvertebrate communities on eastern Tasmanian reefs. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 312: 67-87.
- Edmunds, P.J. y R.C. Carpenter. Recovery of *Diadema antillarum* reduces macroalgal cover an increases abundance of juvenile corals on a Caribbean reef. *PNAS*. 98 (9): 5067-5071.
- Eschemeyer, W.N., E.S. Hearld. y E. Hammann. 1999. A field Guide to pacific coast fishes North America. *HMCo Field Guides*. U.S.A. 352 p.
- Espinoza, J. 1990. Estructura por edades y reproducción de tres poblaciones de *Sargassum sinicola* (Phaeophyta, Fucales) en la Bahía de La Paz, Golfo de California. *Acta Botánica Mexicana*. 11: 1-9.

- Espinoza, J. y H, Rodríguez. 1987. Seasonal phenology and reciprocal transplanted of *Sargassum sinicola* Setchell et Gardner in the southern Gulf of California. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.* 110: 183-195.
- Espinoza, J. y H. Rodríguez. 1989. Crecimiento de *Sargassum sinicola* Setchell et Gardner (Phaeophyta) en la parte sur del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas.* 15 (4): 141-149.
- Espinoza-Avalos, J. 1993a. Macroalgas marinas del Golfo de California. 328-357. En: Salazar-Vallejo, S.I. y N.E. González (Eds). Biodiversidad Marina y Costera de México. *Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO.* México. 865 p.
- Espinoza-Avalos, J. 1993b. Cosecha de mantos naturales, cultivo y coloides de *Gracilaria* y *Eucheuma* en Latinoamérica y El Caribe. Memorias III Congreso Latinoamericano de Ficología. México. 1-30.
- Espinoza-Avalos, J. y H. Rodríguez-Garza. 1985. Observaciones preliminares de *Sargassum sinicola* Setchell y Gardner (Phaeophyta) en la Bahía de La Paz, Golfo de California. *Ciencias Marinas.* 11(3):115-120.
- Fajardo-León, M. 1994. Evaluación de biomasa y determinación de especies de los mantos del género *Sargassum* spp. Agardh, 1821 (Fucales: Phaeophyta) en la Bahía de La Paz, B.C.S., México, en primavera de 1988. *Tesis Maestría.* CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 78 p.
- Fischer, W., F. Krupp., W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. 1995. *Guía Fao para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental.* Roma. FAO. Vol. 1: 1-646 pp.
- Foster, M.S., L.M. McConnico, L. Lundsten, T. Wadsworth, T. Kimball, L.B. Brooks, M. Medina-López, R. Riosmena-Rodríguez, G. Hernández-Carmona, R. Vasquez-Elisando, S. Johnson y D.K. Steller. 2007. The diversity and natural history of *Lithothamnion muelleri*-*Sargassum horridum* community in the Gulf of California. *Ciencias Marinas.* 33 (4): 367-384.
- Froese, R. y D. Pauly (Eds.). 2008. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. Versión (09/2008).

- Galli-Oliver, C. y F. García-Domínguez. 1982. Dispersión de sedimentos por *Sargassum sinicola*, barra el mogote, La Paz, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR*. 1-16.
- García-Ríos, C.I. 1990. *Guías de ecosistemas marinos de Puerto Rico. Las praderas de Thalassia de Puerto Rico*. Serie de Educación Marina. Puerto Rico. 36 p.
- Giver, K.J. 1999. Effects of the invasive seaweed *Sargassum muticum* on native marine communities in northern Puget Sound, Washington. *Thesis Master*. 93 p.
- González, A.F.F. 1995. La comunidad de peces asociada al manglar de la laguna costera de Celestún, Yuc., México. *Tesis Licenciatura*. UNAM. México. 83 p.
- González-Acosta, A.F. 1998. Ecología de la comunidad de peces asociada al manglar del estero el Conchalito, Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. *Tesis Maestría*. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 126 pp.
- González-Azcárraga, A. 2006. Estructura de las asociaciones de erizos de mar (Echinoidea: Regularia) en arrecifes rocosos del oeste del Golfo de California, México. *Tesis Licenciatura*. UABCS. La Paz, B.C.S., México. 58 pp.
- González-Medina, F.J. 2004. Variación espacio-temporal de algunos macroinvertebrados bentónicos del archipiélago Espíritu Santo, B.C.S., México. *Tesis Maestría*. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 82 p.
- Goodson, G. 1988. *Fishes of the Pacific coast. Alaska to Peru, including the Gulf of California and the Galapagos Islands*. Stanford University Press. U.S.A. 225 p.
- Gotshall, D.W. 1998. *Sea of Cortez marine animals. A guide to the common fishes and invertebrates. Baja California to Panama*. Sea Challengers. U.S.A. 110 pp.
- Gotshall, D.W. 2005. *Guide to marine invertebrates. Alaska to Baja California*. 2nd Edition. Sea Challengers. U.S.A. 117 pp.
- Gotshall, D.W. y L.L. Laurent. 1979. *Pacific coast subtidal marine invertebrates. A fishwaters' guide*. Sea Challengers. U.S.A. 107 pp.
- Graham, L.E., y L.E. Wilcox. 2000. *Algae*. Prentice Hall. U.S.A. 640 p.

- Guiry M.D. y G.M. Guiry. 2008. AlgaBase. World-wide electronic publications, National university of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>. Consultada el 26 de septiembre de 2008.
- Hacker, S.D. y L.P. Madin. 1991. Why habitat architecture and color are important to shrimps living in pelagic *Sargassum*: use of camouflage and plant-part mimicry. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 70: 143-155.
- Hay, M.E. 1981. Spatial patterns of grazing intensity on a Caribbean barrier reef: herbivory and algal distribution. *Aquatic Botany.* 11: 97-109.
- Hay, M. 1985. Spatial patterns of herbivore impact and their importance in maintaining algal species richness. *Proceedings of the Fifth International Coral Reef Congress.* 4: 29-34.
- Hay, M.E., T. Colburn y D. Dowing. 1983. Spatial and temporal patterns in herbivory on a Caribbean fringing reef: the effects on plant distribution. *Oecologia.* 58: 299-308.
- Hendrickx, M. y J. Poutiers. 1997. *Guía para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental: Plantas e Invertebrados.* FAO. Roma. 646 p.
- Hermosillo, A., D.W. Behrens y E. Ríos-Jara. 2006. *Opisthobranchios de México. Guía de babosas marinas del Pacífico, Golfo de California y las islas oceánicas.* CONABIO. 143 pp.
- Hernández-Carmona, G. 1985. Variación estacional del contenido de alginatos en tres especies de feofitas en Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR.* 2 (1): 30-45.
- Hernández-Carmona, G., M.M. Casas-Valdez, C. Fajardo-León, I. Sánchez-Rodríguez y E. Rodríguez-Montesinos. 1990. Evaluación de *Sargassum* spp. en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR.* 5 (1): 11-18.
- Hernández-Garibay, E., J. Guardado-Puentes, J. Bautista-Alcantar y R. Reyes-Tisnado. 2006. Macroalgas del Océano Pacífico. 219-244. En: Cuellar, J. y C.O. Cadena (Eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México: evaluación y manejo.* Instituto Nacional de la Pesca. México. 544 p.

- Hernández-Trujillo, S. 1989. Variación de la distribución de los copépodos en el pacífico de Baja California Sur. *Tesis Maestría*. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 38 p.
- Hinojosa-Arango, G. y R. Riosmena-Rodríguez. 2004. Influence of rhodolith-forming species and growth-form on associated fauna of rhodolith beds, in the central-west Gul of California, México. *Mar. Ecol.* 25 (2). 109-127.
- Hirst, A.J. 2007. Vertical stratification of mobile epiphytal arthropod assemblages between the canopy and understorey of subtidal macroalgae. *Mar. Biol.* 150: 427-441.
- Hyun, C.H. 1998. The seaweeds resources of Korea. 15-33. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). *Seaweeds resources of the world. JICA*. Japón. 431 p.
- Ibarra-Ovando, S.E. y R. Ríos. 1993. Ecosistemas de fanerógamas marinas. 54-65. En: Salazar-Vallejo, S.I. y N.E. González (Eds). *Biodiversidad Marina y Costera de México. Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO*. México. 865 p.
- Instituto Nacional de la Pesca. 2008. Especies marinas de ornato del Golfo de California. <http://inp.sagarpa.gob.mx/Publicaciones/Sustentabilidad/Potencial/ORNATO.pdf>. 50 p. Consultado 1 de noviembre de 2008.
- Istini, S., A. Zalnika y W. Sujatmiku. 1998. The seaweeds resources of Indonesia. 92-98. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). *Seaweeds resources of the world. JICA*. Japón. 431 p.
- Jangoux, M. y J.M. Lawrence (Eds). 1982. *Echinoderm nutrition*. A.A. Balkema, Rotterdam. 254 p.
- Jiménez-Illescas, A., M. Obeso-Nieblas y D.A. Salas-de León. 1997. Oceanografía física de La Bahía de La Paz. 31-41. En: Urbán-Ramírez, J. y M. Ramírez-Rodríguez (Eds). *La Bahía de La Paz: Investigación y conservación. Univ. Autón. Baja Cal. Sur, Ctro. Interdiscip. Cienc. Mar., Scripp Inst. Oceanogr.* La Paz, B.C.S., México. 345 p.
- Joly, A.B. 1964. Flora marinha do litoral norte do estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. FFCLUSP. Boletim No. 294 (21).

- Keen, A.M. 1971. *Sea shells of tropical West America. Marine Mollusks from Baja California to Peru*. 2nd edition. Stanford University Press. 1065 p.
- Keller, B.D. 1983. Coexistence of sea urchins in seagrasses meadows: an experimental analysis of competition and predation. *Ecology*. 1581-1598.
- Kendrick, G.A. y A.B. Brearley. Influence of *Sargassum* spp. Attached to rhodoliths on sampling effort and demographic analyses of *Sargassum* spp. (Sargassaceae, Phaeophyta) attached to a reef. *Botanica Marina*. 40: 517-527.
- Kerstitch, A. 1989. *Sea of Cortez marine invertebrates. A guide to the pacific coast, México to Ecuador*. Sea Challengers. U.S.A. 112 pp.
- Kerstitch, A. y H. Berstch. 2007. *Sea of Cortez marine invertebrates*. 2nd Edition. Sea Challengers. U.S.A. 124 pp.
- Krebs, C.J. 1985. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. 3rd Edition. Harper and Row, New York. 800 p.
- Lwarence, J.M. 1987. *A functional biology of echinoderms*. Croom Helm. London. 340 p.
- Leite, F.P.P. y A. Turra. 2003. Temporal variation in *Sargassum* biomass, *Hypnea* epiphytism and associated fauna. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 46 (4): 665-671.
- Levin, P.S. y M.E. Hay. 1996. Responses of temperate reef fishes to alterations in algal structure and species composition. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 134: 37-47.
- Lewmanomont, K. 1998. The seaweeds resources of Thailand. 70-78. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). *Seaweeds resources of the world*. JICA. Japón. 431 p.
- Lipkin, Y. y M. Friedlander. 1998. The seaweeds resources of Israel and other Eastern Mediterranean Countries. 156-163. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). *Seaweeds resources of the world*. JICA. Japón. 431 p.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurements*. Princeton University Pres. Princeton, New Jersey. 179 p.

- Mairh, O.P., C.R.K. Reddy y G. Raja Krishna Kumar. 1998. The seaweeds resources of India. 110-126. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). Seaweeds resources of the world. *JICA*. Japón. 431 p.
- Marín, A., M. Casas, S. Carrillo, H. Hernández y A. Monroy. 2003. Performance of sheep feed rations with *Sargassum* spp. sea algae. *Cuban J. of Agr. Sci.* 37 (2): 119-123.
- Martínez-Flores, G., R. Cervantes-Duarte y E. González-Ramírez. 2006. Caracterización de la temperatura superficial del mar y climatología de la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *CICIMAR Océánides*. 21 (1,2): 81-91.
- Martin-Smith, K.M. 1994. Short-term dynamics of tropical macroalgal epifauna: patterns and processes in recolonisation of *Sargassum fissifolium*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 110: 177-175.
- McCourt, R.M. 1984. Seasonal patterns of abundance, distributions, and phenology in relation to growth strategies of three *Sargassum* species. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 74: 141-156.
- McCourt, R.M. 1985. Reproductive biomass allocation in three *Sargassum* species. *Oecologia*. 67: 113-117.
- Mshigeni, K.E. 1998. The seaweeds resources of Tanzania. 389-397. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). Seaweeds resources of the world. *JICA*. Japón. 431 p.
- Mukai, H. 1971. The phytal animal on the thalli of *Sargassum serratifolium* in the *Sargassum* region, with reference to their seasonal fluctuations. *Marine Biology*. 8: 170-182.
- Muñeton-Gómez, M. 1989. Morfología y época de reproducción de *Sargassum horridum* (Setchell y Gardner) en la bahía de La Paz, B. C. S., México. *Inv. Mar. CICIMAR*. 4. (2): 257-266.
- Muñeton-Gómez, M. y G. Hernández-Carmona. 1993. Crecimiento estacional de *Sargassum horridum* (Setchell y Gardner) Phaeophyta, en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR*. 8 (1): 23-31.

- Nuñez-López, R.A. y M.M. Casas-Valdez. 1996. Fenología de las especies de *Sargassum* (Fucales: Sargassaceae) en tres zonas de Bahía Concepción, B.C.S., México. *Rev. Biol. Trop.* 44 (2): 455-464.
- Nuñez-López, R.A. y M.M. Casas-Valdez. 1997. Variación estacional de la biomasa y talla de *Sargassum* spp. (Sargassaceae, Phaeophyta) en Bahía Concepción, B.C.S., México. *Hidrobiológica*. 7: 19-25.
- Obeso-Nieblas, M. 2003. Variabilidad espacio-temporal de las condiciones oceanográficas de la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Tesis Doctorado*. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 337 p.
- Ojeda, F.B. y B. Santelices. 1984. Invertebrate communities in holdfasts of the kelp *Macrocystis pyrifera* from southern Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 16: 65-73.
- Oliveira, C. 1998. The seaweeds resources of Brazil. 366-371. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). *Seaweeds resources of the world*. JICA. Japón. 431 p.
- Oyieke, H. 1998. The seaweeds resources of Kenya. 385-388. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). *Seaweeds resources of the world*. JICA. Japón. 431 p.
- Pacheco-Ruíz, I., J.A. Zertuche-González, A. Chee-Barragán y R. Blanco-Betancourt. 1998. Distribution and quantification of *Sargassum* beds along the west coast of the Gulf of California, México. *Botanica Marina*. 41: 203-208.
- Palma, A.T. y F.P. Ojeda. 2002. Abundance, distribución and feeding patterns of a temperate reef fish in subtidal environments of the Chilean coast: the importance of understory algal turf. *Revista Chilena de Historia Natural*. 75: 189-200.
- Palomares-García, J.R. 1989. Análisis de la variación espacio-temporal de los copépodos planctónicos en Bahía Magdalena, Baja California Sur (1983-1984). *Tesis Maestría*. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 55 p.
- Paul-Chávez, L. 2005. Taxonomía y dinámica poblacional del complejo sinicola (Fucales: Phaeophyta) para el suroeste del Golfo de California. *Tesis Doctorado*. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 175 p.

- Pereira, R.C. y Y. Yoneshigue-Valentin. 1999. The role of polyphenols from the tropical Brown alga *Sargassum furcatum* on the feeding by amphipod herbivores. *Botanica Marina*. 42: 441-448.
- Pérez-Reyes, C. 1997. Composición química de *Sargassum* spp. colectado en la Bahía de La Paz, B.C.S., y la factibilidad de su aprovechamiento en forma directa o como fuente de alginato. *Tesis Maestría*. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 76 p.
- Phang S.M. 1998. The seaweeds resources of Malasya. 79-91. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). *Seaweeds resources of the world*. JICA. Japón. 431 p.
- Plouguerné, E., K. Le-Lann, S. Connan, G. Jechoux, E. Deslandes y V. Stiger-Pouvreau. 2006. Spatial and seasonal variation in density, reproductive status, length and phenolic content of the invasive brown macroalga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt along the coast of Western Brittany (France). *Aquatic Botany*. 85: 337-344.
- Quang, H. y N. Huu. 1998. The seaweeds resources of Vietnam. 62-69 p. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). *Seaweeds resources of the world*. JICA. Japón. 431 p.
- Readdie, M.D., M. Ranelletti y R.M. McCourt. 2006. *Algas comunes del Golfo de California*. Sea Challengers. Hong Kong. 104 p.
- Reyes-Bonilla, H. 1995. Asteroidea and Echinoidea (Echinodermata) of Isla San Benedicto, Revillagigedo Archipiélago, Mexico. *Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABCS*. 6 (1): 29-38.
- Riosmena-Rodríguez, R., D.A. Siqueiros-Beltrones, O. García de la Rosa y V. Rocha-Ramírez. 1991. The extension geographic range of selected seaweeds on the Baja California Peninsula. *Rev. Inv. Cient.* 2 (2): 14-20.
- Rivera, M.G. 2003. Estructura y dinámica poblacional de *Sargassum lapazeanum* (Phaeophyceae, Fucales) del suroeste del Golfo de California, México. *Tesis Maestría*. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 91 p.

- Rivera, M. y R. Scrosati. 2006. Population dynamics of *Sargassum lapazeanum* (Fucales, Phaeophyta) from de Gulf of California, Mexico. *Phycol.* 45 (2): 178-189.
- Rivera, M. y R. Scrosati. 2008. Self-thinning and size inequality dynamics in a clonal seaweed (*Sargassum lapazeanum*, Phaeophyceae). *J. Phycol.* 44: 45-49.
- Robertson, D.R. y G.R. Allen. 2008. Shorefishes of the tropical Eastern Pacific online information system. Versión 1.0. Smithsonian Tropical Research Institute. Balboa, Panamá. www.neotropicalfishes.org/sftep, www.stri.org./stefp
- Robledo, D. 1998. The seaweeds resources of Mexico. 331-342. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). *Seaweeds resources of the world*. JICA. Japón. 431 p.
- Rocha-Ramírez, V. y D.A. Siqueiros-Beltrones. 1990. Revisión de las especies del género *Sargassum* C. Agardh registradas para la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Ciencias Marinas*. 16 (3): 15-26.
- Rooker, J.R., J.S. Turner y S.A. Holt. 2006. Trophic ecology of *Sargassum*-associated fishes in the Gulf of Mexico determined from stable isotopes and fatty acids. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 313: 249-269.
- Sala, E. O. Aburto-Oropeza, G.Paredes, I. Parra, J.C. Barrera y P.U. Dayton. 2002. A general model for designing networks of marine reserves. *Science*. 298: 1991-1993.
- Salazar, S.I., J.A. de León y H. Salaiques. 1988. *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 212 p.
- Salinas-González, F. 2000. Mezcla turbulenta y transporte de masa en la Bahía y Ensenada de La Paz, B.C.S.: experimentación y modelación numérica. *Tesis Doctorado*. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 260 p.
- Sammarco, P.W. 1982. Echinoid grazing as structuring force in coral communities, whole reef manipulation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 61: 31-55.
- Sánchez-Ortíz, C., J.L. Arreola-Robles, O. Aburto-Oropeza y M. Cortás-Hernández. 1997. Peces de arrecife en la región de La Paz, BC.S. 177-188. En: Urbán-

- Ramírez, J. y M. Ramírez-Rodríguez (Eds). La Bahía de La Paz: Investigación y conservación. *Univ. Autón. Baja Cal. Sur, Ctro. Interdiscip. Cienc. Mar., Scripp Inst. Oceanogr.* La Paz, B.C.S., México. 345 p.
- Sánchez-Rodríguez, I. y G. Hernández-Carmona. 1998. Factores biológicos que afectan el crecimiento del alga café *Sargassum sinicola* (Fucales, Phaeophyta) en Bahía Magdalena, B.C.S., México. 299-308. En: Anais do IV Congresso Latinoamericano de Ficologia, II Reunião Ibero-Americana de Ficologia e VII Reunião Brasileira de Ficologia, Caxambu, MG. 1996. Paula, E.J., M. Cordeiro-Marino, D. Pupo Santos, M. Fujii, E.M. Plastino y Yokoya. 299-308.
- Sánchez-Rodríguez, I. y R. Cervantes-Duarte. 1999. Longitud y biomasa de *Sargassum horridum* Setchell et Gardner (Phaeophyta) en Bahía Magdalena, B.C.S., México. *Hidrobiológica*. 9 (2): 117-124.
- Schreider, M.J., T.M. Glasby y A.J. Underwood. 2003. Effects of height on the shore and complexity of habitat on abundances of amphipods on rocky shores in New South Wales, Australia. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 293: 57-71.
- Sepúlveda, R.D., R.A. Moreno y F.D. Carrasco. 2003. Macroinvertebrate diversity associated to reefs of *Phragmatopoma moerchi* Kinberg, 1867 (Polychaeta: Sabellariidae) in the intertidal rocky shore at Cocholgüe, Chile. *Gayana*. 67 (1): 45-54.
- Smith, R. y J. Carlton. 1975. *Light's manual: Intertidal Invertebrates of the Central California Coast*. University of California Press. U.S.A. 721 p.
- Soe-Htun, U. 1998. The seaweeds resources of Myanmar. 99-105. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). Seaweeds resources of the world. *JICA*. Japón. 431 p.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1996. *Introduction to Biostatistics*. W.H. Freeman and Company. 2nd Edition. U.S.A. 363 p.
- Stoner, A.W. y H.S. Greening. 1984. Geographic variation in the macrofaunal associates of pelagic *Sargassum* and some biogeographic implications. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 20: 185-192.

- Stoner, A.W. y F.G. Lewis. 1985. The influence of quantitative and qualitative aspects of habitat complexity in tropical sea-grass meadows. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 94: 19-40.
- Strong, J.A., C.A. Maggs y M.P. Johnson. En prensa. The extent of 'ecological release' from epiphytism for *Sargassum muticum* (Phaeophyceae) within the invaded range.
- Strickland, J.D. y T.R. Parsons. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. 2nd Edition. Fish. Res. Bd. Canada Bulletin. 167.
- Tanaka, M.O. y F.P.P. Leite. 2003. Spatial scaling in the distribution of macrofauna associated with *Sargassum stenophyllum* (Mertens) Martius: analyses of faunal groups, gammarid life habits, and assemblage structure. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* (293): 1-22.
- Taylor, R.B. 1998a. Seasonal variation in assemblages of mobile epifauna inhabiting three subtidal brown seaweeds in northeastern New Zealand. *Hydrobiologia*. 361: 25-35.
- Taylor, R.B. 1998b. Density, biomass and productivity of animals in four subtidal rocky reef habitats: the importance of small mobile invertebrates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 172: 37-51.
- Taylor, R.B. y R.G. Cole. 1994. Mobile epifauna on subtidal brown seaweeds in northeastern New Zealand. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 115: 271-282.
- Terawaki, T., K. Yoshiwaka, G. Yoshida, M. Uchimura y K. Iseki. 2003. Ecology and restoration techniques for *Sargassum* beds in the seto Inland Sea Japón. *Marine Pollution Bulletin*. 47: 198-201.
- Thomson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch. 1979. *Reef fishes of the Sea of Cortez: the rocky shore fishes of the Gulf of California*. John Wisley & Sons. 302 p.
- Trono Jr., G. 1998. The seaweeds resources of the Philippines. 47-61. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). 1998. *Seaweeds resources of the world*. JICA. Japón. 431 p.

- Turner, J.P. y J.R. Rooker. 2006. Fatty acid composition of flora and fauna associated with *Sargassum* mats in the Gulf of Mexico. *Marine Biology*. 149: 1025-1036.
- Vásquez, J.A. y B. Santelices. 1984. Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*. 57: 131-154.
- Viejo, R.M. 1999. Mobile epifauna inhabiting the invasive *Sargassum muticum* and two local seaweeds in northern Spain. *Aquatic Botany*. 64: 131-149.
- Viejo, R.M. y P. Åberg. 2003. Temporal and spatial variation in the density of mobile epifauna and grazing damage on the seaweed *Ascophyllum nodosum*. *Marine Biology*. 142: 1229-1241.
- Viesca-Lobatón, C. 2005. Evaluación preliminar del proceso de rehabilitación del arrecife coralino de San Lorenzo en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Tesis Maestría*. CIBNOR, S.C. La Paz, B.C.S., México. 95 p.
- Wakabara, Y., A.S. Tararam y A.M. Takeda. 1983. Comparative study of the amphipod fauna living on *Sargassum* of two Itanhaém shores, Brazil. *J. of Crustacean Biol.* 3 (4): 602-607.
- Weil, E., F. Losada y D. Bone. 1984. Spatial variations in density and size of the echinoid *Diadema antillarum* Philippi on some Venezuelan coral reefs. *Bijdragen tot de Dierkunde*. 54 (1): 73-82.
- Wernberg, T., M.S. Thomsen, P.A. Staehr y M.F. Pedersen. 2004. Epibiota communities of the introduced and indigenous macroalgal relatives *Sargassum muticum* and *Halidrys siliquosa* in Limfjorden (Denmark). *Helgol Mar. Res.* 58: 154-161.
- Wu, C. 1998. The seaweeds resources of China. 34-46. En: Critchley, A.T. y M. Ohno (Eds). *Seaweeds resources of the world*. JICA. Japón. 431 p.
- Yabur-Pacheco, P.R. 2005. Producción y propiedades del alginato de *Sargassum sinicola* (Setchell y Gardner) y su aplicación en inmovilización celular. *Tesis Doctorado*. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 83 p.

Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall. E.U.A. 662 p.

Zertuche-González, J.A., L.A. Galindo-Bect, I. Pacheco-Ruíz y A. Galevez-Telles. 2006. Time-space characterization of commercial seaweed species from the Gulf of California using a Geographical information system. *J. Appl. Phycol.* 18: 543-550.

ANEXOS

Anexo I. Valores de significación de la comparación múltiple de los valores de probabilidad (p) para los datos de riqueza específica de epibiontes asociados a los mantos de *Sargassum* en El Sauzoso, BCS., de septiembre de 2000-agosto 2001. Se reporta la probabilidad de rechazar la hipótesis nula (H_0 = No hay diferencia entre los meses). En negrita se resaltan las comparaciones significativas.

	Sep	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Sep		1	1	0.099	0.020	0.0001	0.0001	0.010	1	1
Nov			1	0.657	0.171	0.001	0.001	0.094	1	1
Ene				1	1	0.327	0.327	1	1	1
Feb					1	1	1	1	1	0.628
Mar						1	1	1	1	0.163
Abr							1	1	0.053	0.001
May								1	0.053	0.001
Jun									1	0.089
Jul										1

Anexo II. Valores de significación de la comparación múltiple de los valores de probabilidad (p) para los datos de abundancia de epibiontes asociados a los mantos de *Sargassum* en El Sauzoso, BCS., de septiembre de 2000-agosto 2001. Se reporta la probabilidad de rechazar la hipótesis nula (H_0 = No hay diferencia entre los meses). En negrita se resaltan las comparaciones significativas.

	Sep	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Sep		0.31	0	0	0	0	0	0	0	0.01
Nov			0	0	0	0	0	0	0.41	1
Ene				0.15	0.01	0	0.006	1	1	0.09
Feb					1	1	1	1	0	0
Mar						1	1	1	0	0
Abr							1	0.14	0	0
May								0.97	0	0
Jun									0.07	0
Jul										1

Anexo VI. Variación mensual de la densidad promedio (individuos/m²) ± desviación estándar y abundancia relativa (entre paréntesis) de invertebrados epibénticos dentro del grupo control (con *Sargassum* y otras algas) en la localidad de El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es febrero a agosto de 2008. 1^a, primera quincena; 2^a, segunda quincena; espacio en blanco, especie ausente. En negritas se indica la especie más abundante.

	Febrero, n = 10	Marzo 1 ^a , n = 10	Marzo 2 ^a , n = 10	Abril 1 ^a , n = 9	Abril 2 ^a , n = 9	Mayo 1 ^a , n = 9
<i>Bispira rugosa monterea</i>			0.1 ± 0.3 (1.5)	0.2 ± 0.4 (11.1)	1.6 ± 3.2 (28.6)	
<i>Phragmatopoma californica</i>						
<i>Spirobranchus giganteus</i>						
Sabelido						
<i>Anthopleura</i> spp.	0.1 ± 0.3 (3.2)					
<i>Eugorgia</i> spp.						
<i>Calliactis variegata</i>					0.1 ± 0.3 (2)	0.4 ± 1.3 (17.4)
<i>Porites panamensis</i>			0.1 ± 0.3 (1.5)	0.1 ± 0.3 (5.6)	0.2 ± 0.4 (4.1)	
Anemona sp. 1		1.2 ± 2.3 (15.8)	2.7 ± 7.0 (39.7)	0.2 ± 0.7 (11.1)		
Anemona sp. 2		0.8 ± 0.9 (10.5)	0.5 ± 1.1 (7.4)	0.1 ± 0.3 (5.6)	0.3 ± 0.7 (6.1)	0.1 ± 0.3 (4.3)
Anemona sp. 3		0.2 ± 0.4 (2.6)	0.1 ± 0.3 (1.5)			
Anemona sp. 4		0.1 ± 0.3 (1.3)			0.1 ± 0.3 (2)	
Anemona sp. 5			0.4 ± 0.7 (5.9)			
Anemona sp. 6	0.1 ± 0.3 (3.2)					
Anemona sp. 7						
<i>Aglaophenia diegensis</i>						
<i>Nidorellia armata</i>						
<i>Phataria unifascialis</i>		0.1 ± 0.3 (1.3)			0.1 ± 0.3 (2)	0.1 ± 0.3 (4.3)
<i>Arbacia incisa</i>		0.3 ± 0.5 (3.9)	0.4 ± 0.5 (5.9)	0.2 ± 0.7 (11.1)	0.3 ± 0.7 (6.1)	0.8 ± 1.3 (30)
<i>Echinometra vanbruntii</i>						
<i>Eucidaris thouarsii</i>		0.5 ± 1.0 (6.6)	0.8 ± 1.8 (11.8)	0.1 ± 0.3 (5.6)	0.7 ± 0.9 (12.2)	

Continuación

	Mayo 2^a, n = 9	Junio 1^a, n = 10	Junio 1^a, n = 10	Julio 1^a, n = 9	Agosto 1^a, n = 9
<i>Bispira rugosa monterea</i>	0.1 ± 0.3 (7.7)	1.3 ± 1.6 (21.3)		0.6 ± 1.7 (6.4)	1.7 ± 2.1 (27.3)
<i>Phragmatopoma californica</i>		0.1 ± 0.3 (1.6)			
<i>Spirobranchus giganteus</i>					
Sabelido				0.1 ± 0.3 (1.3)	
<i>Anthopleura</i> spp.		0.1 ± 0.3 (1.6)			
<i>Eugorgia</i> spp.					0.1 ± 0.3 (1.8)
<i>Calliactis variegata</i>				0.1 ± 0.3 (1.3)	
<i>Porites panamensis</i>	0.2 ± 0.4 (15.4)	0.5 ± 0.5 (8.2)	0.3 ± 0.7 (10.3)	0.8 ± 1.0 (9)	0.6 ± 0.7 (9.1)
Anemona sp. 1			0.1 ± 0.3 (3.4)		
Anemona sp. 2	0.2 ± 0.4 (15.4)	0.6 ± 1.3 (9.8)	0.1 ± 0.3 (3.4)	0.6 ± 1.3 (6.4)	
Anemona sp. 3		0.1 ± 0.3 (1.6)			
Anemona sp. 4					
Anemona sp. 5				0.7 ± 2 (7.7)	
Anemona sp. 6					
Anemona sp. 7					
<i>Aglaophenia diegensis</i>					
<i>Nidorellia armata</i>					
<i>Phataria unifascialis</i>	0.2 ± 0.4 (15.4)	0.1 ± 0.3 (1.6)		0.1 ± 0.3 (1.3)	0.2 ± 0.4 (3.6)
<i>Arbacia incisa</i>		0.2 ± 0.6 (3.3)			
<i>Echinometra vanbruntii</i>				0.1 ± 0.3 (1.3)	
<i>Eucidaris thouarsii</i>	0.3 ± 1 (23.1)	0.5 ± 1.3 (8.2)		0.2 ± 0.7 (2.6)	1.1 ± 1.7 (18.2)

Continuación

	Febrero, n = 10	Marzo 1 ^a , n = 10	Marzo 2 ^a , n = 10	Abril 1 ^a , n = 9	Abril 2 ^a , n = 9	Mayo 1 ^a , n = 9
<i>Heliaster kubiniji</i>			0.2 ± 0.6 (2.9)			
<i>Tripneustes depressus</i>	0.3 ± 0.5 (9.7)	0.1 ± 0.3 (1.3)	0.4 ± 0.7 (5.9)	0.4 ± 0.9 (22.2)	0.3 ± 1 (6.1)	0.2 ± 0.4 (8.7)
<i>Ophiocoma aethiops</i>					0.2 ± 0.4 (4.1)	0.1 ± 0.3 (4.3)
<i>Ophionereis annulata</i>						
<i>Ophiotrix spiculata</i>		0.1 ± 0.3 (1.3)				
<i>Euapta godeffroyi</i>		0.1 ± 0.3 (1.3)				
<i>Holothuria impatiens</i>					0.1 ± 0.3 (2)	
<i>Holothuria kerfersteinii</i>		0.1 ± 0.3 (1.3)	0.2 ± 0.4 (2.9)			
<i>Isostichopus fuscus</i>						
<i>Acmaea</i> spp.						
<i>Aplysia californica</i>			0.1 ± 0.3 (1.5)	0.1 ± 0.3 (5.6)		
<i>Cypraea annetae</i>		0.2 ± 0.4 (2.6)	0.1 ± 0.3 (1.5)			
<i>Chromodoris norrisi</i>						
<i>Conus princeps</i>		0.1 ± 0.3 (1.3)				
<i>Conus</i> spp.						
<i>Elysia diomedea</i>	0.2 ± 0.4 (6.5)			0.1 ± 0.3 (5.6)		
<i>Phyllonotus erythrostoma</i>			0.1 ± 0.3 (1.5)			
<i>Hypselodoris californiensis</i>					0.1 ± 0.3 (2)	
<i>Hypselodoris ghiselini</i>						
<i>Serpulorbis euriciformis</i>	0.1 ± 0.3 (3.2)					
<i>Columbella fuscata</i>						
<i>Columbella major</i>						
<i>Pinctada mazatlanica</i>		0.1 ± 0.3 (1.3)		0.1 ± 0.3 (5.6)		
<i>Modiolus capax</i>	0.1 ± 0.3 (3.2)	0.1 ± 0.3 (1.3)				
<i>Arca pacifica</i>						
<i>Dardanus sinistrepes</i>						0.1 ± 0.3 (4.3)
<i>Herbstia camptacanta</i>						

Continuación

	Mayo 2 ^a , n = 9	Junio 1 ^a , n = 10	Junio 1 ^a , n = 10	Julio 1 ^a , n = 9	Agosto 1 ^a , n = 9
<i>Heliaster kubiniji</i>					
<i>Tripneustes depressus</i>	0.1 ± 0.3 (7.7)	0.1 ± 0.3 (1.6)	0.4 ± 0.5 (13.8)	0.3 ± 1 (3.8)	0.4 ± 1 (7.3)
<i>Ophiocoma aethiops</i>				0.3 ± 1 (3.8)	
<i>Ophionereis annulata</i>				0.8 ± 1.2 (9)	
<i>Ophiotrix spiculata</i>		0.1 ± 0.3 (1.6)			
<i>Euapta godeffroyi</i>				0.6 ± 1.0 (6.4)	
<i>Holothuria impatiens</i>					
<i>Holothuria kerfersteinii</i>			0.1 ± 0.3 (3.4)		0.1 ± 0.3 (1.8)
<i>Isostichopus fuscus</i>				0.1 ± 0.3 (1.3)	0.1 ± 0.3 (1.8)
<i>Acmaea</i> spp.					
<i>Aplysia californica</i>					
<i>Cypraea annetae</i>					
<i>Chromodoris norrisi</i>					
<i>Conus princeps</i>		0.1 ± 0.3 (1.6)			
<i>Conus</i> spp.				0.8 ± 1.6 (9)	
<i>Elysia diomedea</i>	0.2 ± 0.4 (15.4)	0.3 ± 0.7 (4.9)	0.3 ± 0.5 (10.3)	0.3 ± 0.7 (3.8)	1.2 ± 2.3
<i>Phyllonotus erythrostoma</i>					
<i>Hypselodoris californiensis</i>					
<i>Hypselodoris ghiselini</i>					
<i>Serpulorbis euriciformis</i>		0.2 ± 0.6 (3.3)			0.1 ± 0.3 (1.8)
<i>Columbella fuscata</i>			0.2 ± 0.6 (6.9)	0.4 ± 1.0 (5.1)	
<i>Columbella major</i>		0.1 ± 0.3 (1.6)	0.3 ± 0.9 (10.3)	0.7 ± 0.9 (7.7)	
<i>Pinctada mazatlanica</i>		0.1 ± 0.3 (1.6)	0.1 ± 0.3 (3.4)		0.2 ± 0.4 (3.6)
<i>Modiolus capax</i>				0.1 ± 0.3 (1.3)	
<i>Arca pacifica</i>					
<i>Dardanus sinistrepes</i>					
<i>Herbstia camptacanta</i>				0.1 ± 0.3 (1.3)	

Continuación

	Febrero, n = 10	Marzo 1^a, n = 10	Marzo 2^a, n = 10	Abril 1^a, n = 9	Abril 2^a, n = 9	Mayo 1^a, n = 9
<i>Neaxius vivesi</i>						
<i>Clibanaruis panamensis</i>			0.1 ± 0.3 (1.5)			
<i>Aniculus elegans</i>						
<i>Balanus</i> sp.	2.2 ± 6.3 (71)	3.5 ± 3.9 (46.1)	0.4 ± 1.0 (5.9)	0.2 ± 0.4 (11.1)	1.2 ± 3.3 (22.4)	0.7 ± 1.7 (26.1)
<i>Pericelis</i> spp.						
<i>Pseudobiceros</i> spp.			0.1 ± 0.3 (1.5)			

	Mayo 2^a, n = 9	Junio 1^a, n = 10	Junio 1^a, n = 10	Julio 1^a, n = 9	Agosto 1^a, n = 9
<i>Neaxius vivesi</i>					0.1 ± 0.3 (1.8)
<i>Clibanaruis panamensis</i>					
<i>Aniculus elegans</i>					
<i>Balanus</i> sp.		1.6 ± 3.3 (26.2)	1 ± 3.2 (34.5)	0.9 ± 2.3 (10.3)	0.1 ± 0.3 (1.8)
<i>Pericelis</i> spp.					
<i>Pseudobiceros</i> spp.					

Anexo VII. Variación mensual de la densidad promedio (individuos/m²) ± desviación estándar y abundancia relativa (entre paréntesis) de invertebrados epibénticos dentro del tratamiento experimental (sin *Sargassum* y otras algas) en la localidad de El Sauzoso, BCS. El periodo base del ciclo es febrero a agosto de 2008. 1^a, primera quincena; 2^a, segunda quincena; espacio en blanco, especie ausente. En negritas se indica la especie más abundante.

	Febrero, n = 10	Marzo 1 ^a , n = 10	Marzo 2 ^a , n = 10	Abril 1 ^a , n = 10	Abril 2 ^a , n = 9	Mayo 1 ^a , n = 10
<i>Bispira rugosa monterea</i>		0.4 ± 0.7 (12.9)	0.1 ± 0.3 (1.8)	0.1 ± 0.3 (3.3)	0.1 ± 0.3 (2.9)	
<i>Phragmatopoma californica</i>			0.2 ± 0.6 (3.5)			
<i>Spirobranchus giganteus</i>						
Sabelido						
<i>Anthopleura</i> spp.						
<i>Eugorgia</i> spp.						
<i>Calliactis variegata</i>						
<i>Porites panamensis</i>				0.2 ± 0.4 (6.7)	0.1 ± 0.3 (2.9)	
Anemona sp. 1		0.2 ± 0.6 (6.5)	0.5 ± 1.6 (8.8)	0.1 ± 0.3 (3.3)	0.1 ± 0.3 (2.9)	0.3 ± 0.7 (11.1)
Anemona sp. 2		0.4 ± 1.0 (12.9)	0.1 ± 0.3 (1.8)		0.3 ± 0.5 (8.6)	0.7 ± 0.8 (25.9)
Anemona sp. 3				0.1 ± 0.3 (3.3)		
Anemona sp. 4						
Anemona sp. 5						
Anemona sp. 6						
Anemona sp. 7	0.2 ± 1 (5.1)					
<i>Aglaophenia diegensis</i>	0.7 ± 2 (17.9)	0.3 ± 0.5 (9.7)	3.6 ± 11.4 (63.2)	2 ± 6.3 (66.7)	0.1 ± 0.3 (2.9)	
<i>Nidorellia armata</i>					0.1 ± 0.3 (2.9)	
<i>Phataria unifascialis</i>	0.4 ± 1 (10)		0.1 ± 0.3 (1.8)			
<i>Arbacia incisa</i>	0.1 ± 0 (2.6)	0.5 ± 0.8 (16.1)	0.3 ± 0.7 (5.3)			
<i>Echinometra vanbruntii</i>			0.1 ± 0.3 (1.8)	0.1 ± 0.3 (3.3)	0.1 ± 0.3 (2.9)	
<i>Eucidaris thouarsii</i>		0.4 ± 1.0 (12.9)	0.2 ± 0.4 (3.5)		0.3 ± 0.7 (8.6)	0.4 ± 1.3 (14.8)
<i>Heliaster kubiniji</i>						

Continuación

	Mayo 2 ^a , n = 8	Junio 1 ^a , n = 8	Junio 2 ^a , n = 7	Julio 1 ^a , n = 9	Agosto 1 ^a , n = 8
<i>Bispira rugosa monterea</i>		0.1 ± 0.3 (2.6)		0.1 ± 0.3 (3)	1 ± 1.7 (20)
<i>Phragmatopoma californica</i>		0.1 ± 0.3 (2.6)	0.1 ± 0.4 (3.7)		
<i>Spirobranchus giganteus</i>				0.1 ± 0.3 (3)	
Sabelido					
<i>Anthopleura</i> spp.			0.1 ± 0.4 (3.7)		
<i>Eugorgia</i> spp.					
<i>Calliactis variegata</i>					
<i>Porites panamensis</i>	0.3 ± 0.5 (6.7)	0.6 ± 0.7 (13.2)	0.4 ± 0.5 (11.1)	0.4 ± 0.7 (12.1)	0.3 ± 0.5 (5)
Anemona sp. 1		0.3 ± 0.7 (7.9)		0.3 ± 0.7 (9.1)	0.6 ± 1.8 (12.5)
Anemona sp. 2		0.8 ± 1.6 (18.4)	0.3 ± 0.5 (7.4)	0.3 ± 0.7 (9.1)	0.3 ± 0.5 (5)
Anemona sp. 3					
Anemona sp. 4					
Anemona sp. 5	0.1 ± 0.4 (3.3)				
Anemona sp. 6					
Anemona sp. 7					
<i>Aglaophenia diegensis</i>	0.1 ± 0.4 (3.3)				
<i>Nidorellia armata</i>				0.1 ± 0.3 (3)	0.1 ± 0.4 (2.5)
<i>Phataria unifascialis</i>			0.1 ± 0.4 (3.7)		0.3 ± 0.5 (5)
<i>Arbacia incisa</i>			0.1 ± 0.4 (3.7)		
<i>Echinometra vanbruntii</i>			0.4 ± 1.1 (11.1)	0.2 ± 0.4 (6.1)	
<i>Eucidaris thouarsii</i>	0.4 ± 0.7 (10)	0.6 ± 1.1 (13.2)	0.7 ± 0.8 (18.5)	0.7 ± 1.3 (18.8)	1.3 ± 1.7 (25)
<i>Heliaster kubiniji</i>					

Continuación

	Febrero, n = 10	Marzo 1 ^a , n = 10	Marzo 2 ^a , n = 10	Abril 1 ^a , n = 10	Abril 2 ^a , n = 9	Mayo 1 ^a , n = 10
<i>Tripneustes depressus</i>	0.4 ± 1 (10)	0.1 ± 0.3 (3.2)			0.1 ± 0.3 (2.9)	0.1 ± 0.3 (3.7)
<i>Ophiocoma aethiops</i>						
<i>Ophionereis annulata</i>						
<i>Ophiotrix spiculata</i>		0.1 ± 0.3 (3.2)				
<i>Euapta godeffroyi</i>						
<i>Holothuria impatiens</i>					0.1 ± 0.3 (2.9)	
<i>Holothuria kerfersteinii</i>					0.1 ± 0.3 (2.9)	0.1 ± 0.3 (3.7)
<i>Isostichopus fuscus</i>						
<i>Acmaea</i> spp.	0.4 ± 1 (10.3)					
<i>Aplysia californica</i>						
<i>Cypraea annetae</i>	0.1 ± 0 (2.6)					
<i>Chromodoris norrisi</i>						0.1 ± 0.3 (3.7)
<i>Conus princeps</i>						
<i>Conus</i> spp.						
<i>Elysia diomedea</i>	0.1 ± 0 (2.6)	0.3 ± 0.7 (9.7)	0.2 ± 0.4 (3.5)	0.3 ± 0.5 (10)	0.4 ± 0.7 (11.4)	0.9 ± 1.9 (33.3)
<i>Phyllonotus erythrostoma</i>						
<i>Hypselodoris californiensis</i>						
<i>Hypselodoris ghiselini</i>			0.1 ± 0.3 (1.8)			
<i>Serpulorbis euriciformis</i>		0.2 ± 0.6 (6.5)				
<i>Columbella fuscata</i>	0.1 ± 0 (2.6)					
<i>Columbella major</i>	0.1 ± 0 (2.6)					
<i>Pinctada mazatlanica</i>	0.1 ± 0 (2.6)					
<i>Modiolus capax</i>						
<i>Arca pacifica</i>						
<i>Dardanus sinistrepes</i>						
<i>Herbstia camptacanta</i>						
<i>Neaxius vivesi</i>				0.1 ± 0.3 (3.3)	0.1 ± 0.3 (2.9)	

Continuación

	Mayo 2^a, n = 8	Junio 1^a, n = 8	Junio 2^a, n = 7	Julio 1^a, n = 9	Agosto 1^a, n = 8
<i>Tripneustes depressus</i>	0.3 ± 0.5 (6.7)	0.4 ± 1.3 (10.5)	0.6 ± 0.8 (14.8)	0.6 ± 1.0 (15.2)	0.8 ± 1.4 (15)
<i>Ophiocoma aethiops</i>				0.1 ± 0.3 (3)	
<i>Ophionereis annulata</i>					
<i>Ophiotrix spiculata</i>	0.1 ± 0.4 (3.3)		0.1 ± 0.4 (3.7)		
<i>Euapta godeffroyi</i>			0.1 ± 0.4 (3.7)		
<i>Holothuria impatiens</i>				0.2 ± 0.4 (6.1)	
<i>Holothuria kerfersteinii</i>					
<i>Isostichopus fuscus</i>					0.1 ± 0.4 (2.5)
<i>Acmaea</i> spp.					
<i>Aplysia californica</i>					
<i>Cypraea annetae</i>					
<i>Chromodoris norrisi</i>					
<i>Conus princeps</i>					
<i>Conus</i> spp.					
<i>Elysia diomedea</i>	0.1 ± 0.4 (3.3)		0.3 ± 0.8 (7.4)	0.1 ± 0.3 (3)	0.1 ± 0.4 (2.5)
<i>Phyllonotus erythrostoma</i>					
<i>Hypselodoris californiensis</i>					
<i>Hypselodoris ghiselini</i>					
<i>Serpulorbis euriciformis</i>		0.1 ± 0.3 (2.6)			
<i>Columbella fuscata</i>	1.9 ± 4.9 (50)				
<i>Columbella major</i>	0.1 ± 0.4 (3.3)				
<i>Pinctada mazatlanica</i>		0.1 ± 0.3 (2.6)		0.1 ± 0.3 (3)	0.1 ± 0.4 (2.5)
<i>Modiolus capax</i>					
<i>Arca pacifica</i>	0.1 ± 0.4 (3.3)				
<i>Dardanus sinistrepes</i>					
<i>Herbstia camptacanta</i>					
<i>Neaxius vivesi</i>	0.3 ± 0.7 (6.7)	0.1 ± 0.3 (2.6)		0.1 ± 0.3 (3)	

Continuación

	Febrero, n = 10	Marzo 1^a, n = 10	Marzo 2^a, n = 10	Abril 1^a, n = 10	Abril 2^a, n = 9	Mayo 1^a, n = 10
<i>Clibanarius panamensis</i>	0.1 ± 0.3 (2.6)					
<i>Aniculus elegans</i>						
<i>Balanus</i> sp.	1.1 ± 3.5 (28.2)	0.2 ± 0.4 (6.5)	0.2 ± 0.6 (3.5)		1.7 ± 3.3 (42.9)	0.1 ± 0.3 (3.7)
<i>Pericelis</i> spp.						
<i>Pseudobiceros</i> spp.						

	Mayo 2^a, n = 8	Junio 1^a, n = 8	Junio 2^a, n = 7	Julio 1^a, n = 9	Agosto 1^a, n = 8
<i>Clibanarius panamensis</i>					
<i>Aniculus elegans</i>			0.1 ± 0.4 (3.7)		
<i>Balanus</i> sp.		1 ± 2.6 (23.7)		0.1 ± 0.3 (3)	0.1 ± 0.4 (2.5)
<i>Pericelis</i> spp.			0.1 ± 0.4 (3.7)		
<i>Pseudobiceros</i> spp.					