



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

DIETA NATURAL DEL CARACOL PANOCHA
Megastrea undosa (Wood, 1828)
(Gastropoda: Turbinidae): EFECTO DE LA DIETA Y
TEMPERATURA EN LA COMPOSICIÓN
BIOQUÍMICA DE TEJIDOS

TESIS

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

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

Presenta

MARÍA DE LOURDES FIERRO JÁUREGUI

La Paz, Baja California Sur, Junio de 2011

ACTA DE LIBERACION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 9:00 horas del día 10 del Mes de Mayo del 2011, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:


DIETA NATURAL DEL CARACOL PANOCHA *Megastraea undosa* (Wood, 1828) (Gastrópoda: Turbinidae): EFECTO DE LA DIETA Y TEMPERATURA EN LA COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DE TEJIDOS.

Presentada por el alumno: María de Lourdes Fierro Jáuregui

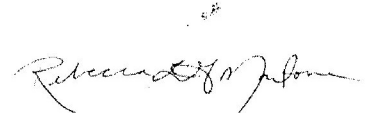
Aspirante al Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACION EN: Biología Marina

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

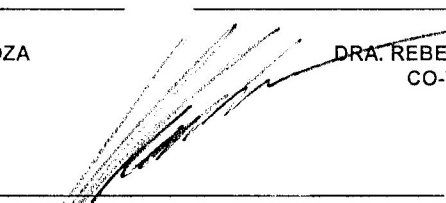
LA COMISION REVISORA



DRA. ELISA SERVIERE ZARAGOZA
DIRECTOR DE TESIS



DRA. REBECCA MARTONE
CO-TUTORA



DR. SALVADOR LLUCH COTA
CO-TUTOR



DRA. ELISA SERVIERE ZARAGOZA,
DIRECTORA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

COMITÉ TUTORIAL

Dra. Elisa Serviere Zaragoza

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

DIRECTORA DE TESIS

Dra. Rebecca Martone

Institute for Resources, Environment and Sustainability

University of British Columbia

CO-TUTORA

Dr. Salvador Lluch Cota

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

CO-TUTOR

REVISORES DE TESIS

Dra. Elisa Serviere Zaragoza

Dra. Rebecca Martone

Dr. Salvador Lluch Cota

Dr. Pedro Cruz Hernández

Dr. Eduardo Francisco Balart Páez

JURADO DE EXÁMEN DE GRADO

Dra. Elisa Serviere Zaragoza

Dr. Salvador Lluch Cota

Dr. Pedro Cruz Hernández

Dr. Eduardo Francisco Balart Páez- Suplente

RESUMEN

El caracol panocha *Megastraea undosa* es capturado comercialmente en la costa occidental de la península de Baja California. Se ha observado un gradiente latitudinal en la talla y edad de los organismos; siendo mayores los caracoles del norte. Estas diferencias en talla se han relacionado con variaciones en la flora local a lo largo de la distribución del caracol, lo cual puede influir en su crecimiento y composición bioquímica al depender de las macroalgas como fuente de alimento principal. En el norte de la península, el alga café *Macrocystis pyrifera* forma parte del hábitat y de la dieta de diversas especies de invertebrados, mientras que al sur de San Roque, el alga dominante es *Eisenia arborea*. En el presente trabajo se analizó la dieta natural de caracoles provenientes de localidades con y sin *M. pyrifera* considerando distintas épocas del año, así como el efecto de la dieta y la temperatura en la composición bioquímica del hepatopáncreas y músculo de estos organismos a partir de un ensayo de laboratorio. Los principales componentes de la dieta natural de *M. undosa* fueron *Macrocystis pyrifera* (56.9% IIR), *Eisenia arborea* (5.5% IIR) y algas rojas calcáreas articuladas (32% IIR). Los componentes alimentarios primarios en la dieta de *M. undosa* permanecen constantes a lo largo del año, mientras que los secundarios cambian de una localidad a otra y entre las fechas, en la misma localidad. Para este estudio se observó que *M.undosa* en los sitios de estudio es considerado como consumidor especialista. A pesar de que Piedra de Trini y Rincón de Méndez, son sitios geográficamente muy cercanos, estos presentan diferencias en la composición de la dieta del caracol. Al final del ensayo, a los 5 meses, se detectaron diferencias en el peso de los organismos que se mantuvieron en los distintos tratamientos, pero no en su talla. El incremento en peso puede estar relacionado con la calidad del alga consumida por los organismos. Las dietas usadas presentaron diferencias significativas en el contenido de proteínas, siendo *M. pyrifera* la especie que presentó los valores más altos ($16\% \pm 0.13$). La cantidad de lípidos fue similar entre las dietas, sin embargo, los organismos alimentados con *M. pyrifera* presentaron concentraciones altas de lípidos en el tejido del hepatopáncreas y un mayor número de organismos con formación gonádica. Al finalizar el experimento, los organismos procedentes de Bahía Tortugas, independientemente de la dieta y de la temperatura mostraron las mayores concentraciones de lípidos en el tejido del hepatopáncreas ($p < 0.05$), mientras que los organismos procedentes de La Bocana, mostraron una mayor concentración de carbohidratos en el músculo ($p < 0.05$). Por otro lado, en los organismos bajo el régimen de temperatura del norte, se observó la mayor concentración de lípidos en el hepatopáncreas, independientemente de la dieta y de la localidad. Lo anterior, permite sugerir que las diferencias encontradas entre las dos poblaciones, sea posiblemente un reflejo de una diferencia genética.

Palabras claves: *M. undosa*, dieta natural, efecto de la dieta y temperatura.

ABSTRACT

The snail *Megastraea undosa* is captured commercially on the western coast of the peninsula of Baja California. There has been a latitudinal gradient in the size and age of the organisms: those of the northern part are bigger. Differences in size have been associated with variations in local flora along the distribution range of the snail, which can influence their growth and biochemical composition as they depend on macroalgae as their primary food source. In the northern part of the peninsula, the brown algae *Macrocystis pyrifera* is part of the habitat and diet of various species of invertebrates, while south of San Roque, the dominant alga is *Eisenia arborea*. In this paper we analyzed the natural diet of snails from sites with and without *M. pyrifera* considering different seasons, and the effect of diet and temperature on the biochemical composition of hepatopancreas and muscle of these organisms from a laboratory test. The main components of the natural diet of *M. undosa* were *Macrocystis pyrifera* (56.9% IRI), *Eisenia arborea* (5.5% IRI), and articulated calcareous red algae (32% IRI). Primary food components in the diet of *M. undosa* remain constant throughout the year, while secondary components change from one location to another and between dates in the same locality. In the study sites we observed that *M. undosa* is considered as a consumer specialist. Although Piedra de Trini and Rincón de Méndez are geographically close sites, they differ in diet composition of the snail. In experimental testing it was observed that the composition of proteins, carbohydrates, and lipids of macroalgae to feed the snails was differed among species; *M. pyrifera* was the species that presented the highest values in protein (16 ± 0.13). Although, lipid value in the proximate composition was similar between diets in the tissues, it was noted that these seaweed-fed organisms had high lipid concentrations in the hepatopancreas and in a greater number of organisms with gonadal formation. At the end of the experiment, the organisms from Bahía Tortugas showed the highest lipid concentrations in the hepatopancreas tissue ($p < 0.05$), regardless of diet and temperature while the specimens from La Bocana showed a higher carbohydrate concentration in the muscle ($p < 0.05$). On the other hand, we observed the highest lipid concentration in the hepatopancreas of the specimens under the temperature regime in the north, regardless of diet and the locality. The results above, suggest that the differences between the two populations is probably a reflection of genetic differences.

Keywords: *M.undosa*, natural diet and the effect of temperature.

AGRADECIMIENTOS

- ❖ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste y a la Beca CONACYT (número de beca: 22424245) para estudios de Maestría.
- ❖ Proyecto: CONACYT-P 50589 Q y National Science Foundation (NSF-0410439)
- ❖ Beca mixta CONACYT para realizar una estancia en la Universidad de British Columbia, Vancouver Canadá.
- ❖ Comité revisor por sus aportaciones y confianza.
- ❖ Compañeros del laboratorio de Macroalgas, en especial a la técnico M. en C. Alejandra Mazariegos Villareal.
- ❖ Dr. Teodoro Granados por tomar las fotos usadas en este trabajo.
- ❖ Laboratorio de Aclimatación y Mantenimiento de Organismos Acuáticos del CIBNOR, a los técnicos M.C. Pablo Monsalvo Spencer y Teresa Medina.
- ❖ Laboratorio de Bioquímica al técnico Roberto Hernández Herrera.
- ❖ A los buzos Juan José Ramírez y Jorge Calvillo Angulo por su ayuda en la colecta de los organismos.
- ❖ Participación del técnico María Olivia Arjona López, en la toma de muestra de Lípidos.

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABLAS	ix
1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- ANTECEDENTES	3
Posición taxonómica	4
Descripción de la especie	5
Alimentación	6
3.- OBJETIVO GENERAL	7
Objetivos particulares	7
4.- Caracterización del área de estudio	8
Localización geográfica	8
Bahía Tortugas	9
La Bocana	9
5.- MATERIAL Y MÉTODOS	11
<i>Dieta natural</i>	11
Colecta de organismo	11
Obtención y revisión del contenido estomacal	12
Importancia de las algas en relación a invertebrados	13
Índices tróficos	13
Índices Ecológicos	15
<i>Efecto de la dieta y temperatura en la composición bioquímica</i>	16
Obtención de organismos	16
Obtención de la dieta	18
Temperatura	19
Sistema de cultivo experimental	19
Diseño experimental	19
Parámetros fisicoquímicos del agua	21
Sobrevivencia	22
Análisis bioquímicos de tejidos	22
Toma y preparación de la muestra	22

Análisis Bioquímicos	22
Proteínas	23
Carbohidratos	23
Lípidos	24
Pruebas estadísticas	24
6.- RESULTADOS	25
<i>Dieta natural</i>	25
Datos morfométricos	25
Espectro trófico general	26
Espectro trófico por sitio	33
Diversidad y Amplitud del nicho	39
Importancia de las algas en relación invertebrados	39
<i>Efecto de la dieta y temperatura en la composición bioquímica</i>	42
Parámetros fisicoquímicos del agua	42
Composición proximal de las macroalgas	42
Sobrevivencia	43
Crecimiento en peso	43
Presencia de gónada	46
Efecto de la localidad, temperatura o dieta en la composición bioquímica de tejidos	48
7.- DISCUSIÓN	52
<i>Dieta natural</i>	52
<i>Efecto de la dieta y temperatura en la composición bioquímica</i>	55
8.- CONCLUSIONES	61
9.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
10.- ANEXOS	69

I. LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Localidades de muestreo de caracoles PT) Piedra de Trini, RM) Rincón de Méndez y LO) Piedra de Lobo en Baja California Sur.....	10
Figura 2.	Medida de la altura máxima en caracol panocha.....	12
Figura 3.	Localidades de muestreo de caracol panocha en Baja California Sur. A) Clambay; zona con <i>Macrocystis pyrifera</i> . B) Piedra de Lobo; en ninguna época del año presenta <i>Macrocystis pyrifera</i>	17
Figura 4.	Promedios de temperaturas simuladas en laboratorio durante todo el ensayo.....	19
Figura 5.	Esquema del diseño experimental, indicando en cada unidad experimental los 12 tratamientos.....	20
Figura 6.	Distribución en las 36 unidades experimentales, cada una con 15 organismos.....	21
Figura 7.	Toma de muestras de tejido del hepatopáncreas y músculo de caracol panocha.....	22
Figura 8.	Número acumulativo de especies identificadas en los estómagos analizados de <i>Megastraea undosa</i> en Piedra de Trini, B.C.S. en tres fechas A) Julio 2006, B) Noviembre 2006 y C) Marzo 2007.....	27
Figura 9.	Número acumulativo de especies identificadas en los estómagos analizados de <i>Megastraea undosa</i> en Rincón de Méndez, B.C.S. en tres fechas A) Julio 2006, B) Noviembre 2006 y C) Marzo 2007.....	27
Figura 10.	Número acumulativo de especies identificadas en los estómagos analizados de <i>Megastraea undosa</i> en Piedra de Lobo, B.C.S. en tres fechas A) Julio 2006, B) Noviembre 2006 y C) Marzo 2007.....	28

Figura 11.	Análisis de cluster de los índices de importancia relativa (IIR %) de los componentes naturales de la dieta de <i>Megastraea undosa</i>	32
Figura 12.	Análisis de cluster de los índices de importancia relativa (IIR %) de los componentes naturales de la dieta de <i>Megastraea undosa</i> para el sitio de Piedra de Trini (incluye las tres fechas de muestreo).....	34
Figura 13.	Análisis de cluster de los índices de importancia relativa (IIR %) de los componentes naturales de la dieta de <i>Megastraea undosa</i> para el sitio de Rincón de Méndez (incluye las tres fechas de muestreo).....	36
Figura 14.	Análisis de cluster de los índices de importancia relativa (IIR %) de los componentes naturales de la dieta de <i>Megastraea undosa</i> para el sitio de Piedra de Lobo (incluye las tres fechas de muestreo).....	38
Figura 15.	Índice de Importancia Relativa (% IIR) de distintos grupos en la dieta de <i>Megastraea undosa</i> en tres sitios: PT(Piedra de Trini) , RM (Rincón de Méndez) y LO (Piedra de Lobo).....	40
Figura 16.	Índice de Importancia Relativa (%IIR) de distitnos grupos en la dieta de <i>Megastraea undosa</i> en tres sitios por fecha a) Piedra de Trini, b) Rincón de Méndezy c) Piedra de Lobo en Baja California Sur, México..	41
Figura 17.	Promedio inicial y final del crecimiento en peso de los caracoles para los distintos tratamientos.....	43
Figura 18.	Presencia de gónada en caracoles.....	44
Figura 19.	Concentración de carbohidratos (mg g^{-1}) en el hepatopáncreas de caracoles alimentados con tres dietas y mantenidos en dos temperaturas	49
Figura 20.	Concentración de proteínas (mg g^{-1}) en el hepatopáncreas de caracoles alimentados con tres dietas y mantenidos en dos temperaturas.....	50

Figura 21.	Concentración de lípidos (mg g^{-1}) en el hepatopáncreas de caracoles alimentados con tres dietas y mantenidos en dos temperaturas.....	50
Figura 22.	Concentración de carbohidratos (mg g^{-1}) en el músculo de caracoles alimentados con tres dietas y mantenidos en dos temperaturas.....	50
Figura 23.	Concentración de proteínas (mg g^{-1}) en el músculo de caracoles alimentados con tres dietas y mantenidos en dos temperaturas	51
Figura 24.	Concentración de lípidos (mg g^{-1}) en el músculo de los caracoles alimentados bajo diferentes tratamientos.....	51

II. LISTA DE TABLAS

Tabla I.	Altura máxima y peso (media \pm desviación estándar) de caracoles <i>Megastraea undosa</i> en tres sitios de BCS.....	26
Tabla II.	Listado de componentes alimenticios consumidos por <i>Megastraea undosa</i> en tres sitios por fecha.....	29
Tabla III.	Espectro trófico de <i>Megastraea undosa</i> en Baja California Sur expresado en valores porcentuales de frecuencia de aparición (%FA), método numérico (%N) e Índice de importancia Relativa (%IIR).....	31
Tabla IV.	Índice de importancia relativa (IIR %) de los componentes naturales de la dieta de <i>Megastraea undosa</i> , para el sitio de muestreo; PT: Piedra de Trini y su transformación de los datos a z.....	34
Tabla V.	Índice de importancia relativa (IIR %) de los componentes naturales de la dieta de <i>Megastraea undosa</i> , para el sitio de muestreo; RM: Rincón de Méndez y la transformación de los datos a z.....	36
Tabla VI.	Índice de importancia relativa (IIR %) de los componentes naturales de la dieta de <i>Megastraea undosa</i> , para sitio de muestreo; LO: Piedra de Lobo y la transformación de los datos a z.....	38
Tabla VII.	Diversidad específica (índice de Shannon) y Amplitud de nicho trófico (índice de Levin (Bi)) por sitio en la dieta de <i>Megastraea undosa</i> en Baja California Sur, México.....	39
Tabla VIII.	Análisis proximal de las macroalgas (alimento). Valores promedio \pm desviación estándar.....	42

Tabla IX.	Carbohidratos, proteínas y lípidos (mg g^{-1}) promedio (error estándar) por localidad, temperatura y alimento en el hepatopáncreas y músculo de caracol.....	45
Tabla X.	Concentración de lípidos en el hepatopáncreas entre caracoles colectados en dos localidades	45
Tabla XI.	Concentración de carbohidratos en el músculo entre caracoles colectados en dos localidades.....	46
Tabla XII.	Análisis de varianza y sus diferencias significativas ($p < 0.05$) para lípidos en el Hepatopáncreas.....	47
Tabla XIII.	Análisis de varianza para músculo y sus diferencias significativas en carbohidratos, con el factor de temperatura independientemente de la dieta.....	48

III. LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Listado de componentes alimentarios encontrados en	
	<i>Megastreaa undosa</i>	69

1. INTRODUCCIÓN

El género *Megastraea* forma parte de los gasterópodos marinos típicos de mares templados, con distribución en el hemisferio norte, desde Punta Concepción, California, E.U. hasta Bahía Magdalena, B.C.S., México (Keen, 1971). Habita fondos rocosos y áreas arenosas adyacentes a las rocas desde la zona intermareal hasta aproximadamente 30 metros de profundidad (Singh-Cabanillas, 1996). Son organismos herbívoros, que se alimentan principalmente de *Macrocystis pyrifera* (Leighton, 1966; Aguilar-Rosas et al., 1990).

En México, se encuentran dos especies (*Megastraea undosa* y *Megastraea turbinidae*), las cuales se reconocen como un importante recurso pesquero a lo largo de las costas del Pacífico de Baja California Sur. Su explotación comercial es por medio de concesión a sociedades cooperativas establecidas en la zona, siendo *Megastraea undosa* la especie más abundante (Aguilar-Rosas et al., 1990; Gluyas-Millan et al., 1999). A finales de los 1970s, *M. undosa* se capturaba para ser usada como carnada en las trampas langosteras y eventualmente para consumo directo por parte de las comunidades pesqueras del lugar. En años posteriores, la demanda del caracol se incremento en los mercados, tanto nacional como extranjero (principalmente oriental), consumiéndose principalmente cocido en forma de cocteles (Singh-Cabanillas, 1996). A lo largo de la península de Baja California se ha descrito un gradiente latitudinal en la talla y edad de los organismos; siendo mayores los caracoles del norte (Turrubiates y Ortiz, 1992; Alfaro-Carpenter, 1999; Gluyas-Millán et al., 2000). Estas diferencias en talla se han relacionado tanto con el alimento como con la temperatura.

La variación geográfica de los factores ambientales o ecológicos se ha ligado a la variación geográfica en las tasas demográficas de las especies (Levin, 1992; Brown 1995). Por ejemplo, el rendimiento reproductivo de las poblaciones de invertebrados del intermareal, varía a lo largo de la costa oeste de América del norte, en correlación con los rasgos topográficos costeros, la dinámica de los nutrientes y la disponibilidad de alimentos (Leslie et al. 2005; Lester et al. 2007).

Además se reconoce que la temperatura y el alimento, tienden a co-variar tanto espacial como temporalmente en el ambiente natural (Alfaro-Carpenter, 1999; Gluyas-Millán et al., 2000 y Martone, 2009). Por ejemplo, en los ecosistemas marinos costeros del Pacífico de Baja California, donde los aportes de nutrientes son regulados por las corrientes oceánicas y los procesos de surgencia, la temperatura y la productividad primaria tienden a estar correlacionados negativamente (Mann y Lazier, 1991).

La costa occidental de la Península de Baja California forma parte del sistema de la Corriente de California y se caracteriza por incluir regiones con diferentes intensidades y permanencia de surgencias costeras, lo que resulta en diferentes regímenes de temperatura, aportes de nutrientes y productividad primaria (Zaytsev et al., 2003; Espinosa-Carreón et al., 2004). Por otro lado, los sistemas marinos están expuestos a cambios de la temperatura del mar a diferentes escalas temporales (circadianas, estacionales, interanuales y de largo plazo). Tales cambios de temperatura pueden tener consecuencias sobre procesos biológicos que inciden en la productividad del recurso, tales como mortalidad, reproducción, reclutamiento y crecimiento individual, entre otros (Ponce et al., 2003). Por ejemplo, en juveniles de abulón bajo condiciones experimentales se ha reportado un efecto indirecto de la temperatura en su crecimiento, debido a que las tasas de crecimiento se ven favorecidas con incrementos de temperatura, siempre y cuando exista alimento adecuado disponible (Ponce et al., 2004). Los efectos de la dieta sobre los organismos, puede reflejarse de forma directa en los tejidos de reserva, por ejemplo, el hepatopáncreas, la gónada y el músculo del abulón, en algunos casos reflejan la composición de la dieta (Nelson et al., 2002; Ponce et al., 2004). Las macroalgas presentan perfiles bioquímicos, que difieren entre taxones, y varían geográfica y estacionalmente (Nelson et al., 2002b). Estas diferencias químicas en las macroalgas pueden influir en las preferencias y aprovechamiento de los caracoles para su crecimiento.

En términos generales, en la parte norte de la zona de estudio, se presentan surgencias persistentes, por lo que está dominada por agua fría rica en nutrientes y se mantiene una elevada biomasa de macroalgas bentónicas, principalmente del alga café *M. pyrifera*. En el sur, la actividad de surgencias tiende a ser menor, con valores mayores de temperaturas y menores aportes de nutrientes, esto trae consigo una menor biomasa y calidad de las algas (Lluch-Belda et al., 2001; Blanchette et al., 2006). En esta zona, al

sur de San Roque (27°15' N, 114°37' O), no se encuentra *M. pyrifera* y el alga dominante de la flora local es *Eisenia arborea* (Guzmán del Prío et al., 1972).

En el presente trabajo se analizó la dieta de caracoles provenientes de localidades con y sin *M. pyrifera* colectados en distintas épocas del año. Adicionalmente, se realizó un ensayo en laboratorio para evaluar el efecto de la dieta y temperatura en la composición bioquímica del hepatopáncreas y músculo de caracoles provenientes de dos sitios con disponibilidad de alimento y patrones de temperatura diferentes. La información generada en este trabajo contribuirá al conocimiento de la dieta natural de gasterópodos dominantes de arrecifes rocosos de la costa Pacífica de la península de Baja California y contribuirá a comprender como *M. undosa* a una escala regional, asigna energía para el mantenimiento, crecimiento y reproducción, ayudando a mejorar nuestra capacidad para predecir la dinámica de la población y en última instancia beneficiar a la gestión y conservación de la especie.

2.- ANTECEDENTES

En las costas del Pacífico mexicano los estudios sobre dietas naturales y preferencias alimenticias en gasterópodos se ha orientado principalmente al abulón *Haliotis* spp. (Serviere-Zaragoza et al., 1998; Mazariegos-Villareal, 2003; Guzmán del Prío et al., 2003). Los juveniles de abulón (*Haliotis fulges* y *H. corrugata*) se alimentan de algas rojas incrustantes y diatomeas bentónicas que se desarrollan sobre el sustrato (Guzmán del Prío et al., 2003). Las diatomeas bentónicas con mayor abundancia en el contenido estomacal son *Berkeleya rutilans*, *Cocconeis costata* var. *pacifica*, *Gomphonemopsis pseudoexigua* y *C. speciosa* (Siqueiros et al., 2005). Los adultos consumen el pasto marino *Phyllospadix torreyi* y las macroalgas *Sargassum* sp., *E. arborea*, *Cryptopleura crispa* y *Rhodymenia* sp., principalmente (Serviere-Zaragoza et al., 1998). Mazariegos-Villareal (2003) reporta que el abulón azul es selectivo, alimentándose de un número limitado de especies, y que la dieta cambia de un sitio a otro y a lo largo del año. En su estudio, relacionaron el incremento de la temperatura durante el evento de El Niño 1997-1998 con la desaparición de especies frecuentes en los contenidos estomacales de organismos colectados en fechas previas al evento. Dichas especies fueron sustituidas por otras que no fueron afectadas por el incremento de la temperatura. La lapa *Megathura crenulata* se ha reportado como una especie

omnívora (Guzmán del Prío et al., 1991), la cual consume algas marinas y ascidias coloniales (Morris, 1980). Aguilar-Mora (2008) reconoce una alimentación variada, que incluye diversas especies de algas e invertebrados siendo sus principales componentes alimentarios el tunicado (*Didemnum/Trididemnum*), el hidrozooario *Eudendrium* y un grupo de algas rojas como *Corallina* sp., *Cryptopleura* sp., *Pterosiphonia* sp., *Rhodomenia* sp. y el alga parda *Cystoseira osmundacea*.

Por lo que respecta al caracol panocha *M. undosa* (como *Astraea undosa*), es considerado en la zona de Punta Banda B.C como macro herbívoro oportunista con ausencia de preferencia alimenticia, cuyos principales componentes son especies anuales como *Sphacelaria furcigera*, *Gelidium pusillum* y *Cladophora columbiana*, encontrándose además algunos restos de invertebrados pequeños como pedazos de copépodos, espículas de esponjas, larvas de cirripedios, foraminíferos, radiolarios, gasterópodos, hidrozooarios y ostrácodos, además de observar en esta misma zona, cambios estacionales de los componentes secundarios en la dieta, permaneciendo constantes los componentes más importantes (Aguilar-Rosas et al., 1990). Mientras que Leighton (1966) mediante un experimento en laboratorio lo considera como macro-herbívoro con preferencia a *M. pyrifer*.

Posición Taxonómica

Phylum: Molusca

Clase: Gasterópoda

Orde: Archeogasteropoda

Familia: Turbinidae

Género: *Megastraea*

Especie: *M. undosa* (Wood, 1828)

Descripción de la especie

Organismo provisto de concha calcárea cónica en forma espiralada en cuya última espiral se localiza el opérculo, el cual presenta en su región basal externa, una serie de aristas dentadas muy fuertes con las cuales se adhieren al sustrato, actuando como raspador dada su condición de herbívoro (De La Rosa et al., 1991; Oropeza, 1993). En la región basal se localiza un pie de la forma y tamaño del opérculo, que se extiende hasta el músculo retractor, recibiendo el nombre de columnela; sobre ésta se localiza la masa visceral y el hepatopáncreas, estando este último íntimamente ligado a la gónada (Belmar, 1988). En relación al índice de condición de la concha (altura-diámetro basal o ancho), existe una tendencia hacia igualar el diámetro basal con la altura conforme envejecen los organismos. Sin embargo, es importante hacer notar que siempre es mayor el diámetro que la altura (De la Rosa et al., 1991). Es una especie dioica, con dimorfismo sexual ya que la gónada de las hembras es de color café a verde olivo, en tanto que la de los machos es de café a marfil, lo cual es dependiente del estadio de madurez de cada sexo, sin embargo, recién desovado el organismo su gónada es de apariencia hialina sin coloración definida. Su única gónada tiene forma de cono en espiral, el tejido se mantiene en contacto con el hepatopáncreas (divertículo digestivo), formando el llamado cono hepatogonodal, encontrándose encerrada totalmente en el interior de la concha en espiral (Belmar et al., 1991). Se considera un desovador parcial, en el que la expulsión de los gametos se efectúa mediante pequeños pulsos y, aparentemente, en dos épocas del año: la primera entre abril-mayo, y la segunda entre Noviembre-enero, siendo ésta última la de mayor intensidad (Belmar, 1988). El mismo autor señala que los primeros signos de madurez sexual en hembras y machos se manifiestan a los 43 y 50 mm de longitud (diámetro basal), respectivamente, alcanzando la fase adulta a los 80 mm la hembra, y a los 70 mm los machos. Es un organismo de lento crecimiento y con una longevidad aproximada de 12 a 13 años, existiendo una diferencia en el crecimiento entre machos y hembras (De la Rosa et al., 1991).

Alimentación

La boca de los gasterópodos está localizada en la parte anterior y ventral del cuerpo. La boca está constituida por una cavidad en forma de saco en el cual se encuentra la rádula, la cual utilizan para alimentarse. La forma y el arreglo de los dientes es una adaptación al régimen de alimentación de la especie y sirve como estructura para identificación (Barnes, 1996). Los organismos que se alimentan de algas, esponjas y de otros organismos que viven sobre las rocas, presentan una rádula que normalmente posee numerosos dientes, al menos 12 en cada hilera transversal, que funcionan como un gancho raspador. Cuando retraen la rádula, los dientes marginales, que son bastante numerosos y se disponen en forma de abanico, dirigen las partículas raspadas hacia el centro del surco que queda entre los pliegues laterales de la rádula. En este surco se forma un cordón mucoso cargado de partículas alimenticias, que es conducido hacia el esófago y el estómago, más o menos complejos, en el que desembocan las glándulas digestivas (hígado o hepatopáncreas): la circulación de la masa mucosa que contienen el alimento (próstilo) se ve favorecida por la presencia de numerosos cilios. Las partículas alimenticias entran en los conductos de las glándulas digestivas. El intestino es largo y enrollado. Los órganos excretores, llamados comúnmente riñones y con organización que no aparece en ningún otro filo, están compuestos por nefridios, en los que uno de los extremos comunica con el celoma y otro desemboca en la cavidad paleal (Barnes, 1996).

3.- OBJETIVO GENERAL

Describir la dieta de adultos de caracol panocha *M. undosa* en arrecifes rocosos de la costa occidental del Pacífico de Baja California Sur, México con características ambientales diferentes y analizar el efecto de la dieta y la temperatura en organismos provenientes de arrecifes con disponibilidad de alimento y temperatura diferente.

Objetivos particulares:

- ❖ Determinar las especies de macroalgas que componen la dieta natural de *M. undosa* en tres arrecifes rocosos.
- ❖ Determinar si existen diferencias en la composición de la dieta de *M. undosa* entre arrecifes y fechas.
- ❖ Evaluar la importancia de las algas en comparación con invertebrados como parte de la dieta de *M. undosa*.
- ❖ Determinar la composición de carbohidratos, lípidos y proteínas en el hepatopáncreas y músculo de adultos de caracol panocha provenientes de dos arrecifes y alimentados con tres dietas de macroalgas y mantenidos en dos rangos de temperatura.
- ❖ Determinar la composición proximal de las dietas *M. pyrifera* y *E. arborea*.

4.- CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Localización geográfica

La península de Baja California se ubica dentro de una de las cuatro áreas de surgencias de las corrientes de frontera este (California), y está dominada por el sistema de la Corriente de California en el Océano Pacífico, formado por la Corriente de California, la Contracorriente de California, la del Sur de California (Norteamérica) y la Corriente Davidson (Cervantes, 1988). Uno de los ecosistemas más importantes y estudiados del Océano Pacífico Nororiental es la Corriente de California (CC). El sistema de la Corriente de California (SCC) se delimita al norte por el giro Subártico y al sur por la Corriente Norecuatorial (Parés-Sierra et al., 1997). Estos sistemas están controlados por una frontera meridional y por el viento dominante. El flujo medio de la CC cerca de la zona costera es hacia el ecuador (Hickey, 1979; Parés-Sierra et al., 1997; Venrick, 2000). El SCC es uno de los cuatro principales sistemas de corrientes de frontera oriental (Carr y Kearns, 2003). El esfuerzo del viento producto del flujo hacia el ecuador forma una franja de agua de surgencias costeras (agua fría, salada, y rica en nutrientes). Su ubicación, dentro de la corriente de California, hace de esta Península una región natural de alta productividad biológica (Guzmán del Prío et al., 1991). La costa del Pacífico de Baja California es una de las zonas de mayor importancia en la producción pesquera de México. En la costa occidental del Pacífico de Baja California Sur se seleccionaron tres arrecifes rocosos, para determinar si había diferencias en la dieta natural del caracol entre estos arrecifes, en una escala local (Bahía Tortugas) y regional (Bahía Tortugas vs La Bocana). Los arrecifes seleccionados fueron Piedra de Trini (PT, 27°39' N, 114°54' O) y Rincón de Méndez (RM, 27°38' N, 114°51' O) en Bahía Tortugas y Piedra de Lobo (LO, 26°45' N, 113°43' O) en La Bocana (Figura 1).

Bahía Tortugas

Bahía Tortugas se localiza en la porción central oeste de la península de Baja California, entre Punta Eugenia al norte y Bahía Asunción al sur. La pesca de abulón, langosta, algas (*Gelidium*) y, más recientemente, del caracol panocha, son el núcleo de especies sobre las que gira toda la actividad pesquera de este puerto y poblados aledaños. Presenta una extensión aproximada de 20.5 km², y una profundidad aproximada de 11 m en el centro y 19 m hacia la Boca (Guzmán del Prío et al., 1991). La temperatura superficial del agua varía entre los 14°C y 24°C (NOAA). En esta zona destacan grandes herbívoros del sistema como *Haliotis* spp. y *M. undosa* y omnívoros como *Megathura*. En estos sistemas las algas café *M. pyrifera* y *E. arborea* y el complejo de algas coralináceas, forman la base alimentaria, y matriz vegetal de la comunidad (Guzmán del Prío et al., 1991).

La Bocana

Esta zona está formada por playa arenosa y en algunas partes playa rocosa. Las aguas vecinales están formadas por fondos rocosos (Ogawa et al., 1992). La temperatura superficial del agua varía entre los 15°C y 26°C (NOAA). El alga parda *E. arborea*, el alga roja *Gelidium robustum* y el pasto marino *Phyllospadix torreyi*, son consideradas las especies más importantes como componentes de la flora marina y por ende, alimento primordial de los herbívoros de esta zona, la cual carece totalmente de *M. pyrifera* (Guzmán del Prío et al., 1972, 1991; Serviere Zaragoza et al., 1998).

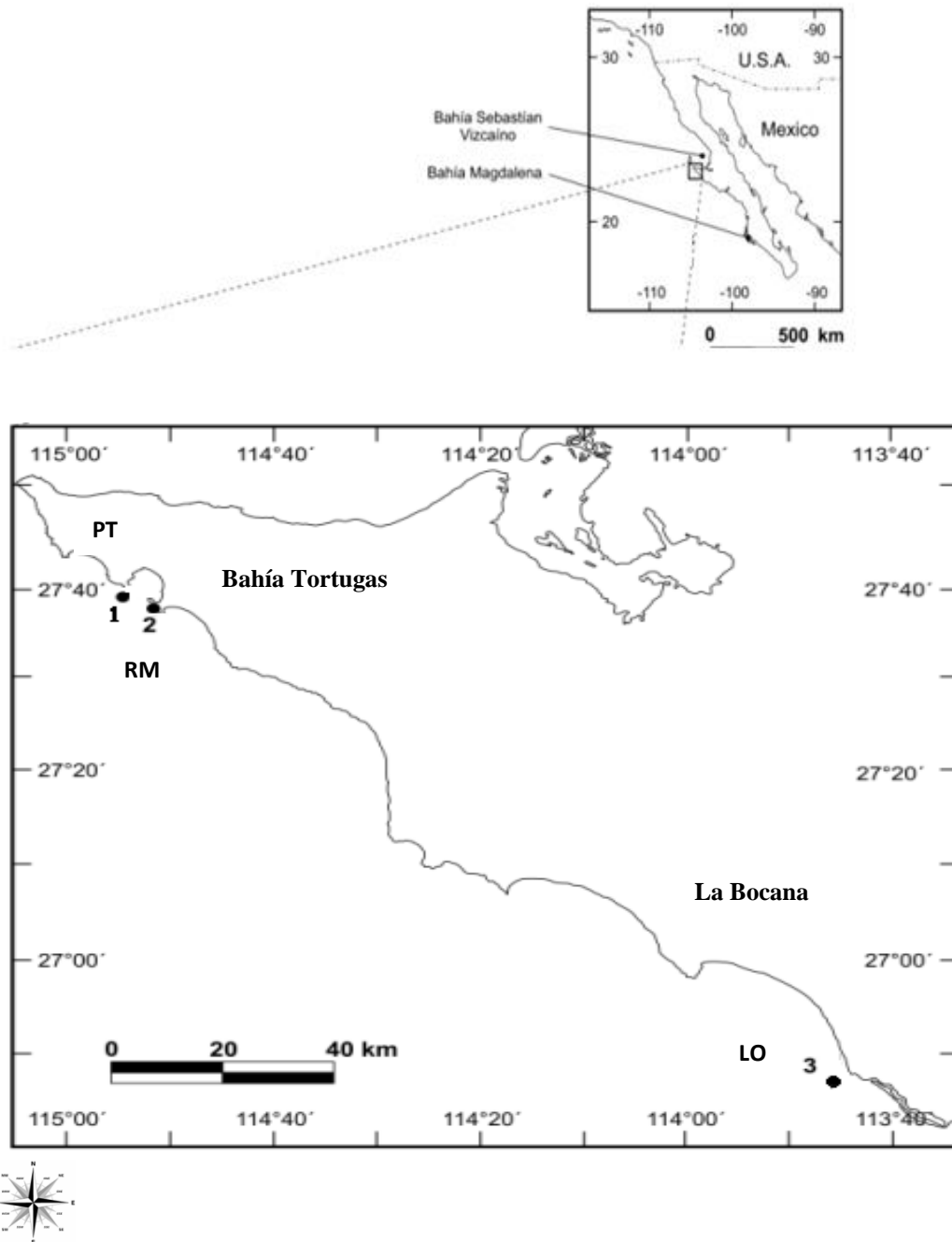


Figura 1.- Localidades de muestreo de caracoles PT) Piedra de Trini, RM) Rincón de Méndez, y LO) Piedra de Lobo, Baja California Sur.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

Dieta natural

Colecta de organismos

Para determinar si hay diferencias en la dieta de caracol entre los sitios separados por 10s km o entre los separados por 100s km, se colectaron adultos en los tres arrecifes seleccionados en Julio 2006, Noviembre 2006 y Marzo 2007. En cada uno de los arrecifes rocosos, PT, RM, y LO, en cada fecha, se colectaron 15 individuos adultos del caracol *M. undosa*, excepto en LO en Julio y Noviembre 2006, que se colectaron 5 y 10 individuos, respectivamente. El número de organismos colectados se definió con base en estudios previos realizados con abulón en la región (Serviere-Zaragoza *com. pers.*). Las fechas coinciden con periodos de antes, durante y después de la época reproductiva en gasterópodos de la región. La época reproductiva de distintos gasterópodos que habitan los arrecifes rocosos de la península de Baja California es de Octubre a Noviembre (Guzmán del Prío, 1992).

En cada banco se hizo un recorrido usando equipo de buceo para localizar los organismos mayores de 145 mm (talla mínima de captura). Los muestreos se llevaron a cabo por la mañana, entre las 10 y 12 horas. En tierra, los organismos se sacrificaron inmediatamente para detener los procesos digestivos. De cada organismo se registró la altura máxima (Figura 2) y peso total, peso del músculo y peso de la víscera. El sistema digestivo fue disectado y se recuperó el contenido estomacal, el cual fue preservado en formol al 4% en frascos de 10 ml para su posterior análisis en el laboratorio de macroalgas del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR) en la Paz Baja California Sur.

Los datos obtenidos de longitud de concha, peso total, peso de la víscera y peso de la concha fueron comparados entre localidades y por fecha de recolecta, para cada una de las localidades en estudio, por medio de un análisis de varianza de una vía modelo II (Zar, 1984).



Figura 2.- Medida de la altura máxima.

Obtención y revisión del contenido estomacal

En el laboratorio, el contenido estomacal se pasó por un tamiz con luz de malla de 700 μm y se lavó con abundante agua, el exceso de agua se eliminó con papel absorbente y se determinó el peso húmedo usando una balanza analítica OHAUS Explorer (± 0.1 g). El contenido estomacal retenido en el tamiz de 700 μm se colocó en una caja de petri y se revisó usando un microscopio estereoscópico para la identificación de los fragmentos diferentes hasta el mínimo nivel taxonómico posible.

La abundancia relativa de los distintos componentes fue estimada a partir de 1 g de contenido estomacal, el cual se colocó en una caja de petri que tenía marcados 40 puntos al azar, a partir de los cuales se recuperaron 40 fragmentos para su identificación. Los fragmentos se revisaron con ayuda de un microscopio estereoscópico separándolos por su morfología (forma, tamaño, color y/o textura) y contando el número de fragmentos que pertenecen a cada una de las morfologías reconocidas, como un indicador de su abundancia en la muestra. Cada morfología fue identificada hasta el mínimo nivel taxonómico que permitió el grado de digestión, con base en su morfología interna, externa y reproductiva, utilizando los trabajos de Joly (1967) y Abbott y Hollenberg (1976). En el caso de los invertebrados se utilizaron los trabajos de Morris y Kozloff (1983).

Para cada sitio y fecha se hizo una gráfica acumulativa del número de componentes alimentarios por estómago.

Importancia de las algas en comparación con invertebrados

Adicionalmente, en cinco estómagos de cada localidad y cada fecha se evaluó la importancia de la presencia de los distintos grupos de algas en comparación con algunos invertebrados que se presentaron en los estómagos. Para ello, se separaron los fragmentos diferentes, con ayuda de un microscopio estereoscópico, en 1 g de contenido estomacal en 4 grupos: algas, coralinas articuladas, pasto marino e invertebrados. Para cada uno se registró su biomasa con una balanza digital OHAUS Analítica Plus (0.0001g).

Índices tróficos

El análisis del espectro trófico total y por sitio de *M. undosa* se realizó utilizando los métodos de frecuencia de aparición (FA), también llamada “frecuencia de ocurrencia”, método numérico (N) e índice de importancia relativa (IIR). En el caso de los estómagos en que se obtuvieron datos de abundancia para las algas y algunos grupos de invertebrados se calculó el método gravimétrico (P), además de los mencionados anteriormente (Pinkas et al., 1971; Hyslop, 1980; Cailliet et al., 1986). Estos porcentajes tienen ventajas y desventajas, ya que la frecuencia porcentual de ocurrencia, ignora la importancia relativa de las presas tanto en número como en peso; mientras que, el porcentaje numérico da mayor importancia al número de presas encontradas, pudiendo éstas ser pequeñas y poco representativas. Con el fin de reducir tales desventajas y complementar los análisis, se utiliza el índice de IIR.

Método de Frecuencia de Aparición

La frecuencia de aparición se calculó como el porcentaje de la totalidad de estómagos en los que apareció un determinado componente:

$$\%FA = (N_i / NT) * 100$$

Donde:

FA = Frecuencia de aparición del componente i

N_i = Número de estómagos que tenían el alimento i

NT = Número total de estómagos analizados

Método Numérico

El porcentaje en número se obtuvo al expresar el número total de fragmentos observados de cada componente como un porcentaje del número total de fragmentos revisados:

$$\%N = (N_i/NT)*100$$

Donde:

%N = Porcentaje en número

N_i = Número total de fragmentos del componente i

NT = Número total de fragmentos revisados

Método Gravimétrico

Este método considera el peso de los distintos componentes en los contenidos estomacales, por ello sólo se calculó en los estómagos para los que se obtuvo el peso por grupos alimentarios. Se suman los pesos de cada grupo alimenticio de los cinco estómagos por sitio por fecha, y se expresa como el porcentaje de la suma total del peso de todos los grupos alimentarios, para los cinco estómagos.

$$\%P = (P_i/PT)*100$$

Donde:

%P = Porcentaje en peso

P_i = Peso total del grupo i

PT = Peso total de los diferentes grupos

Índice de Importancia Relativa

El índice de importancia relativa (IIR) se utilizó para mostrar los componentes alimentarios de mayor importancia dentro del espectro trófico de *M. undosa* utilizando la siguiente expresión (Yañez-Arancibia et al., 1976):

$$IIR = (\%N_i * \%FO) / 100$$

Mientras que para los grupos, algas vs invertebrados, en que se obtuvo biomasa se uso la siguiente fórmula (Pinkas et al., 1971):

$$\text{IIR} = (\%P + \%N) * \%FO$$

Donde:

IIR = Índice de Importancia Relativa

%P = Porcentaje en peso

%N = Porcentaje en número

%FO= Porcentaje de frecuencia de ocurrencia

Posteriormente se utilizo la fórmula para obtener los valores en porcentajes.

$$\%IIR = 100 \text{ IIR} / \Sigma\text{IIR}$$

Donde:

% IIR = Porcentaje Índice de Importancia Relativa

IIR = Índice de Importancia Relativa

ΣIIR = Sumatoria del Índice de Importancia Relativa

Índices Ecológicos

Índice de Diversidad de Shannon

En cada sitio la diversidad de los componentes se cálculo a partir del índice de diversidad de Shannon (Magurran, 1988):

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_j \ln P_j$$

Donde:

H' = es el índice de Shannon;

S = es el total en número de componentes identificados

P_j = es el número del i componente, expresados como una proporción de la suma de P_j para todas los componentes identificados

Este índice presenta un intervalo de valores que va de 0 a 6, valores menores a 3 indican una dieta poco diversa, que es dominada por pocas especies, en cambio valores mayores a 3, indican una dieta dominada por varias especies (Bocanegra et al., 2000).

Índice de Levin

Para estimar la amplitud del nicho trófico, por sitio y por fecha de muestreo se utilizó el índice de Levin estandarizado (Krebs, 1985), el cual toma valores de 0 a 1, donde < 0.6 significa que son depredadores especialistas y > 0.6 a que son generalistas.

$$B_i = 1/n - 1 \{ 1 / \sum_j P_{ij}^2 \} - 1$$

Donde:

B_i = es el índice de Levin para el consumidor i

P_{ij} = es la proporción de la dieta del consumidor i dada por el componente j

n = es el número de categorías de componentes.

Efecto de la dieta y temperatura

El ensayo experimental para conocer el efecto de la dieta y la temperatura en la composición bioquímica de tejido de adultos de caracol panocha *M. undosa* se realizó en el Laboratorio de Aclimatación y Mantenimiento de Organismos Acuáticos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), en la ciudad de La Paz, Baja California Sur, México.

El ensayo considero caracoles provenientes de dos arrecifes, con características ambientales contrastantes, Clambay en Bahía Tortugas y Piedra del Lobo en la Bocana, alimentados con tres dietas (*M. pyrifera*, *E. arborea* norte, *E. arborea* sur) y mantenidos en dos regímenes de temperatura (norte, sur). Las dietas seleccionadas consideran las especies de macroalgas abundantes en las áreas donde fueron colectados los organismos, *M. pyrifera* y *E. arborea* norte en Clambay y *E. arborea* sur en Piedra de Lobo. En Piedra de Lobo no se encuentra *M. pyrifera*.

Obtención de organismos

En Clambay (27° 38' 10.7'' N; 114° 51' 59.8'' W) y Piedra de Lobo se colectaron 300 organismos de *M. undosa* entre los 20 – 60 mm de diámetro mayor. En cada sitio se hizo un recorrido utilizando equipo de buceo scuba para localizar a los organismos (Figura 3).



A



B

Figura 3.- Localidades de muestreo de caracol panocha en Baja California Sur. **A)** Clambay –zona con *M. pyrifera*. **B)** Piedra de Lobo – en ninguna época del año presenta *M. pyrifera*.

En total se colectaron 600 organismos, los cuales se transportaron al Laboratorio de Aclimatación y Mantenimiento de Organismos Acuáticos del CIBNOR, S.C. en la ciudad de la Paz, B.C.S., en una hielera con ambiente húmedo empleando capas de macroalga *M. pyrifera*, manteniendo una temperatura interior de $10 \pm 1^\circ\text{C}$. A la llegada al laboratorio de cada organismo se registró la longitud y peso. Posteriormente se colocaron en 4 acuarios de fibra de vidrio manteniéndolos separados los del norte (Clambay, Bahía Tortugas) y los del sur (Piedra de Lobo, La Bocana). Se mantuvieron

en aclimatación por un período de dos meses a una temperatura de 19 ± 1 °C, con flujo continuo de agua de mar y aeración constante. Durante dicho período, los caracoles se alimentaron con el alga café pre-hidratada *M. pyrifera ad libitum*.

Obtención de la dieta

En Clambay, Bahía Tortugas se colectaron *M. pyrifera* y *E. arborea* y en el sur, en La Bocana únicamente se colectó *E. arborea*. Estas fueron colectadas por medio de buceo autónomo. En campo se obtuvieron los filoides, los cuales se pusieron a secar al aire libre, ya secos se guardaron en costales y se etiquetaron para su posterior transporte al laboratorio y uso durante el ensayo. Se realizó un análisis químico proximal (proteína cruda, ceniza, fibra cruda, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno) de las algas, al inicio del ensayo, por triplicado de acuerdo a los métodos oficiales de la A.O.A.C. (1980). Las macroalgas y los organismos fueron colectados con el apoyo de personal del CIBNOR y de las Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera de Bahía Tortugas y la Bocana.

Temperaturas

Las temperaturas que se simularon durante el ensayo se obtuvieron de los promedios de los registros de temperatura diaria del fondo en la región norte (Piedra de Trini-Bahía Tortugas) y región sur (Piedra de Lobo-La Bocana) de Enero 2006 a Noviembre 2007. Para el ensayo se simularon las temperaturas del periodo comprendido entre la cuarta semana de agosto hasta la primera semana de diciembre, teniéndose un total de 16 semanas (Figura 4). Durante el ensayo las temperaturas fueron monitoreadas por medio de sensores programados para registrar la temperatura cada media hora, además de tomar lectura todos los días con un termómetro para corroborar que se mantuviera el ensayo bajo la temperatura correspondiente a cada semana.

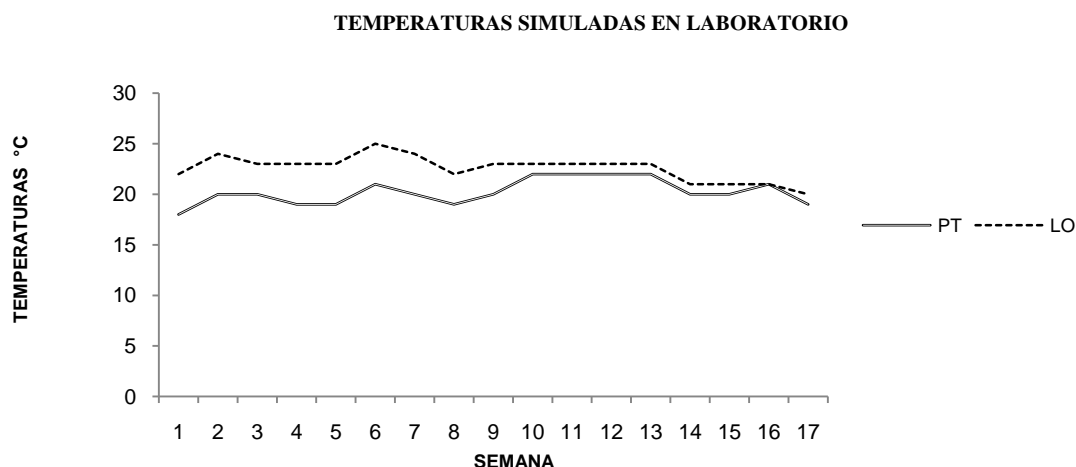


Figura 4.-Promedios de temperaturas simuladas en laboratorio durante todo el ensayo. PT=Piedra de Trini, LO=Piedra de Lobo.

Sistema de cultivo experimental

El ensayo se realizó usando 4 tinajas rectangulares de fibra de vidrio de 1.50 cm de ancho, 2.30 cm largo y con una capacidad máxima de 750 L. En dos de las tinajas se mantenían las temperaturas de Bahía Tortugas y en las otras 2 tinajas se simulaba la temperatura de La Bocana. La simulación de la temperatura en cada una de las tinajas se ajustó semanalmente usando dos enfriadores (Brinkmann Mod. RE120, 115 V, 60 Hz, 1.35 Kw que regulan temperaturas de 0-120 °C, con una capacidad de 2 hp). Las tinajas tenían flujo continuo de aire y de agua de mar filtrada a 10 μm (1 mL min^{-1}). Durante el ensayo, todos los días se lavaba el filtro de agua y se cambiaba cada tercer día; una vez a la semana se cambiaban las piedras difusoras y se limpiaba el sistema de circulación que proveía el flujo continuo de agua.

Diseño Experimental

En total se tuvieron 12 tratamientos con sus respectivas réplicas (3) durante un periodo de 5 meses. Esto es, organismos provenientes de dos sitios (Bahía Tortugas y de La Bocana), dos regímenes de temperatura (norte, sur) y tres dietas (*M. pyrifera*, *E. arborea* del norte, *E. arborea* del sur).

En cada una de las tinas en que se simularon las temperaturas, Temperatura norte-Bahía Tortugas (TN) y Temperatura sur-La Bocana (TS), se tuvieron tratamientos con organismos provenientes de cada uno de los sitios, Bahía Tortugas (norte) y La Bocana (sur) y se alimentaron con las tres dietas, *M. pyrifera* de Bahía Tortugas (MA), *E. arborea* de Bahía Tortugas (EN) y *E. arborea* de La Bocana (ES). Treinta y seis unidades experimentales fueron previamente etiquetadas con los datos correspondientes a temperatura, localidad del organismo, la dieta que se le suministraba y el número de réplica según el tratamiento. Los caracoles fueron marcados individualmente con etiquetas de plástico empleando las abreviaturas previamente descritas, adheridas a la concha con pegamento y fueron distribuidos al azar en las unidades experimentales, las cuales se colocaron en las tinas. Cada replica tuvo un total de 15 organismos (Figura 5 y 6).

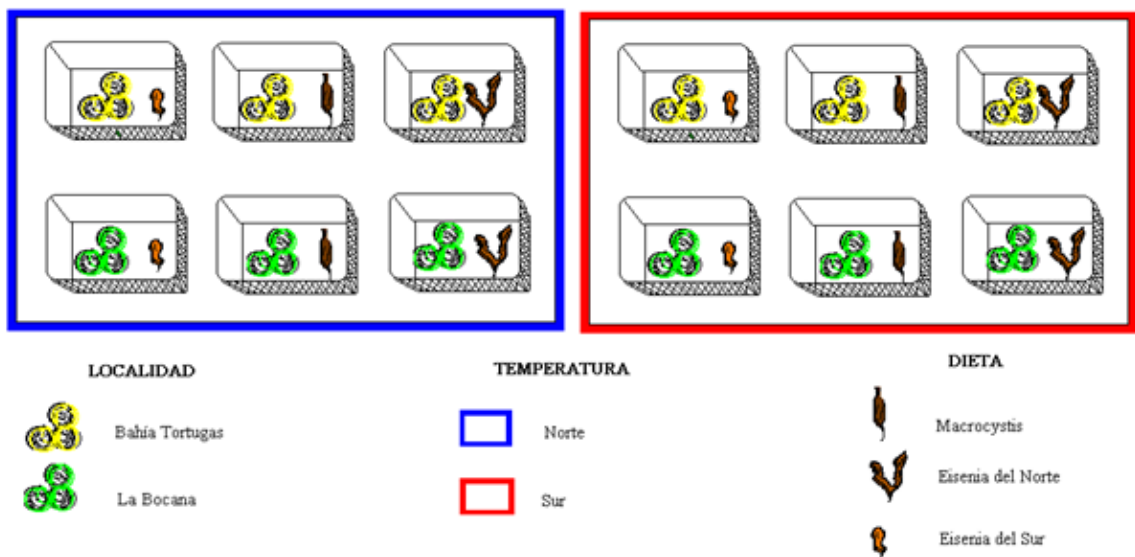


Figura 5. Esquema del diseño experimental, indicando en cada unidad experimental los 12 tratamientos.



Figura 6.- Distribución de caracoles en las 36 unidades experimentales, cada una con 15 organismos.

El alimento fue proporcionado cada 42 hrs por la tarde. Las macroalgas se prehidrataban en agua de mar por 5 minutos antes de ser suministradas *ad libitum* a los caracoles. Todos los días por la mañana se realizó una rutina de limpieza de cada una de las tinajas y unidades experimentales, que consistía en quitar el alga no consumida, tallando las paredes de las tinajas con una fibra, con la finalidad de eliminar la materia orgánica. Se sifoneaban las heces y se les hacía recambio total de agua. Los organismos muertos se removían, se registraban y se reemplazaban, con la finalidad de mantener la densidad inicial en cada unidad experimental. Los organismos de reemplazo no fueron considerados en ninguno de los análisis.

Parámetros fisicoquímicos del agua

En cada uno de los acuarios se registró la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto con un equipo multiparámetro marca YSI, modelo 85 con precisión de $\pm 0.5\%$ FS en conductividad, ± 0.1 UPS en salinidad, ± 0.1 °C temperatura y ± 0.3 mg L⁻¹ para oxígeno disuelto y el pH, fue medido con un potenciómetro a prueba de agua marca HANNA, modelo HI9815. Estos parámetros se midieron todos los días durante el período del ensayo.

Sobrevivencia

El porcentaje de sobrevivencia se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Sobrevivencia} = \text{Nf} * 100 / \text{Ni}$$

Donde: Nf = Número de organismos vivos al final del experimento, Ni = Número de organismos iniciales.

Análisis bioquímicos de músculo y hepatopáncreas

Toma y preparación de muestras

Se realizaron dos muestreos durante el ensayo. El primero en la fase inicial (del ensayo), en donde se obtuvieron muestras de tejido del hepatopáncreas, músculo y gónada de 10 organismos (testigo) para los análisis bioquímicos. El segundo muestreo fue al finalizar el ensayo. Se tomaron al azar 6 organismos de cada uno de los tratamientos con sus respectivas réplicas, en total 72 organismos. Los organismos muestreados fueron disectados en frío para extraer el hepatopáncreas y el músculo, los cuales fueron pesados. Los tejidos se almacenaron en viales en un ultracongelador para su posterior análisis. (Figura 6). Se registraron los organismos que presentaron gónada madura, pero no se analizó este tejido.

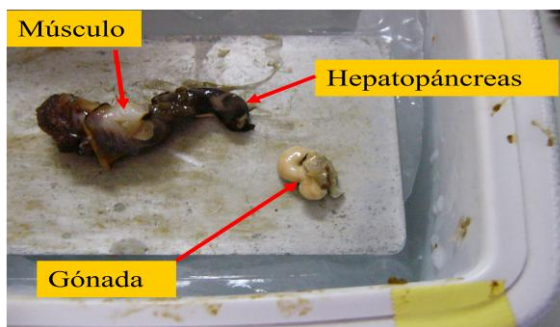


Figura 7.-Toma de muestras de tejido de hepatopáncreas, músculo y gónada de caracol panocha.

Análisis Bioquímicos

El hepatopáncreas se homogeneizó con 0.05 mL a 35 ‰ de solución salina y el músculo con 5 mL al 10 % de ácido trichloroacético. Las proteínas se determinaron antes de la digestión con 0.1 N NaOH (hepatopáncreas) y 5N NaOH (músculo) (Bradford, 1976) y el total de carbohidratos por el método de Roe (1955). El total de

lípidos en el hepatopáncreas se determino con sulphophosphovanillin (Barnes y Blackstock, 1973).

Proteínas

Se empleó la técnica del Ácido Bicinconínico o BCA, para el cual se tomo una alícuota de 10 μ L del homogeneizado de tejido (hepatopáncreas y músculo) y se colocó a digerir en 90 μ L de NaOH 0.1N durante 120 minutos, posteriormente se tomaron 10 μ L del digerido, se colocó en un el fondo de una microplaca y se le agregó el reactivo preparado de BCA. Se incubó a 60°C durante 15 minutos y se leyo su absorbancia en un espectrofotómetro de placas (Termo Multiskan spectrum) a 562 nm. Para la solución estándar se empleó una concentración de 2mg mg g⁻¹ de albúmina bovina, la cual se diluyó en proporción 1:2 en solución salina hasta tener concentraciones, de 2, 1 0.5, 0.25, 0.125, .0625 y 0.03125 mg g⁻¹ de proteína y solución salina como blanco.

La concentración de proteínas se calculó:

Concentración de Proteínas (mg g⁻¹) = (Abs.Sol.Prob. x FD) / (m x peso de la muestra)

Donde: FD es el factor de dilución y *m* es la pendiente en la curva tipo.

La concentración se expresa en miligramos por gramo (mg g⁻¹).

Carbohidratos

Se empleó el método basado en Roe et. al. (1960). El tejido (hepatopancreas y músculo) previamente homogeneizado se utilizó directamente. Se tomarón 0.2 mL de homogeneizado de cada muestra y se mezclaron con 0.2 mL de Ácido Tricloro Acético (TCA) al 20% en tubos eppendorf de 0.65 mL, mismos que se centrifugaron a 3600 rpm (1376 g) por 10 minutos a 4°C en una centrífuga refrigerada (Eppendor 5810 R). Se recuperó el sobrenadante en tubos eppendorf. Se tomo 100 μ L de sobrenadante, se colocó en un tubo de vidrio y se le agregó 1mL de solución de antrona 0.1% diluida en H₂SO₄ al 72%. Se calentó a baño maría a 90 °C durante 10 minutos y se enfrió en baño de hielo. Se midió su absorbancia en un espectrofotómetro de placas (Termo Multiskan spectrum) a 620 nm. Al igual que para proteínas se elaboró una curva tipo, a partir de una solución estándar de dextrosa de 2 mgmL⁻¹, Concentraciones: 1.0, 0.5, 0.25, 0.125, 0.065 y 0.325 mg g⁻¹. La cantidad de carbohidratos se calculó:

Concentración de carbohidratos (mggr^{-1}) = $(\text{Abs.sol.prob.x FD}) / (m \times \text{Peso de la muestra})$. Donde: FD = Factor de dilución y m = Es la pendiente en la curva tipo.

Lípidos

Se determinaron lípidos totales, para los tres tejidos (hepatopáncreas, músculo y gónada) utilizando el kit Diagnostica Merck (método No. 3321) basado en el método de la sulfafosfovainillina según Barnes y Balckstock (1973), en el cual los lípidos de la muestra reaccionan con el reactivo fosfórico-vainillina, obteniéndose un producto color rosa, cuya concentración es directamente proporcional a la concentración de lípidos de la muestra. Se tomó una alícuota de 50 μL del homogeneizado y se colocó en un tubo de ensaye, se le agregaron 500 μL de ácido sulfúrico concentrado y se calentó a baño María por 10 minutos a 90°C ; pasado este tiempo se enfriaron en baño de hielo. Una vez fríos se tomaron 20 μL de cada tubo y se transfirieron a una placas (Termo Multiskan spectrum). A cada pozo 200 μL de solución reactiva de lípidos (fosfovainillina al 0.2% en ácido sulfúrico al 80%), se incubó a temperatura ambiente por 40 minutos y se leyó su absorbancia en un espectrofotómetro de placas (Termo Multiskan spectrum) a 540 nm. La curva de calibración se realizó con solución estándar de lípidos (Lin-Trol Sigma L2648), utilizando las siguientes concentraciones: 10, 5, 2.5, 1.25, 0.625, 0.3125, 0.15625 unidades y solución salina (35 UPS) como blanco. La cantidad de lípidos se calcula:

Concentración de lípidos (mg gr^{-1}) = $(\text{Abs.sol.prob.x FD}) / (m \times \text{Peso de la muestra})$

Donde: FD = Factor de dilución y m = Es la pendiente en la curva tipo.

Pruebas estadísticas

Dieta natural

El grado de asociación entre los componentes de la dieta de *M. undosa* se determino usando un análisis de cluster por sitio y fecha de muestreo. Se utilizaron los valores de porcentaje del índice de importancia relativa (IIR%), los cuales fueron transformados a valores z, para evitar sesgo debido al intervalo de variación que presentan los porcentajes. Para el análisis de cluster, se utilizó un ligamiento promedio, una correlación de Pearson y un nivel de similitud del 80%; parámetros que fueron implementados en el software Minitab v.15.

Efecto de la dieta y temperatura en la composición bioquímica

Los supuestos de normalidad (Kolmogorov-Survinov) y homogeneidad de varianza (Bartlett) se checaron para todas las variables. Se realizó un ANOVA de tres vías para evaluar las diferencias significativas en la composición bioquímica del hepatopáncreas y el músculo utilizando como variables independientes localidad (Bahía Tortugas y La Bocana), temperatura (norte y sur) y dieta (*M. pyrifera*, *E. arborea* norte, *E. arborea* sur). Para cada localidad, por medio de un ANOVA de dos vías se evaluaron las diferencias significativas en la composición bioquímica del hepatopáncreas y el músculo, con los regímenes de temperatura (norte y sur) y la dieta (*M. pyrifera* o *E. arborea* norte y *E. arborea* sur) como variables independientes (Sokal y Rohlf 1995). La comparación de medias se realizaron mediante la prueba de Tukey sólo cuando había un efecto significativo de las interacciones ($p < 0.05$). El análisis estadístico fue realizado con el software STATISTICA 6.0.

6.- RESULTADOS

Dieta natural

Datos morfométricos

En total se revisó el contenido estomacal de 130 organismos, los cuales presentaron una altura máxima y peso total promedio de 84 mm (± 24 , ds) y 343 g (± 73 , ds), respectivamente. Del total, 45 organismos fueron colectados en Piedra de Trini (PT), 45 en Rincón de Méndez (RM) y 40 en Piedra de Lobo (LO). Los promedios de los datos morfométricos de los caracoles provenientes de los tres sitios, no presentaron diferencias significativas entre ellos en ninguna de las fechas. Referente a las fechas, independientemente del sitio, la longitud y peso promedio de los organismos colectados en noviembre de 2006 fueron significativamente menores (60 mm y 287 g) que la de los organismos de las otras dos fechas; mientras que el peso promedio fue mayor en los organismos colectados en marzo 2007 (382 g). Los sitios en relación a las fechas de colecta, presentaron diferencias significativas en los promedios de altura máxima y peso ($p < 0.05$). La longitud menor fue de los organismos provenientes de LO en Noviembre de 2006 (44 mm) y el valor mas alto fue para RM en Marzo de 2007 (77 mm). Con

referente al peso LO Noviembre 2006 presento el menor valor (195 g) y el mayor valor se encontró en RM Marzo 2007 (446 g) (Tabla I).

Tabla I. Altura máxima y peso (media \pm desviación estándar) colectados de *M. undosa* en tres sitios de BCS.

	Total de organismos	Altura máxima (mm)	PT (g)
Sitio/fecha			
PT Jul- 06	15	71 (8) ^a	348 (98) ^a
PT Nov-06	15	64 (9) ^a	293 (94) ^a
PT Mar-07	15	66 (10) ^a	323(107) ^a
RM Jul- 06	15	69 (18) ^a	414(175) ^a
RM Nov-06	15	72 (7) ^a	373 (94) ^a
RM Mar-07	15	77 (7) ^b	446 (82) ^b
LO Jul- 06	5	67 (6) ^a	318(102) ^a
LO Nov-06	15	44 (21) ^a	195(147) ^a
LO Mar-07	15	70 (6) ^a	373(76) ^a

Letras diferentes indican diferencias significativas en la columna entre sitio x fecha, $p < 0.05$.

Espectro trófico general de *Megastraea undosa*

Los 130 caracoles analizados en los tres sitios con sus respectivas fechas contenían alimento. En general, el número de estómagos analizados por sitio en cada una de las fechas fue suficiente (15) para tener representados los componentes más importantes de la dieta de *Megastraea* en dichas fechas (Figuras 8, 9 y 10). Sin embargo, se observó que el número de estómagos necesarios para tener representados los principales componentes de la dieta para el mes de julio 2006, en Rincón de Méndez son más de 15 estómagos.

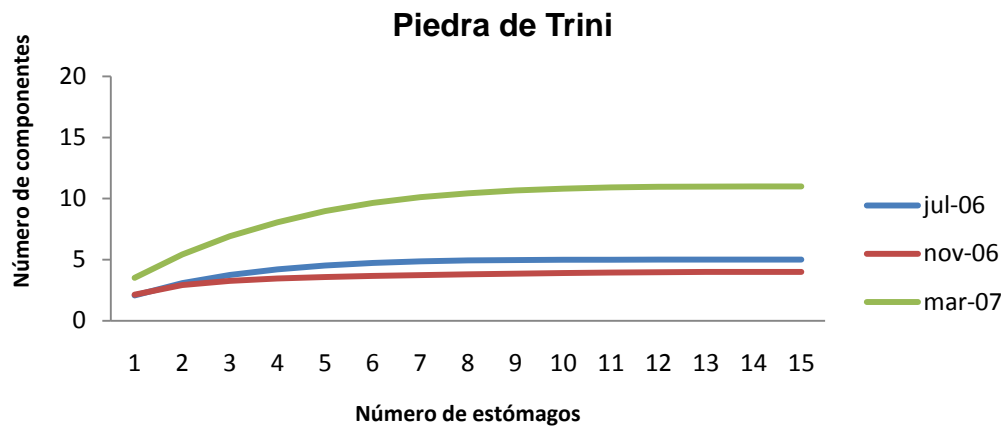


Figura. 8. Número acumulativo de especies identificadas en los estómagos analizados de *M. undosa* en Piedra de Trini, B.C.S. en tres fechas: Julio 2006, Noviembre 2006 y Marzo 2007.

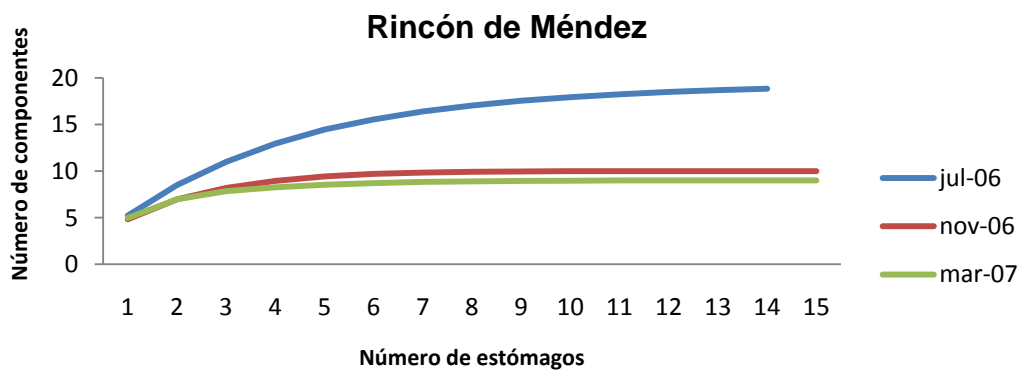


Figura. 9. Número acumulativo de especies identificadas en los estómagos analizados de *M. undosa* en Rincón de Méndez, B.C.S. en tres fechas: Julio 2006, Noviembre 2006 y Marzo 2007.

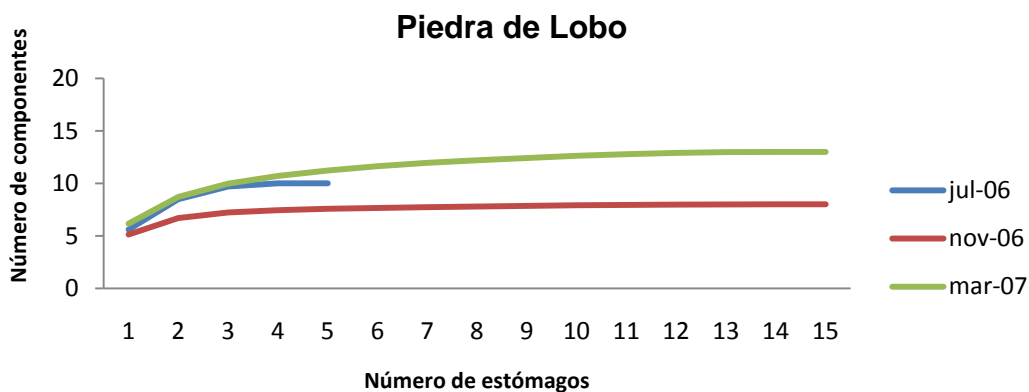


Figura. 10. Número acumulativo de especies identificadas en los estómagos analizados de *M. undosa* en Piedra de Lobo, B.C.S. en tres fechas: Julio 2006, Noviembre 2006 y Marzo 2007.

Se identificaron un total de 32 componentes en la dieta de *M. undosa* para los tres sitios PT, RM y LO, con sus respectivas fechas (Jul 06, Nov 06 y Mar 07), los cuales incluyen entre la flora algas verdes (2), café (4), rojas talosas (12), coralinas articuladas (2) y un pasto marino (1), entre la fauna: hidrozoarios (1), briozoarios (1), esponjas (1), tunicados (1), gasterópodos (3), bivalvos (1) y crustáceos (3). Otros componentes identificados fueron arena, piedras y material digerido. La identificación fue compleja debido al alto grado de digestión, por lo general, el contenido estomacal estaba conformado por fragmentos pequeños de algas e invertebrados incompletos. En el caso de algas verdes los 2 morfos encontrados se identificaron a nivel de género; de los 4 morfos de algas café, 1 fue identificado a nivel género y 3 a nivel de especie; en algas rojas de los 12 morfos, 1 se identificó a nivel de familia, 9 a nivel género y 2 a nivel de especie. El único pasto marino pudo ser identificado a nivel especie. En relación a los invertebrados: el único morfo de esponja quedó a nivel de familia, y del resto de los grupos tunicados, gasterópodos, bivalvos, crustáceos se identificaron a nivel de género.

De los 32 componentes identificados, 22 se encontraban en PT, 34 en RM y 23 en LO, 16 fueron comunes en los contenidos de los organismos colectados en los tres sitios al menos en una fecha, como el caso de las algas rojas de la familia Delesseriaceae y de los géneros *Gelidium* sp. y *Corallina* sp. Algunos invertebrados coincidieron en los

tres sitios, al menos en alguna fecha, como: el hidrozooario *Dynamena*, el briozooario *Crisia*, esponjas, los gasterópodos *Aclididae*, *Balcis* y anfípodos, los crustáceos *Tubularis* e *Idotea*. En contraste, algunos componentes solo aparecieron en uno de los sitios como algunas algas : *Chaetomorpha* sp., *Codium* sp, *Cystoseira osmundacea* y *Dictyota* sp., las cuales solo se encontraban en RM (Tabla II). En todos los sitios y en todas las fechas se encontró arena, piedra y material digerido.

Tabla II. Listado de componentes alimenticios consumidos por *M. undosa* en tres sitios con sus respectivas fechas.

Localidad Sitio Fecha	Bahía Tortugas						La Bocana		
	Piedra de Trini			Rincón de Méndez			Piedra de Lobo		
	Jul	Nov	Mar	Jul	Nov	Mar	Jul	Nov	Mar
Algas verdes									
<i>Chaetomorpha</i> sp. (*)						X			
<i>Codium</i> sp. (*)						X			
Algas café									
<i>Cystoseira osmundacea</i> (*)							X	X	X
<i>Dictyota</i> sp. (*)						X			
<i>Eisenia arborea</i>						X	X	X	X
<i>Macrocystis pyrifera</i>	X	X	X	X	X	X			
Algas rojas									
<i>Carpopeltis</i> sp.			X		X				
<i>Cryptopleura</i> sp.				X			X	X	
Delesseriaceae (**)			X	X		X			X
<i>Gelidium</i> sp. (**)		X	X		X	X	X	X	X
<i>Gracilaria</i> sp.				X	X			X	
<i>Halymenia</i> sp.				X					
<i>Laurencia</i> sp.				X					
<i>Myriograme</i> sp.				X		X			X
<i>Nienburgia andersoniana</i>				X					X
<i>Plocamium cartilagineum</i>				X					
<i>Porphyra</i> sp.				X					
<i>Pterosiphonia</i> sp.			X	X		X			
Rojas coralinas									
<i>Bossiella</i> sp.	X	X	X	X					

<i>Corallina</i> sp. (**)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pastos									
<i>Phyllospadix torreyi</i>	X			X		X			
Hidrozoarios									
<i>Dynamena</i> sp. (**)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Briozoarios									
<i>Crisia</i> sp. (**)	X		X	X	X	X	X	X	X
Esponja									
<i>Calcarea</i> sp. (**)	X	X		X	X	X			
Tunicado									
<i>Metandrocarpa</i> sp.	X	X		X	X	X	X		
Gasterópodos									
Aclididae (**)	X		X	X	X	X			
<i>Balcis</i> sp. (**)		X		X	X	X	X		
<i>Capulus</i> sp.	X	X	X	X		X			
Bivalvos									
<i>Petricola</i> sp.	X	X		X	X	X			
Crustaceos									
Anfípodo (**)	X	X			X	X			
<i>Cerapus tubularis</i> (**)	X	X		X					
<i>Idotea</i> sp. (**)	X	X		X	X	X	X		
Otros componentes									
Arena	X	X	X	X	X	X	X		
Piedra	X	X	X	X	X	X	X		
Digerido	X	X	X	X	X	X	X		

(*) Componente encontrado en un solo sitio y (**) en los tres sitios en al menos una fecha

En los estómagos de los organismos capturados en los tres sitios, la arena, piedras finas y material digerido representaron, en general, el 40% de los fragmentos revisados por estómago. En los cálculos de los índices tróficos se omitieron estos grupos.

Los componentes más frecuentes en la dieta de *M. undosa* fueron las algas café *M. pyrifera* (52.8%) y *E. arborea* (23.2%), las algas rojas *Gelidium* sp. (32%) y una coralina articulada *Corallina* sp. (64%) y dentro de los invertebrados el hidrozoario *Dynamena* sp. (40.8%). Estos mismos componentes tuvieron los mayores valores con el método numérico, obteniéndose el mayor valor para el alga café *M. pyrifera* (32.1%), seguido de la coralina articulada *Corallina* sp. (24%), el alga café *E. arborea* (10%), y el alga roja *Gelidium* sp. (5.8%) y el hidrozoario *Dynamena* sp. (5.2%). De acuerdo con

él % IIR se encontró que el componente más importante es el alga parda *M. pyrifer* (56.9%), y en menor porcentaje le siguieron el alga *Corallina* sp. (32%), alga parda *E. arborea* (5.49%), alga roja *Gelidium* sp. (1.8%) y por último el hidrozooario *Dynamena* sp. (1.5%) (Tabla III).

Tabla III. Espectro trófico de *M. undosa* en Baja California Sur expresado en valores porcentuales de frecuencia de aparición (%FA), Método numérico (%N) e Índice de importancia Relativa (%IIR).

Algas	% FA	% N	% IIR	Invertebrados	% FA	% N	% IIR
Phaeophyta				Hidrozoarios			
<i>Cystoseira</i>							
osmundacea	176.80	1.91	0.20	<i>Dynamena</i> sp.	40.80	5.28	1.53
<i>Eisenia arborea</i>	23.20	10.00	5.49	Briozoarios			
<i>Macrocystis pyrifer</i>	52.80	32.18	56.92	<i>Crisia</i> sp.	32.00	2.75	0.41
Rhodophyta				Esponja			
<i>Carpopeltis</i> sp.	5.60	0.93	0.05	<i>Calcarea</i> sp.	2.40	0.19	0.00
<i>Cryptopleura</i> sp.	9.60	1.20	0.08	Tunicado			
Delesseriaceae	16.80	2.59	0.37	<i>Metandrocarpa</i> sp.	22.40	1.45	0.12
<i>Gelidium</i> sp.	32.00	5.86	1.89	Gasterópodos			
<i>Gracilaria</i> sp.	7.20	0.59	0.02	Aclididae	6.40	0.43	0.01
<i>Halymenia</i> sp.	0.80	0.12	0.00	<i>Balcis</i> sp.	16.80	1.14	0.07
<i>Laurencia</i> sp.	1.60	0.12	0.00	<i>Capulus</i> sp.	3.20	0.22	0.00
<i>Myriograme</i> sp.	6.40	0.52	0.02	Bivalvos			
<i>Nienburgia</i>				<i>Petricola</i> sp.	4.00	0.25	0.00
<i>andersoniana</i>	1.60	0.06	0.00	Crustaceos			
<i>Plocamium</i>				<i>Cerapus tubularis</i>	12.80	1.94	0.21
<i>cartilagineum</i>	11.20	1.51	0.13	<i>Idotea</i> sp.	12.80	0.96	0.05
<i>Porphyra</i> sp.	1.60	0.09	0.00				
<i>Pterosiphonia</i> sp.	8.80	0.96	0.05				
Rojas calcáreas							
<i>Corallina</i> sp.	64.00	24.13	32.00				
Pastos							
<i>Phyllospadix torreyi</i>	16.00	2.62	0.38				

* En negritas están las especies dominantes.

En la figura 11, se observan todos los componentes naturales de la dieta de *M. undosa*, distribuidos en las tres localidades. En el análisis de cluster se forman tres grupos principales, el primero que incluye *M. pyrifera*, Delesseriaceae, *P. cartilagineum* y *P. torreyi* que corresponden a las principales algas para Rincón de Méndez; el segundo grupo *Carpopeltis*, *Halymenia* sp., *Porphyra* sp., *Laurencia* sp., *Cryptopleura* sp., *Gracilaria* sp., *Myriograme* sp., *Pterosiphonia* sp. y *Corallina* sp., son los principales componentes para Piedra de Trini, en tanto que el tercer grupo corresponde a Piedra de Lobo, al cual corresponde *E. arborea*, *C. osmundacea* y *Gelidium* sp.

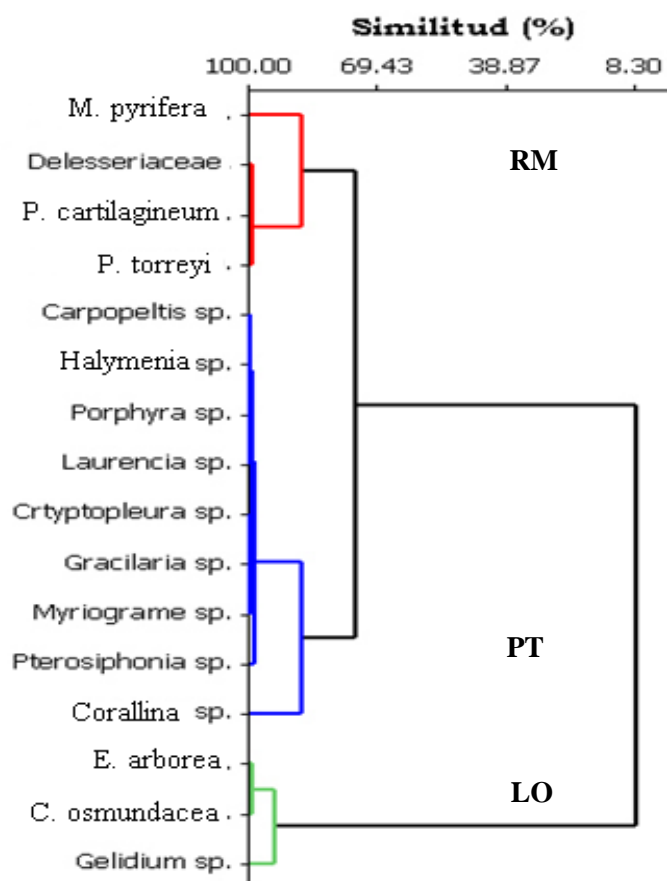


Figura 11. Análisis de cluster de los índices de importancia relativa (IIR %) de los componentes naturales de la dieta de *M. undosa*.

Espectro trófico por sitios

Piedra de Trini

El componente mas importante de la dieta de *M. undosa* en PT fue la coralina articulada *Corallina* sp. (52.5%) a la que le siguieron cuatro componentes que obtuvieron un valor de % IIR entre 15.8% y 2.5 %, estas son las algas *M. pyrifer*a, *Gelidium* sp., seguido por los hidrozoario *Dynamena* sp. y el briozoario *Crisia* sp. Los demás componentes presentaron valores menores al 1% de % IIR (Tabla IV). El número de componentes de la dieta de *M. undosa* se incremento de Noviembre a Marzo, ya que de verano a primavera se identificaron 5 componentes para Julio 2006, 4 componentes para Noviembre 2006 y 10 componentes para Marzo 2007. *M. pyrifer*a fue el componente mas importante para las fechas de Julio y Marzo, mientras para el mes de Noviembre lo fue la coralina articulada *Corallina* sp. (Tabla IV). En Noviembre, otros componentes importantes fueron *M. pyrifer*a y el hidrozoario *Dynamena* sp. (Tabla IV). El resto de los componentes tuvieron valores de % IIR menores al 1%, por lo que fueron considerados como componentes consumidos incidentalmente en esta localidad (Tabla IV).

Al realizar el análisis de cluster por fecha, se observo que los componentes de la dieta para *M. undosa*, varían temporalmente. Por ejemplo, para Piedra de Trini (Figura 12) se encontró que *M. pyrifer*a predomina en Julio, en tanto que *Corallina* sp. predomina en Marzo; en Noviembre se puede considerar como una transición entre el mes de Julio y Marzo, puesto que estas dos algas tienen IIR similares.

Tabla IV. Índice de importancia relativa (IIR %) de los componentes naturales de la dieta de *M. undosa*, para el sitio de muestreo; PT: Piedra de Trini y su transformación de los datos a z.

Componente	IIR%			IIR% transformados a valores z		
	jul-06	nov-06	mar-07	jul-06	nov-06	mar-07
<i>M.pyrifera</i>	85,873	31,516	1,239	2,037	0,895	-0,403
<i>Corallina</i> sp.	5,412	46,402	91,097	-0,297	1,618	2,041
<i>P. torreyi</i>	2,547	0,000	0,000	-0,380	-0,636	-0,436
<i>Gelidium</i> sp.	0,000	0,637	2,479	-0,454	-0,605	-0,369
<i>Carpopeltis</i> sp.	0,000	0,000	1,239	-0,454	-0,636	-0,403
Delesseriaceae	0,000	0,000	0,248	-0,454	-0,636	-0,430

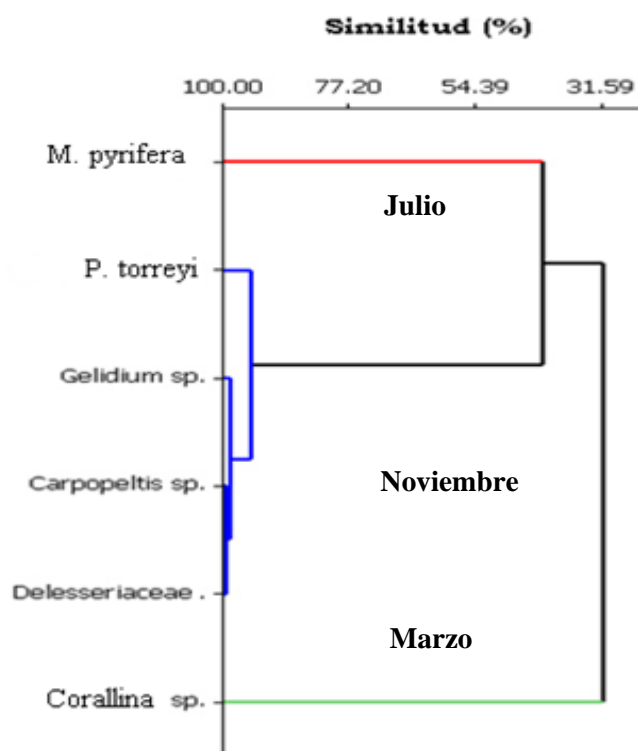


Figura 12. Análisis de cluster de los índices de importancia relativa (IIR %) de los componentes naturales de la dieta de *M. undosa* para el sitio de Piedra de Trini (incluye las tres fechas de muestreo).

Rincón de Méndez

En esta localidad el componente alimenticio más importante en la dieta de *M. undosa* fue *M. pyrifera* (46.3%), al que le siguieron la coralina articulada *Corallina* sp. (5.5%), el alga roja *Gelidium* sp. (2.3%) y en menor proporción se encontró el pasto marino (1.6%), un crustáceo *Cerapus tubularis* (1.5%), algas rojas Delecereaceae (1%) y *P. cartilagineum* (1%). Los demás componentes presentaron valores menores al 1% de importancia relativa (Tabla V). En RM hubo un decremento en el número de componentes consumidos por los organismos de verano a primavera, identificándose 19 componentes para el mes de Julio 2006, 10 para el mes de Noviembre 2006 y 7 en Marzo 2007. De estos *M. pyrifera* fue el componente más importante de la dieta natural de *M. undosa* en ambas fechas del 2006, mientras que la coralina articulada *Corallina* sp. lo fue para el mes de Marzo 2007. Después de *M. pyrifera*., le siguieron otros componentes importantes tales como el alga roja *Cryptopleura* sp. y *Phyllospadix torreyi* para Julio 2006 (Tabla V). En Noviembre, le siguieron a *M. pyrifera*, un crustáceo *Cerapus* sp., la coralina articulada *Corallina* sp. y el alga roja *Gelidium* sp. (Tabla V). En el mes de Marzo, además de *Corallina* sp. le siguieron, *M. pyrifera*, especies de la familia Delecereaceae, *Phyllospadix torreyi*, las algas rojas *Plocamium cartilagineum* y *Gelidium* sp. y el briozoario *Crisia* sp. (Tabla V). El resto de los componentes tuvieron valores de % IIR menores al 1%, por lo que fueron considerados como componentes consumidos incidentalmente en esta localidad.

Para el sitio de Rincón de Méndez, figura 13, el análisis de cluster indicó, dos grupos principales. El primero de ellos que incluye *M. pyrifera*, *Gracilaria* sp., *Carpopeltis* sp., *Cryptopleura* sp., *Halymenia* sp., *Laurencia* sp., *Porphyra* sp., *Myriogramme* sp. y *Pterosiphonia* sp., en mayor porcentaje representa dos fechas de muestreo (Julio y Noviembre 2006); el segundo grupo incluye componentes que aumentan su importancia (*Gelidium* sp., *Corallina* sp., *Plocamium cartilagineum*, Delesseriaceae y *Phyllospadix torreyi*), cuando *Macrocystis pyrifera* disminuye (Marzo 2007).

Tabla V. Índice de importancia relativa (IIR %) de los componentes naturales de la dieta de *M. undosa* para RM: Rincón de Méndez y la transformación de los datos a z.

Componente	IIR%			IIR% transformados a valores z		
	jul-06	nov-06	mar-07	jul-06	nov-06	mar-07
<i>M. pyrifera</i>	89,311	71,290	22,361	4,475	4,405	2,253
<i>Cryptopleura</i> sp.	2,138	0,000	0,000	-0,127	-0,300	-0,575
<i>Gelidium</i> sp.	0,063	7,230	12,172	-0,237	0,177	0,964
<i>Halymenia</i> sp.	0,063	0,000	0,000	-0,237	-0,300	-0,575
<i>Laurencia</i> sp.	0,127	0,000	0,000	-0,233	-0,300	-0,575
<i>Myriograme</i> sp.	0,475	0,000	0,000	-0,215	-0,300	-0,575
<i>P. cartilagineum</i>	0,285	0,000	13,001	-0,225	-0,300	1,069
<i>Porphyra</i> sp.	0,095	0,000	0,000	-0,235	-0,300	-0,575
<i>Pterosiphonia</i> sp.	1,013	0,000	0,000	-0,186	-0,300	-0,575
<i>Corallina</i> sp.	0,380	7,786	23,836	-0,220	0,214	2,439
<i>P. torreyi</i>	1,520	0,000	10,373	-0,160	-0,300	0,737
<i>Carpopeltis</i> sp.	0,000	0,521	0,000	-0,240	-0,266	-0,575
<i>Gracilaria</i> sp.	0,000	0,904	0,000	-0,240	-0,240	-0,575
Delesseriaceae	0,000	0,000	16,482	-0,240	-0,300	1,509

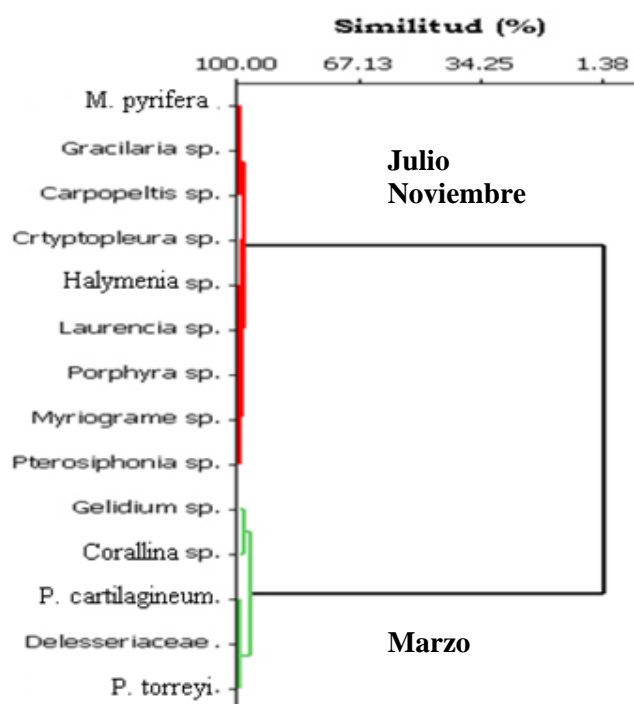


Figura 13. Análisis de cluster de los índices de importancia relativa (IIR %) de los componentes naturales de la dieta de *M. undosa* para Rincón de Méndez (incluye las tres fechas de muestreo).

Piedra de Lobo

El componente alimenticio más importante de la dieta de *M. undosa* en LO fue al alga *E. arborea* (35.8%) a la que le siguieron 8 componentes que obtuvieron un % IIR entre 9.2% y 1.1%, estas fueron la *Corallina* sp., el hidrozooario *Dynamena* sp., el alga roja *Gelidium* sp., el alga café *Cystoseira osmundacea* y algunos invertebrados como el tunicado, *Metandrocarpa* sp., briozooario *Crisia* sp., crustaceo *Idotea* sp. y el gasteropodo *Balcis* sp. Los demás componentes presentaron valores menores al 1% de % IIR (Tabla VI). En relación a las épocas de colecta se encontró que el número de componentes en la dieta de *M. undosa* se mantuvo igual con 9 componentes para los meses de Julio y Marzo, siendo menor para Noviembre con 7 componentes. Del total de componentes por fecha, *E. arborea* fue el componente más importante para los meses de Noviembre y Marzo, mientras que para Julio, lo fue el alga coralina articulada *Corallina* sp. Otros componentes importantes para el mes de Julio fueron el crustaceo *Idotea* sp., el alga parda *E. arborea*, alga roja *Gelidium* sp., alga parda *Cystoseira osmundacea* y el hidrozooario *Dynamenasp.* (Tabla VI). Para Noviembre, el principal componente fue *E. arborea*, los segundos componentes fueron la coralina articulada *Corallina* sp., alga parda *Cystoseira osmundacea* y el alga roja *Gelidium* sp. (Tabla VI). Para el mes de Marzo el principal componente al igual que los otros meses fue el alga parda *E. arborea*, como segundos componentes, fueron *Corallina* sp. y *Gelidium* sp. (Tabla VI). El resto de los componentes tuvieron valores de % IIR menores al 1%.

Para Piedra de Lobo se formaron dos grupos por medio del análisis de cluster. El primero que incluye a *Corallina* sp., la cual corresponde a la de mayor importancia para la fecha de Julio, y un segundo grupo en donde *Corallina* sp., disminuye, y *E. arborea* aumenta su importancia para las fechas de Noviembre y Marzo (Figura 14).

Tabla VI. Índice de importancia relativa (IIR %) de los componentes naturales de la dieta de *M. undosa* para LO: Piedra de Lobo y la transformación de los datos a z.

Componente	IIR%			IIR% transformados a valores z		
	jul-06	nov-06	mar-07	jul-06	nov-06	mar-07
<i>C. osmundacea</i>	10,417	10,094	2,648	0,060	0,006	-0,529
<i>E. arborea</i>	12,500	51,686	48,636	0,360	2,712	2,777
<i>Gelidium</i> sp.	12,500	9,390	8,917	0,360	-0,040	-0,078
<i>Corallina</i> sp.	25,000	12,548	10,700	2,162	0,166	0,050
Delesseriaceae	0,000	0,000	4,864	-1,441	-0,651	-0,369

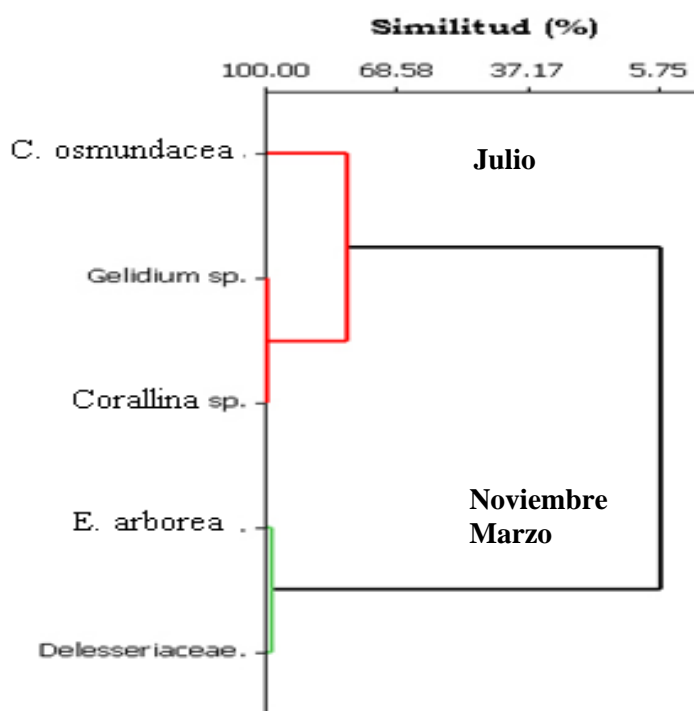


Figura 14. Análisis de cluster de los índices de importancia relativa (IIR %) de los componentes naturales de la dieta de *M. undosa* para Piedra de Lobo (incluye las tres fechas de muestreo).

Diversidad y Amplitud de Nicho Trófico

En las tres localidades se obtuvo una diversidad de componentes alimentarios entre $H' = 0.98$ y $H' = 2.1$ y una amplitud de nicho trófico de $B_i = 0.04$ hasta $B_i = 0.84$ (Tabla VII). El índice de Diversidad toma intervalos de valores que va de 0 a 6, valores menores a 3 indican una dieta poco diversa, mayores a 3, indican una dieta dominada por varias especies, mientras que el índice de la amplitud de nicho trófico toma valores de 0 a 1, donde < 0.6 significa que son consumidores especialistas y > 0.6 a que son generalistas. En su dieta se presentaron pocos componentes alimentarios en comparación con otros macrohervívoros de estos arrecifes rocosos, resaltando los componentes de mayor consumo el alga parda *M. pyrifera* y la coralina articulada *Corallina* sp., así como el alga parda *E. arborea* y el alga roja *Gelidium* sp., siendo oportunista únicamente en RM en Marzo y en LO en Julio, mientras que en el resto de las fechas fue generalista. En este contexto, *M. undosa* en los sitios de estudio es considerado como consumidor especialista

Tabla VII. Diversidad específica (índice de Shannon) y Amplitud de nicho trófico (índice de Levin (B_i)) por sitio en la dieta de *M. undosa* en Baja California Sur, México.

	Diversidad específica				Amplitud del nicho trófico			
	Jul	Nov	Mar	Global	Jul	Nov	Mar	Global
Rincón de Méndez	1.4	1.4	1.8	1.9	0.05	0.19	0.70	0.11
Piedra de Trini	1.0	1.0	1.1	1.3	0.26	0.04	0.09	0.16
Piedra de Lobo	2.1	1.6	1.7	1.9	0.84	0.48	0.40	0.27

Importancia de algas en comparación con invertebrados

El IIR se calculó a partir del método de frecuencia de aparición, numérico y gravimétrico, considerando 4 grupos: algas, coralinas articuladas, pasto e invertebrados. En el periodo de estudio de los organismos provenientes de Rincón de Méndez, el 92% del peso total de los contenidos estomacales correspondió al grupo de las algas y en Piedra de Lobo un 63%, mientras que en Piedra de Trini, las algas representaron un

22% . En esta última localidad el 40% del peso total de los contenidos correspondió a las coralinas articuladas y un 37 % a los invertebrados. Cabe resaltar que solo en los contenidos estomacales de los caracoles provenientes de Bahía Tortugas (RM y PT) se registraron fragmentos de pasto, representando un 12% del peso total (Figura 15).

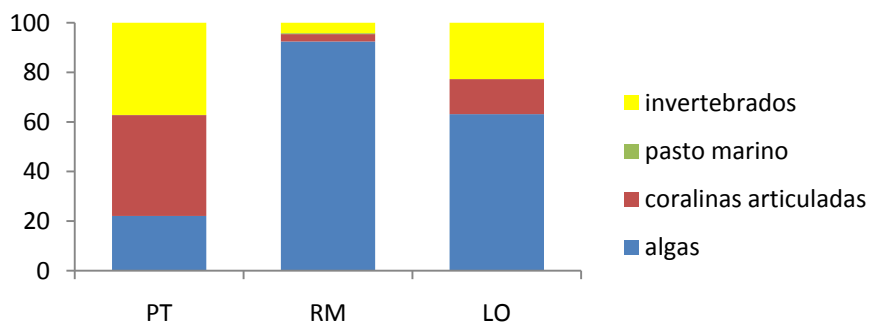


Figura 15.- Porcentaje del Índice de Importancia Relativa (% IIR) de distintos grupos en la dieta de *M. undosa* en tres sitios: PT (Piedra de Trini) , RM (Rincón de Méndez) y LO (Piedra de Lobo).

En Piedra de Trini hubo variación entre fechas. En Julio 2006 el componente principal fueron los invertebrados con un 60 %, seguido de las algas 38%. En Noviembre 2006, los invertebrados y las coralinas articuladas representaron un 40 % y 34 %, respectivamente, seguidos por las algas con 26 %. En Marzo 2007, fueron las coralinas articuladas con un 57 % seguidas por los invertebrados con un 27%, y 16 % para el resto de las algas.

En Rincón de Méndez en Julio y Noviembre 2006, las algas fueron el grupo alimenticio más importante con valores de 99 % y 83 %, respectivamente, mientras que para Marzo 2007 las algas solo correspondieron con 47%. Además en Marzo 2007 y Noviembre 2006 las coralinas articuladas fueron un grupo alimenticio importante con 30% y 8%, respectivamente. En general, los grupos de invertebrados estuvieron representado en porcentajes mas bajos en comparación con las algas, encontrándose un 9 % en ambas, mientras que el pasto solo fue observado para las fechas de Julio 2006 y Marzo 2007, con 0.03% y 12.68%, respectivamente. Cabe mencionar que para los sitios de PT y RM, por lo menos en alguna de las fechas se encontro pasto correspondiendo al 13 % y 0.14%, respectivamente. En Piedra de Lobo, en la fecha de Julio y Noviembre 2006 asi como Marzo 2007, las algas fueron el grupo alimenticio mas importante con valores de

74 %, 77 % y 55 %, respectivamente. En los meses de Noviembre 2006 y Marzo 2007, le siguieron al grupo de las algas, como segundo componente importante de la dieta, los invertebrados con con 14 % y 34 % respectivamente; el tercer componente importante para el mes de Julio 2006 lo fueron las coralinas articuladas con un 20 %, y con 10 % y 11 %, para los meses de Noviembre 2006 y Marzo 2007, respectivamente (Figura 16).

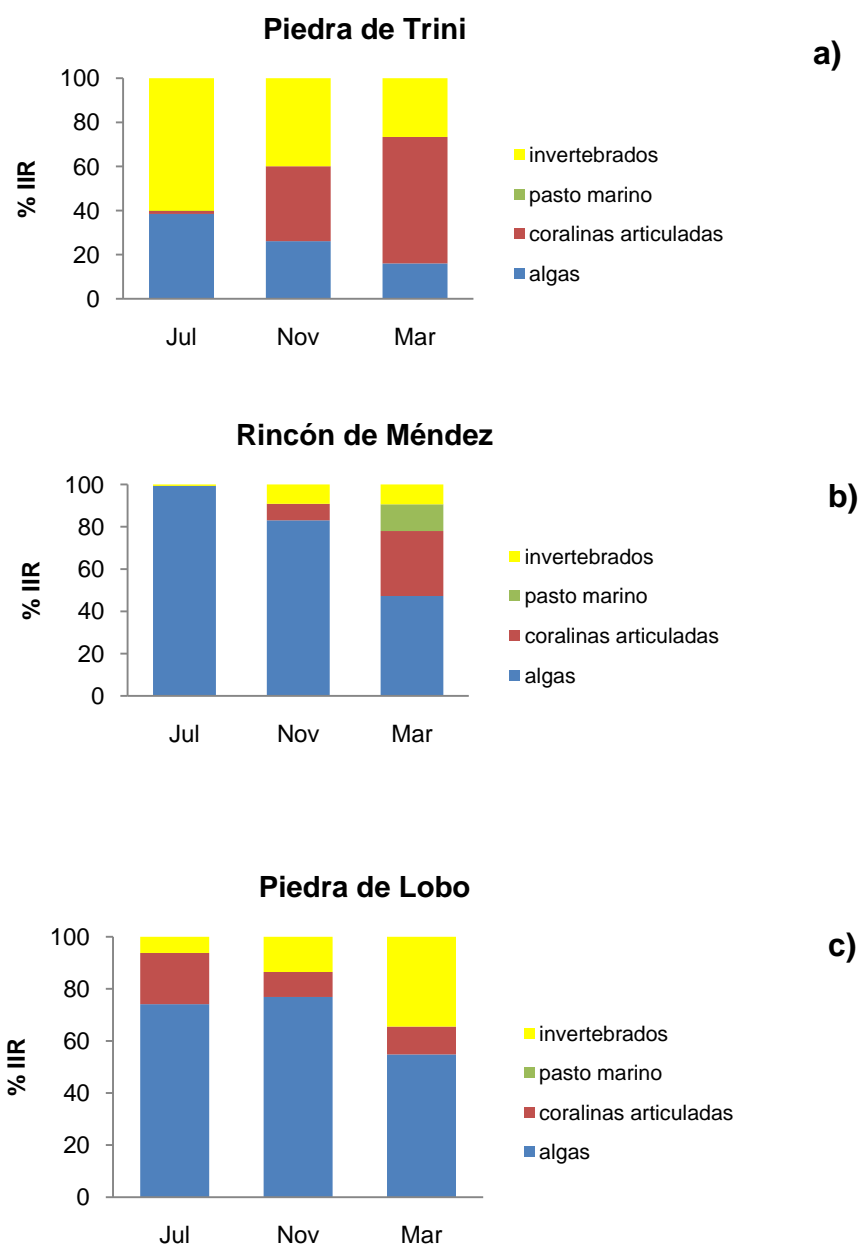


Figura 16.- Porcentaje del Índice de Importancia Relativa (%IIR) de distintos grupos en la dieta de *M. undosa* en tres sitios por fecha a) Piedra de Trini , b) Rincón de Méndez y c) Piedra de Lobo en Baja California Sur, México.

Efecto de la dieta y temperatura en la composición bioquímica

Parámetros fisicoquímicos del agua

Los promedios de los parámetros fisicoquímicos del agua tomados durante el mes previo al inicio del ensayo fueron los siguientes: Temperatura $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.1$ (d.e.), salinidad $37.5\text{ UPS} \pm 0.5$ (d.e), oxígeno disuelto $7.0\text{ mgL}^{-1} \pm 0.1$ (d.e.) y pH 8 ± 0.1 (d.e.). En los 5 meses de experimento los promedios fueron: salinidad $37.4\text{ UPS} \pm 0.5$, oxígeno disuelto $7.2\text{ mgL}^{-1} \pm 0.1$ (d.e.) y pH 8 ± 0.1 (d.e.). La temperatura simulada, fue la que se muestra en la figura 4. Mediante un ANOVA de dos vías se determinaron que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos durante el desarrollo del ensayo experimental ($p > 0.05$).

Composición proximal de las macroalgas

El valor más bajo de proteína fue encontrado en *Eisenia arborea* del sur (ES 12.1 %); el valor más alto lo presentó *M. pyrifera* (MA 16.4 %), presentando diferencias significativas ($p < 0.05$). El valor de lípidos fue similar entre en las tres dietas, el valor más bajo se presentó en *E. arborea* del sur (ES 3.3 %), no hubo diferencias significativas. El valor de cenizas más bajo se obtuvo en ES, 25.2 %, mientras que el más alto lo presento MA, 43.18 %, presentando diferencias significativas ($p < 0.05$). El contenido de fibra cruda fue similar para las tres dietas, con valores de 2.1 y 3.0 %, sin presentar diferencias significativas. Los porcentajes de extracto libre de nitrógeno fueron similares para EN 53.20 % y ES 51.22 %, mientras que el valor más bajo lo obtuvo MA, 35.20% presentando diferencias significativas ($p < 0.05$) (Tabla VIII).

Tabla VIII. Análisis proximal de las macroalgas (alimento). Valores promedio \pm desviación estándar.

	EN	ES	MA
Humedad (%)	9.74 ± 0.06	8.23 ± 0.11	8.94 ± 0.13
Proteína Cruda (%)	13.02 ± 0.03^a	12.10 ± 0.01^a	16.40 ± 0.13^b
Extracto etéreo (%)	3.84 ± 0.03	3.32 ± 0.23	3.49 ± 0.29
Cenizas (%)	27.73 ± 0.04^a	25.21 ± 0.33^a	43.18 ± 0.31^b
Fibra cruda (%)	2.83 ± 0.24	2.12 ± 0.92	3.02 ± 0.16
E.L.N (%)	53.20^b	51.22^b	35.20^a

EN= *E. arborea* del norte, ES= *E. arborea* del sur, MA=*M. pyrifera*.E.L.N= extracto libre de nitrógeno, valores en expresados en base seca, excepto humedad.

Sobrevivencia

Los valores de sobrevivencia estuvieron entre 97% y 100%. No encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$).

Crecimiento

No se encontraron diferencias significativas en relación al crecimiento en longitud de los organismos entre los diferentes tratamientos, sin embargo, se detectaron diferencias significativas en el crecimiento en peso de los caracoles. En general, los organismos alimentados con *E. arborea* norte y *M. pyrifer*, son los que obtuvieron los promedios más altos en crecimiento en peso (Figura 17).

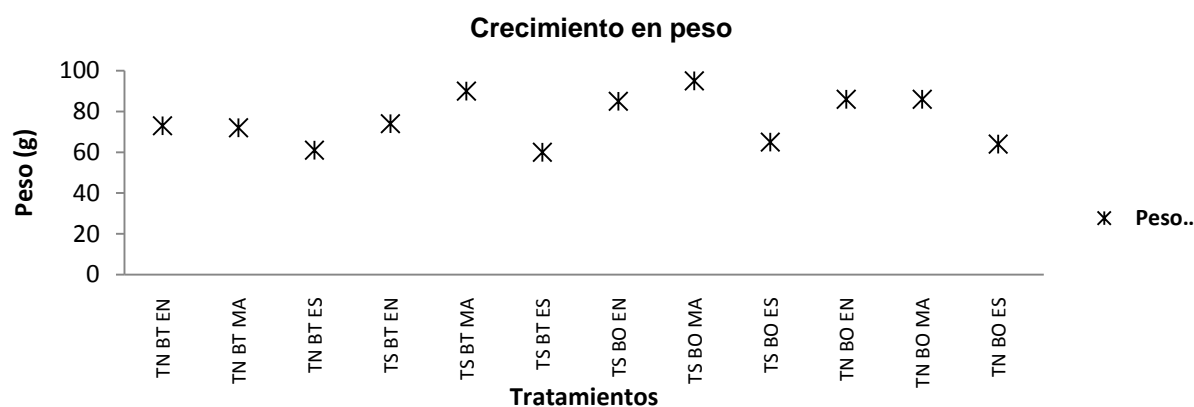


Figura 17.- Promedio final del crecimiento en peso de los caracoles en los distintos tratamientos. **TN**= Temperatura norte, **TS**=Temperatura sur, **BT**= Bahía Tortugas, **BO**=La Bocana, **MA**=*Macrocystis*, **EN**=*Eisenia* norte, **ES**=*Eisenia* sur.

Presencia de gónadas

Al final del ensayo, en los caracoles muestreados para los análisis bioquímicos se observó que la mayoría presentaban gónada. En general, los caracoles alimentados con *M. pyrifer* además de tener el mayor crecimiento en peso, presentaron el mayor número de organismos con gónada madura independientemente de la localidad y de la temperatura a la que se encontraron sometidas (Figura 18).

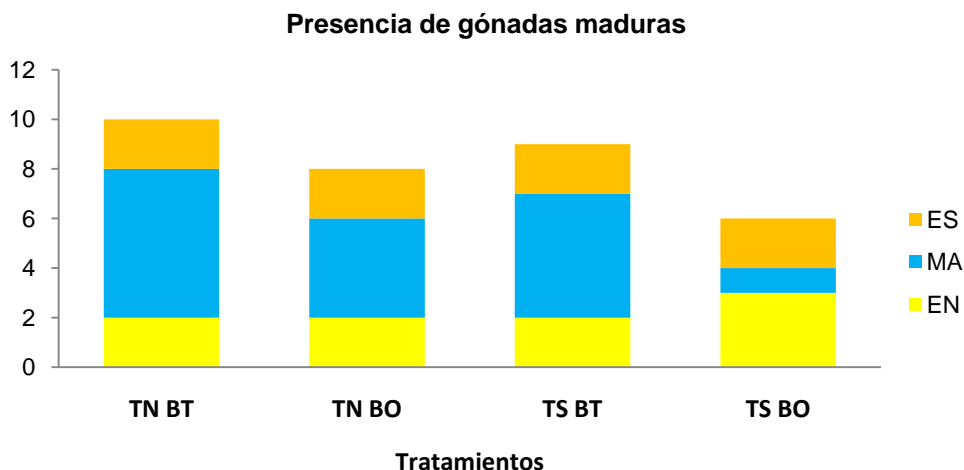


Figura 18.- Presencia de gónada madura en caracoles, los 12 tratamientos contaba con 6 individuos cada uno. **TN**= Temperatura norte, **TS**=Temperatura sur, **BT**= Bahía Tortugas, **BO**=La Bocana, **MA**=*Macrocystis*, **EN**=*Eisenia* norte, **ES**=*Eisenia* sur.

Efecto de la localidad, temperatura o dieta en la composición bioquímica de tejidos

En general, la composición bioquímica del hepatopáncreas y músculo entre los organismos provenientes de Bahía Tortugas o la Bocana, independientemente de la temperatura y la dieta, entre los organismos en la temperatura norte o la temperatura sur, independientemente de la localidad y la dieta y entre los organismos alimentados con *M. pyrifera*, *E. arborea* norte o *E. arborea* sur, independientemente de localidad o la temperatura, no presento diferencias significativas ($p > 0.05$). Excepto en el caso de la composición de lípidos del hepatopáncreas, en que se encontraron diferencias significativas entre los organismos de las localidades y entre las temperaturas en que se mantuvieron, siendo la concentración de lípidos mayor en el hepatopáncreas de los organismos proveniente de Bahía Tortugas, independientemente de la temperatura o la dieta ($102 \pm 33 \text{ mg g}^{-1}$ vs $87 \pm 23 \text{ mg g}^{-1}$) y en los organismos que se mantuvieron en la temperatura norte ($104 \pm 32 \text{ mg g}^{-1}$ vs $85 \pm 23 \text{ mg g}^{-1}$), independientemente de la localidad y de la dieta. No se detectaron diferencias entre las distintas interacciones (Tabla IX y Tabla X). Por lo que respecta a músculo hubo diferencias significativas en la composición de carbohidratos entre los organismos provenientes de las localidades, siendo mayor la concentración de carbohidratos en el músculo de los organismos provenientes de la Bocana ($210 \pm 112 \text{ mg g}^{-1}$), independientemente de la temperatura o

la dieta que se les suministro ($p < 0.05$). También hubo diferencias significativas entre los organismos de las localidades en relación a la dieta que se les suministro, teniendo una mayor concentración de carbohidratos los organismos que se colectaron en La Bocana y que se alimentaron de *Eisenia* norte ($283 \pm 110 \text{ mg g}^{-1}$) ($p < 0.05$) (Tabla IX y Tabla XI).

Tabla IX. Carbohidratos, proteínas y lípidos (mg g^{-1}) promedio (error estándar) por localidad, temperatura y alimento en el hepatopáncreas y músculo de caracol.

	LOCALIDAD		TEMPERATURA		ALIMENTO		
	BT	BO	N	S	MA	EN	ES
GD							
CHO/ mg g^{-1}	223 \pm 46	222 \pm 42	228 \pm 46	217 \pm 41	214 \pm 35	223 \pm 41	229 \pm 54
PT/ mg g^{-1}	144 \pm 31	146 \pm 31	143 \pm 31	146 \pm 30	146 \pm 33	151 \pm 26	138 \pm 31
LT/ mg g^{-1}	102 \pm 33 ^a	87 \pm 23 ^b	104 \pm 32 ^a	85 \pm 23 ^b	94 \pm 25	103 \pm 28	87 \pm 32
MU							
CHO/ mg g^{-1}	135 \pm 79 ^a	210 \pm 112 ^b	152 \pm 88	192 \pm 115	179 \pm 115	187 \pm 101	151 \pm 96
PT/ mg g^{-1}	381 \pm 139	352 \pm 116	367 \pm 143	366 \pm 114	375 \pm 136	346 \pm 125	378 \pm 126
LT/ mg g^{-1}	40 \pm 25	56 \pm 45	45 \pm 32	50 \pm 42	44 \pm 25	54 \pm 52	45 \pm 29

Tabla X. Efecto de la localidad, dieta y temperatura en la concentración de lípidos del hepatopáncreas de caracoles.

	SC	GL	DEVS	F	P
Localidad	3683.933	1	3683.933	5.335	0.024
Temperatura	6252.363	1	6252.363	9.055	0.004
Dieta	3429.095	2	1714.547	2.483	0.092
Localidad*Temperatura	322.250	1	322.250	0.467	0.497
Localidad*Dieta	2059.119	2	1029.560	1.491	0.233
Temperatura*Dieta	564.418	2	282.209	0.409	0.666
Localidad*Temperatura*Dieta	1547.442	2	773.721	1.121	0.333
Error	41429.301	6	690.488		

Tabla XI. Efecto de la localidad, dieta y temperatura en la concentración de carbohidratos en músculo de caracoles.

	SC	GL	DEVS	F	P
Localidad	102226	1	102226	11.4191	0.001282
Temperatura	29141	1	29141	3.2552	0.076217
Dieta	16503	2	8252	0.9218	0.403381
Localidad*Temperatura	53505	1	53505	5.9767	0.017450
Localidad*Dieta	10462	2	5231	0.5843	0.560622
Temperatura*Dieta	4412	2	2206	0.2464	0.782365
Localidad*Temperatura*Dieta	11332	2	5666	0.6329	0.534534
Error	537131	60	8952		

Efecto de la dieta y la temperatura en la composición bioquímica de caracoles provenientes de Bahía Tortugas.

Hepatopáncreas

En los caracoles procedentes de Bahía Tortugas la concentración de carbohidratos en hepatopáncreas presento valores entre 250 ± 70 (mg g⁻¹) en organismos mantenidos en la temperatura del norte y alimentados con *E. arborea* sur y 211 ± 47 (mg g⁻¹) para organismos en temperatura norte, alimentados con *M. pyrifera*. La concentración de proteína estuvo entre 162 ± 24 (mg g⁻¹) en organismos mantenidos en temperatura norte, alimentados con *M. pyrifera* y 116 ± 16 (mg g⁻¹) en organismos bajo la temperatura norte, alimentados con *E. arborea* sur. En lípidos, los valores variaron entre 129 ± 39 (mg g⁻¹) en organismos mantenidos en temperatura norte, alimentados con *M. pyrifera* y 69 ± 27 (mg g⁻¹), en organismos bajo temperatura sur, alimentados con *E. arborea* sur. En general, se observo que las concentraciones de los componentes analizados no variaron significativamente en ninguno de sus tratamientos, excepto para lípidos. No se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de carbohidratos y proteínas entre las dietas (*E. arborea* norte, *M. pyrifera* y *E. arborea* sur) y las temperaturas (norte y sur), sin embargo, se encontraron diferencias significativas en la concentraciones de lípidos encontrando que los organismos mantenidos en la temperatura norte, independientemente de la dieta, presentaron la mayor concentración ($p < 0.05$) en hepatopáncreas (Tabla XII) (Figuras 19, 20 y 21).

Tabla XII. Efecto de la dieta y temperatura en la concentración de lípidos del hepatopáncreas digestiva de caracoles ($p < 0.05$).

	SC	GL	DESV	F	P
Temperatura	4706,8	1	4706,8	5,2807	0,028711
Dieta	5312,4	2	2656,2	2,9801	0,065991
Temperatura*Dieta	951,0	2	475,5	0,5335	0,592020
Error	26739,4	30	891,3		

Músculo

Los caracoles procedentes de Bahía tortugas tuvieron una concentración de carbohidratos en el músculo de entre 163 ± 122 (mg g^{-1}) en organismos bajo el tratamiento temperatura norte, alimentados con *E. arborea* norte y 87 ± 22 (mg g^{-1}) en organismos bajo el tratamiento temperatura sur, alimentados con *E. arborea* sur. La concentración de proteínas vario entre 485 ± 120 (mg g^{-1}) para organismos en temperatura sur, alimentados con *E. arborea* sur y 306 ± 85 (mg g^{-1}) para organismos en temperatura sur, alimentados con *M. pyrifera*. Por lo que respecta a la concentración de lípidos, los valores estuvieron entre 47 ± 53 (mg g^{-1}) para organismos en temperatura norte, alimentados con *M. pyrifera* y 32 ± 16 (mg g^{-1}) para organismos en temperatura sur, alimentados con *E. arborea* norte. En general la concentración de carbohidratos, proteínas y lípidos no variaron significativamente en ninguno de sus tratamientos o sus interacciones ($p > 0.05$). (Figuras 22, 23 y 24).

Efecto de la dieta y la temperatura en la composición bioquímica de caracoles provenientes de La Bocana

Hepatopáncreas

En los caracoles procedentes de La Bocana, la concentración de carbohidratos en el hepatopáncreas presento valores entre 241 ± 30 (mg g^{-1}) para organismos mantenidos en temperatura del norte, alimentados con *E. arborea* sur y 195 ± 52 (mg g^{-1}) para organismos en temperatura sur, alimentados con *E. arborea* norte. La concentración de proteínas varió entre 173 ± 40 (mg g^{-1}) en organismos temperatura norte, alimentados con *E. arborea* norte y 136 ± 17 (mg g^{-1}) para los organismos mantenidos en la temperatura norte, alimentados con *E. arborea* sur. La concentración de lípidos vario

entre 98 ± 34 (mg g^{-1}) para organismos mantenidos en la temperatura norte, alimentados con *E. arborea* norte y 72 ± 16 (mg g^{-1}) en organismos mantenidos en la temperatura sur, alimentados con *E. arborea* norte. Las concentraciones de carbohidratos, proteínas y lípidos no variaron significativamente en ninguno de sus tratamientos o sus interacciones (Figuras 19, 20 y 21).

Músculo

En los caracoles procedentes de la localidad de La Bocana la concentración de carbohidratos presento valores entre 283 ± 110 (mg g^{-1}) para organismos mantenidos en la temperatura sur, alimentados con *E. arborea* norte y 146 ± 20 (mg g^{-1}) para organismos mantenidos en la temperatura norte, alimentados con *Eisenia* norte. La concentración de proteínas vario entre 384 ± 141 (mg g^{-1}) para organismos mantenidos en temperatura sur, alimentados con *E. arborea* norte y 292 ± 143 (mg g^{-1}) para organismos mantenidos en temperatura norte, alimentados con *E. arborea* sur. La concentración de lípidos estuvo entre 90 ± 85 (mg g^{-1}) para organismos en temperatura sur, alimentados con *M. pyrifera* y 39 ± 22 (mg g^{-1}) en organismos bajo temperatura sur, alimentados con *E. arborea* sur. La concentración de proteínas y lípidos no variaron significativamente en ninguno de sus tratamientos o sus interacciones, excepto en carbohidratos ($p < 05$). En el caso de la concentración de carbohidratos hubo diferencias significativas entre las temperaturas, independientemente de la dieta (Tabla XIII) (Figuras 22, 23 y 24).

Tabla XIII. Efecto de la dieta y temperatura en la concentración de carbohidratos de músculo de caracoles.

	SC	GL	DEVS	F	P
Temperatura	80809	1	80809	6,9075	0.013400
Dieta	693	2	346	0,0296	0.970858
Temperatura*Dieta	9088	2	4544	0,3884	0.681498
Error	350965	30	11699		

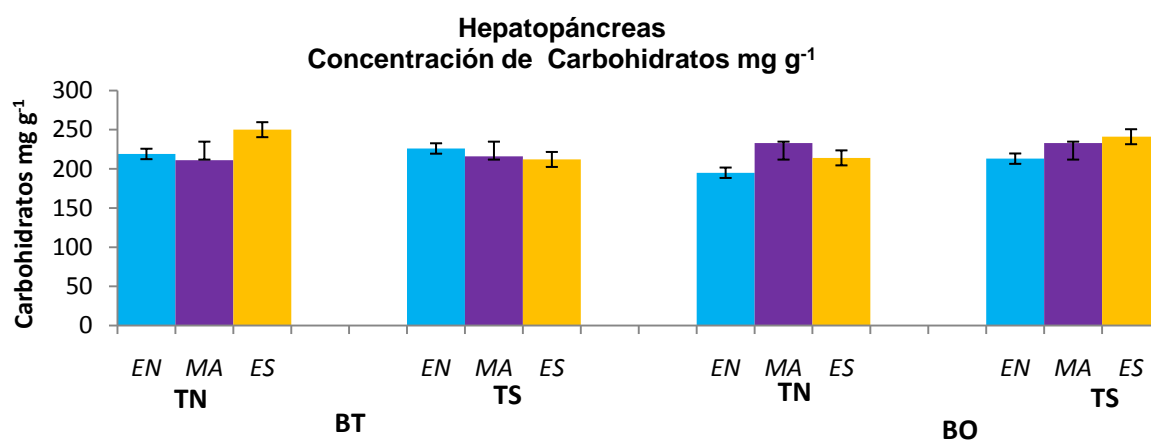


Figura 19.- Concentración carbohidratos (mg g⁻¹) en el hepatopáncreas de los caracoles alimentados bajo diferentes tratamientos. **TN**= Temperatura norte, **TS**=Temperatura sur, **BT**= Bahía Tortugas, **BO**=La Bocana, **MA**=*Macrocystis*, **EN**=*Eisenia* norte, **ES**=*Eisenia* sur.

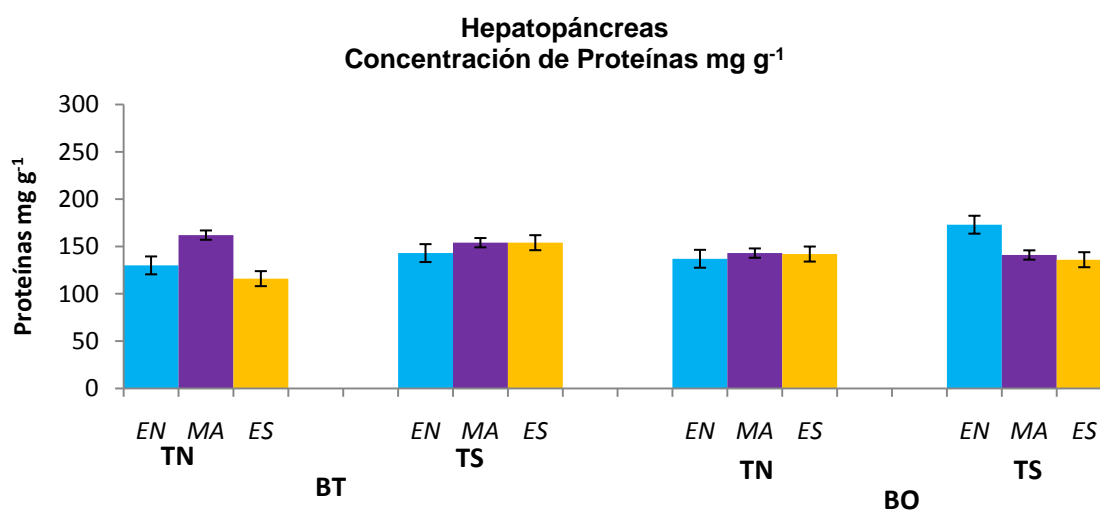


Figura 20.- Concentración proteínas (mg g⁻¹) en el hepatopáncreas de los caracoles alimentados bajo diferentes tratamientos. **TN**= Temperatura norte, **TS**=Temperatura sur, **BT**= Bahía Tortugas, **BO**=La Bocana, **MA**=*Macrocystis*, **EN**=*Eisenia* norte, **ES**=*Eisenia* sur.

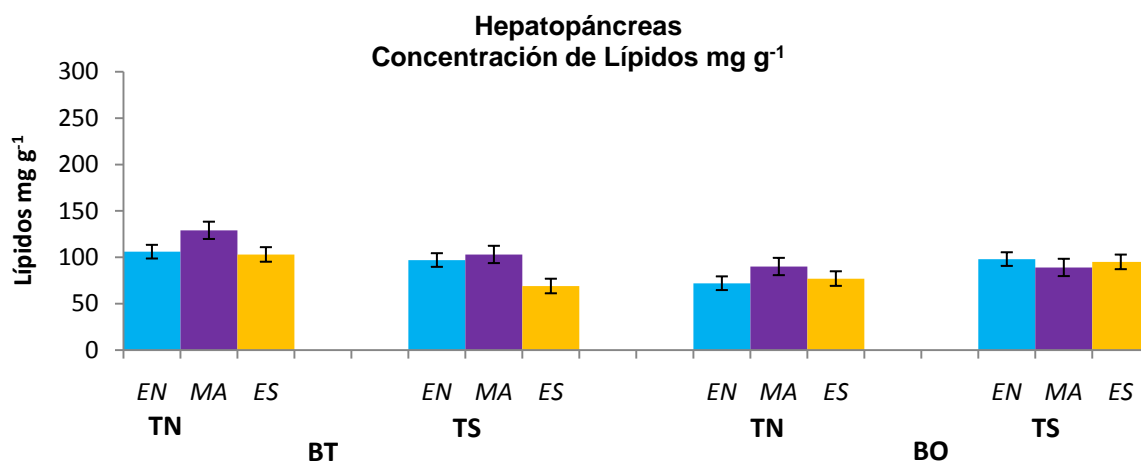


Figura 21.- Concentración de lípidos (mg g⁻¹) en el hepatopáncreas de los caracoles alimentados bajo diferentes tratamientos. **TN**= Temperatura norte, **TS**=Temperatura sur, **BT**= Bahía Tortugas, **BO**=La Bocana, **MA**=*Macrocystis*, **EN**=*Eisenia* norte, **ES**=*Eisenia* sur.

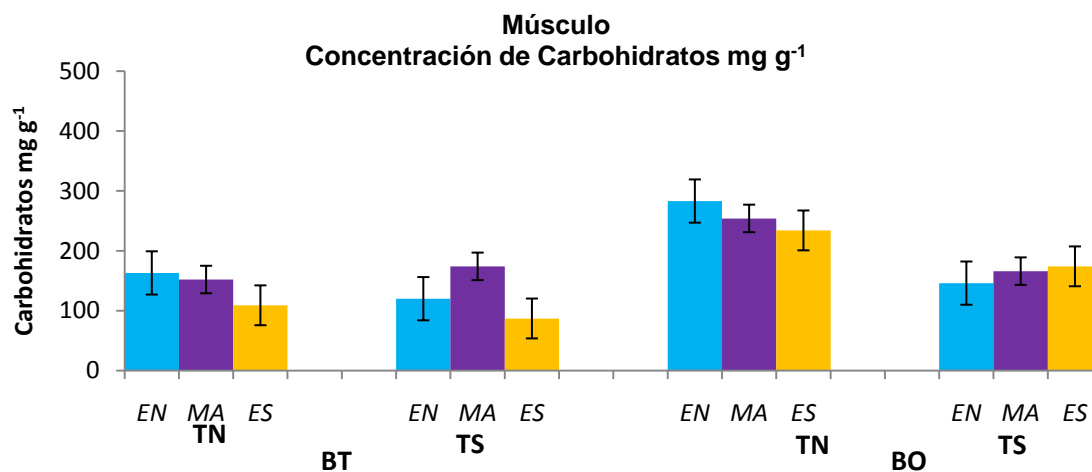


Figura 22.- Concentración de carbohidratos (mg g⁻¹) en el músculo de los caracoles alimentados bajo diferentes tratamientos. **TN**= Temperatura norte, **TS**=Temperatura sur, **BT**= Bahía Tortugas, **BO**=La Bocana, **MA**=*Macrocystis*, **EN**=*Eisenia* norte, **ES**=*Eisenia* sur.

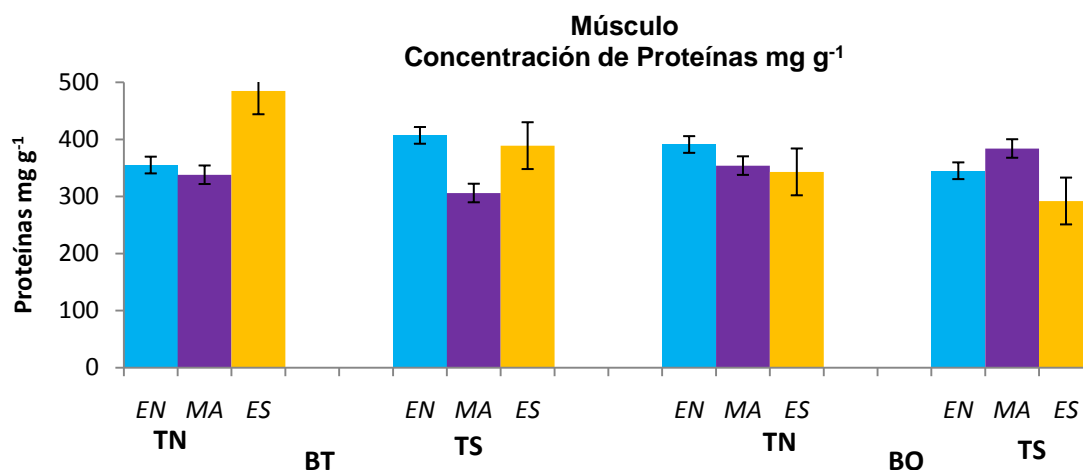


Figura 23.- Concentración de proteínas (mg g⁻¹) en el músculo de los caracoles alimentados bajo diferentes tratamientos. **TN**= Temperatura norte, **TS**=Temperatura sur, **BT**= Bahía Tortugas, **BO**=La Bocana, **MA**=*Macrocyctis*, **EN**=*Eisenia* norte, **ES**=*Eisenia* sur.

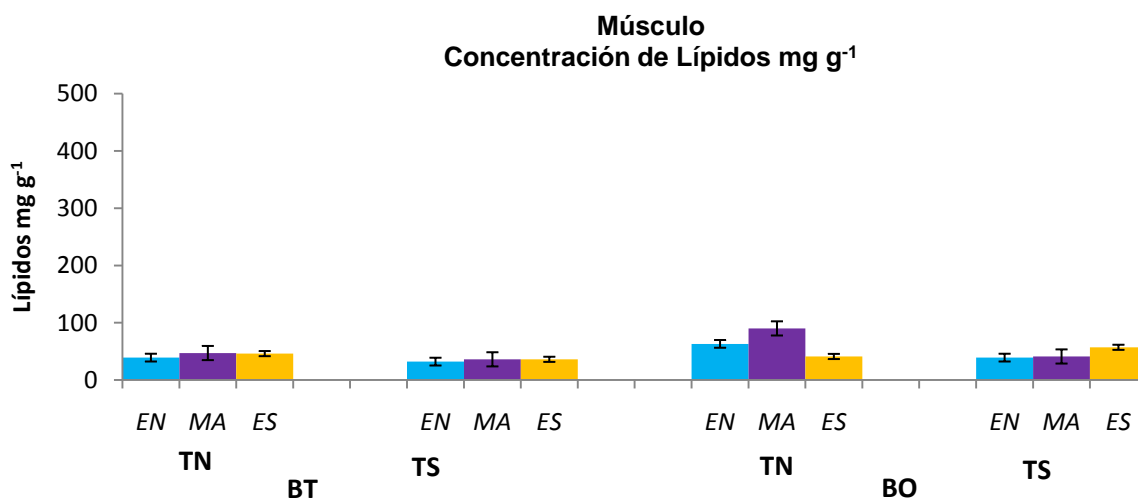


Figura 24.- Concentración de lípidos (mg g⁻¹) en el músculo de los caracoles alimentados bajo diferentes tratamientos. **TN**= Temperatura norte, **TS**=Temperatura sur, **BT**= Bahía Tortugas, **BO**=La Bocana, **MA**=*Macrocyctis*, **EN**=*Eisenia* norte, **ES**=*Eisenia* sur.

7.- DISCUSIÓN

Dieta natural

A lo largo de la península de Baja California, se ha reportado, para algunos macroherbívoros, un gradiente latitudinal en relación a su talla, siendo más grandes los organismos procedentes de localidades del norte en comparación con los de localidades del Sur, como por ejemplo, el caso del abulón (Guzmán del Prío et al., 1976; Vega et al., 1994; Serviere et al., 1998), y *M. undosa* (Poore, 1972; Barkai y Griffiths, 1986; Alfaro-Carpenter, 1999; Turrubiates y Ortiz, 1992; Gluyas-Millán et al., 2000; Rodríguez et al., 2002). Sin embargo, en los organismos colectados para los estudios de contenido estomacal no se observó este gradiente, ya que los organismos colectados en RM (norte), presentaron las tallas más pequeñas y las más grandes en comparación con los colectados en PT (norte) y LO (sur). Guzmán del Prío (1993), en un trabajo con abulón, menciona que estas diferencias pueden deberse a que la velocidad de crecimiento varía considerablemente de individuo a individuo y posiblemente de banco a banco, dada la escasa movilidad de estos organismos y la amplia heterogeneidad del hábitat rocoso en que se desarrollan.

La curva acumulativa de componentes alimenticios en relación al número de estómagos analizados mostró que, para los tres sitios con sus respectivas fechas, el número de estómagos revisados fue suficiente para representar los principales componentes de la dieta de *M. undosa*. Un mayor número de estómagos analizados incrementa el número de especies con aquellos componentes que fueron denominados como incidentales, es decir, aquellos que son consumidos con su alimento principal.

Uno de los métodos más usados para determinar la dieta natural de distintos organismos es el análisis de su contenido estomacal, lo cual da información sobre sus estrategias alimenticias y posición trófica, permitiendo evaluar su importancia en el flujo de energía del sistema (Hyslop, 1980). Sin embargo, al trabajar con contenidos estomacales existe un sesgo relacionado con la subestimación de algunos grupos que no se pueden identificar debido a que se encuentran parcial o completamente destruidos por la acidez del estómago u otros procesos digestivos, principalmente para aquellos componentes ingeridos que carecen de estructuras duras, quitinosas o calcáreas (Iken et al., 1999). Se encontró que entre un 30 a 40 % del contenido estomacal estuvo compuesto por material digerido con aspecto gelatinoso, no identificable, siendo el resto

del contenido material identificable. Las diferencias encontradas entre el grado de digestión en el material de los contenidos estomacales muestra que aunque *M. undosa* es considerado de hábitos alimentarios nocturnos (Poore, 1972), no todos los organismos se alimentan a la misma hora, por lo que a un tiempo determinado el avance en el proceso de digestión es diferente de un organismo a otro.

En el presente estudio los resultados indican que *M. undosa* es un organismo herbívoro que se alimenta de alrededor de 32 componentes diferentes, entre los que resaltan algunos por su abundancia. Entre los componentes se identificaron algas verdes, algas pardas, algas rojas, coralinas articuladas, pasto marino y en menor proporción invertebrados, así como arena y piedras. De estos componentes, solo unos cuantos son componentes principales de su dieta, de ahí que los índices ecológicos lo ubiquen como un depredador especialista. Las algas pardas, seguidas de las algas rojas, incluyendo, a las coralinas articuladas son los principales grupos consumidos por *M. undosa*. El resto de las especies del contenido estomacal pueden considerarse especies que son ingeridas incidentalmente. Este último, es el caso de los grupos de invertebrados, los cuales son ingeridos como epífitos de algunas algas y en el pasto marino.

La dieta de los caracoles cambia de un sitio a otro, teniéndose que en RM el principal componente fue *M. pyrifera*; en PT, las algas coralinas articuladas y en LO, *E. arborea*. Sin embargo, los componentes principales no variaron entre las fechas para un mismo sitio, solo variaron los componentes secundarios. Aguilar-Rosas et al. (1990) reportan un patrón similar, al describir la dieta natural *M. undosa* para otros sitios de colecta distintos a los del presente trabajo. Esto sugiere que no hay un cambio evidente en los componentes de mayor aporte a la dieta de *Megastraea* en relación a la época del año, incluyendo la época reproductiva, la cual es Noviembre/Diciembre (Guzmán del Prío, 1992).

El número de componentes de la dieta vario por fecha de colecta, ya que el número promedio de componentes por estómago de *M. undosa* vario entre uno y diez en Rincón de Méndez, entre uno y seis en Piedra de Trini y entre uno y ocho en Piedra de Lobo, atribuyendo esto a la diferencia en la diversidad de la flora en los diferentes sitios y fechas de muestreo, siendo siempre mayores en el mes de Marzo 2007 para los tres sitios y en menor proporción para el mes de Noviembre 2006 para los tres sitios. Estudios previos sobre la flora de estos arrecifes muestran que el número de especies en

primavera (Marzo) es mayor que en otoño (Noviembre) (Guzmán del Prío y Serviere *com pers*).

M. undosa es un organismo predominantemente macroherbívoro con preferencia hacia *M. pyrifera* (Leighton, 1966). Aguilar-Rosas et al. (1990) mencionan que el grupo de algas dominantes en el contenido estomacal son especies oportunistas anuales como *Sphacelaria furcigera*, *Gelidium pusillum* y *Cladophora columbiana*, encontrándose además algunos restos de animales pequeños como pedazos de copépodos, espículas de esponjas, larvas de cirripedios, foraminíferos, radiolarios, gasterópodos, hidrozoarios y ostrácodos en sitios ubicados en Punta Banda, BC. En los sitios de estudio PT, RM y LO, el grupo de algas dominante fueron *M. pyrifera*, *E. arborea* y *Corallina* sp. Las diferencias en los componentes principales de la dieta del caracol entre sitios esta relacionada con la flora local de los sitios donde fueron colectados los organismos (Guzmán del Prío, 1992).

Es interesante resaltar para este trabajo que, aunque PT y RM están geográficamente cercanos hay diferencias entre los componentes principales de la dieta, siendo las coralinas articuladas el principal componente para PT y *M. pyrifera* para RM; esto se podría deber a que la biomasa de *M. pyrifera* es menor en PT que en RM (Martone et al. en revisión). Las algas pardas *E. arborea* y *M. pyrifera* son elementos dominantes de la flora local de Bahía Tortugas, mientras que en LO domina *E. arborea*, ya que *M. pyrifera* no crece en LO, este último sitio se encuentra al sur del límite de distribución de *M. pyrifera* en la región. Uno de los principales componentes observados en la dieta natural del caracol panocha, fueron las coralinas articuladas. *M. undosa* ha mostrado en experimentos su rechazo hacia las coralinas de los géneros *Corallinas* sp. y *Lithothrix* sp. (Leighton, 1971), las cuales generalmente son consumidas por especies con rádulas polioplacophora o docoglossa (Steneck y Watling, 1982). Asimismo, es conocido que el carbonato de calcio de las algas coralinas reduce su valor calórico (Hawkins y Hartnoll, 1983), por lo cual su consumo se contrapone a la premisa de la teoría del óptimo forrageo (Hughes, 1980) bajo la cual el comportamiento de alimentación tiende a maximizar la asimilación de energía por unidad de tiempo. Aguilar-Rosas et al. (1990) mencionan que el carácter persistente de las coralinas en la dieta del caracol denota las condiciones limitantes de alimento macroalgal. Sin embargo, en los sitios del presente estudio las coralinas representan un componente importante de la dieta, principalmente

en PT, a pesar de que existe una flora diversa y abundante en los sitios. Las densidades de *Megastraea* son altas en PT y que *M. pyrifera* es limitado allí (Martone, 2009). Los mecanismos de denso-dependencia, podrían llevar a presentar estas diferencias a escalas locales.

El pasto marino, *Phyllospadix torreyi*, es otro componente que a pesar de no ser principal, es frecuente en el contenido estomacal de los caracoles colectados en Bahía Tortugas. En adultos de abulón azul, *H. fulgens*, el pasto *Phyllospadix torreyi*, es un componente recurrente en su dieta (Serviere-Zaragoza et al., 1998). Estudios en laboratorio sobre el crecimiento de abulón, mostraron que el pasto marino fue un alimento aceptable y el crecimiento de juveniles alimentados con pasto, aunque bajo, no fue diferente al los que se alimentaron con otras macroalgas como *Gelidium* sp. y *E. arborea* (Serviere-Zaragoza et al., 2001).

En algunos abulones adultos al igual que para el caracol panocha, los invertebrados (hidrozoarios, copépodos, pequeños gasterópodos, ascidias, briozoarios, foraminíferos, pequeños crustáceos, anélidos y esponjas) no son una parte importante de su dieta. Por lo que probablemente la ingestión solo dependa de la distribución y abundancia de los invertebrados asociados con las macroalgas (Leighton y Boolotian, 1963; Sheperd, 1975; Stoner y Waite, 1991; Sawatpeera et al., 1998). En cuanto a la presencia de partículas inorgánicas, como lo son finas piedras y arena estas pueden ser un factor importante que coadyuva a la trituración de los alimentos, o también que contribuyen a la calidad de la alimentación al estar recubiertas por películas de microorganismos saprobios con valor nutricional (Odum, 1970).

Efecto de la dieta y temperatura en la composición bioquímica

Al final del ensayo, a los 5 meses, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos durante el desarrollo del ensayo experimental en relación a los parámetros fisicoquímicos del agua ($p > 0.05$), sin embargo si se detectaron diferencias en el peso de los organismos que se mantuvieron en los distintos tratamientos, pero no en su talla. El incremento en peso puede estar relacionado con la calidad del alga consumida por los organismos (Leighton y Boolootian, 1963). Shepherd y Steinberg (1992) mencionan tres factores (presencia de metabolitos químicos, la morfología algal y el valor

nutricional) que pueden afectar la aceptabilidad del alimento para los organismos, dentro de estos factores se encuentra la importancia del valor nutricional.

En relación al valor nutricional de las macroalgas, sus constituyentes químicos varían de una especie a otra, por la profundidad, las estaciones del año, la exposición al oleaje, las corrientes, la concentración de nutrientes, la temperatura y distribución geográfica (Levring et al., 1969; Haug y Jensen, 1954). La composición en proteínas, carbohidratos y lípidos de las macroalgas usadas para alimentar a los caracoles fue diferente entre las especies; sin embargo, sus perfiles químicos coinciden con los reportados para otras macroalgas consumidas por herbívoros marinos, esto es, 15 % de proteína, 3-5% de lípidos y 20-30% de carbohidratos (Santelices, 1986). Los carbohidratos, proteínas y lípidos, así como el resto de los constituyentes de los alimentos son los principales suministros de energía para los organismos (Guyton, 1983).

En las macroalgas, los carbohidratos representan el mayor porcentaje de su composición, ya que estos forman parte del material de almacenamiento, para este estudio las tres dietas empleadas corresponden a la Division Pheophyta, presentando como material de reserva el manitol. Como constituyentes de la pared celular para esta división se presentan la alginina y fucoidina. Las proteínas de las macroalgas contienen al menos 22 aminoácidos (Santelices, 1986). El contenido de lípidos en las macroalgas es generalmente bajo. Siendo que las algas café pueden alcanzar hasta un 6.3% del peso del alga (Santelices, 1986).

Leighton (1966) encontró que *M. pyrifera*, ha mostrado tener un mejor nivel nutricional que otras especies disponibles en las costas de Baja California Sur como *Eisenia arborea*, *Gelidium robustum* y *Phyllospadix torreyi* para *H. fulgens* (Leighton, 1966; Serviere et al., 2001; Ponce et al., 2004). Sin embargo para este trabajo tanto los organismos alimentados con *M. pyrifera* y *E. arborea* del norte, para ambas temperaturas mostraron un incremento en el peso. En la composición proximal de las dietas, en su mayoría, los valores más bajos los presentaba el alga *E. arborea* del sur (proteína 12.1 %, lípidos 3.3 %, ceniza, 25.2 %), mientras que los valores más altos en su mayoría los presento *M. pyrifera* (proteína 16.4 %, cenizas 43.18 %), sin embargo sería de esperarse que el incremento en peso o de las concentraciones de los bioquímicos por esta misma razón fuera más alta en los organismos alimentados con esta última alga, sin embargo los resultados de los análisis proximales de *E. arborea*

del norte se encontraba en algunos casos intermedios con los valores proximales de *E. arborea* del sur y los de *M. pyrifera*, los organismos que se alimentaron con *E. arborea* del norte, también incrementaron en peso.

En este estudio se observó que los organismos alimentados con las tres dietas mantienen una concentración similar de los bioquímicos (carbohidratos, proteínas y lípidos) sin mostrar diferencias significativas excepto en algunos tratamientos, los cuales serán mencionados más adelante. En *E. arborea* norte se observa una mayor concentración de carbohidratos en el músculo para organismos procedentes de ambas localidades y para ambas temperaturas, al igual que para proteínas en músculo y hepatopáncreas, mientras que *M. pyrifera* es una dieta que mantiene altos los niveles de proteínas en el hepatopáncreas, sin embargo cabe resaltar que es la única dieta con la que se observa una mayor cantidad de lípidos para ambos tejidos. Mientras que en *Eisenia arborea* del sur, se observa una mayor concentración de carbohidratos en el hepatopáncreas y proteína en músculo.

Al final del ensayo, se detectó un aumento en las concentraciones de lípidos en el hepatopáncreas de los caracoles alimentados con *M. pyrifera*, independientemente de la temperatura y la localidad, esto coincide para otros gasterópodos (*Haliotis fulgens*) alimentados con esta misma alga (Ponce et al., 2004), es importante mencionar que en la composición proximal, el valor de lípidos fue similar entre en las tres dietas, siendo que el valor más bajo lo presentó *E. arborea* del sur (ES 3.3 %) sin presentar diferencias significativas. Las macroalgas presentan perfiles de lípidos, que difieren entre taxones, y varían geográfica y estacionalmente (Nelson et al., 2002b). En Baja California Sur, *E. arborea* y *M. pyrifera* tienen bajos niveles de lípidos, que van desde 0,4% a 1,0%, sin diferencias significativas, tal como lo reportado para este estudio (Serviere-Zaragoza et al., 2002). Sin embargo, según Mercer et al. (1993), los niveles de lípidos, en los tejidos de reserva reflejan la combinación de los niveles de lípidos en la dieta y su biodisponibilidad a los animales. El tejido que reflejó una mayor concentración de lípidos fue el hepatopáncreas de los organismos alimentados con *M. pyrifera*, mismos que tuvieron el mayor número de organismos con presencia de gónadas. Sin embargo, en todos los tratamientos se observó la presencia de gónada, siendo menor (2 ó 3 organismos con gónada) en organismos alimentados con *E. arborea* del sur, Sin embargo, los organismos alimentados con *M. pyrifera* y *E. arborea* del norte pudieron

obtener o asimilar la energía suficiente para el incremento en peso y para el proceso de la gametogénesis, teniendo en cuenta que fueron capaces de desviar las reservas de energía como los carbohidratos en los tejidos del músculo.

El hepatopáncreas en los caracoles está ligado a la gónada, debido a esto se observa una mayor cantidad de lípidos que hidratos de carbono, en contraste con el músculo. Esta distribución de los lípidos y los carbohidratos en los tejidos del hepatopáncreas y muscular se mantiene como un patrón característico en la mayoría de los gasterópodos (Webber, 1977).

Mientras que para el músculo, se observó una mayor cantidad de hidratos de carbono y de proteínas que de lípidos, observando lo contrario para el hepatopáncreas, lo que sugiere que el músculo constituye un depósito de energía importante en *M. undosa*, almacenado posiblemente como glucógeno como en otros gasterópodos como abulón *H. discus hannai* y *H. tuberculata* (Mercer et al., 1993).

Webber (1977) mediante estudios previos en laboratorio con otros gasterópodos, observó que el contenido de proteína en el músculo es un buen indicador en la nutrición de estos organismos ya que, en un experimento se les privó de alimento a los caracoles por un lapso de semanas, encontrando que los gasterópodos primero catabolizan los carbohidratos y los lípidos antes de catalizar las proteínas cuando se les priva de alimentos. Cabe resaltar que para este estudio, al final del ensayo todos los organismos se encontraban con un mismo patrón de concentración de los bioquímicos en cada uno de sus tejidos y en ninguno de los tratamientos se observó algún cambio físico en el músculo. Debido a que este es el principal reservorio de proteínas es un buen indicador para observar dichos cambios, como decoloración o cambio en la textura del tejido. Además en ningún tratamiento se encontró diferencias significativas con respecto a la mortalidad, manteniéndose en un 98% de sobrevivencia. Esto es relevante ya que en sistemas de cultivo para engorda de organismos uno de los aspectos más importantes es el peso del músculo, por lo anterior se considera que *E. arborea* del norte y *M. pyrifera* son un buen alimento para los caracoles. Mientras que los organismos alimentados con *E. arborea* del sur, procedentes de La Bocana, y bajo el régimen de temperatura del sur, fueron los que mostraron un decremento en peso, esto se podría explicar debido a que el aumento de la temperatura acelera el metabolismo de muchas especies, incluyendo *M. undosa* (Schwalm, 1973). A través de efectos de Q₁₀, las temperaturas

más cálidas que no van más allá de los umbrales térmicos debería favorecer a las tasas fisiológicas y, en igualdad de condiciones, estimular el crecimiento (Somero, 2002). Pero, en sistemas de surgencia costera y temperaturas cálidas a menudo indican una baja en sus nutrientes, lo que reduce la disponibilidad de macroalgas o bajas en la concentración de nitrógeno en los tejidos, y así disminuye la cantidad o la calidad de los alimentos para herbívoros bentónicos (Menge et al., 1999, Hernández-Carmona et al., 2001, Nielsen y Navarrete, 2004, Edwards y Hernández-Carmona, 2005).

Los herbívoros presentan una alta demanda metabólica, por lo que la adquisición individual de los niveles de nutrientes para satisfacer los requerimientos para el mantenimiento, crecimiento y reproducción, deben ser por medio de la ingesta de alimentos con una mayor cantidad de nutrientes (Foster et al., 1999; Cruz-Rivera y Hay, 2000a; Barile et al., 2004) o en un elevado consumo de alimentos aunque con una menor cantidad de nutrientes (Cruz-Rivera y Hay, 2000a). El aumento de la tasa metabólica debido al aumento de las temperaturas, junto con la disponibilidad de alimentos o la disminución de la calidad puede dar lugar a efectos negativos sobre el crecimiento en peso, tal como lo observado en laboratorio.

Con la finalidad de eliminar el efecto del ambiente en los organismos, y lograr observar el efecto que podría tener cada uno de los tratamientos, los caracoles fueron aclimatados por un periodo de un mes, alimentados con *Macrocystis pyrifera* y mantenidos bajo una temperatura de 20 °C. Al finalizar el experimento, los organismos procedentes de Bahía Tortugas, independientemente de la dieta y de la temperatura mostraron las mayores concentraciones de lípidos en el tejido del hepatopáncreas ($p < 0.05$), mientras que los organismos procedentes de La Bocana, mostraron una mayor concentración de carbohidratos en el músculo ($p < 0.05$). Por otro lado, en los organismos bajo el régimen de temperatura del norte, se observó la mayor concentración de lípidos en el hepatopáncreas, independientemente de la dieta y de la localidad. Lo anterior, permite sugerir que las diferencias encontradas entre las dos poblaciones, sea un reflejo de una posible diferenciación genética, efecto que ha sido documentado para otros moluscos y específicamente en el Noroeste de México en la almeja Catarina, *Argopecten ventricosus*, al crecer a organismos de diferentes poblaciones bajo las mismas condiciones ambientales, (Cruz et al., 1998; Cruz et al.,

2000). Se reconoce que el efecto del medio ambiente sobre el fenotipo es aditivo, y cada ambiente aumenta o reduce en la misma proporción el fenotipo independientemente del genotipo (Hartl, 1991). Sin embargo, cuando no se cumple lo anterior, esto es, cuando el efecto que tiene el medio ambiente sobre el fenotipo es diferente en función de cada genotipo, el resultado es lo que se conoce como una interacción genotipo-medio ambiente. Las diferencias observadas entre los organismos de Bahía Tortugas y La Bocana, podrían deberse a: 1) Diferenciación genética entre las poblaciones, lo cual implicaría cierto aislamiento y baja conectividad; lo cual es poco probable, ya que en estudios previos realizados en abulones en la misma región se ha demostrado que existe un gran flujo genético al no presentarse barreras geográficas y por ende una deriva larval por las corrientes imperantes (Gutierrez-Gonzalez et al., 2007; Díaz-Viloria et al., 2009); 2) Diferente proceso de aclimatación y/o adaptación en los organismos adultos, debido a la expresión diferencial de genes clave y/o diferencias alélicas en los genes que están relacionados con las rutas metabólicas para la acumulación y aprovechamiento de lípidos y carbohidratos. Se recomienda para futuros estudios, realizar un análisis de estructura genética poblacional con marcadores neutros y con genes que estén sujetos a presión ambiental, para confirmar si las diferencias en los fenotipos, son un reflejo de poblaciones adaptadas genéticamente a diferentes condiciones ambientales y correlacionar estas diferencias con las concentraciones de lípidos y carbohidratos observados en este estudio

8. CONCLUSIONES

-Los principales componentes de la dieta natural de *M. undosa* para este estudio son *M. pyrifera*, *E. arborea* y algas coralinas articuladas.

-Existen diferencias en la composición general de la dieta natural de *M. undosa* entre los arrecifes y sus respectivas fechas.

-Los componentes principales para cada arrecife y su respectiva fecha no varían a lo largo del año.

-*M.undosa* se identifico como un herbívoro generalista en la región de estudio.

-A pesar de la cercanía geográfica entre los arrecifes RM y PT, la composición de la dieta natural de *M. undosa* varía significativamente.

-La composición proximal de las dietas proporcionadas a los caracoles en el ensayo experimental fue diferente.

-*M. pyrifera* presento una mayor concentración de proteínas y cenizas, que *E. arborea* del norte y sur.

-El Hepatopáncreas de todos los organismos presentan las concentraciones más bajas de carbohidratos, sin embargo contiene la mayor concentración de lípidos.

-El Músculo de todos los organismos presenta la mayor concentración de proteínas y carbohidratos.

-Existe probamente un efecto en la interacción genotipo-medio ambiente.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Abbot I.A. y Hollenberg G.J. 1976. Marine Algae of California. Stanford University Press. California. 827.

Aguilar Mora Fátima. 2008. Dieta natural de *Megathura crenulata* (Sowerby, 1825) en arrecifes rocosos de la costa Pacífica de Baja California Sur, México. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 63pp.

Aguilar-Rosas, R., G. Torres-Moye, A. Almaza-Heredia. 1991. Análisis cualitativo de la dieta macroalgal del caracol *Astraea undosa* Wood 1828, en Punta Banda, Baja California, México. Ciencias Marinas 16(4): 111–120.

Alfaro, A.C. y Carpenter, R.C. 1999. Physical and biological processes influencing zonation patterns of a subtidal population of the marine snail. *Astraea (Lithopoma) undosa* Wood 1828. J. ex. Mar. Biol. Ecol. 240: 259-283.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1980. Official methods of analysis. 13th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. 1108 pp.

Barile, P. J., B. E. Lapointe and T. R. Capo. 2004. Dietary nitrogen available in macroalgae enhances growth of the sea hare *Aplysia californica* (Opisthobranchia: Anaspidea). Journal of Experimental Marine Biology y Ecology 303:65-78.

Barkai, R. y C.L.Griffiths. 1986. Diet of the south African abalone *Haliotis midae*. S. Afr. Journal Marine Science. 4:37-44.

Barnes R.B. 1996. Zoología de los invertebrados. Interamericana.

Barnes, H. y J. Blackstock. 1973. Estimation of lipids in marine animals and tissues: detailed investigation of the sulphophosphovanillin method for 'total' lipids. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 12:103-118.

Belmar-Pérez J. 1988. Estudio preliminar sobre la biología reproductiva y aspectos ecológicos de *Astraea undosa* Wood, 1828 (Mollusca, Gastrópoda:Turbinidae). Tesis profesional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. México.

Belmar-Pérez, J. S.A. Guzmán del Prío I, Martínez- Morales. 1991. En prensa. Madurez gonádica y ciclo reproductor de *Astraea undosa* (caracol panocha), Wood 1828, Gastropoda:Turbinidae, en Bahía Tortugas, B.C.S. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México.

Blanchette, C., B. Broitman and S. Gaines. 2006. Intertidal community structure and oceanographic patterns around Santa Cruz Island, CA, USA. Marine Biology: 1-13

- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72:248-253.
- Cailliet, G. M., M.S. Love y A.W. Ebeling. 1986. *Fishes: A field and laboratory manual on their structure, identification and natural history.* Wadsworth Publishing, Belmont, California, 194 pp.
- Carr M, Kearns E. 2003. Production regimes in four eastern boundary current systems. *Deep-Sea Res. II.* 50: 3199–3221.
- Cervantes-Duarte y S. Hernández –Trujillo. 1989. Características hidrográficas de la parte sur de la corriente de California y su relación con algunas especies de copépodos en 1983. *Investigaciones Marinas CICIMAR.* (4)2: 211-224.
- Cox, T., and S. Murray. 2006. Feeding preferences and the relationships between food choice and assimilation efficiency in the herbivorous marine snail (*Lithopoma undosum*) (Turbinidae). *Marine Biology* 148:1295-1306.
- Cruz, P., J.L. Ramirez., G.A. Garcia. A. M. Ibarra. 1998. Genetic differences between two populations of catarina scallop (*Argopecten ventricosus*) for adaptations for growth and survival in a stressful environment. *Aquaculture* 166, 321-335.
- Cruz, P., C. Rodríguez-Jaramillo, A.M. Ibarra. 2000. Environment and population origin effects on first sexual maturity of catarina scallop, *Argopecten ventricosus* (Sowerby II, 1842). *J. Shellfish Res.* 19, 89-93.
- Cruz-Rivera, E and M. E. Hay. 2000b. The effects of diet mixing on consumer fitness: macroalgae, epiphytes, and animal matter as food for marine amphipods. *Oecologia* 123:252-264.
- De la Rosa-Velez, J.G. Torres Moye, A. Silva Lorena, Almanza Heredia y E. Almanza Heredia. 1991. Evaluación integral de los recursos con potencial económico de la costa oeste de Baja California: el caracol *Astraea undosa* (Mollusca: Gastropoda). *Informa Académico Facultad de Ciencias Marinas, U.A.B.C. México.*
- Díaz-Viloria, N., P. Cruz., S. A. Guzmán-del Prío., R. Pérez-Enríquez. 2009. Genetic connectivity among pink abalone *Haliotis corrugata* populations. *Journal of Shellfish Research.* 28, 599-608.
- Edwards, M. S. and G. Hernández-Carmona. 2005. Delayed recovery of giant kelp near its southern range limit in the North Pacific following El Niño. *Marine Biology* 147:273-279.
- Espinosa-Carreón TL, T. Strub., E. Beber., F. Ocampo-Torres., G. Gaxiola-Castro. 2004. Seasonal and interannual variability of satellite-derived chlorophyll pigment, surface height, and temperature of Baja California. *J. Geophys. Res.* 109:30-39.

Foster, G. G., A. N. Hodgson and M. Balarin. 1999. Effect of diet on growth rate and reproductive fitness of *Turbo sarmaticus* (Mollusca: Vetigastropoda: Turbinidae). *Marine Biology* 134:307-315

Gluyas-Millán M.G., C. Quiñonez Velázquez., A. Massó Rojas y F. Melo-Barrera .1999. Diferencias en la relación talla-edad del caracol panocha *Astraea undosa* (Wood 1828) entre dos localidades de Bahía Tortugas, Baja California Sur, México. *Cien. Mar.* 25(1):91-106.

Gluyas-Millán, M. G., C. Quiñonez-Velazquez and J. Talavera-Maya. 2000. Population parameters of the snail *Astraea undosa* (Wood 1828) from the west coast of the Baja California peninsula. *Ciencias Marinas* 26:643-658.

Goldman Martone R.L.2009. Geographic variation in species demography and community structure in temperate rocky reefs. Department of biology and the committee on graduate studies of stanford university. Doctor of philosophy. 115 pp.

Gutiérrez-González, J.L., P. Cruz., M.A. del Rio-Portilla., R. Pérez- Enríquez, 2007. Genetic structure of green abalone *Haliotis fulgens* population off Baja California, Mexico. *Journal of Shellfish Research*. 26, 839-846.

Guyton, A.C. 1983. *Fisiología humana*. Ed. Interamericana. México. 490 pp.

Guzmán del Prío (Eds.). *Abalone of the World: Biology, Fisheries and Culture*. 169-181 pp.

Guzmán del Prío (eds.). *Fishing New Books*: 341–360.

Guzmán del Prío S.A. 1993. Crecimiento de *Haliotis fulgens* en Bahía Asunción, Baja California Sur, México. *Anales de Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. 38: 59-66.

Guzmán del Prío S.A., S. Campa-Guzmán., J. Pineda-Barrera. 1972. Flora macroscópica asociada a los bancos de abulón (*Haliotis spp.*) en algunas áreas de la costa occidental de Baja California. IV Congreso Nacional de Oceanografía, México.

Guzmán del Prío, S. A. y V. Marín. 1976. Resultados preliminares sobre crecimiento de abulón amarillo y azul (*Haliotis corrugata* y *H. fulgens*) en Punta Abreojos, B. C. México, Instituto Nacional de Pesca.

Guzmán del Prío, S.A. 1992. A review of the biology of abalone and its fishery. In: *Abalone of the world: biology, fisheries and culture*. S.A. Shepherd, M.J. Tegner and S.A.

Guzmán del Prío, S.A., L. Carreón Palau., J. Belmar Pérez., J. Carrillo Laguna y R. Herrera Fragoso. 2003. Effects of the “El Niño” event on the recruitment of benthic invertebrates in Bahía Tortugas, Baja California Sur. *Geofísica Intern.* 42(3):429-438.

- Haug, A. y A. Jensen. 1954. Seasonal variations on the chemical composition of *Alaria esculenta*, *Laminaria saccharina*, *Laminaria hyperborea* and *Laminaria digitata* from northern Norway. Reports of the Norwegian Institute of Seaweed Research No. 4 pp.
- Hawkins, S.J. and R.G. Hartnoll. 1983. Grazing of intertidal algae by marine invertebrates Oceanography. Mar. Biol. Annu. Rev., 21:195-282.
- Hernandez-Carmona, G., D. Robledo and E. Serviere-Zaragoza. 2001. Effect of nutrient availability on *Macrocystis pyrifera* recruitment and survival near its southern limit off Baja California. Botanica Marina 44.
- Hickey BM. 1979. The California Current System-hypotheses and facts. Progr. Oceanogr. 8: 191–279.
- Hughes, R.N. (1980). Optimal foraging theory in the marine context. Oceanogr. Mar. Biol., 18: 423-481.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their application-. Journal of Fishery Biology 14: 411–429.
- Iken, K., M.L. Quartino y C. Wiencke. 1999. Histological identification of macroalgae from stomach contents of the antarctic fish *Notothenia coriiceps* using semi-thin sections. Marine Ecology 20(1): 11–17.
- Joly, A.B. 1967. Géneros de algas marinas da costa Atlantica Latino-americana. Sao Paula Brasil. Universidad de De Sao Paulo. 421.
- Keen, A. M. 1971. Sea Shells of Tropical West America. 2nd. Ed. Stanford Univ. Press. Calif. 1064 pp.
- Kozloff, E.N. 1987. Marine Invertebrates of the pacific Northwest. Ed. University of Washington. 511 pp.
- Krebs C.J. 1985. Ecological methodology. Addison Wesley Longman. California. 607.
- Leighton, D.L. 1966. Studies of preference in algivorous invertebrates of southern California kelp beds. Pacific Science, 20: 104-113.
- Leighton, D.L. 1971. Grazing activities of benthic invertebrates in southern California kelp beds. Nova Hedwigia, 32: 421-453.
- Leighton, D.L. and Boolootian, R.A. 1963. Diet and growth in the black abalone, *Haliotis cmchemdii*. Ecology, 44(2): 227-238.
- Levring T, H. Hoppe y O. J. Schmid. 1969. Marine algae, a survey of research and utilization. Hamburg: Cram, de Gruyter and Co. 421pp.

Magurran, A.E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement, Princeton University Press. New Jersey. 179 pp.

Mann, K. H. and J. R. N Lazier. 1991. Dynamics of marine ecosystems: biological-physical interactions in the oceans. Blackwell, Boston, MA, USA

Mazariegos Villareal, A.2003. Componentes de la dieta natural del abulón azul, *Haliotis fulgens* Philippi, en dos localidades de la costa pacífica de Baja California Sur, México. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Departamento de Biología Marina. La Paz. 72 pp.

Menge, B. A., B. Daley A., P. A. Wheeler., E. Dahlhoff., E. Sanford and P. T. Strub. 1997. Benthic-pelagic links and rock intertidal communities: Bottom-up effects on top-down control Proceedings of the National Academies of Science 94:14530-14535

Mercer, J.P., K.S. Maiy Donlon. 1993. Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* Linnaeus y *Haliotis discus hannai* Ino I. Effects of algae diets on growth and biochemical composition. Invertebrate Reproduction and Development 23(2-3):75-88.

Morris, H.R., P.D. Abbott., C.E. Haderlie. 1980. Intertidal Invertebrates of California. Stanford University Press, Stanford California. 690 pp.

Nelson, M.M., D.L. Leighton., C.F. Phleger y P.D. Nichols. 2002a. Comparison of growth and lipid composition in the green abalone, *Haliotis fulgens*, provided specific macroalgae diets. *Comp. Biochem. Phys. B.* 1331: 695-712.

Nielsen, K. J., and S. A. Navarette. 2004. Mesoscale regulation comes from the bottom-up: intertidal interactions between consumers and upwelling. *Ecology Letters* 7:31-41.

Odum, W.E.1970. Utilication of the direct grazing and plant detritus food chains by striped mullets *Mugil cephalus*. 222-240pp.

Oropeza, V.E. 1993. Proyecto de factibilidad técnico pesquera para la solicitud de concesión de pesca comercial de las especies de abulón, langosta y caracol para la SCPP "Puerto Chale". S.C.L. Mem. Téc. Prof. Área de Ciencias del Mar. UABCS. 93 pp.

Parés-Sierra A, M. López., E. Pavía. 1997. Oceanografía Física del Océano Pacífico Nororiental. En: M. Lavín (ed). Contribuciones a la Oceanografía Física en México Monografía 3, Unión Geofísica Mexicana 1-24.

Pinkas, L., M.S. Oliphant, I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. State of California. The Resources Agency. Dept. Fish and Game, Fish Bull. 105 pp.

Ponce-Díaz G., S. Lluch-Cota., J. Bautista-Romero y D. Lluch-Belda.2003b. Multiscale characterization of the sea temperature in an area of abalone banks (*Haliotis* spp.) at Bahía Asunción, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 29(3):291-3Ponce-

- Diaz, G., E. Serviere-Zaragoza., I. S. Racotta., T. Reynoso-Granados., A. Mazariegos-Villarreal., P. Monsalvo-Spencer and D. Lluch-Belda. 2004. Growth and tissue biochemical composition of *Haliotis fulgens* at elevated temperatures in Baja California under two dried brown algal diets. *Journal of Shellfish Research* 23:1051-1057.
- Poore, G.B. 1972. Ecology of New Zealand abalones, *Haliotis* species (Mollusca: Gastropoda). *Journal of Marine and Freshwater Research* 6(1-2):11-22.
- Roe, J. H., J. Bailey., M., R. Gray y J. N. Robinson. 1961. Complete removal of glycogen from tissues by extraction with cold trichloroacetic acid Solution. *The Journal of Biological Chemistry*. 236(5):1244-1246.
- Roe, J.H. 1955. The determination of sugar in blood and spinal fluid with antrone reagent. *J.Biol. Chem.* 212:335-343.
- Santelices, B. 1986. Uso y funciones ecológicas de las algas marinas bentónicas. *Monografías Biológicas*. Santiago, Chile. 4:308 pp.
- Sawatpeera, S., E. S. Upatham., M. Kruatrachue., V. Ingsrisawang., Y Singhagriawan., P. Chitramvong y K. Parkpoomkamol 1998. Determination of gut contents of thai abalone *Haliotis asinina* Linnaeus. *Journal of Shellfish Research*. 17:765-769.
- Schwalm, C. C. 1973. Population dynamics and energetics of *Astraea undosa*. Master of Science. California State University, San Diego, San Diego, CA.114. Shine, R., and L.
- Schwarzkopf. 1992. The evolution of reproductive effort in lizards and snakes. *Evolution* 46:62-75.
- Serviere-Zaragoza E., A. Mazariegos-Villarreal., G. Ponce-Diaz y S. Montes-Magallón. 2001. Growth of juvenile abalone, *Haliotis fulgens* Philippi, fed different diets. *Journal of Shellfish Research* 20(2): 689-693.
- Serviere-Zaragoza, E., D.Gómez-López y G. Ponce-Díaz. 1998. The natural diet of the green abalone (*Haliotis fulgens* Phillipi) in the southern part of its range, Baja California Sur, México, assessed by an analysis of gut contents. *Journal of Shellfish Research* 17(3): 777-782.
- Sheperd S.A. 1975. Distribution, habitat and feeding habits of abalone. *Aust. Fish* 34 (1) 12-15
- Shepherd, S. A. and P. D Steinberg. 1992. Food preferences of three Australian abalon species with a review of the algal food of abalone. En: Sheperd, S. A., M. J. Tegner y S.A.
- Singh -Cabanillas J.1996. Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Gobierno del Estado de Baja California Sur. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Centro de Investigaciones

Biológicas del Noroeste. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras. Centro de Estudios Tecnológicos del Mar.

Siqueiros-Beltrones, D., S. Guzmán-del Próo., E. Serviere-Zaragoza. 2005. Main Diatom Taxa in the Natural Diet of Juvenile *Haliotis fulgens* and *H. corrugata* (Mollusca: Gastropoda) in Bahía Tortugas and Bahía Asunción, B. C. S., México. *Pacific Science*. 59 (4): 581–592.

Sokal, R.R. y J.F Rohlf. 1995. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. New York: W.H. Freeman and Company. 887 pp.

Somero, G. N. 2002. Thermal physiology and vertical zonation of intertidal anials: optima, limits, and cost of living. *Integrative and Comparative Biology* 42:780-796.

Steneck, R.S and L. Watling 1982. Feeding capabilities and limitation of herbivorous molluscs: A functional group approach. *Marine Biology*, 68: 299-319.

Sumpton, W. y J Greenwood. 1990. Pre and Post flood feeding ecology of four species of juvenile fish from the logan Albert esruarine sistem, Bay, Quesland. *Aust. J. Mar. Fresch. Res.*, 41:795-806.

Turrubiates Morales, R. and J.L Castro-Ortiz. 1992. Growth of *Haliotis fulgens* in Bahía Tortugas, Baja California Sur, Mexico. In: S. Guzmán del Próo, M.J. Tegner and S.A. Shepherd (eds.), *Abalone of the World: Fisheries and Culture* (supplementary papers). *Fisheries Research Papers*, Dept. of Fisheries, South Australia, 24: 10–15.

Vega, A., G. León, y M. Muciño, 1994. Programa de investigación y desarrollo científico para el cultivo de abulón II. Secretaria de Pesca Convenio sepesca/CIB. México 118 pp.

Venrick EL. 2000. Summer in the Ensenada Front: The distribution of phytoplankton species, July 1985 and September 1988. *J. Plankton Res.* 22: 813–841.

Weber, H. H. 1970. Changes in metabolite composition during the reproductive cycle of the abalone *Haliotis cracheroidii* (Gastropoda:Prosobranchiata). *Physiol. Zool.* 43:213-231.

Yáñez-Arancibia, A., J. Curiel-Gómez., V. L. De-Yáñez., 1976: Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caeruleascens* (Gunther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México. (Pises: Ariidae). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, Universidad Nacional Autónoma de México 3: 125–180.

Zar J.H. 1984. *Biostatistical Análisis*. Prentice may. USA. 718.

Zaytsev, O., Cervantes-Duarte R., Montante O. and A. Gallegos-Garcia. 2003. Coastal upwelling activity on the Pacific shelf of the Baja California peninsula. *Journal of Oceanography* 59:489-50

10. ANEXOS

Listado TAXONOMICO

Listado taxonómico basado en Abbott y Hollenberg (1976) para las algas y Morris et al. (1980) y a Keen (1971) para los grupos de invertebrados, marcados en negritas están los componentes que se identificaron hasta nivel genero

Reino	Algae
División	Clorophyta
Clase	Ulvophyceae
Orden	Cladophorales
Familia	Cladophoraceae
Género	<i>Chaetomorpha sp.</i>

Clase	Bryopsidophyceae
Orden	Bryopsidales
Familia	Codiaceae
Género	<i>Codium sp.</i>

División	Phaeophyta
Clase	Phaeophyceae
Orden	Dyctyotales
Familia	Dyctyotaceae
Género	<i>Dictyota sp.</i>

Orden	Sphacelariales
Familia	Sphacelariaceae
Género	<i>Sphacelaria sp.</i>

Orden	Laminariales
Familia	Lessoniaceae
Género	Macrocystis
Especie	<i>Macrocystis pyrifera</i>

Orden Fucales
 Familia Cystoseiriaceae
 Género Cystoseira
 Especie *Cystoseira osmundacea*

Orden Laminariales
 Familia Lessoniaceae
 Género Eisenia
 Especie *Eisenia arborea*

División Rhodophyta
 Clase Florideophyceae
 Orden Nemaliales
 Familia Gelideaceae
 Género *Gelidium sp.*

Orden Gracilariales
 Familia *Family* Gracilariaceae
 Género *Gracilaria sp.*

Orden Cryptonemiales
 Familia Corallinaceae
 Género *Corallina sp.*
Bossiella sp.

Familia Cryptonemiaceae
 Género *Halymenia sp.*
Carpopeltis sp.

Orden Gigartinales
 Familia Plocamiaceae
 Género Plocanium
 Especie *Plocanium cartilagineum*

Familia Delesseriaceae
 Género **Myriogramme sp.**
Cryptopleura sp.
Delesseriaceae
 Nienburgia
 Especie *Nienburgia andersoniana*

Familia Rhodomelaceae
 Género *Pterosiphonia sp.*

Orden Ceramiales
 Familia Rhodomelaceae
 Género *Laurencia sp.*

Orden Bangiales
 Familia Bangiaceae
 Género *Porphyra sp.*

Phyllum Magnioliophyta
 Clase Liliopsida
 Orden Potamogetonales
 Familia Cymodoceae
 Género Phyllospadix
 Especie *Phyllospadix torreryi*

Reino Animalia
 División Cnidaria
 Clase Hidrozoa
 Subclase Hydroidilina
 Orden Leotothecatae
 Familia Sertulariidae
 Género *Dynamena sp.*

Phyllum Mollusca
 Clase Gastropoda
 Orden Heterostropha
 Familia Eumilidae

Balcis

Familia Capulidae
Capulus

Familia Aclidade

Clase Bivalvia
 Subclase Heterodonta
 Orden Veneroida
 Familia Petricolidae
Petricola

Phyllum Arthropoda
 Subphyllum Crustacea
 Clase Malacostraca
 Clase Maxilopoda

Subclase Eumalacostraca
 Superorden Peracarida
 Orden Amphipoda
 Superorden Gammaridea
 Familia Ischyroceridae
 Género Cerapus
 Especie ***Cerapus tubularis***

Orden Isipoda
 Superorden Valvifera
 Familia Idoteidae
 Genero ***Idotea sp.***

Phyllum Ectoprocta/ Bryozoa
Clase Gymnolaemata
Orden Cyclostomata
Suborden Articulata
Familia Crissidae
Género ***Crisia* sp.**

Phyllum Urochordata
Orden Enterogona
Suborden Aplousobranchia
Familia Didemniadea
Género **Tunicado**

Orden Stolidobranchia
Familia Styelidae
Género **Metandrocarpa**

Phyllum Poryfera
Orden **Calcarea**