

**ANÁLISIS CUALITATIVO DE LA DIETA MACROALGAL DEL
CARACOL *Astraea undosa* Wood 1828, EN PUNTA BANDA,
BAJA CALIFORNIA, MEXICO**

**QUALITATIVE ANALYSIS OF THE MACROALGAL DIET OF THE
SNAIL *Astraea undosa* Wood 1828, IN PUNTA BANDA,
BAJA CALIFORNIA, MEXICO**

Raúl Aguilar Rosas
Guillermo Torres Moye
Antonio Almanza Heredia

Facultad de Ciencias Marinas
Universidad Autónoma de Baja California
Apartado Postal 453
Ensenada, Baja California, México

Aguilar Rosas, R., Torres Moye, G. y Almanza Heredia, A. (1990). Análisis cualitativo de la dieta macroalgal del caracol *Astraea undosa* Wood 1828, en Punta Banda, Baja California, México. Qualitative analysis of the macroalgal diet of the snail *Astraea undosa* Wood 1828, in Punta Banda, Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas*, 16(4): 111-120.

RESUMEN

Se estudió la biología alimentaria del caracol *Astraea undosa* Wood 1828, mediante un análisis cualitativo de la dieta macroalgal para una población del sublitoral, con observaciones y muestreos realizados entre noviembre de 1987 y junio de 1988, en Punta Banda, Baja California, México. Se identificaron un total de 17 géneros y 10 especies, de las cuales se encontraron consistentemente formando parte de la dieta: *Sphacelaria furcigera*, *Cladophora columbiana*, *Gelidium pusillum*, y las algas coralinas *Jania* sp., *Corallina* sp. y *Lithothrix aspergillum*. El análisis de la dieta macroalgal encontrada, nos permitió ubicarlo como un herbívoro oportunista con ausencia de preferencia alimentaria diferencial por sexos. Punta Banda mostró ser un área con condiciones limitantes de alimento macroalgal, en donde la competencia interespecífica del erizo *Strongylocentrotus purpuratus* fue un factor importante restringiendo la dieta del caracol.

ABSTRACT

The feeding behaviour of the snail *Astraea undosa* Wood 1828 was studied through a qualitative analysis of the macroalgal diet of a sublittoral population. Observations and samplings were made between November 1987 and June 1988, in Punta Banda, Baja California, Mexico. A total of 17 genera and 10 species were identified, of which the following were consistently found to form part of the diet: *Sphacelaria furcigera*, *Cladophora columbiana*, *Gelidium pusillum*, and the coralline algae *Jania* sp., *Corallina* sp. and *Lithothrix aspergillum*. From the analysis of the macroalgal diet, *A. undosa* can be described as an opportunistic herbivore with absence of differential feeding preference by sexes. Punta Banda proved to be an area with limiting conditions of macroalgal food, where the interspecific competition of the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* was an important factor limiting the diet of the snail.

INTRODUCCION

Los caracoles del género *Astraea* constituyen un recurso pesquero importante a lo largo del Pacífico occidental de la península de Baja California. Baqueiro y Guajardo (1984) señalan a *Astraea turbanica* Dall 1910 como la especie representativa de las capturas comerciales; sin embargo, en observaciones recientes de las capturas comerciales y colectas en diversos campos pesqueros de la península hemos encontrado que la especie más abundante es *Astraea undosa* Wood 1828 (G. Torres-Moye, F. Cupul-Magaña y F. Torrero-Macías, en preparación).

La información existente sobre la biología y ecología del caracol *A. undosa* es escasa. Se encuentra distribuido a lo largo del Pacífico de Norteamérica desde Punta Concepción, Santa Barbara, California, EUA, hasta Punta Abreojos, Baja California Sur, México (Morris *et al.*, 1983). Se localiza en el litoral, viviendo en la parte baja del intermareal y más comúnmente en la zona sublitoral rocosa en asociación con los bosques marinos del alga parda *Macrocystis pyrifera* (McLean, 1962; North, 1971; Rosenthal *et al.*, 1974). Leighton (1966) lo considera como predominantemente macroherbívoro con preferencia hacia *M. pyrifera* según sus experimentos de laboratorio. La rádula de *A. undosa* es del tipo rhipidoglosa (Hickman, 1981), con la cual raspa los fondos rocosos en busca de alimento. Los organismos con este tipo de rádula ejercen poca fuerza al barrer el fondo como una escoba, por lo cual se asume un consumo preferencial de macroalgas con período de vida corto (Steneck y Watling, 1982) y microalgas (Kohn, 1983).

El presente trabajo tiene el propósito de contribuir al conocimiento de la biología alimentaria del caracol *A. undosa*, mediante un análisis cualitativo de la dieta macroalgal de organismos provenientes de una población del sublitoral rocoso en Punta Banda, Baja California.

LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La población objeto de este estudio se encontró aproximadamente a 7 m de profundidad en Punta Banda, al sureste de la Bahía

INTRODUCTION

The snails of the genus *Astraea* constitute an important fishery resource along the western Pacific of the peninsula of Baja California. Baqueiro and Guajardo (1984) indicate that *Astraea turbanica* Dall 1910 is the representative species of the commercial catches. However, in recent observations of the commercial catches and collections in diverse fishery fields of the peninsula, *Astraea undosa* Wood 1828 has been found to be the most abundant species (G. Torres-Moye, F. Cupul-Magaña and F. Torrero-Macías, in preparation).

Available information on the biology and ecology of the snail *A. undosa* is scarce. It is found along the North American Pacific from Point Conception, Santa Barbara, California, USA, to Punta Abreojos, Baja California Sur, Mexico (Morris *et al.*, 1983). It is found in the littoral, living in the lower intertidal and more commonly in the rocky sublittoral zone in association with marine forests of the brown alga *Macrocystis pyrifera* (McLean, 1962; North, 1971; Rosenthal *et al.*, 1974). Leighton (1966), from laboratory experiments, considers it to be predominantly macroherbivorous with a preference for *M. pyrifera*. The radula of *A. undosa* is of the rhipidoglossan type (Hickman, 1981), with which it scrapes rocky bottoms in search of food. Organisms with this type of radula exert little force on sweeping the bottom like a broom. Hence a feeding preference for macroalgae with short life cycles (Steneck and Watling, 1982) and microalgae (Kohn, 1983) is assumed.

The objective of the present work is to contribute to the knowledge of the feeding biology of the snail *A. undosa*, through a qualitative analysis of the macroalgal diet of organisms from a rocky sublittoral population in Punta Banda, Baja California.

LOCATION AND DESCRIPTION OF THE STUDY AREA

The population studied herein was found approximately at a depth of 7 m in Punta Banda, to the southeast of Todos Santos Bay (Fig. 1). The coast of Punta Banda is very irregular and rocky (predominantly

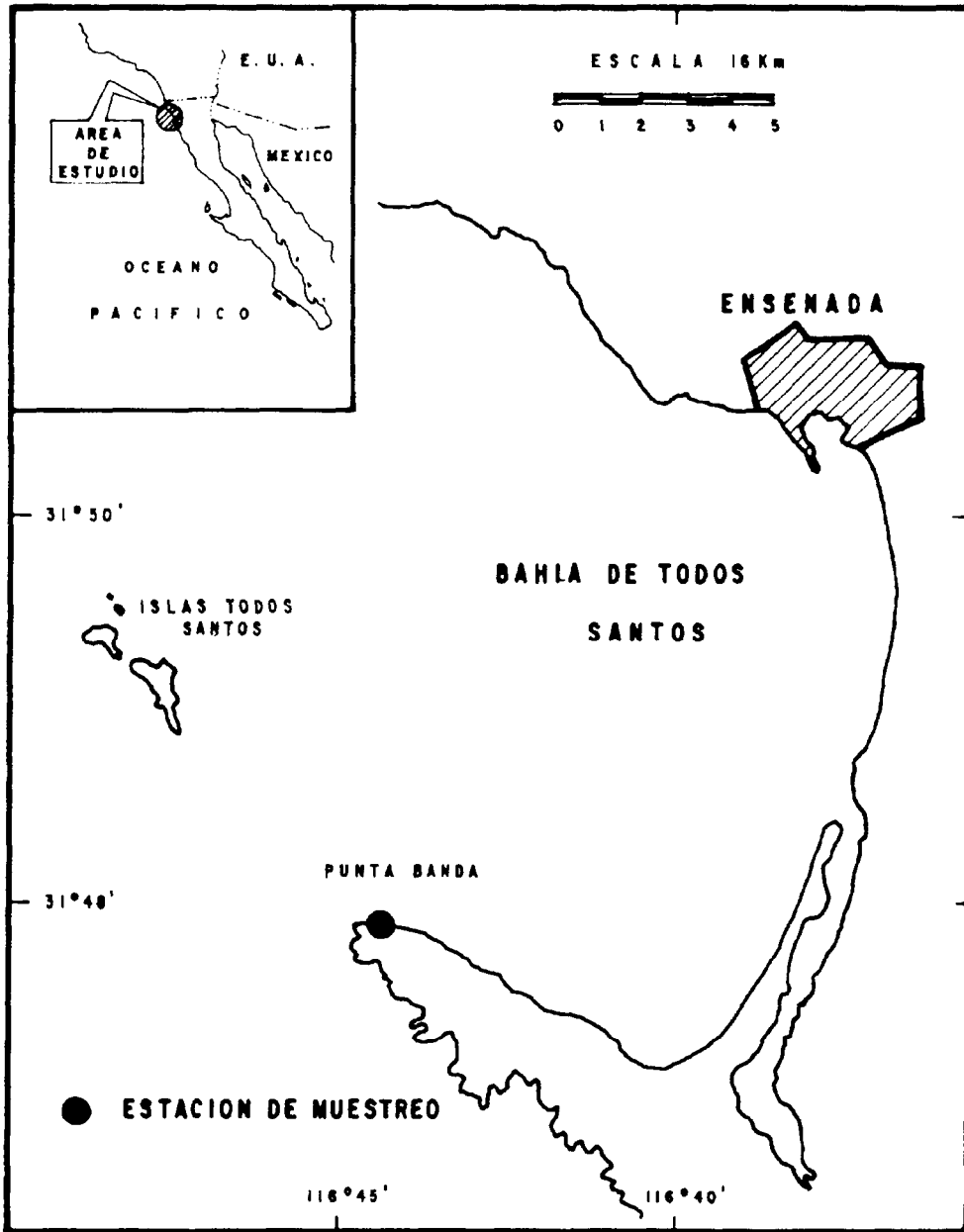


Figura 1. Localización del área de estudio y estación de muestreo.
Figure 1. Location of the study area and sampling station.

de Todos Santos (Fig. 1). La costa de Punta Banda es muy irregular y rocosa, predominando roca ígnea extrusiva principalmente basalto y andesita con cantiles cortados casi verticalmente, interrumpidos sólo localmente por pequeñas playas de bolsillo.

MATERIALES Y METODOS

Las observaciones y muestreos mensuales se realizaron con equipo de buceo autónomo, durante el período comprendido entre noviembre de 1987 y junio de 1988. Para los análisis cualitativos del contenido estomacal, mensualmente se recolectaron 10 organismos, mismos que fueron transportados al laboratorio y sacrificados de inmediato para evitar la digestión del alimento. Los contenidos estomacales de cada organismo se fijaron en solución formaldehído al 4% para después ser separados e identificados empleando microscopios estereoscópico y compuesto. Las características morfológicas y reproductivas que poseen algunas de las algas macroscópicas encontradas, nos permitieron la identificación precisa de las mismas hasta nivel especie (ejemplos, presencia de propágulos en *Sphacelaria* y espinas laterales en *Centroceras*). De la misma manera, el análisis cualitativo de las macroalgas encontradas en las conchas de *A. undosa* nos permitió corroborar algunas otras especies. La identificación de las macroalgas se efectuó de acuerdo a los criterios taxonómicos establecidos en Abbott y Hollenberg (1976), Scagel *et al.* (1989) y Gabrielson *et al.* (1989). Se efectuó la revisión total de cada contenido estomacal de acuerdo con Amezaga-Herrán (1988), siendo la frecuencia de ocurrencia expresada como el porcentaje (%) de estómagos en los que apareció un determinado género o especie. Asimismo, se hicieron algunas observaciones generales sobre la fauna, diatomeas bentónicas y materia orgánica.

RESULTADOS

Fueron analizados 80 especímenes de *A. undosa* con un promedio en el diámetro mayor de la base de 64.5 cm, de los cuales 39 fueron hembras y 41 machos. Como resultado del análisis del contenido estomacal, se identificaron un total de 17 géneros y 10 especies (Tabla I). Los géneros y especies de algas que se encontraron consistentemente

extrusive igneous rocks, primarily basalt and andesite), with almost vertically cut cliffs only interrupted by small pocket beaches.

MATERIALS AND METHODS

The observations and monthly samplings were carried out with SCUBA gear, during the period between November 1987 and June 1988. For the qualitative analysis of the stomach contents, 10 organisms were collected monthly. They were transported to the laboratory and immediately sacrificed to prevent the digestion of food. The stomach contents of each organism were fixed with a 4% solution of formaldehyde. They were later separated and identified using stereoscopic and compound microscopes. The morphological and reproductive characteristics of some of the macroscopic algae found, enabled us to identify them to species (e.g. the presence of propagules in *Sphacelaria* and lateral spines in *Centroceras*). Likewise, the qualitative analysis of the macroalgae found in the shells of *A. undosa* allowed us to corroborate some other species. The identification of the macroalgae was done according to the taxonomic criteria established by Abbott and Hollenberg (1976), Scagel *et al.* (1989) and Gabrielson *et al.* (1989). The total revision of each stomach content was done according to Amezaga-Herrán (1988), in which the frequency of occurrence is expressed as the percentage (%) of stomachs in which a determined genus or species appeared. Some general observations on the fauna, benthic diatoms and organic matter were also made.

RESULTS

Eighty specimens of *A. undosa*, 39 females and 41 males, were analysed. Their average larger base diameter was 64.5 cm. As a result of the analysis of the stomach contents, a total of 17 genera and 10 species were identified (Table I). The genera and species of the algae consistently found forming part of the diet were: *Sphacelaria furcigera*, *Cladophora columbiana*, *Gelidium pusillum*, and the coralline algae *Jania* sp., *Corallina* sp. and *Lithothrix aspergillum*. The rest of the algae were occasionally found in the stomach contents. These were separated into three groups, according to their temporal presence. The first group, corresponding to the autumn and winter months, was formed by: *Pterosi-*

Tabla I. Frecuencia de ocurrencia expresada en porcentaje de estómagos analizados con presencia de algas macroscópicas.

Table I. Frequency of occurrence expressed in percentage of stomachs analysed with the presence of macroscopic algae.

Géneros y especies	Meses de muestreo							
	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
1. <i>Sphacelaria furcigera</i>	90	80	100	90	100	100	90	90
2. <i>Gelidium pusillum</i>	20	80	70	20	20	100	20	80
3. <i>Jania</i> sp.	70	60	70	10	10	20	30	10
4. <i>Corallina</i> sp.	30	20	40	20	40	70	30	10
5. <i>Cladophora columbiana</i>	60	10	80	10	20	30	20	--
6. <i>Lithothrix aspergillum</i>	10	10	10	50	20	20	--	--
7. <i>Polysiphonia eastwoodae</i>	30	--	20	--	20	10	10	--
8. <i>Pterosiphonia dendroidea</i>	20	--	10	--	--	--	--	--
9. <i>Laurencia</i> sp.	10	--	20	--	--	--	--	--
10. <i>Herposiphonia tenella</i>	10	--	--	10	--	--	--	--
11. <i>Ceramium</i> sp.	10	--	--	--	--	--	--	--
12. <i>Lithothamnium californicum</i>	10	--	--	--	--	--	--	--
13. <i>Centroceras clavullatum</i>	10	--	--	--	--	--	--	--
14. <i>Hinckesia mitchelliae</i>	--	--	--	20	40	--	--	--
15. <i>Callithamnium</i> sp.	--	--	--	10	--	--	--	--
16. <i>Ulva</i> sp.	--	--	--	--	--	10	--	20
17. <i>Enteromorpha</i> sp.	--	--	--	--	--	--	10	--

formando parte de la dieta fueron: *Sphacelaria furcigera*, *Cladophora columbiana*, *Gelidium pusillum*, y las algas coralinas *Jania* sp., *Corallina* sp. y *Lithothrix aspergillum*. El resto de las algas se presentaron esporádicamente formando parte del contenido estomacal, pudiéndose delimitar en cuanto a su presencia temporal formando tres grupos. El primer grupo, correspondiente a los meses de otoño e invierno, lo formaron: *Pterosiphonia dendroidea*, *Laurencia* sp., *Herposiphonia tenella*, *Ceramium* sp., *Lithothamnium californicum* y *Centroceras clavullatum*. El segundo grupo, correspondiente a los meses de invierno-primavera, lo conformaron: *Hinckesia mitchelliae* y *Callithamnium* sp., y el tercer grupo, correspondiente a los meses de primavera-verano, lo formaron: *Ulva* sp. y *Enteromorpha* sp.

phonia dendroidea, *Laurencia* sp., *Herposiphonia tenella*, *Ceramium* sp., *Lithothamnium californicum* and *Centroceras clavullatum*. The second group, corresponding to the winter-spring months, was formed by: *Hinckesia mitchelliae* and *Callithamnium* sp. The third group, corresponding to the spring-summer months, was formed by: *Ulva* sp. and *Enteromorpha* sp.

Considering the predominant species from the overall analysis, no relevant differences were found in the composition of the analysed diet for males and females (Tables II and III). The predominant species were consistently found in both sexes and the rest of the algae only occasionally.

Tabla II. Frecuencia de ocurrencia expresada en porcentaje de estómagos analizados con presencia de algas macroscópicas en machos.

Table II. Frequency of occurrence expressed in percentage of stomachs analysed with the presence of macroscopic algae in males.

Géneros y especies	Meses de muestreo							
	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
1. <i>Sphacelaria furcigera</i>	80	100	100	100	100	100	100	75
2. <i>Gelidium pusillum</i>	20	70	100	10	10	100	50	75
3. <i>Jania</i> sp.	80	100	100	10	10	--	25	--
4. <i>Corallina</i> sp.	20	30	50	25	40	60	25	25
5. <i>Cladophora columbiana</i>	40	30	50	10	25	40	50	--
6. <i>Lithothrix aspergillum</i>	20	30	--	50	--	20	--	--
7. <i>Lithothamnium californicum</i>	20	--	--	--	--	--	--	--
8. <i>Laurencia</i> sp.	20	--	--	--	--	--	--	--
9. <i>Hinckia mitchelliae</i>	--	--	--	25	50	--	--	--
10. <i>Callithamnium</i> sp.	--	--	--	--	10	--	--	--
11. <i>Polysiphonia eastwoodae</i>	--	--	--	--	10	20	25	--
12. <i>Herposiphonia tenella</i>	--	--	--	--	10	--	--	--
13. <i>Ulva</i> sp.	--	--	--	--	--	20	--	25
14. <i>Enteromorpha</i> sp.	--	--	--	--	--	--	25	--

Considerando las especies predominantes del análisis global, no se encontraron diferencias relevantes en la composición de la dieta analizada para machos y hembras (Tablas II y III). Las especies predominantes se encontraron consistentemente en ambos sexos y el resto de las algas ocasionalmente.

Arena y materia orgánica no identificada formaron parte del volumen total del contenido estomacal. Algunos restos de animales pequeños que se encontraron como parte del contenido estomacal incluyeron: pedazos de copépodos, espículas de esponjas, larvas de cirripedios, foraminíferos, radiolarios, gasterópodos, hidrozoarios y ostrácodos. Asimismo, microalgas y materia orgánica no identificada fueron observadas permanentemente en todos los contenidos estomacales analizados. Los géneros de diatomeas más frecuentes y relativamente más abundantes durante el

Sand and unidentified organic matter formed part of the total volume of the stomach content. Some remains of small animals were found in the stomach contents; these included: pieces of copepods, sponge spicules, larvae of cirripeds, foraminifers, radiolarians, gastropods, hydrozoans and ostracods. Likewise, microalgae and unidentified organic matter were permanently observed in all the stomach contents analysed. The most frequent, and relatively more abundant during the sampling period, genera of diatoms were: *Navicula* sp., *Cocconeis* sp., *Amphora* sp., *Nitzschia* sp., *Grammatophora* sp. and *Synedra* sp. The genus of the blue-green algae (Division Cyanophyta) *Halosphaeria* sp. occurred with certain frequency.

Of the macroscopic algae found on the shells of *A. undosa*, the following are noteworthy: *Cladophora columbiana*, *Ulva* sp., *Enteromorpha* sp., *Dictyopteria undulata*, *Zo-*

Tabla III. Frecuencia de ocurrencia expresada en porcentaje de estómagos analizados con presencia de algas macroscópicas en hembras.

Table III. Frequency of occurrence expressed in percentage of stomachs analysed with the presence of macroscopic algae in females.

Géneros y especies	Meses de muestreo							
	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
1. <i>Sphacelaria furcigera</i>	100	70	100	100	100	80	80	100
2. <i>Gelidium pusillum</i>	20	85	60	50	--	100	30	80
3. <i>Jania</i> sp.	60	40	60	--	--	20	30	20
4. <i>Corallina</i> sp.	40	15	40	--	50	80	30	--
5. <i>Cladophora columbiana</i>	80	--	90	--	--	20	--	--
6. <i>Lithothrix aspergillum</i>	--	--	10	50	100	20	--	--
7. <i>Polysiphonia eastwoodae</i>	60	--	25	--	50	--	--	--
8. <i>Pterosiphonia dendroidea</i>	40	--	10	--	--	--	--	--
9. <i>Ceramium</i> sp.	20	--	--	--	--	--	--	--
10. <i>Herposiphonia tenella</i>	20	--	--	--	--	--	--	--
11. <i>Centroceras clavullatum</i>	20	--	--	--	--	--	--	--
12. <i>Laurencia</i> sp.	--	--	25	--	--	--	--	--
13. <i>Ulva</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	20

período de muestreo fueron: *Navicula* sp., *Cocconeis* sp., *Amphora* sp., *Nitzschia* sp., *Grammatophora* sp. y *Synedra* sp. Con cierta frecuencia se presentó el género de alga azul-verde (División Cyanophyta) *Halosphaeria* sp.

De entre las algas macroscópicas encontradas sobre las conchas de *A. undosa*, destacaron: *Cladophora columbiana*, *Ulva* sp., *Enteromorpha* sp., *Dictyopteris undulata*, *Zonaria farlowii*, *Sargassum muticum*, *Gelidium pusillum*, y formas coralinas como *Corallina officinalis*, *Calliarthron cheilosporioides* y *Lithothamnium californicum*.

DISCUSION

El análisis de la dieta macroalgal del caracol *A. undosa* nos permite ubicarlo como un herbívoro oportunista con ausencia de preferencia alimentaria diferencial por sexos. Esto es congruente con la distribución y composición de las poblaciones en las cuales

naria farlowii, *Sargassum muticum*, *Gelidium pusillum*, and coralline forms such as *Corallina officinalis*, *Calliarthron cheilosporioides* and *Lithothamnium californicum*.

DISCUSSION

From the analysis of the macroalgal diet of the snail *A. undosa*, it can be described as an opportunistic herbivore with absence of differential feeding preference by sexes. This is consistent with the distribution and composition of the populations in which an equivalent proportion of sexes generally exists without presenting spatial segregation.

A. undosa undergoes ontogenic changes in the capacity of feeding itself with microalgae or macroalgae similar to those of the abalones of the genus *Haliotis* (Leighton and Boolootian, 1963). Juvenile organisms mainly feed on microalgae; in the adult stage, they widen their feeding spectra to include macroalgae. All the organisms used in this

generalmente existe una proporción equivalente de sexos sin presentar una segregación espacial de los mismos.

A. undosa experimenta cambios ontogénicos en la capacidad de alimentarse de microalgas o macroalgas de manera similar a los abulones del género *Haliotis* (Leighton y Boolootian, 1963). Los organismos juveniles se alimentan principalmente de microalgas, ampliando en estado adulto su espectro alimentario incluyendo macroalgas. Todos los organismos empleados en este estudio fueron adultos de longitudes correspondientes a individuos que en laboratorio han mostrado capacidad de alimentarse de macroalgas como *Macrocystis pyrifera*. Los experimentos de laboratorio de preferencia alimentaria de Leighton (1966), señalan a *A. undosa* como un organismo predominantemente macroherbívoro y con preferencia hacia *M. pyrifera*, lo cual contrasta con los resultados del presente trabajo. Restos del alga *M. pyrifera* fueron observados en el área de estudio; sin embargo, la presencia del erizo *Strongylocentrotus purpuratus* como organismo dominante (G. Torres-Moye, F. Becerril-Bobadilla y D. Chávez-Morales, in preparation) fue determinante en la exclusión de esta alga de la dieta de *A. undosa*. Agrupaciones numerosas de *S. purpuratus* fueron observadas en repetidas ocasiones sobre fragmentos de *M. pyrifera*, excluyendo la presencia de los caracoles, siendo la competencia interespecífica un factor importante en el área, restringiendo la dieta del caracol.

La alta densidad de erizos, basados en su extraordinaria habilidad de sobrevivencia (Andrews, 1989) en combinación con algunos gasterópodos como *A. undosa*, *Tegula eiseni* y *T. regina*, se encuentran ejerciendo presión sobre el asentamiento y crecimiento de macroalgas en el área estudiada, por lo cual, el grupo de algas dominantes encontradas formando parte del contenido estomacal estuvo integrado por especies oportunistas anuales como *Sphacelaria furcigera*, *Gelidium pusillum* (Littler y Littler, 1981) y *Cladophora columbiana* (Littler *et al.*, 1983). Este tipo de algas se caracteriza por un rápido crecimiento, ciclos de vida cortos, elevado potencial reproductivo, gran dispersabilidad y una reducida habilidad competitiva (Foster, 1975; Littler *et al.*, 1983).

study were adults of lengths corresponding to individuals that, in the laboratory, have shown ability to feed on macroalgae such as *Macrocystis pyrifera*. Leighton's (1966) laboratory experiments on feeding preference indicate that *A. undosa* is a predominantly macroherbivorous organism with special preference for *M. pyrifera*. This contrasts with the results of the present study. Remains of the alga *M. pyrifera* were observed in the study area, however, the presence of the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* as dominant organism (G. Torres-Moye, F. Becerril-Bobadilla and D. Chávez-Morales, in preparation) was a determining factor in the exclusion of this alga from the diet of *A. undosa*. Numerous groups of *S. purpuratus* were observed on repeated occasions on fragments of *M. pyrifera*, excluding the presence of the snails. Hence, interspecific competition was an important factor in the area restricting the snail's diet.

The high density of sea urchins, based on their extraordinary ability to survive (Andrews, 1989), in combination with some gastropods like *A. undosa*, *Tegula eiseni* and *T. regina*, are found exerting pressure on the attachment and growth of macroalgae in the area studied. Hence, the dominant group of algae found forming part of the stomach contents was composed of annual opportunistic species such as *Sphacelaria furcigera*, *Gelidium pusillum* (Littler and Littler, 1981) and *Cladophora columbiana* (Littler *et al.*, 1983). This type of alga is characterized by rapid growth, short life cycle, high reproductive potential, wide distribution and reduced competitive ability (Foster, 1975; Littler *et al.*, 1983).

The temporal variation of the groups of genera and species detected could be attributed to their ephemeral nature, as has been indicated for *Ceramium* sp., *Hincksia mitchelliae*, *Ulva* sp. and *Enteromorpha* sp. (Foster, 1975; Littler and Littler, 1981; Littler *et al.*, 1983); or rather, to their scarcity or low density in the environment, as suggested by the low occurrence frequency values (Table I).

The constant presence of coralline algae (*Jania* sp., *Corallina* sp. and *Lithothrix aspergillum*) in the stomachs of *A. undosa* is worthy of note, due to antecedents of feeding

La variación temporal de los grupos de géneros y especies detectados podría atribuirse al carácter efímero de las mismas, como ha sido señalado para *Ceramium* sp., *Hinckia mitchelliae*, *Ulva* sp. y *Enteromorpha* sp. (Foster, 1975; Littler y Littler, 1981; Littler *et al.*, 1983). O bien, a su escasez o poca densidad en el ambiente, como lo sugieren los valores bajos de frecuencia de ocurrencia (Tabla I).

La presencia consistente de algas coralinas (*Jania* sp., *Corallina* sp. y *Lithothrix aspergillum*) en los estómagos de *A. undosa* es un aspecto importante a resaltar, debido a los antecedentes de preferencia alimentaria, funcionalidad de su rádula rhipidoglosa y a los principios de optimización energética expuestos a continuación. El caracol *A. undosa* ha mostrado en experimentos de alimentación su rechazo hacia las algas coralinas *Corallina* 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. A pesar de lo expuesto anteriormente, el carácter persistente de las algas coralinas en la dieta del caracol denota las condiciones limitantes de alimento macroalgal prevalecientes en Punta Banda.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es una contribución parcial del proyecto de investigación del caracol *A. undosa*, el cual se desarrolla en la Facultad de Ciencias Marinas de la UABC apoyado por SEP con número de convenio C87-01-0136.

LITERATURA CITADA

- Abbott, I.A. and Hollenberg, G.J. (1976). *Marine Algae of California*. Stanford Univ. Press, Stanford, California, 827 pp.
- Amezaga Herrán, R. (1988). Análisis de contenidos estomacales en peces. Revisión bibliográfica de los objetivos y la metodología. *Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanogr.* N. 63, pp. 1-54.
- Andrews, N.L. (1989). Contrasting ecological implications of food limitation in sea urchins and herbivorous gastropods. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 51: 189-193.
- Baqueiro, C.E. y Guajardo B., H. (1984). Análisis de la pesquería de almejas y caracoles en Baja California. Memoria del III Simposium sobre Biología Marina de la UABCS, pp. 9-23.
- Foster, M.S. (1975). Algal succession in a *Macrocystis pyrifera* forest. *Mar. Biol.*, 32: 313-329.
- Gabrielson, R., Scagel, F. and Widdowson, T.B. (1989). Keys to the benthic marine algae and seagrasses of British Columbia, Southeast preference, usefulness of its rhipidoglossan radula and to the following principles of energetic optimization. In feeding experiments, the snail *A. undosa* has rejected the coralline algae *Corallina* sp. and *Lithothrix* sp. (Leighton, 1971), which are normally consumed by species with polyplacophoran or docoglossan radulae (Steneck and Watling, 1982). Likewise, it is known that the calcium carbonate of the coralline algae reduces their caloric value (Hawkins and Hartnoll, 1983) and, hence, their consumption goes against the assumption of the optimal foraging theory (Hughes, 1980) that the feeding behaviour tends to maximize the assimilation of energy per unit of time. Nevertheless, the persistent presence of the coralline algae in the diet of the snail denotes the prevailing limiting conditions of macroalgal food in Punta Banda.

ACKNOWLEDGEMENTS

The present work is part of a research project on the snail *A. undosa*, which is carried out at the Facultad de Ciencias Marinas of the UABC, and supported by SEP (project C87-01-0136).

English translation by Christine Harris.

- Alaska, Washington and Oregon. Dept. of Botany, Univ. of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada. Phycological Contribution No. 4, vi + 187 pp.
- Hawkins, S.J. and Hartnoll, R.G. (1983). Grazing of intertidal algae by marine invertebrates. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 21: 195-282.
- Hickman, C.S. (1981). Evolution and function of asymmetry in the archaeogastropod radula. *The Veliger*, 23(3): 189-194.
- Hughes, R.N. (1980). Optimal foraging theory in the marine context. *Oceanogr. Mar. Biol.*, 18: 423-481.
- Kohn, A.J. (1983). Feeding biology of gastropods. In: *The Mollusca*, Vol. 5, Physiology, Part 2. Academic Press, pp. 1-63.
- 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 cracherodii*. *Ecology*, 44(2): 227-238.
- Littler, M.M. and Littler, D.S. (1981). Intertidal macrophyte communities from Pacific Baja California and the upper Gulf of California: relative constant vs. environmentally fluctuating systems. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 4: 145-158.
- Littler, M.M., Martz, D.R. and Littler, D.S. (1983). Effects of recurrent sand deposition on rocky intertidal organisms: importance of substrate heterogeneity in a fluctuating environment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 11: 129-139.
- McLean, H. (1962). Sublittoral ecology of kelp beds of the open coast area near Carmel, California. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab., Woods Hole*, 122: 95-114.
- Morris, R.H., Abbott, D.P. and Haderlie, E.C. (1983). *Intertidal Invertebrates of California*. Stanford, California, 690 pp.
- North, W.J. (ed.) (1971). *The biology of giant kelp beds (Macrocystis) in California*. *Nova Hedwigia*, 32: 1-600.
- Rosenthal, R.J., Clarke, W.D. and Dayton, P.K. (1974). Ecology and natural history of a stand of giant kelp, *Macrocystis pyrifera*, off Del Mar, California. *Fish. Bull. U.S.*, 72: 670-684.
- Scagel, R.F., Gabrielson, P.W., Garbary, D.J., Golden, L., Hawkes, M.W., Lindstrom, S.C., Oliveira, J.C. and Widdowson, T.B. (1989). A synopsis of the benthic marine algae of British Columbia, Southeast Alaska, Washington and Oregon. Dept. of Botany, Univ. of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada. Phycological Contribution No. 3, vi + 532 pp.
- Steneck, R.S. and Watling, L. (1982). Feeding capabilities and limitation of herbivorous molluscs: A functional group approach. *Marine Biology*, 68: 299-319.