

Microhábitat y biota asociada de juveniles de abulón *Haliotis fulgens* y *H. corrugata* en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México

Microhabitat and associated biota of abalone juveniles, *Haliotis fulgens* and *H. corrugata*, in Bahía Tortugas, Baja California Sur, Mexico

Laura Carreón-Palau
Sergio A. Guzmán-del Próo*
Jorge Belmar-Pérez
Jorge Carrillo-Laguna
Raúl Herrera-Fragoso

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN
Prol. Carpio y Plan de Ayala s/n
México 11340, D.F.
*E-mail: sguzman@encb.ipn.mx

Recibido en noviembre de 2002; aceptado en junio de 2003

Resumen

El abulón es un importante recurso económico en la costa oeste de Baja California. Las especies más importantes en la pesquería son el abulón azul (*Haliotis fulgens*) y el abulón amarillo (*H. corrugata*). La declinación de la pesquería de abulón en México, se ha atribuido, entre otros factores, a la sobrepesca. Entre los parámetros poblacionales, el reclutamiento es un evento altamente variable. Para lograr un mejor entendimiento de la ecología del reclutamiento de juveniles, se estudiaron las características del microhábitat de juveniles de abulón azul y amarillo en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México, durante el otoño y primavera de 1996 a 1998. Se estudiaron dos bancos abuloneros con diferente profundidad, relieve y grado de exposición al oleaje: Clam Bay, con profundidades de 0.5 a 5 m, y el Morro de Adentro, con profundidades de 6 a 12 m. Se identificaron cuatro tipos diferentes de fondo: (a) protegido y de bajo relieve, (b) semiexpuesto y de relieve moderado, (c) expuesto y de alto relieve, y (d) expuesto y de relieve moderado. Se encontraron juveniles de abulón azul y amarillo de 3 a 13 mm bajo pequeñas rocas planas de 15 a 20 cm de longitud, siempre cubiertas por algas coralinas costrosas. Pequeños juveniles de *Stenoplax*, *Fisurella* y *Crepidatella* de tamaños similares compartían el microhábitat. Se encontraron juveniles de abulón de 15 a 90 mm de longitud debajo de rocas rómbicas, aplanadas o de forma irregular (20 a 110 mm de longitud), la mayoría dispuesta en arreglos imbricados. Aquí, los juveniles de abulón compartían el microhábitat con briozoarios, esponjas, quitones, ascidias y anélidos. Los fondos con arreglo imbricado, escasa profundidad y baja exposición al oleaje en Clam Bay, favorecieron la ocurrencia de juveniles de *H. fulgens*. Los fondos expuestos y más profundos del Morro de Adentro favorecieron la presencia de juveniles de *H. corrugata*.

Palabras clave: juveniles de abulón, *Haliotis fulgens*, *Haliotis corrugata*, microhábitat, comunidad asociada.

Abstract

Abalone is an important economical resource on the west coast of Baja California. The most important species in this fishery are green and pink abalone (*Haliotis fulgens* and *H. corrugata*, respectively). Overfishing has been implicated in the decline of the Mexican abalone fishery. Among the population parameters, recruitment is a highly variable event. To obtain a better understanding of the ecology of abalone juvenile recruitment, the physical and biological characteristics of the microhabitat of juveniles of green and pink abalone were studied at Bahía Tortugas, Baja California Sur (Mexico), during autumn and spring from 1996 to 1998. Two abalone reefs with different depth, relief and wave exposure were surveyed: Clam Bay, with depths of 0.5 to 5 m, and Morro de Adentro, with depths of 6 to 12 m. Four different bottom types were recognized: (a) sheltered and low relief bottom, (b) semiexposed and moderate relief bottom, (c) exposed and high relief bottom, and (d) exposed and moderate relief bottom. Juveniles of green and pink abalone from 3 to 13 mm shell length were observed under small rocks, pebbles and flat stones no longer than 15–20 cm, always covered with crusts of coralline algae. Several tiny juveniles of *Fisurella*, *Stenoplax*, and *Crepidatella* of similar sizes (5–10 mm) shared the microhabitat. Juveniles between 15 and 90 mm shell length were found under flat, rhombic or irregular-shaped rocks (20–110 mm length), most of them deployed in imbricate arrangement. Abalone juveniles shared this microhabitat with bryozoans, sponges, ascidians, chitons, and annelids. Bottoms with imbricate arrangement, low wave exposure, and the low depth of Clam Bay were favorable for the high occurrence of juveniles of *H. fulgens*. Juveniles of *H. corrugata* showed a high occurrence in exposed and deeper zones of Morro de Adentro.

Key words: abalone juveniles, *Haliotis fulgens*, *Haliotis corrugata*, microhabitat, associated community.

Introducción

El abulón (*Haliotis* spp.) es un recurso pesquero de gran importancia económica en la costa occidental de la Península de Baja California. Su producción actual es de 285 t anuales con un valor de 26 millones de dólares (CONAPESCA, 2001). Las especies más importantes de esta pesquería son el abulón azul (*Haliotis fulgens* Philippi, 1845) y el amarillo (*Haliotis corrugata* Gray, 1828). Ambas especies desde hace varios años acusan signos severos de sobrepesca (Guzmán-del Próo, 1992).

Como la mayoría de los recursos bentónicos que se explotan comercialmente, los abulones son especies con muy escaso movimiento dentro de su hábitat. La sobrevivencia, el crecimiento y el reclutamiento son parámetros poblacionales críticos para su explotación y manejo, los cuales dependen en gran medida de los cambios en las condiciones ambientales que les rodean. La alta variabilidad detectada en el reclutamiento de estas especies se debe en gran medida a la interacción de las poblaciones con los factores físicos y biológicos de su hábitat (Crossland, 1991).

Se ha reportado que en la fase juvenil los abulones tienen hábitos cripticos (Cox, 1962), habitando generalmente la superficie inferior de las rocas (Edwards, 1913, citado en Cox, 1962; Kangas y Shepherd, 1984; Shepherd y Turner, 1985; McShane, 1994). El tipo de sustrato, la profundidad, la presencia de mantos de macroalgas y en una gran proporción los refugios y lugares poco expuestos al oleaje, son factores que favorecen mayores densidades de juveniles (Tegner y Butler, 1985; Searcy, 1986; McShane, 1994; McShane y Naylor, 1995; Shepherd y Partington, 1995). Sin embargo, no existe una descripción detallada del microhábitat para las especies mexicanas de *Haliotis* en esta fase de su ciclo de vida, información indispensable para entender la ecología de la fase juvenil y su reclutamiento a la pesquería.

El objetivo de este estudio fue describir el microhábitat de la fase juvenil de *H. fulgens* y *H. corrugata* y su biota asociada, así como la variación de esta comunidad en el tiempo.

Área de estudio

El estudio se realizó en dos arrecifes rocosos cercanos a Bahía Tortugas, Baja California Sur, con diferente relieve y grado de exposición al oleaje: (1) el Morro de Adentro, banco de abulón expuesto al oleaje y a vientos del noroeste, que se localiza en el extremo suroeste de la bahía y presenta una profundidad máxima de 15 m; y (2) el banco de Clam Bay, localizado en el sublitoral de una pequeña ensenada localizada 6 km al sureste de Bahía Tortugas, guarecida del oleaje y de los vientos del noroeste, con una profundidad máxima de 6 m (fig. 1).

Material y métodos

El estudio cubrió dos ciclos anuales y dos estaciones del año, desde el otoño de 1996 a la primavera de 1998. Las

Introduction

Abalone (*Haliotis* spp.) is an economically important resource on the west coast of the Baja California peninsula. At present, the fishery has an annual production of 285 t, with a value of 26 million US dollars (CONAPESCA, 2001). The most important species are the green abalone, *Haliotis fulgens* Philippi, 1845, and the pink abalone, *H. corrugata* Gray, 1828, but it has been clear for several years now that both species are being overfished (Guzmán-del Próo, 1992).

Like most of the commercially exploited benthic resources, abalones show very little movement within their habitat. Survival, growth and recruitment are critical population parameters for their exploitation and management, and for the most part depend on changes in their environmental conditions. The high variability detected in the recruitment of these species is largely due to the interaction of the populations with physical and biological factors of their habitat (Crossland, 1991).

Abalone juveniles have been reported to have cryptic habits (Cox, 1962), generally living under rocks (Edwards, 1913, in Cox, 1962; Kangas and Shepherd, 1984; Shepherd and Turner, 1985; McShane, 1994). The type of substrate, depth, presence of macroalgal beds and, to a great extent, places of refuge and of low wave exposure are factors that determine a high density of juveniles (Tegner and Butler, 1985; Searcy, 1986; McShane, 1994; McShane and Naylor, 1995; Shepherd and Partington, 1995). However, there is no detailed description of the microhabitat of the Mexican *Haliotis* species in this phase of their life cycle, information that is essential for a better understanding of the ecology of juveniles and their recruitment to the fishery.

The objective of this study was to describe the microhabitat of *H. fulgens* and *H. corrugata* juveniles and their associated biota, as well as the variation of this community in time.

Study area

The study was conducted at two rocky abalone reefs near Bahía Tortugas, Baja California Sur (Mexico), with different depth and wave exposure: (1) Morro de Adentro, located in the southwesternmost part of the bay, is exposed to the waves and northwesterly winds, and has a maximum depth of 15 m; (2) Clam Bay, located in the sublittoral of a small inlet 6 km to the southeast of Bahía Tortugas, is protected from the waves and northwesterly winds, and has a maximum depth of 6 m (fig. 1).

Material and methods

The study covered two annual cycles and two seasons, from autumn 1996 to spring 1998. The surveys were made in November and April of each year, coinciding with the breeding season peaks of both species (Cárdenas *et al.*, 1971; García and Ortiz, 1992; Belmar-Pérez and Guzmán-del Próo, 1992).

observaciones se realizaron en los meses de noviembre y abril de cada año, coincidiendo con los picos reproductivos de ambas especies (Cárdenas *et al.*, 1971; García y Ortiz, 1992; Belmar-Pérez y Guzmán-del Prío, 1992).

Las observaciones se realizaron mediante buceo autónomo y semiautónomo. Se eligieron nueve estaciones en cada banco y se consideraron tres cotas de profundidad. Las estaciones se ubicaron a 0.5, 2.5 y 4.5 m de profundidad en el banco de Clam Bay, y a los 6, 9 y 12 m en el Morro de Adentro. Todos los muestreos fueron diurnos, en los periodos de marea más baja. La amplitud del régimen de mareas en este sitio, para los meses de abril y noviembre fluctuó entre -0.3 y 2.0 m (NOAA, 2000–2002).

La clasificación de los fondos donde se ubicó el microhábitat de los juveniles de abulón se basó en las características de relieve, arreglo de las rocas, exposición al oleaje y profundidad. Una vez establecidas las estaciones de muestreo, una pareja de buzos inició la búsqueda de juveniles volteando rocas de 10 cm a 1 m de longitud. A partir del punto en que se localizó el primer juvenil, se extendió un cabo de 15 m siguiendo los lechos de roca laja, buscando nuevos juveniles en las rocas ubicadas hasta 1 m de distancia de cada lado del cabo. En total se cubrió un área de 30 m^2 ; los juveniles encontrados se midieron e identificaron *in situ*.

La caracterización del microhábitat se basó en la forma y tamaño de las rocas, la cobertura de macroalgas, y la presencia de organismos sésiles y vágiles en ambas caras de la roca. En cada estación, la primera roca con presencia de juveniles de abulón se recolectó subiéndola a bordo para fotografiarla y describir posteriormente la biota asociada. El resto de las rocas “positivas” se midieron y se describieron directamente en el fondo del mar, recolectando únicamente aquellas especies que no habían sido identificadas previamente. En el laboratorio, las rocas recolectadas se sumergieron por separado en una solución anestésica de sulfato de magnesio durante 6 h. Posteriormente, se cepilló la superficie de la roca para desprender la macrobiota, la cual se separó en un tamiz de $500\text{ }\mu\text{m}$. Los organismos se preservaron en una solución de formol al 10%.

La identificación de los diferentes taxa se basó en Caso (1943, 1961, 1978, 1980, 1983), Hartman (1944), Osburn (1952), Provenzano (1959), Gosner (1971), Keen (1971), Abbott (1974), Light (1975), Abbott y Hollenberg (1976), Dawson (1978), Godshall y Laurent (1979), Brusca (1973, 1980), Morris *et al.* (1980), Phillips y McRoy (1980), Salazar-Vallejo *et al.* (1988) y Bailey (1999).

Para conocer si existía alguna relación entre la talla de los juveniles de abulón y el tamaño de la roca donde se encontraron, se aplicó una prueba de chi cuadrada (Zar, 1999).

Se analizó la estructura de la comunidad (macroalgas, fauna vágil y fauna sésil) y su variación temporal mediante la riqueza específica, el índice de valor de importancia (IVI) calculado a partir de la frecuencia y abundancia de cada especie, y los índices de diversidad y equidad de Simpson

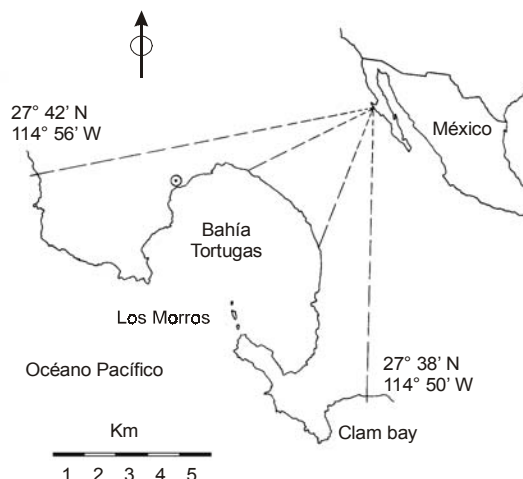


Figura 1. Área de estudio.
Figure 1. Study area.

Samplings were conducted using SCUBA and semiautonomous diving equipment. Nine stations were selected at each site, located at three different depths: at 0.5, 2.5 and 4.5 m in Clam Bay, and at 6, 9 and 12 m in Morro de Adentro. All samplings were made during the day at lowest tide. Tidal range at this site in April and November fluctuated between -0.3 and 2.0 m (NOAA, 2000–2002).

Bottom types of the microhabitat where abalone juveniles occurred were classified based on the following: relief, rock arrangement, wave exposure and depth. Once the sampling stations were established, a pair of divers began to look for juveniles under rocks of 10 cm to 1 m in length. Once the first juvenile was found, a 15-m rope was extended along the flat stones and the search for juveniles continued up to 1 m from each side of the rope; a total area of 30 m^2 was covered. The juveniles found were measured and identified *in situ*.

The microhabitat was characterized based on the shape and size of the rocks, microalgal cover, and presence of sessile and vagile organisms on both sides of the rock. At each station, the first rock with the presence of juveniles was collected and taken on board to be photographed for the subsequent description of the associated biota. The rest of the “positive” rocks were measured and characterized directly on the sea bottom, collecting only those species that had not been previously identified. In the laboratory, the rocks collected were individually submerged in an anaesthetic solution of magnesium sulphate for 6 h. The rock’s surface was then brushed to remove the macrobiota, which was sorted using a $500\text{-}\mu\text{m}$ sieve, and the organisms were preserved in a solution of 10% formol.

Taxa were identified according to Caso (1943, 1961, 1978, 1980, 1983), Hartman (1944), Osburn (1952), Provenzano (1959), Gosner (1971), Keen (1971), Abbott (1974), Light (1975), Abbott and Hollenberg (1976), Dawson (1978), Godshall and Laurent (1979), Brusca (1973, 1980), Morris *et al.* (1980), Phillips and McRoy (1980), Salazar-Vallejo *et al.* (1988), and Bailey (1999).

(Krebs, 1986). En el caso de la diversidad se utilizó la inversa de la dominancia de Simpson, expresada como:

$$d_s = \frac{N(N-1)}{\sum_{i=1}^s n_i(n_i-1)}$$

donde d_s = inversa de la dominancia de Simpson; N = número total de individuos; n_i = número de individuos de la especie i ; y s = número de especies (Brower y Zar, 1984).

Los análisis se realizaron con el paquete de análisis ecológico ANACOM ver. 3.0 (De la Cruz-Agüero, 1994).

Resultados

Tipos de fondo

Se identificaron cuatro tipos de fondo donde se localizó el microhábitat de los juveniles:

- (a) Fondo de relieve bajo y poca exposición al oleaje. Caracterizado por presentar macizos rocosos de bajo relieve, acanalados por la erosión del oleaje. En los canales se depositan rocas lajas de tamaño menor, de 20 a 90 cm de longitud, en posición imbricada sobre la roca madre, de manera tal que la circulación del agua es fluida. Este tipo de sustrato es característico del intermareal de Clam Bay y resultó el más adecuado para la presencia de juveniles pues, aunque las rocas fueron volteadas durante las marejadas, los espacios intersticiales no se llenaron de arena permitiendo la permanencia de los juveniles (fig. 2a).
- (b) Fondo de relieve medio y semiprotectido. Formado por canales que se ubican entre grandes peñascos de 2 a 3 m de altura, entre los cuales se acumulan lajas de 20 a 90 cm de longitud por 20 a 60 cm de ancho, con forma que puede ser plana y alargada; también se localizaron piedras pequeñas (7–15 cm) de forma irregular. Aquí, el 50% de las rocas yacen directamente sobre la arena y son enterradas fácilmente durante las marejadas. Esta zona se ubicó en el límite rocoso del banco de Clam Bay entre 4 y 5 m de profundidad (fig. 2b).
- (c) Fondo de relieve alto y expuesto al oleaje. Este fondo es de morfología compleja, dominado por macizos rocosos de perfil alto que se extienden de forma continua favoreciendo un paisaje algal de cobertura alta. La complejidad del relieve da lugar a la formación de diversos ambientes crípticos. Entre los afloramientos rocosos pueden observarse canales cubiertos por guijarros y cantos rodados (10–30 cm de diámetro) con grava y arena en menor proporción. Este tipo de fondo se encontró en el submareal del Morro de Adentro, predominando en la cota de 6 m (fig. 2c).
- (d) Fondo de relieve medio y expuesto al oleaje. El fondo es de roca mixta, caracterizado por la presencia de rocas

To determine whether there was a relationship between the size of the abalone juveniles and the size of the rock where they were found, a chi-square test was applied (Zar, 1999).

The community structure (macroalgae, vagile fauna and sessile fauna) and its temporal variation was analyzed based on specific richness; importance value index, calculated from the frequency and abundance of each species; and Simpson's diversity and evenness indices (Krebs, 1986). In the case of diversity, the inverse of Simpson's dominance index was used, expressed as:

$$d_s = \frac{N(N-1)}{\sum_{i=1}^s n_i(n_i-1)}$$

where d_s is the inverse of Simpson's dominance, N is the total number of individuals, n_i is the number of individuals of species i , and s is the number of species (Brower and Zar, 1984).

Analyses were made using the ANACOM (ver. 3.0) ecological analysis package (De la Cruz-Agüero, 1994).

Results

Bottom types

Four different bottom types were identified where the microhabitat of abalone juveniles was found.

- (a) Sheltered and low relief bottom: Characterized by low-relief rocky masses, with channels due to wave erosion. Smaller flat rocks, 20–90 cm in length, are found within the channels in imbricate arrangement over the mother rock, so that water circulates smoothly. This type of substrate is characteristic of the intertidal at Clam Bay and proved to be the most suitable for the presence of juveniles, because even though the rocks were overturned by the waves, the interstitial spaces did not fill up with sand, allowing the permanence of the juveniles (fig. 2a).
- (b) Semiexposed and moderate relief bottom: Formed by channels between large crags that are 2–3 m high, among which flat and elongated stones of 20–90 cm in length and 20–60 cm in width accumulate; small (7–15 cm), irregular-shaped stones are also found. Here, 50% of the rocks lie directly on the sand and are easily buried during the swell. This substrate is located in the rocky limit of the bed at Clam Bay, between 4 and 5 m depth (fig. 2b).
- (c) Exposed and high relief bottom: The complex morphology of this bottom is dominated by high rocky masses that extend continuously favoring high algal coverage. The complexity of the relief allows the formation of diverse cryptic environments. Among the rocky outcrops there are channels with pebbles (10–30 cm in diameter) and, to a lesser extent, gravel and sand. This type of bottom was

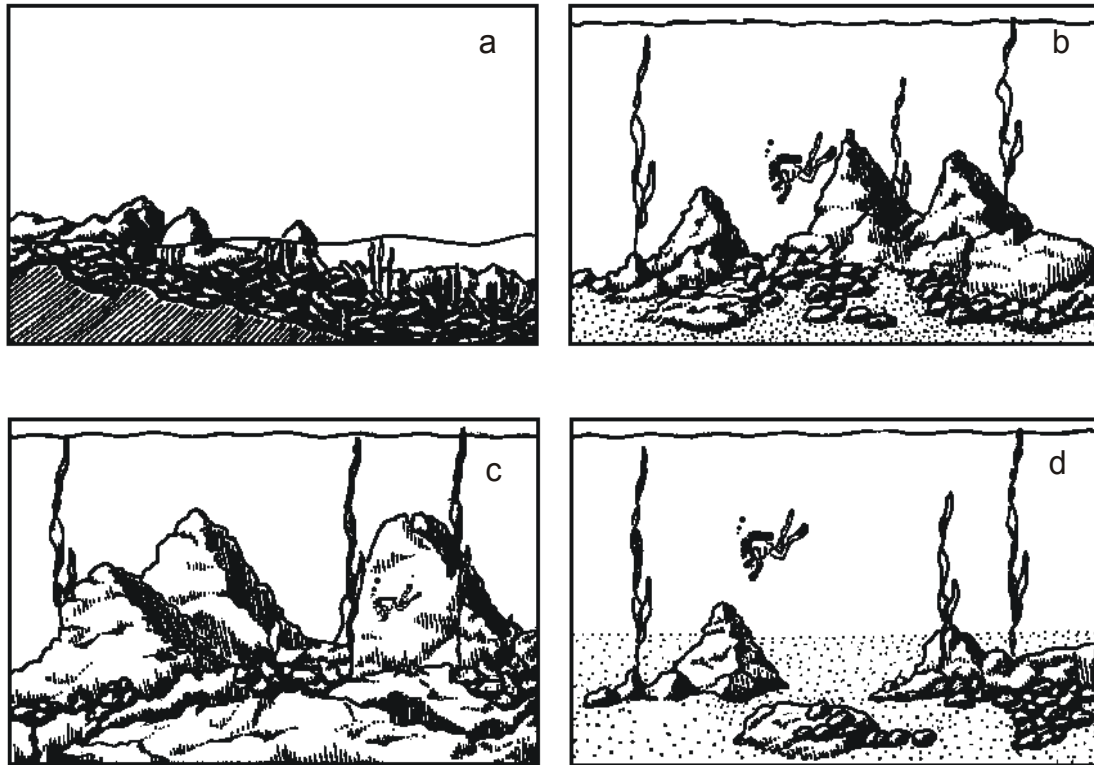


Figura 2. Tipos de fondo donde se localiza el microhábitat de juveniles de *Haliotis* spp.: (a) relieve bajo, protegido del oleaje; (b) relieve medio y semiprotegido; (c) relieve alto, accidentado y expuesto; y (d) relieve medio y expuesto.

Figure 2. Bottom types where the microhabitat of *Haliotis* spp. juveniles was found: (a) low relief, sheltered from the waves; (b) moderate relief and semiexposed; (c) high relief, accented and exposed; and (d) moderate relief and exposed.

de forma y tamaño variables (de 20 cm a 2 m), con dominancia de rocas de perfil bajo. Entre éstas hay presencia de canales de arena, grava y canto rodado. Pueden presentarse parches aislados de roca de forma compleja y perfil más alto, con o sin la presencia de sedimento arenoso en su superficie. Este tipo de fondo también se localizó en el submareal del Morro de Adentro, en las cotas de los 9 y 12 m (fig. 2d).

Microhábitat de juveniles de abulón

En general, a lo largo de todo el perfil batimétrico de ambos bancos se identificaron dos tipos de microhábitat, dependiendo del tamaño de los juveniles.

1. Microhábitat de juveniles entre 3 y 13 mm de longitud: Se localizó en la cara inferior de pequeñas rocas de 7 a 20 cm de longitud, cubiertas por algas coralinas costrosas en toda su superficie (*Lithophyllum imitans* Foslie, 1909; *L. aff. frondossum* Foslie, 1909; *Titanoderma postulatum* var. *confine* Crouan y Chamberline, 1991; *Hydrolithon onkodes* (Foslie) Keats y Chamberline, 1991; *H. samoense* (Foslie) Keats y Chamberline, 1991; y *Spongites yendoi* (Foslie) Chamberline, 1992). Las rocas son de forma irregular, con pequeñas oquedades o depresiones en donde se ocultan generalmente los juveniles, de manera tal que aunque la roca sea volteada por las olas, éstos se mantienen

found in the subtidal at Morro de Adentro and predominated at the 6 m depth (fig. 2c).

- (d) Exposed and moderate relief bottom: Formed by mixed rock, characterized by the presence of rocks of variable size and shape (from 20 cm to 2 m), with predominance of low relief rocks. Among the rocks there are channels with sand, gravel and pebbles. Isolated patches occur of higher, complex rocks, with or without the presence of sandy sediment on their surface. This substrate was found in the subtidal at Morro de Adentro, at the depths of 9 and 12 m (fig. 2d).

Microhabitat of abalone juveniles

Two types of microhabitat were identified throughout the bathymetric profile of both abalone beds, depending on the size of the juveniles.

1. Microhabitat of juveniles between 3 and 13 mm in length: On the underside of small rocks, 7–20 cm in length, their entire surface covered by crustose coralline algae (*Lithophyllum imitans* Foslie, 1909; *L. aff. frondossum* Foslie, 1909; *Titanoderma postulatum* var. *confine* Crouan and Chamberline, 1991; *Hydrolithon onkodes* (Foslie) Keats and Chamberline, 1991; *H. samoense* (Foslie) Keats and Chamberline, 1991; and *Spongites yendoi* (Foslie) Chamberline, 1992). The rocks have an irregular shape,

protegidos de la fricción o del contacto con otras rocas. Compartiendo este microhábitat se encontraron juveniles de quitones, fisurélidos y erizos, de 5 a 10 mm de longitud, (fig. 3a).

2. Microhábitat de juveniles de 14 a 100 mm: Se encontró también en la cara inferior de rocas imbricadas que permiten la libre circulación del agua. Las rocas más grandes de este tipo de microhábitat midieron entre 30 y 110 cm de longitud y de 20 a 60 cm de ancho, de forma plana, alargada, rómbica, cúbica e irregular. En la cara inferior, los juveniles de *Haliotis* comparten el sustrato con esponjas, briozoarios, anélidos tubícolas, ascidias, ofiuroideos y otros moluscos como *Stenoplax magdalenensis* Hinds, 1845 y *Tegula eiseni* Jordan, 1936 (fig. 3b). La cara superior de este tipo de rocas estuvo cubierta de rodofitas, feofitas y clorofitas (fig. 3c).

La prueba de contingencia de 2×2 entre la frecuencia de tallas de juveniles de abulón y el tamaño de la roca, permitió establecer que la aparición de cada grupo de talla está relacionada con el tamaño de la roca ($\chi^2 = 102.99$, $P = 0.001$).

Comunidad biótica del microhábitat

Riqueza específica

En las rocas que sirven de microhábitat a los juveniles de abulón, se identificó un total de 198 especies: 45 de macroalgas, 59 de fauna sésil, 93 de fauna vágil y 1 espermatofita (fig. 4).

Como se observa en la tabla 1, la riqueza específica de las macroalgas fue muy semejante en el microhábitat de ambos bancos durante las cuatro temporadas. Por su parte, la fauna sésil del Morro de Adentro mostró mayor riqueza específica durante el otoño de 1996 y la primavera de 1997, con 31 especies, disminuyendo a 15 especies en la primavera de 1998. Un patrón semejante se observó en Clam Bay, salvo en la primavera de 1998 cuando, a diferencia del Morro de Adentro, la riqueza específica aumentó rápidamente de 9 a 23 especies.

En el caso del Morro de Adentro, la fauna vágil mostró un comportamiento similar al de la fauna sésil, disminuyendo de 40 especies en el otoño de 1996 hasta 20 en la primavera de 1998. Por el contrario en Clam Bay, después de que la riqueza disminuyó de 14 especies en otoño de 1996 a 10 en la primavera de 1997, ésta nuevamente se incrementó a 16 en otoño de 1997 y a 21 en la primavera de 1998 (tabla 1).

Diversidad

Durante todo el estudio las macroalgas mostraron una mayor diversidad en el microhábitat de Clam Bay, sin embargo, aunque al inicio de las observaciones (1996) las diferencias entre Clam Bay y el Morro de Adentro fueron máximas (9.7 y 3.7 respectivamente), hacia la primavera de 1998 la diversidad en ambos sitios tendió a converger en un valor cercano a 6 (tabla 1).

with small cavities or depressions in which the juveniles generally hide, so that even if the rocks are overturned by the waves, they are protected from friction or contact with other rocks. Several juveniles, 5–10 mm in length, of chitons, fissurelids and sea urchins were found sharing this microhabitat (fig. 3a).

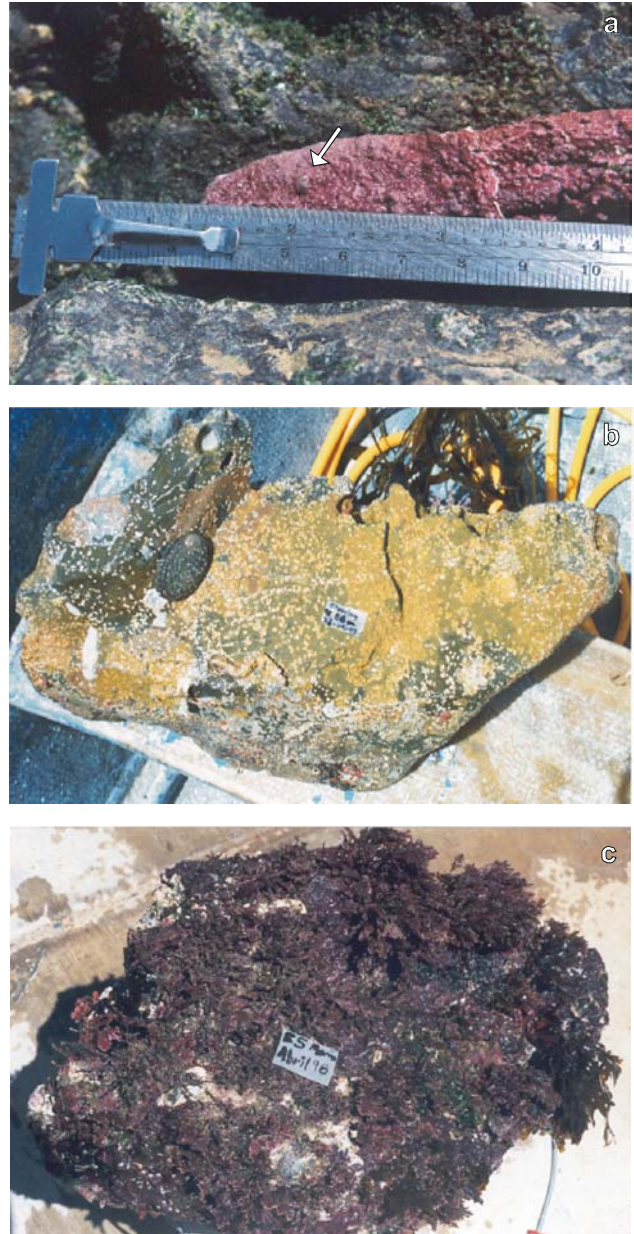


Figura 3. Microhábitat de juveniles de *Haliotis fulgens* y *H. corrugata*. (a) Roca cubierta por coralinias costrosas; juveniles < 14 mm. (b) Cara inferior de la roca cubierta por esponjas, briozoarios y anélidos; juveniles > 14 mm. (c) Cara superior cubierta por coralinias articuladas, feofitas y clorofitas, juveniles > 14mm.

Figure 3. Microhabitat of the juveniles of *Haliotis fulgens* and *H. corrugata*. (a) Rock covered by crustose coralline algae; juveniles < 14 mm. (b) Underside of the rock covered by sponges, bryozoans and annelids; juveniles > 14 mm. (c) Upper surface of the rock covered by articulate coralline algae, phaeophytes and chlorophytes; juveniles > 14mm.

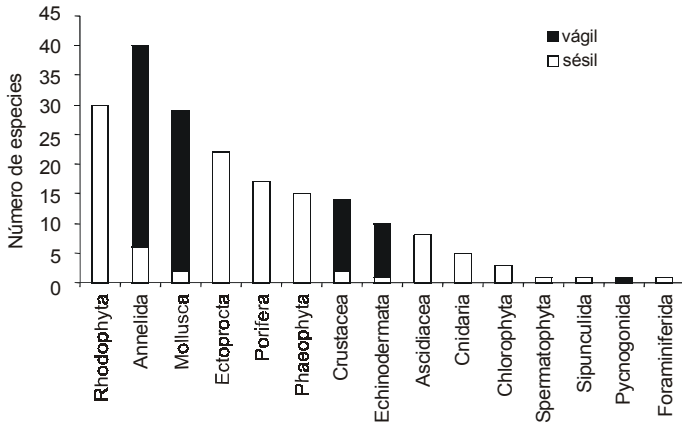


Figura 4. Riqueza específica del microhábitat de juveniles de abulón (macroalgas, fauna sésil y fauna vágil).

Figure 4. Specific richness of the microhabitat of abalone juveniles (macroalgae, sessile fauna and vagile fauna).

En relación a la fauna sésil, la diversidad siempre fue más alta en el Morro de Adentro, disminuyendo gradualmente de 16.9 en otoño de 1996, a 7.1 en primavera de 1998. Clam Bay mostró un comportamiento cíclico con valores mínimos en los otoños (3.9 y 2.2) y más altos en la primavera (tabla 1).

La fauna vágil mostró un patrón de diversidad distinto: valores divergentes entre Clam Bay y el Morro de Adentro en otoño de 1996 (2 y 13.8, respectivamente) y primavera de 1998 (5.5 y 14.3), y valores próximos entre sí en la primavera (4.4 y 3.7) y otoño de 1997 (8 y 6.1) (tabla 1).

Equidad

En general, la equidad de macroalgas en ambos bancos fue baja, fluctuando entre 0.07 y 0.11 en el Morro de Adentro y entre 0.11 y 0.25 en Clam Bay (tabla 1).

2. Microhabitat of juveniles between 14 and 100 mm: On the underside of imbricate rocks that allow the water to circulate freely. The largest rocks of this type of microhabitat measured 30–110 cm in length by 20–60 cm in width, and were flat, elongated, rhombic, cubic and irregular in shape. Under these rocks, abalone juveniles shared the substrate with sponges, bryozoans, tube-dwelling annelids, ascidians, ophiuroids, and other molluscs such as *Stenoplax magdalenensis* Hinds, 1845, and *Tegula eiseni* Jordan, 1936 (fig. 3b). The top side of these rocks was covered by rhodophytes, phaeophytes and chlorophytes (fig. 3c).

The 2 × 2 contingency test between the frequency of abalone juvenile sizes and the size of the rock indicated that the occurrence of each size group is related to the size of the rock ($\chi^2 = 102.99, P = 0.001$).

Biotic community of the microhabitat

Specific richness

A total of 198 species were identified on the rocks that serve as microhabitat for abalone juveniles: 45 species of macroalgae, 59 of sessile fauna, 93 of vagile fauna, and 1 spermatophyte (fig. 4).

Table 1 shows that the specific richness of macroalgae was similar in the microhabitat from both sites during the four seasons. The specific richness of the sessile fauna from Morro de Adentro was highest in autumn 1996 and spring 1997, with 31 species, decreasing to 15 species in spring 1998. A similar pattern was observed for Clam Bay, except that in spring 1998, unlike the former, the specific richness increased rapidly from 9 to 23 species.

The vagile fauna at Morro de Adentro presented a similar behaviour to that of the sessile fauna, decreasing from 40 species in autumn 1996 to 20 species in spring 1998. However,

Tabla 1. Descriptores ecológicos de la comunidad biótica del microhábitat de juveniles de abulón *Haliotis fulgens* y *H. corrugata* en Bahía Tortugas: MA = Morro de Adentro; CB = Clam Bay.

Table 1. Specific richness, diversity and evenness of the macroalgae, sessile fauna and vagile fauna from the microhabitat of *Haliotis fulgens* and *H. corrugata* juveniles in Bahía Tortugas, during autumn 1996, spring and autumn 1997, and spring 1998. MA = Morro de Adentro; CB = Clam Bay.

Descriptor de la comunidad	Otoño 1996		Primavera 1997		Otoño 1997		Primavera 1998	
	MA	CB	MA	CB	MA	CB	MA	CB
Riqueza específica de macroalgas	41	39	42	42	44	44	46	46
Riqueza específica de fauna sésil	31	17	31	17	22	9	15	23
Riqueza específica de fauna vágil	40	14	35	10	22	16	20	21
Diversidad de macroalgas	3.66	9.67	3.63	8.20	3.16	4.8	5.49	5.95
Diversidad de fauna sésil	16.95	3.98	10.01	5.86	8.57	2.21	7.16	5.46
Diversidad de fauna vágil	13.80	2.00	3.69	4.4	6.15	8.02	14.34	5.52
Equidad de macroalgas	0.08	0.25	0.08	0.18	0.07	0.11	0.11	0.12
Equidad de fauna sésil	0.45	0.10	0.26	0.15	0.35	0.08	0.26	0.20
Equidad de fauna vágil	0.22	0.03	0.08	0.02	0.12	0.15	0.22	0.13

Con respecto a la fauna sésil, la equidad siempre fue mayor en el Morro de Adentro. En los otoños de 1996 y 1997, los valores fueron máximos (0.45 y 0.35, respectivamente) mientras que en las primaveras de 1997 y 1998, se tuvo un valor mínimo (0.26). Para el banco de Clam Bay la equidad se comportó de manera inversa, los máximos ocurrieron en las primaveras de 1997 y 1998 (0.15 y 0.20, respectivamente), y los mínimos en los otoño de 1996 y 1997 (0.1 y 0.08).

En relación con la fauna vágil, el microhábitat de Clam Bay presentó una equidad biológica muy baja (< 0.05), tanto en el otoño de 1996 como en la primavera de 1997; sin embargo, en el otoño de 1997 y primavera de 1998 aumentó a 0.15 y 0.13, respectivamente (tabla 1). Esta baja equidad coincidió con el hecho de que en el otoño de 1996 y la primavera de 1997 hubo una dominancia de los moluscos *Haliotis fulgens* y *Tegula eiseni*, mientras que en el otoño de 1997 y la primavera de 1998 el aumento de la equidad coincidió con un incremento en la dominancia de la ofiura *Ophiactis simplex* Le Conte, 1851 y del quitón *Stenoplax magdalenensis*, respectivamente, y una disminución del papel dominante de *H. fulgens*, sobretudoo en el otoño de 1997 (tabla 4).

En primavera y otoño de 1997 la equidad en el Morro de Adentro disminuyó debido a un alto reclutamiento de *Crepidatella lingulata* Gould, 1846, en estas temporadas. Dicha abundancia se tradujo en la dominancia de esa especie, junto con el aumento del anélido *Anaitides medipapillata* Moore, 1909, que llegó a tener una abundancia de 20 organismos en una sola muestra de 30 anélidos errantes.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Del total de 198 especies identificadas se muestran únicamente aquellas cuyo IVI fue mayor al 5% al menos en una temporada (tablas 2-4). Un hecho que destaca es que el predominio de las especies cambia sin un patrón fijo entre estaciones del año en cada banco. Sin embargo, si nos referimos al valor de importancia promedio de cada especie entre las cuatro estaciones consideradas, se observa que en la mayoría de los casos existe un comportamiento inverso de este índice entre los dos bancos, i.e., cuando en un banco la dominancia de una especie es alta, en el otro disminuye.

Macroalgas

En este grupo, las especies dominantes, en orden de importancia jerárquica, fueron las coralinas costrosas (*Lithophyllum imitans*, *L. aff. frondosum*, *Titanoderma postulatatum* var. *confine*, *Hydrolithon onkodes*, *H. samoense* y *Spongites yendoi*), las coralinas articuladas (*Corallina officinalis* Kützinger, 1858, *C. pinatifolia* Dawson, 1953, *Bossiella orbigniana* Decaisne, 1842, *C. vancouveriensis* Yendo, 1902), y otras rodofitas como *Hypnea valentiae* (Turner) Montagne, 1841 y *Gelidium pusillum* (Sackh) Le Julis, 1863.

Las coralinas costrosas, cuyos valores de importancia fluctuaron de 48.9% a 70.5% en el Morro de Adentro y de

in Clam Bay, after specific richness decreased from 14 species in autumn 1996 to 10 in spring 1997, it increased to 16 species in autumn 1997 and to 21 in spring 1998 (table 1).

Diversity

Throughout the study, macroalgae presented greater diversity in the Clam Bay microhabitat; however, even though at the beginning of the survey (1996) the differences between Clam Bay and Morro de Adentro were maximum (9.7 and 3.7, respectively), in spring 1998 the diversity at both sites approached a value of 6 (table 1).

Diversity of the sessile fauna was always greater at Morro de Adentro, decreasing gradually from 16.9 in autumn 1996 to 7.1 in spring 1998. At Clam Bay, diversity was cyclical, with lower values in autumn (3.9 and 2.2) and higher in spring (table 1).

The vagile fauna presented a different pattern of diversity: divergent values between Clam Bay and Morro de Adentro in autumn 1996 (2 and 13.8, respectively) and spring 1998 (5.5 and 14.3), and similar values in spring 1997 (4.4 and 3.7) and autumn 1997 (8 and 6.1) (table 1).

Evenness

In general, evenness of macroalgae at both sites was low, ranging from 0.07 to 0.11 at Morro de Adentro and from 0.11 to 0.25 at Clam Bay (table 1).

Evenness of the sessile fauna was always greater at Morro de Adentro. The highest values were recorded in autumn 1996 and 1997 (0.45 and 0.35, respectively), and the lowest value (0.26) was recorded in spring 1997 and 1998. The opposite occurred at Clam Bay, where the highest evenness values were obtained in spring 1997 and 1998 (0.15 and 0.20, respectively), and the lowest in autumn 1996 and 1997 (0.1 and 0.08, respectively).

Regarding the vagile fauna, the biological evenness for the Clam Bay microhabitat was very low (< 0.05) in both autumn 1996 and spring 1997; however, in autumn 1997 and spring 1998 it increased to 0.15 and 0.13, respectively (table 1). This low evenness coincided with the predominance of the molluscs *Haliotis fulgens* and *Tegula eiseni* in autumn 1996 and spring 1997, whereas the increase in evenness in autumn 1997 and spring 1998 coincided with an increase in the predominance of the ophiuroid *Ophiactis simplex* Le Conte, 1851, and of the chiton *Stenoplax magdalenensis*, respectively, and a decrease in the dominant role of *H. fulgens*, especially in autumn 1997.

At Morro de Adentro, evenness in spring and autumn 1997 decreased because of a high recruitment of *Crepidatella lingulata* Gould, 1846. This abundance resulted in the predominance of this species, together with increased numbers of the annelid *Anaitides medipapillata* Moore, 1909, which had an abundance of 20 organisms in a single sample of 30 errant annelids.

19.1% a 50.9% en Clam Bay (tabla 2), cubrieron gran parte de las rocas, en especial de aquellas de 7 a 20 cm, en donde se encontraron juveniles de *Haliotis* de 3 a 13 mm de longitud que posiblemente se asientan en ellas desde el estadio de postlarva.

En las rocas de mayor tamaño que sirven de microhábitat a los juveniles de abulón de 14 a 100 mm, la dominancia se repartió entre corralinas costrosas y articuladas, particularmente en el banco del Morro de Adentro, con la presencia de algunas rodofitas como *H. valentiae*, *Chondracanthus canaliculata* Harvey, 1841, *Gigartina agardhii* Setchell y Gardner 1933, y feofitas como *Dictyota flabellata* (Collins) Setchell y Gardner, 1901.

Importance Value Index (IVI)

Of the 198 species identified, only those whose IVI was greater than 5% in at least one season are shown (tables 2–4). Predominance of the species changes without a fixed pattern between seasons at both sites; however, if we refer to the mean importance value of each species for the four seasons surveyed, in most cases this index presents an opposite behaviour for Morro de Adentro and Clam Bay; that is, when the predominance of one species is high in one abalone bed, it decreases in the other.

Tabla 2. Variación estacional del Índice de valor de importancia (IVI) de macroalgas y fanerógamas del microhábitat de juveniles de abulón de Bahía Tortugas: CB = Clam Bay; MA = Morro de Adentro. Las especies cuyo IVI medio fue mayor que 5% en cualquiera de los dos bancos se indican en negritas.

Table 2. Seasonal variation of the importance value index (IVI) of macroalgae and phanerogams from the microhabitat of abalone juveniles in Bahía Tortugas, for autumn 1996, spring and autumn 1997, and spring 1998: CB = Clam Bay; MA = Morro de Adentro. Indicated in bold are those species whose mean IVI was greater than 5% at either of the two sites.

Especies	Otoño 1996		Primavera 1997		Otoño 1997		Primavera 1998		IVI promedio	
	CB	MA	CB	MA	CB	MA	CB	MA	CB	MA
1. Corralinas costrosas*	30.4	65.8	19.1	66.8	50.9	70.5	48.5	48.9	37.2	63.0
2. Corallina officinalis var. chilensis	31.5	47.5	32.2	30.2	23.2	39.0	11.2	0.0	24.5	29.2
3. <i>Corallina pinnatifolia</i>	20.1	27.0	0.0	32.2	7.5	15.8	11.8	24.0	9.9	24.8
4. <i>Bossiella orbigniana</i>	10.7	20.4	15.1	24.8	16.6	5.3	0.0	3.7	10.6	13.6
5. <i>Ulva californica</i>	2.6	0.0	30.1	0.0	0.0	3.5	18.5	17.4	12.8	5.2
6. <i>Halymenia ?</i>	0.0	3.6	0.0	0.0	5.5	30.2	9.0	18.6	3.6	13.1
7. <i>Corallina vancouveriensis</i>	14.6	4.9	3.7	0.0	18.2	6.0	6.7	0.0	10.8	2.7
8. <i>Chondria californica</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	34.5	0.0	1.7	0.0	9.1	0.0
9. <i>Hypnea valentiae</i>	8.1	0.0	13.0	0.0	4.8	0.0	8.6	11.8	8.6	2.9
10. <i>Dictyota flabellata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	11.7	13.4	19.2	6.0	7.7
11. <i>Gelidium pusillum</i>	8.1	0.0	15.9	9.4	0.0	0.0	5.1	0.0	7.3	2.3
12. <i>Chondracanthus canaliculata</i>	15.1	3.6	0.0	0.0	4.8	0.0	3.9	0.0	5.9	0.9
13. <i>Colpomenia tuberculata</i>	6.9	0.0	7.5	0.0	2.4	8.1	5.2	3.6	5.5	2.9
14. <i>Cystoseira osmundacea</i>	2.6	3.6	8.2	12.3	2.2	0.0	2.3	4.2	3.8	5.0
15. <i>Eisenia arborea</i>	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	3.5	12.6	0.9	4.7
16. <i>Ralfsia pacifica</i>	3.8	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	10.9	18.6	4.6	4.6
17. <i>Gigartina agardhii</i>	0.0	0.0	16.9	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	1.5
18. <i>Macrocystis pyrifera</i>	4.3	4.3	12.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	2.0
19. <i>Centroceras clavulatum</i>	0.0	0.0	10.6	4.6	0.0	4.7	3.9	0.0	3.6	2.3
20. <i>Sargassum agardhianum</i>	3.4	4.9	0.0	0.0	5.2	0.0	3.9	0.0	3.1	1.2
21. <i>Padina durvillae</i>	6.4	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	3.0	0.0
22. <i>Laurencia pacifica</i>	3.8	5.6	0.0	0.0	5.5	0.0	2.3	0.0	2.9	1.4
23. <i>Phyllospadix torreyi</i>	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0
24. <i>Lithothrix aspergillum</i>	7.9	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.1
25. <i>Acrosorium venulosum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	4.2	2.0	1.1
26. <i>Amphiroa foliacea</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	5.3	2.3	0.0	1.2	1.3

* Incluye *Lithophyllum imitans*, *L. aff. frondosum*, *Titanoderma postumatum*, *Hydrolithon onkodes*, *H. samoense* y *Spongites yendoi*.

En el banco de Clam Bay se observó un cambio notable del otoño de 1996 a la primavera de 1997, cuando disminuyó la presencia de *Chondracanthus canaliculata* y *Phyllospadix torreyi* Watson y tomó su lugar *Ulva californica* Willie, 1899. El cambio más evidente en este banco sucedió en otoño de 1997, durante El Niño 1997–1998, cuando aumentó la presencia de especies de afinidad tropical como *Chondria californica* Kylin, 1941 y *Sargassum agardhianum* Agardh, 1889. Hacia la primavera de 1998, todavía durante la influencia de El Niño, la composición se vio modificada por la presencia de *Ulva californica* y *Dictyota flabellata* en ambos bancos (tabla 2). La intensidad de este fenómeno provocó la desaparición total de los mantos de *Macrocystis pyrifera* (L.) Agardh 1889 y de *Eisenia arborea* Areschoug, 1876, especies que normalmente presentan una gran dominancia en ambos bancos.

Fauna sésil

La fauna sésil mostró un grupo dominante formado por los anélidos *Spirorbis marioni* Caullery y Mesnil, 1897 y *Pomatoceros* sp. Philippi, 1844, la ascidia colonial *Metandrocarpa taylori* Huntsman, 1912 y los briozoarios *Lyrula hipocreppis* Hincks, 1882 y *Rhyncozoon grandicella* Canu y Bassler, 1923. Estas especies de hábitos costrosos estuvieron presentes la mayoría de las veces en ambos bancos, por lo cual se consideraron especies constantes del microhábitat de los juveniles de *Haliotis fulgens* y *H. corrugata* (tabla 3).

En Clam Bay, el anélido *S. marioni* tuvo el valor de importancia más alto (de 40% a 83.2 %) en todas las temporadas analizadas; en esta localidad suele ocupar toda la superficie inferior de las rocas, dejando espacios donde se encuentran los juveniles de abulón. Este anélido se encuentra también en el Morro de Adentro, sin embargo, su IVI (< 17) no fue tan alto como en Clam Bay, llegando incluso a desaparecer en la primavera de 1998 (tabla 3).

La esponja *Axocielita originalis* De Laubenfels, 1930, el foraminífero colonial *Iridia serialis* Le Calvez, 1935 y la ascidia colonial *Trididemnum opacum* Ritter, 1907, también fueron especies constantes del microhábitat de juveniles, excepto en el otoño de 1997 en Clam Bay, probablemente por el aumento de temperatura (28°C) que se registró en esa época como parte de El Niño 1997–1998. En abril de 1998 se registraron los briozoarios *Tubulipora* Lamarck 1816 y *Lichenopora novae zelandiae* (Busk) 1875, especies que se han reportado como organismos colonizadores (Herrera-Fragoso, 2000) (tabla 3).

En el Morro de Adentro la dominancia no se concentró en un solo grupo, sino que se repartió en un mayor número de especies (11) con alta jerarquía, principalmente de briozoarios, algunas esponjas y anélidos sedentarios cuyo IVI fluctuó de 5.9 a 21.2, en promedio (tabla 3).

Fauna vágil y Haliotis

Los juveniles de *H. fulgens* y *H. corrugata* se encontraron dentro de las especies con mayor valor de importancia de la

Macroalgae

The dominant species, in order of hierarchy, were the crustose coralline algae (*Lithophyllum imitans*, L. aff. *frondosum*, *Titanoderma postulatum* var. *confine*, *Hydrolithon onkodes*, *H. samoense* and *Spongites yendoi*), the articulate coralline algae (*Corallina officinalis* Kützing, 1858; *C. pinnatifolia* Dawson, 1953; *Bossiella orbigniana* Decaisne, 1842; *C. vancouveriensis* Yendo, 1902), and other rhodophytes such as *Hypnea valentiae* (Turner) Montagne, 1841, and *Gelidium pusillum* (Sackh) Le Julis, 1863.

The crustose corallines, whose importance values ranged from 48.9% to 70.5% at Morro de Adentro and from 19.1% to 50.9% at Clam Bay (table 2), covered large part of the rocks, especially those of 7–20 cm, where abalone juveniles of 3–13 mm in length were found that possibly settle there since the postlarval stage.

Among the larger-sized rocks that serve as microhabitat for juveniles of 14–100 mm in length, the dominance was shared between crustose and articulate coralline algae, particularly at Morro de Adentro, with the presence of some rhodophytes, such as *H. valentiae*, *Chondracanthus canaliculata* Harvey, 1841, and *Gigartina agardhii* Setchell and Gardner, and phaeophytes, such as *Dictyota flabellata* (Collins) Setchell and Gardner, 1901.

At Clam Bay, there was a notable change from autumn 1996 to spring 1997, when the presence of *C. canaliculata* and *Phyllospadix torreyi* Watson decreased, and *Ulva californica* Willie, 1899, took their place. The most noticeable change in this abalone bed occurred in autumn 1997, during the 1997–1998 El Niño event, when there was an increase in the presence of tropical species such as *Chondria californica* Kylin, 1941, and *Sargassum agardhianum* Agardh, 1889. Towards spring 1998, still under the influence of El Niño, the composition was modified by the presence of *U. californica* and *D. flabellata* at both sites (table 2). The intensity of this phenomenon lead to the total disappearance of the beds of *Macrocystis pyrifera* (L.) Agardh, 1889, and *Eisenia arborea* Areschoug, 1876, species that are normally very predominant at both sites.

Sessile fauna

The sessile fauna presented a dominant group formed by the annelids *Spirorbis marioni* Caullery and Mesnil, 1897, and *Pomatoceros* sp. Philippi, 1844; the colonial ascidian *Metandrocarpa taylori* Huntsman, 1912; and the bryozoans *Lyrula hipocreppis* Hincks, 1882, and *Rhyncozoon grandicella* Canu and Bassler, 1923. These crustose species were recorded on most occasions at both sites and are therefore considered constant species of the microhabitat of *Haliotis fulgens* and *H. corrugata* juveniles (tabla 3).

At Clam Bay, the annelid *S. marioni* had the highest importance value (40–83.2%) in all the seasons analyzed; at this locality it tends to occupy all the bottom side of the rocks, leaving spaces where the abalone juveniles are found. This

Tabla 3. Variación estacional del índice de valor de importancia (IVI) de la fauna sésil del microhábitat de juveniles de abulón en Bahía Tortugas: CB = Clam Bay; MA = Morro de Adentro. Las especies cuyo IVI medio fue mayor que 5% en cualquiera de los dos bancos se indican en negritas.**Table 3.** Seasonal variation of the importance value index (IVI) of the sessile fauna from the microhabitat of abalone juveniles in Bahía Tortugas, for autumn 1996, spring and autumn 1997, and spring 1998: CB = Clam Bay; MA = Morro de Adentro. Indicated in bold are those species whose mean IVI was greater than 5% at either of the two sites.

Especies	Otoño 1996		Primavera 1997		Otoño 1997		Primavera 1998		IVI promedio	
	CB	MA	CB	MA	CB	MA	CB	MA	CB	MA
1. <i>Spirorbis marioni</i>	66.5	16.4	40.3	5.0	83.2	13.3	55.0	0.0	61.3	8.7
2. <i>Pomatoceros</i> sp.	23.5	16.8	21.0	5.6	17.9	24.2	4.3	38.2	16.7	21.2
3. <i>Lyrula hippocrepis</i>	3.5	18.8	3.7	14.7	0.0	10.7	4.3	33.1	2.9	19.3
4. <i>Metandrocarpa taylori</i>	31.5	11.8	20.7	11.2	7.9	19.5	7.8	9.7	17.0	13.0
5. <i>Axocielita originalis</i>	7.7	13.8	38.6	30.2	0.0	0.0	9.4	0.0	13.9	11.0
6. <i>Cacospongia</i> aff. <i>similis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	34.2	9.6	12.9	5.2	11.8	3.7
7. <i>Rhynchozoon grandicella</i>	4.1	9.6	0.0	16.5	0.0	14.1	7.1	4.2	2.8	11.1
8. <i>Tetraclita rubescens</i>	0.0	0.0	22.2	0.0	12.6	4.5	7.1	0.0	10.5	1.1
9. <i>Tubulipora</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	4.3	31.9	1.1	10.2
10. <i>Balanophyllia elegans</i>	0.0	4.5	2.7	6.6	6.3	16.6	0.0	5.2	2.3	8.2
11. <i>Haliclona</i> sp.	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	30.3	0.0	0.0	0.0	8.2
12. <i>Balanus regalis</i>	0.0	5.7	6.3	5.0	0.0	12.7	0.0	6.4	1.6	7.4
13. <i>Parasmittina californica</i>	0.0	5.9	0.0	4.5	0.0	0.0	2.1	18.7	0.5	7.3
14. <i>Iridia serialis</i>	6.6	9.4	0.0	9.4	0.0	2.6	12.2	5.2	4.7	6.6
15. <i>Hamacantha hyaloderma</i>	0.0	0.0	0.0	10.3	0.0	5.1	0.0	8.9	0.0	6.1
16. <i>Trididemnum opacum</i>	3.5	10.0	6.9	4.4	0.0	2.8	6.3	6.4	4.2	5.9
17. <i>Obelia hyalina</i>	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	22.5	0.0	5.6	2.1
18. Esponja 12	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	2.6	0.0	0.0	5.0	0.6
19. <i>Plocamilla illgi</i>	15.3	0.0	3.7	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.7
20. <i>Didemnum</i> sp.	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	3.8	2.8	8.9	0.7	4.0
21. <i>Aetea recta</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	13.7	0.7	3.4
22. <i>Callopora lineata</i>	0.0	0.0	12.7	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	1.0
23. <i>Membranipora</i> sp.	4.1	5.1	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0	0.0	3.0	1.3
24. <i>Spongosorites smithae</i>	11.3	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	2.3
25. Esponja 19	5.6	2.5	0.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.8
26. <i>Microporella californica</i>	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0	0.0	2.8	0.0	0.7	2.6
27. <i>Thelepus crispus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0
28. <i>Aglaophenia latirostris</i>	0.0	2.6	0.0	2.8	0.0	0.0	9.4	0.0	2.4	1.3
29. <i>Ophlitaspongia pennata</i>	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0
30. <i>Phragmatopoma californica</i>	0.0	2.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
31. <i>Calix arcuarius</i>	4.6	0.0	2.7	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.5
32. <i>Sabella melanostigma</i>	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
33. <i>Serpulorbis squamigerus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	6.8	0.0	1.7	0.6
34. <i>Lichenopora novae-zelandia</i>	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	6.3	4.2	1.6	1.5
35. <i>Pyura haustor</i>	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
36. <i>Styela plicata</i>	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
37. Esponja 9	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.9	1.3
38. Esponja 16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	1.3
39. <i>Euripon asodes</i>	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3

fauna vágil. Junto con los moluscos *Tegula eiseni* y *Crepidatella lingulata* fueron las especies más constantes (tabla 4).

En Clam Bay, los juveniles de *H. fulgens* presentaron una dominancia mayor que en el Morro de Adentro, en donde dominaron los juveniles de *H. corrugata*. Es importante mencionar que aunque la dominancia de *H. fulgens* disminuyó a partir de la primavera de 1997, su valor de importancia en Clam Bay siempre estuvo por encima del resto de las especies de la fauna vágil (tabla 4).

En el Morro de Adentro *H. corrugata* fue dominante en otoño de 1996 (IVI = 28.8), pero en la primavera y otoño de 1997 *Crepidatella lingulata* fue la especie dominante (IVI = 58.3 y 38.1, respectivamente). En otoño de 1997, durante los efectos más intensos de El Niño, el anélido *Anaitides medipapillata* mostró un alto valor de importancia (IVI = 31.1) en el Morro de Adentro, ocupando el segundo lugar después de *C. lingulata*.

Un hecho importante dentro de la fauna vágil fue la aparición, en la primavera y particularmente otoño de 1997, de diversas especies de anélidos errantes como *Ceratonereis mirabilis* Kingberg 1876 y *A. medipapillata*, especies que suelen estar relacionados con incrementos de sedimento en la superficie de la roca.

Discusión

En general, los juveniles de *Haliotis fulgens* y *H. corrugata* habitan la superficie inferior de rocas de tamaños y formas diversos, asimismo el tamaño de los juveniles guarda una estrecha relación con el tamaño de la roca que constituye su microhábitat. Al respecto, Cox (1962) señala que esta misma relación está en función con el grado de desarrollo de la rádula.

La presencia de juveniles muy pequeños (3 a 5 mm) en rocas cubiertas con algas coralinas costrosas es resultado de una relación simbiótica, en la que los juveniles se benefician al mimetizarse con la coloración rosa de las algas costrosas, y éstas, a su vez, tienen mayor acceso a la luz gracias a la acción de herbivoría del abulón (Shepherd y Turner, 1985; Shepherd y Daume, 1996). Por otra parte, el ocultamiento de los juveniles menores de 3 mm en las depresiones y rugosidades de la roca, y de las propias costrosas, fue un hecho frecuente a lo largo del estudio, semejante a lo observado por McShane y Naylor (1995) con *Haliotis iris* Gmelin, 1791. Esto parece ser una estrategia de sobrevivencia contra los efectos de abrasión, choque entre rocas y acción de depredadores.

Una vez que la rádula de los abulones es más fuerte, éstos cambian de dieta y se alimentan de macroalgas (Cox, 1962). La comunidad observada en las rocas que forman el microhábitat de juveniles de *H. fulgens* y *H. corrugata* con tallas de 14 a 100 mm, tuvo dos componentes. El primero, el de la parte superior de la roca, está dominado principalmente por algas coralinas costrosas y articuladas junto con algunas rodofitas de talo cartilaginoso como *Chondrocanthus canaliculata*,

annelid also occurred at Morro de Adentro; however, its IVI (< 17) was not as high as for Clam Bay and it even disappeared in spring 1998 (table 3).

The sponge *Axocelita originalis* De Laubenfels, 1930, the colonial foraminifera *Iridia serialis* Le Calvez, 1935, and the colonial ascidian *Trididemnum opacum* Ritter, 1907, were also constant species in the microhabitat of abalone juveniles, except in autumn 1997 at Clam Bay, probably because of the increase in temperature (28°C) that was recorded at this time during the 1997–1998 El Niño. The bryozoans *Tubulipora Lamarck*, 1816, and *Lichenopora novae zelandiae* (Busk), 1875, were recorded in April 1998, species considered to be colonizing organisms (Herrera-Fragoso, 2000) (table 3).

At Morro de Adentro, dominance was not attributed to one single group, but rather to a number of species (11) of high hierarchy, mainly the bryozoans, some sponges and sedentary annelids, whose IVI ranged from 5.9 to 21.2 on average (table 3).

Vagile fauna and *Haliotis*

Haliotis fulgens and *H. corrugata* juveniles were among the vagile fauna that had the highest importance value, and together with the molluscs *Tegula eiseni* and *Crepidatella lingulata*, they were the most constant species (table 4).

Juveniles of *H. fulgens* presented greater dominance at Clam Bay than at Morro de Adentro, where the juveniles of *H. corrugata* predominated. It is important to note that even though the dominance of *H. fulgens* decreased as of spring 1997, its importance value at Clam Bay was always higher than that of the rest of the vagile fauna (table 4).

At Morro de Adentro, *H. corrugata* predominated in autumn 1996 (IVI = 28.8), but the dominant species in spring and autumn 1997 was *C. lingulata* (IVI = 58.3 and 38.1, respectively). In autumn 1997, during the most intense effects of El Niño, the annelid *Anaitides medipapillata* presented a high importance value (IVI = 31.3) at this site, occupying second place after *C. lingulata*.

In spring and particularly in autumn 1997, several species of errant annelids, such as *Ceratonereis mirabilis* Kingberg, 1876, and *A. medipapillata*, appeared among the vagile fauna, species that tend to be associated with increases in sediment on the rock's surface.

Discussion

Haliotis fulgens and *H. corrugata* juveniles are found on the underside of rocks of different shape and size; likewise, the size of the juveniles is closely related to the size of the rock that constitutes their microhabitat. Cox (1962) reports that this association depends on the degree of development of the radula.

The presence of very small juveniles (3–5 mm) on rocks covered with crustose coralline algae reveals a symbiotic

Tabla 4. Variación estacional del índice de valor de importancia (IVI) de la fauna vágil del microhábitat de juveniles de abulón en Bahía Tortugas: CB = Clam Bay; MA = Morro de Adentro. Las especies cuyo IVI medio fue mayor que 5% en cualquiera de los dos bancos se indican en negritas.

Table 4. Seasonal variation of the importance value index (IVI) of the vagile fauna from the microhabitat of abalone juveniles in Bahía Tortugas, for autumn 1996, spring and autumn 1997, and spring 1998: CB = Clam Bay; MA = Morro de Adentro. Indicated in bold are those species whose mean IVI was greater than 5% at either of the two sites.

Especies	Otoño 1996		Primavera 1997		Otoño 1997		Primavera 1998		IVI promedio	
	CB	MA	CB	MA	CB	MA	CB	MA	CB	MA
1. <i>Haliotis fulgens</i>	102.8	14.7	79.4	7.8	37.5	8.1	61.6	19.9	70.3	12.6
2. <i>Crepidatella lingulata</i>	10.2	16.7	9.4	58.3	24.5	38.1	6.5	13.8	12.7	31.7
3. <i>Haliotis corrugata</i>	0.0	28.8	11.7	23.5	0.0	21.1	5.4	29.7	4.3	25.8
4. <i>Tegula eiseni</i>	28.0	14.1	26.1	2.1	21.4	10.1	20.7	0.0	24.1	6.6
5. <i>Anaitides medipapillata</i>	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	31.1	0.0	10.0	0.0	10.9
6. <i>Lithophaga hastasia</i>	4.4	6.0	0.0	4.3	7.7	15.1	6.5	5.9	4.7	7.8
7. <i>Muricopsis pauxillus</i>	0.0	22.0	0.0	2.1	6.5	0.0	4.3	5.9	2.7	7.5
8. <i>Paraxanthias taylora</i>	0.0	9.4	0.0	0.0	11.3	8.1	0.0	11.8	2.8	7.3
9. <i>Stenoplax magdalenensis</i>	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	0.0	21.6	0.0	7.2	0.0
10. <i>Eupentacta</i> sp.	0.0	10.0	0.0	8.3	0.0	0.0	6.5	5.9	1.6	6.1
11. <i>Penitella penita</i>	0.0	0.0	23.3	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	2.1
12. <i>Ceratonereis mirabilis</i>	0.0	0.0	0.0	14.2	6.5	6.0	0.0	0.0	1.6	5.1
13. <i>Ophionereis</i> sp.	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	4.3	18.1	1.1	5.1
14. <i>Ophiactis simplex</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	19.7	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0
15. <i>Placiphorella vellata</i>	8.8	4.0	0.0	4.7	0.0	4.0	6.5	5.9	3.8	4.7
16. <i>Anadara formosa</i>	5.1	10.7	0.0	2.1	0.0	0.0	6.5	5.9	2.9	4.7
17. <i>Collisella</i> aff. <i>dalliana</i>	0.0	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0
18. <i>Halosydna brevisetosa</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.1	0.0	4.0
19. <i>Pholadidea</i> aff. <i>tubifera</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0
20. <i>Cypraea spadicea</i>	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	4.3	10.0	1.1	3.6
21. <i>Eunice antenata</i>	0.0	4.0	11.7	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	2.5
22. <i>Pachycheles holocerius</i>	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	2.9
23. <i>Pilumnus spinohirsutus</i>	0.0	2.0	0.0	0.0	11.3	0.0	0.0	0.0	2.8	0.5
24. <i>Fissurella volcano</i>	5.8	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	2.5	0.5
25. <i>Evasterias troschelii</i>	0.0	2.0	0.0	0.0	6.5	4.0	0.0	0.0	1.6	1.5
26. <i>Heliacus caelatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	5.9	1.6	1.5
27. <i>Loxorhynchus crispatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	5.9	1.6	1.5
28. <i>Ophiothrix spiculata</i>	0.0	8.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
29. <i>Alpheus dentipes</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	5.9	0.0	2.5
30. <i>Nephtys</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	5.9	0.0	2.5
31. <i>Collisella mitella</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	1.9	0.0
32. <i>Pherusa inflata</i>	0.0	2.0	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.5
33. <i>Doriopsilla albopunctata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	5.9	1.1	1.5
34. <i>Pseudomelatoma torosa</i>	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0
35. <i>Cosmioconcha pergracilis</i>	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0
36. <i>Penitella conradi</i>	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	1.8

Tabla 4 (Cont.)

Especies	Otoño 1996		Primavera 1997		Otoño 1997		Primavera 1998		IVI promedio	
	CB	MA	CB	MA	CB	MA	CB	MA	CB	MA
37. <i>Strongylocentrotus purpuratus</i>	0.0	2.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	1.6	0.5
38. <i>Epiplatys minimus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0
39. <i>Pagurus</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0
40. <i>Brachidontes semilaevis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0
41. <i>Basiliochiton heathii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	0.0	1.5
42. <i>Pilumnus towsendi</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	0.0	1.5
43. <i>Lepidozona serrata</i>	5.1	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.7
44. <i>Crepidula onix</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	1.3	0.0
45. <i>Cheiloneneis cyclurus</i>	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
46. <i>Brysettaeres pinniger</i>	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0
47. <i>Ophiopholis simplex</i>	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2

Hypnea valentiae y *Gelidium pussillum*, esta última y otras como *Laurencia* sp. Lamouroux, 1813 y *Dictyota* sp. Lamouroux, 1809, también presentes en la cara superior de las rocas, han sido identificadas en los estómagos de juveniles de ambas especies de *Haliotis* (Guzmán-del Prío *et al.*, en prensa), lo que sugiere excursiones tróficas hacia esta parte de la roca, junto con el consumo de restos de macroalgas que fluyen a la deriva. El segundo componente de la comunidad se encuentra en la cara inferior de las rocas, generalmente lisa y carente de macroalgas, coincidiendo con observaciones de otros autores (Shepherd, 1973). En esta cara, además de los juveniles de abulón, en la mayoría de las muestras se encontraron briozoarios, esponjas, serpulidos y pequeños gasterópodos como *Tegula eiseni*. Este tipo de asociación ha sido reportada como rara en otras especies de *Haliotis* (Shepherd y Turner, 1985; Ault y De Martini, 1987), pero en este caso fue algo común.

La amplia variabilidad del microhábitat de *H. fulgens* y *H. corrugata* fue un hecho frecuente, ya que en distancias muy cortas puede variar desde rocas muy pequeñas, no mayores de 15 a 20 cm, hasta grandes rocas de más de 1 m de largo. Como ocurre en la mayoría de los invertebrados bentónicos, esta heterogeneidad de hábitat genera variaciones en sus parámetros poblacionales y, por consiguiente, en la estructura de las comunidades que se desarrollan en cada hábitat (Pulliam, 1988).

La dominancia de los organismos coloniales de la fauna sésil (como esponjas, briozoarios, ascidias, hidrozoarios y cnidarios), observada en el submareal de los bancos estudiados, se explica por las ventajas que tienen estos grupos en la competencia por el espacio dada su reproducción asexual y crecimiento multidireccional (Jackson, 1977; Raffaelli y Hawkins, 1997). Por el contrario, en el intermareal dominan los juveniles de *H. fulgens* y la fauna vágil, cuya tolerancia a las altas temperaturas y a la desecación es superior a la de la fauna sésil (Jackson, 1977).

relationship, in which the juveniles benefit by blending with the pink colour of the crustose algae, and they, in turn, have greater access to light as a result of the abalone's herbivorous action (Shepherd and Turner, 1985; Shepherd and Daume, 1996). On the other hand, the concealment of juveniles smaller than 3 mm in the depressions and cavities of the rock and crusts themselves was frequently observed during the study period and coincides with that found by McShane and Naylor (1995) for *Haliotis iris* Gmelin, 1791. This seems to be a survival strategy against the effects of abrasion, rock collision and predators.

Once the abalone's radula is stronger, the organisms change their diet and feed on macroalgae (Cox, 1962). The community observed on the rocks that form the microhabitat of *H. fulgens* and *H. corrugata* juveniles of 14–100 mm in length presented two components. The first component consists of the upper surface of the rock, dominated mainly by crustose and articulate coralline algae, and by some rhodophytes with a cartilaginous thallus like *Chondrocanthus canaliculata*, *Hypnea valentiae* and *Gelidium pussillum*; this last species and others such as *Laurencia* sp. Lamouroux, 1813, and *Dictyota* sp. Lamouroux, 1809, also present on the rock's upperside, have been identified in the stomachs of juveniles of both *Haliotis* species (Guzmán-del Prío, in press). This suggests trophic excursions to this part of the rock, as well as the consumption of macroalgal remains that drift by. The second component consists of the underside of the rocks, which is generally smooth and lacking in macroalgae, as has been reported by other authors (Shepherd, 1973). On this side, in addition to the abalone juveniles, most samples contained bryozoans, sponges, serpulids, and small gastropods, such as *Tegula eiseni*. This type of association has been reported as rare for other species of *Haliotis* (Shepherd and Turner, 1985; Ault and De Martini, 1987), but was common in this case.

Aunque los organismos coloniales pueden ser competidores dominantes, su dominancia se ve disminuida por diversos factores físicos y biológicos, incluyendo la depredación. Un ejemplo de esto fue la presencia en el microhábitat estudiado, de las estrellas de mar *Pisaster ochraceus* Brandt, 1835, y *Patiria miniata* Brandt, 1835, y de peces como *Semicossyphus pulcher* Ayres 1854, especies que son depredadoras de organismos coloniales, principalmente briozoarios y esponjas (Foster, 1975).

En los bancos estudiados con frecuencia se encontraron esponjas, ascidias, briozoarios y serpulidos coexistiendo con los juveniles de *H. fulgens* y *H. corrugata*. Algunos autores como Ault y De Martini (1987) y McShane y Smith (1989) reportan a estos grupos como organismos deletéreos para los juveniles de abulón; sin embargo, en nuestro caso no tenemos evidencias de tal efecto.

La abundancia de moluscos herbívoros en Clam Bay, entre los que se encuentran los juveniles de *H. fulgens*, *T. eiseni* y *Stenoplax magdaleniensis*, parece guardar relación con la mayor diversidad de macroalgas observada en este banco. Al respecto, Foster (1975), Jackson (1977), y Littler y Littler (1981) señalan que como resultado de la diversidad de macroalgas en las zonas intermareales de las playas rocosas templadas, la diversidad, abundancia y cobertura de los organismos solitarios herbívoros, principalmente moluscos y equinodermos, suele ser mayor como pudo observarse en la primavera de 1997, antes de la entrada del fenómeno de El Niño.

El análisis de la distribución espacial y disponibilidad del microhábitat que aquí se presenta tiene limitaciones porque refleja solamente las observaciones de dos estaciones (otoño y primavera) en años consecutivos. Este período de observación resulta insuficiente para mostrar cambios en el largo plazo, entre los cuales la dinámica de sedimentos parece ser de gran importancia en la expansión o reducción del microhábitat disponible para los juveniles de abulón. Al respecto, prospecciones de años anteriores (1986–1988) en la zona del Morro de Adentro mostraron que el fondo rocoso se extendía hasta los 20 m de profundidad (Guzmán-del Próo *et al.*, 1991). En el presente trabajo (1996–1998) dicho fondo se redujo a los 15 m de profundidad, lo que implica una contracción del espacio habitable para la comunidad de fondos rocosos.

Por otra parte, estos procesos de sedimentación asociados con tormentas son también fuentes de mortalidad, como ocurre en *Haliotis iris* (Sainsbury, 1982; Schiel, 1993). Evidentemente estos procesos afectan la existencia del microhábitat, y por lo tanto el reclutamiento de juveniles, pero éstos son aspectos que no fueron medidos en este trabajo y que deberán ser estudiados en el futuro para lograr una mejor comprensión de la dinámica de las poblaciones de *Haliotis* y su entorno en Baja California.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Patricia Gómez del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, su colaboración en la

The microhabitat of *H. fulgens* and *H. corrugata* presented great variability: in short distances it can vary from small rocks of 15–20 cm to large rocks of more than 1 m in length. As for most benthic invertebrates, this heterogeneity of habitat generates variations in their population parameters and consequently in the structure of the communities that develop in each habitat (Pulliam, 1988).

Predominance of the colonial organisms of the sessile fauna (e.g., sponges, bryozoans, ascidians, hydrozoans and cnidarians) in the subtidal of the abalone beds surveyed, is explained by the advantage that these groups have in the competition for space because of their asexual reproduction and multidirectional growth (Jackson, 1977; Raffaelli and Hawkins, 1997). On the other hand, *H. fulgens* juveniles and vagile fauna predominated in the intertidal, because their tolerance to high temperature and desiccation is superior to that of sessile fauna (Jackson, 1977).

Though colonial organisms can be dominant competitors, their predominance decreases due to diverse physical and biological factors, including depredation. An example of this is the presence of the sea stars *Pisaster ochraceus* Brandt, 1835, and *Patiria miniata* Brandt, 1835, and of fishes such as *Semicossyphus pulcher* Ayres, 1854, species that prey on colonial organisms, primarily bryozoans and sponges (Foster, 1975).

At both sites surveyed, we frequently found sponges, ascidians, bryozoans and serpulids coexisting with *H. fulgens* and *H. corrugata* juveniles. Some authors have reported that these groups are deleterious for abalone juveniles (Ault and De Martini, 1987; McShane and Smith, 1989); however, in this study we did not find evidence to that effect.

The abundance of herbivorous molluscs at Clam Bay, including *H. fulgens* juveniles, *T. eiseni* and *Stenoplax magdaleniensis*, seems to be related to the greater diversity of macroalgae at this site. Foster (1975), Jackson (1977), and Littler and Littler (1981) indicate that as a result of the microalgal diversity in the intertidal zones of temperate rocky beaches, the diversity, abundance and distribution of solitary herbivorous organisms tends to be greater, mainly of molluscs and echinoderms, as was observed in spring 1997, before the occurrence of the El Niño event.

Our analysis of the spatial distribution and availability of the microhabitat has limitations because it only reflects the observations obtained in two seasons (autumn and spring) of consecutive years. This sampling period is insufficient to show long-term changes, among which the sediment dynamics seems to be of great importance in the expansion and reduction of the microhabitat available to abalone juveniles. Surveys conducted in previous years (1986–1988) in the area of Morro de Adentro showed that the rocky bottom extended to 20 m depth (Guzmán-del Próo *et al.*, 1991); however, in this study (1996–1998), the bottom only extended to 15 m depth, indicating a reduction in the habitable space for the rocky-bottom community.

identificación del material de esponjas; a Catalina Mendoza, Luz Elena Mateo Cid y Roberto Núñez su ayuda en la identificación de macroalgas; a Silvia Mille Pagaza su ayuda en la identificación de invertebrados; a Luis Gerardo López Lemus, director del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de La Paz y Bahía Tortugas, las facilidades otorgadas para el uso de las instalaciones del INP en Bahía Tortugas; y a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Bahía Tortugas su apoyo con personal y equipo en los trabajos de campo. El proyecto fue financiado por el CONACYT (2598PN) y el IPN (CGPI 990310).

Referencias

- Abbott, R.T. (1974). American Sea Shells. The Marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coast of North America. 2nd ed. Van Nostrand Reinhold Co., New York, 663 pp.
- Abbott, I.A. and Hollenberg, G.J. (1976). Marine Algae of California. Stanford Univ. Press, California, 827 pp.
- Ault, J.S. and De Martini, J.D. (1987). Movement and dispersion of red abalone *Haliotis rufescens*, in northern California. Calif. Fish Game, 73: 196–213.
- Bailey, J.G. (1999). Phylogenetic positions of *Lithophyllum incrustans* and *Titanoderma pustulatum* (Corallinaceae, Rhodophyta) based on 18S rRNA gene sequence analysis, with a revised classification of the Lithophylloideae. Phycologia, 38(3): 208–216.
- Belmar-Pérez, J. y Guzmán-del Prío, S.A. (1992). Madurez sexual y ciclo gonádico de *Haliotis fulgens* y *Astraea undosa* en Bahía Tortugas, BCS, México. En: S.A. Guzmán-del Prío (ed.), Memorias del taller México-Australia sobre recursos bentónicos de Baja California, SEPESCA-IPN, pp 108–121.
- Brower, J.E. and Zar, J.H. (1984). Field and Laboratory Methods for General Ecology. 2nd ed. Wm. C. Brown Publ., Iowa, 226 pp.
- Brusca, R.C. (1973). A Handbook of the Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California. Univ. of Arizona Press, 427 pp.
- Brusca, R.C. (1980). Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California. 2nd ed. Univ. of Arizona Press, 513 pp.
- Cárdenas, B.R., Andrade P.M. y Villaseñor, A. (1971). Estudio gonadal del abulón comercial en el litoral occidental de la Península de Baja California. Fed. Reg. de Soc. Coop. de la Ind. Pesq. de Baja California. Informe mecanografiado, 24 pp.
- Caso, M.E. (1943). Contribución al conocimiento de los asteroideos de México. Tesis de maestría, Fac. Ciencias, UNAM, México. 136 pp.
- Caso, M.E. (1961). Estado actual de los conocimientos acerca de los equinodermos de México. Tesis doctoral, Fac. Ciencias, UNAM, México, 388 pp.
- Caso, M.E. (1978). Los equinoideos del Pacífico de México. Parte I. Ordenes Cicaloidea y Aulodonta. Parte II: Ordenes Steridonta y Camarodonta. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. Publ. Esp., 4: 1–244.
- Caso, M.E. (1980). Los equinoideos del Pacífico de México. Parte III. Orden Clypeasteroidea. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. Publ. Esp., 4: 1–252.
- Caso, M.E. (1983). Los equinoideos del Pacífico de México. Parte IV. Ordenes Cassiduloidea y Spatangoidea. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. Publ. Esp., 4: 1–200.
- CONAPESCA (2001). Anuario Estadístico de Pesca. www.sagarpa.mx./pesca/, México.
- Sedimentation processes associated with storms are also sources of mortality, as has been reported for *H. iris* (Sainsbury, 1982; Schiel, 1993). Evidently these processes affect the existence of the microhabitat and, therefore, juvenile recruitment. These aspects were not studied herein and should be examined in future studies to obtain a better understanding of the dynamics of the *Haliotis* populations and their environment in Baja California.

Acknowledgements

We thank Patricia Gómez (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM) for her help in the identification of the sponges; Catalina Mendoza, Luz Elena Mateo-Cid and Roberto Núñez for their help in the identification of the macroalgae; Silvia Mille-Pagaza for her help in the identification of the invertebrates; Luis Gerardo López-Lemus, director of the Centro Regional de Investigaciones Pesqueras at La Paz and Bahía Tortugas, for providing logistical support at Bahía Tortugas; and the Bahía Tortugas Cooperative Society for their help and equipment during the field work. This project was financed by CONACYT (2598PN) and IPN (CGPI 990310).

English translation by Christine Harris.

- Cox, K.W. (1962). California abalones, Family Haliotidae. The Resources Agency of California, Dept. of Fish and Game. Fish Bull., 118: 6–133.
- Crossland, C.J. (1991). Sustainable development of benthic resources. Memorias del taller México-Australia sobre reclutamiento de recursos bentónicos de Baja California, SEPESCA-IPN, México, pp. 77–80.
- Dawson, E.Y. (1978). How to Know the Seaweeds. Brown Co., Dubuque, Iowa, 197 pp.
- De la Cruz-Agüero, G. (1994). Sistema para el ANÁLISIS de COMUnidades, ver 3.0.
- Foster, M.S. (1975). Regulation of algal community development in a *Macrocystis pyrifera* forest. Mar. Biol., 32: 331–342.
- García, A.R. y Ortiz, Q.M. (1992). Desarrollo gonádico de *Haliotis fulgens* en la Isla de Cedros. En: Guzmán-del Prío, S.A. (ed.), Memorias del taller México-Australia sobre reclutamiento de recursos bentónicos de Baja California, SEPESCA-IPN, México, pp. 107–119.
- Godshall, D.W. and Laurent, L.L. (1979). Pacific Coast Subtidal Marine Invertebrates. Sea Challengers, California, 107 pp.
- Gosner, K.L. (1971). Guide to the Identification of Marine and Estuarine Invertebrates. John Wiley, New York, 663 pp.
- Guzmán-del Prío, S.A. (1992). A review of the biology of abalone and its fishery in Mexico. In: S.A. Shepherd, M.J. Tegner, S.A. Guzmán-del Prío (eds.), Abalone of the World: Their Biology, Fisheries and Culture. Blackwell, Oxford, pp. 341–360.
- Guzmán-del Prío, S.A., Mille-Pagaza, S., Guadarrama-Granados, R., De la Campa-de Guzmán, S., Carrillo-Laguna, J., Pereira-Corona, A., Belmar-Pérez, J., Parra-Alcocer, M.J. y Luque-Guerrero, A. (1991). La comunidad bentónica de los bancos de abulón (*Haliotis* spp. Mollusca: Gastropoda) en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México. An. Esc. Nac. Cienc. Biol., México, 36: 27–59.
- Guzmán-del Prío, S.A., Serviere-Zaragoza and Siqueiros, D. Natural diet of juvenile abalone, *Haliotis fulgens* and *H. corrugata*

- (Mollusca: Gastropoda) in Bahía Tortugas, Mexico. Pac. Sci. (in press).
- Hartman, O. (1944). Polychaetous annelids. Part V. Eunicia. Allan Hancock Pacific Expeditions. Univ. of Southern California Press, 10(1): 1–523.
- Herrera-Fragoso, R. (2000). Desarrollo estacional de una comunidad bentónica pionera sobre un sustrato artificial en Bahía Tortugas, Baja California Sur. Tesis de maestría, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, 60 pp.
- Jackson, J.B. (1977). Competition on marine hard substrata: The adaptive significance of solitary and colonial strategies. *Am. Nat.*, 111(980): 743–767.
- Kangas, M. and Shepherd, S.A. (1984). Distribution and feeding of chitons in a boulder habitat at west island, South Australia. *J. Malac. Soc. Aust.*, 6: 101–111.
- Keen, A.M. (1971). *Seashells of Tropical West America*. 2nd ed. Stanford Univ. Press, California, 1064 pp.
- Krebs, C.J. (1986). *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper & Row Publ., 678 pp.
- Light, S.F. (1975). *Light's Manual: Intertidal Invertebrates of Central California Coast*. 3rd ed. Univ. California Press, 716 pp.
- Littler, M.M. and Littler, D.S. (1981). Intertidal macrophyte communities from Pacific Baja California and the Upper Gulf of California: Relatively constant vs environmentally fluctuating systems. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 4: 145–158.
- McShane, P.E. (1994). Survival strategies in early stages of marine resources. Recruit processes in abalone (*Haliotis* spp.). Proceedings of an international workshop, Yokohama, Japan, pp. 315–324.
- McShane, P.E. and Smith, M.G. (1989). Direct measurement of fishing mortality in abalone (*Haliotis rubra* Leach) of southeastern Australia. *Fish. Res.*, 8: 93–102.
- McShane, P.E. and Naylor, J.R. (1995). Depth can affect postsettlement survival of *Haliotis iris* (Mollusca: Gastropoda). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 187: 1–12.
- Morris, R.H., Abbott, D.P. and Haderlie, E.C. (1980). *Intertidal Invertebrates of California*. Stanford Univ. Press, California, 690 pp.
- NOAA (2000–2002). *Calendario de mareas. Los Angeles (Outer Harbor) Tides*. Agencia Arjona, Ensenada, Mexico.
- Osburn, R.C. (1952). *Bryozoa of the Pacific coast of America*. Allan Hancock Pacific Expeditions. Univ. of Southern California Press, 14(2): 271–841.
- Phillips, R.C. and McRoy, C.P. (1980). *Handbook of Seagrass Biology: An Ecosystem Perspective*. Garland STPM Press, New York, 353 pp.
- Provenzano, A.J. (1959). The shallow water hermit crabs of Florida. *Bull. Mar. Sci. Caribbean*, 9(4): 349–315.
- Pulliam, H.R. (1988). Sources, sinks, and population regulation. *Am. Nat.*, 132(5): 652–661.
- Raffaelli, D. and Hawkins, S. (1997). *Intertidal Ecology*. 1st ed. 2nd reprinted. Chapman and Hall, UK, 356 pp.
- Sainsbury, K.J. (1982). Population dynamics and fishery management of the paua *Haliotis iris* I. Population structure growth, reproduction and mortality. *NZ J. Mar. Freshwater Res.*, 16: 147–161.
- Salazar-Vallejo, S.I., Angel de León-González, J.A. y Salaires-Polanco, H. (1988). *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México*. Univ. Autónoma de Baja California Sur, Libros Universitarios, México, 212 pp.
- Schiel, P.R. (1993). Experimental evaluation of commercial scale enhancement of abalone *Haliotis iris* populations in New Zealand. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 97: 167–181.
- Searcy, B.R. (1986). Abundancia de juveniles de abulón amarillo *H. corrugata* en relación a factores abióticos en la Bahía del Rosario, Baja California, México. Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, BC, México, 126 pp.
- Shepherd, S.A. (1973). Studies on southern Australian abalone (genus *Haliotis*). I. Ecology of five sympatric species. *Aust. J. Freshwater Res.*, 24: 217–257.
- Shepherd, S.A. and Turner, J.A. (1985). Studies on southern Australian abalone (genus *Haliotis*). VI. Habitat preferences and abundance predators of juveniles. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 93: 285–98.
- Shepherd, S.A. and Partington, P. (1995). Studies on southern Australian abalone (genus *Haliotis*). XVI. Recruitment, habitat and stock relations. *Mar. Freshwater Res.*, 46: 669–80.
- Shepherd, S.A. and Daume, S. (1996). Ecology and survival of juvenile abalone in a crustose coralline habitat in South Australia. In: Y. Watanabe, Y. Yamashita and Y. Oozeki (eds.), *Survival Strategies in Early Life History Stages of Marine Resources*. Balkema, Rotterdam, pp. 297–313.
- Tegner, M.J. and Butler, R.A. (1985). The survival and mortality of seeded and native red abalones, *Haliotis rufescens*, on the Palos Verdes Peninsula. *Calif. Fish Game*, 71(3): 150–163.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, New Jersey, 663 pp.