Comunidades Inter-mareales de la Costa Rocosa de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an

DANIEL TORRUCO y ALICIA GONZÁLEZ
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN. Unidad Mérida.
Km 6 carretera antigua a progreso. A. P. 73 CORDEMX
Mérida, Yucatán, México

RESUMEN

Considerando que la predicción de la distribución de especies es importante elemento en la conservación biológica y en el manejo de especies, se realizó una investigación de campo de las comunidades inter-mareales en dos localidades con diferente grado de exposición al oleaje en la RB de Sian Ka'an, Osho Oasis y Boca Paila. Los muestreos fueron realizado en base a tres transectos por cada sitio con una periodicidad semestral, colectando los organismos circunscritos a un cuadrado de 900 cm^2. No se presentó ninguna diferencia temporal significativa ($p = 0.05$). Los resultados muestran que el principal componente de estas comunidades fueron tanto en biomasa como en abundancia, los gasterópodos y las macroalgas en las zonas inter-mareales medias. Las tendencias espaciales muestran una distribución casi exclusiva de moluscos en las zonas intermareales bajas. Se muestran algunas correlaciones negativas significativas entre sitios detectadas entre la densidad de algunos grupos funcionales y entre algunos parámetros ambientales. La variación de densidad de los grupos funcionales más abundantes con cada nivel de marea fueron en la mayoría de los casos abruptos, lo que podría indicar un cambio en las micro-condiciones ambientales o biológicas, a pesar de que no existe ningún patrón de zonación evidente. Los cambios en las condiciones ambientales puede ser la principal causa de heterogeneidad paisajística a media (decenas de metros) y pequeña escala (centímetros a metros). Los patrones de distribución de similitud de ensamblajes en los sitios no fue significativamente diferente entre los sectores de cada uno. El presente trabajo serviría como el inicio hacia investigaciones de la consistencia de patrones espaciales en diferentes escalas jerárgicas.

PALBRAS CLAVES: Comunidades inter-mareales, zonación, Sian Ka'an, Caribe Mexicano

Intertidal Communities of the Rocky Coast of Sian Ka'an Biosphere Reservation

Considering that the prediction of the especies distribution is important element in the biological conservation and in the especies management, we were carried out an investigation of field of the intertidal communities in two sites with different wave exposition in the Sian Ka'an RB, Osho Oasis and Boca Paila. The samplings were carried out based on three transectos by each site with a biannual periodicity collecting the organisms bounded to a square of 900 cm^2. Any significant temporary difference was not presented ($p = 0.05$). The results show that the main component of these communities was as much in biomass as in abundance, the gasterópodos and

the macroalgas in the middle intertidal areas. The space tendencies show an almost exclusive distribution of mollusks in the low intertidal areas. Some significant negative correlations are shown among sites detected among the density of some functional groups and among some environmental parameters. The density variation of the most abundant functional groups with each tide level was in most cases abrupt, what could indicate a change in the environmental or biological micro-conditions, although any pattern of evident zonación doesn't exist. The changes under the environmental conditions can be the main cause of landscape heterogeneity to middle (dozens of meters) and small scale (centimeters to meters). The patterns of similarity distribution of assemblings in the sites were not significantly different among the sectors of each one. The present work would serve as the beginning toward investigations of the consistency of space patterns in different hierargical scales.

KEY WORDS: Intertidal communities, zonation, Sian Ka'an, Mexico

INTRODUCCION

La caracterización de procesos que operan a diferentes escalas espacio temporales y como interactúan estos procesos para formar patrones, ha sido el foco central en las investigaciones contemporaneas (Levin 1992). Entre escalas locales y regionales, hay una enorme colección de efectos ocasionados por procesos diversos en los patrones de composición de las comunidades y en la abundancia de las especies, que solo son aparentemente claros cuando se comparan sitios separados sobre 10 a 100 km (Leonard 2000). Estos procesos han empezado a recibir la atención de ecólogos marinos y todavía tienen que ser analizados bajo la información derivada de estudios locales y regionales (Cannolly and Roughgarden 1998). El análisis de estos procesos a través de estas micro y meso-escala espacial soportan la promesa de proporcionar un marco de trabajo con los cuales los resultados de estudio a escala local pueden ser usados para hacer predicciones acerca de las respuestas de la comunidad a través de un gradiente ambiental a gran escala.

Bajo este contexto, el presente trabajo explora la distribución espacial de la abundancia y biomasa de la flora y fauna intermareal de la costa rocosa en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an tanto a una escala local como a una escala de sitios separados entre si por 10 km. El objetivo que persigue este trabajo es demostrar si existe o no alguna variabilidad florística y faunística en áreas cercanas con características muy semejantes en cuanto al oleaje, lo protegido de sus costas y las condiciones de temperatura, y por el otro lado, conocer la variabilidad intrínseca de los diferentes grupos de la biota intermareal y su relación con la pendiente de la playa y el gradiente de humedad que podría darse en función de la cercanía al mar y finalmente comparar la semejanza de los patrones obtenidos con la abundancia numérica y la biomasa.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de Estudio. El estado de Quintana Roo, presenta una línea de costa con una marcada alternancia de playas arenosas y costas rocosas. Esta línea de costa caliza está erosionada extensivamente y proporciona numerosas pozas de marea, fracturas y crestas que son ocupados por los organismos intermareales. Los sitios de muestreo se localizan dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an en el Caribe Mexicano (Figura 1).

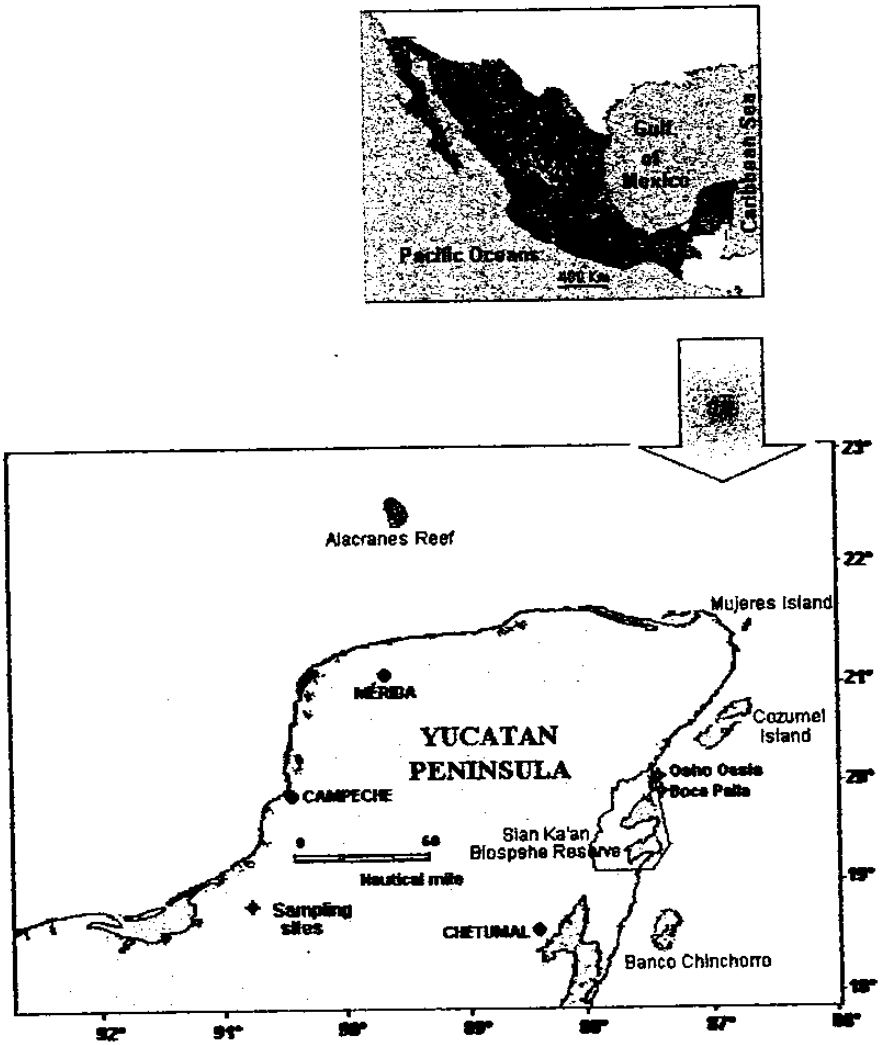

Figura 1. Áreas de muestreo

En ésta parte de la costa no existen ríos; sin embargo, la presencia de dolinas es común y el aporte de agua del subsuelo está directamente relacionada con las lluvias que se presentan usualmente en verano, teniendo un clima cálido- húmedo entre Aw_1 y Aw_2, según la clasificación modificada de Köppen por García (1973). La zona presenta una relación precipitación-temperatura mayor de 55.3. La temperatura en la costa es influenciada por los vientos que son predominantemente Estes o Surestes con presencia de Nortes en la parte final e inicial del año (García 1973, Torruco 1995). La temperatura media mensual del agua varía entre 25.6°C en enero hasta 29.1°C en agosto, dando un promedio anual de 27.5°C. La marea es semi-diurna de poca amplitud y la dirección de la corriente superficial marina es de sur a norte (Torruco op. cit.). No obstante por la topografía misma de la costa, existen pequeñas contracorrientes locales. La separación entre los sitios de muestreo fue de 21 km.

El método de muestreo utilizado se baso en tres transecciones perpendiculares a la playa por sitio, con un número variable de niveles. Cada transecto tenía una distancia de separación de aproximadamente 25 m (González 1995). El nivel inferior se localizó al inicio de la vegetación pionera y el último hasta 2 o 3 m dentro de la línea de agua. Cada nivel estuvo representado por un cuadrado de 25 cm donde se colectaron y fijaron en formalina todos los organismos circunscritos a esa área de los siguientes grupos faunísticos: moluscos, equinodermos, Artrópodos malacostracos. Las algas encontradas también fueron colectadas. Los organismos fueron pesados e identificados siguiendo diferentes autores para los diferentes grupos (Littler y Littler 1989, Torruco et al. 1992).

La secuencia analítica aplicada a los datos tanto de biomasa como de abundancia fue inicialmente una representación espacial de cada transacción y un análisis de agrupamiento de los niveles por cada transecto y un agrupamiento de los diferentes componentes faunísticos y florísticos, con la finalidad de cuantificar la variabilidad espacial de los ensamblajes de los organismos epibénticos intermareales.

RESULTADOS

El número de especies fue de 61 para Boca Paila y de 82 para Osho Oasis destacando en riqueza los gasterópodos (Figura 2); los grupos registrados son 13 (13 en Osho oasis y 8 en Boca Paila). La mayor densidad (tanto en abundancia como en biomasa) fue localizada en Boca Paila (Tabla 1). En esta localidad, las mayores densidades tanto en biomasa como en abundancia, se localizan en los niveles más cercanos al mar en los dos primeros transectos (Figura 3) en el último, altas densidades se presentan a los primeros metros de la línea de humedad. Para Osho Oasis, el patrón cambia, ya que se presentan cambios a todos los niveles en los tres transectos (Figura 4).

La pendiente de la costa es mucho mayor en Boca Paila (1.03 m en promedio), que en Osho Oasis (20 cm en promedio). Una diferencia notable es la costa de Osho Oasis que esta sumergida por un espejo de agua de aproximadamente 10 a 20 cm casi desde los primeros niveles (Figuras 5a y 6a).

La heterogeneidad de la costa en ambos sitios es alta, conformandose con los análisis de agrupamiento en las dos modalidades, numerosos grupos de afinidades semejantes, algunos de ellos muy cercanos en el espacio, lo cual muestra un ensamblaje en mosaico en toda la costa. Los grupos conformados con las abundancias en la mayoría de los casos son corroborados con los de biomasa (Figuras 5 - 6b y 5 - 6c).

La similitud de grupos faunísticos también presentan una gran correspondencia tanto en abundancia como en biomasa en los dos sitios. Los grupos florísticos se diferencían de los ensamblajes faunísticos en ambas localidades (Figuras 5 y 6 d).

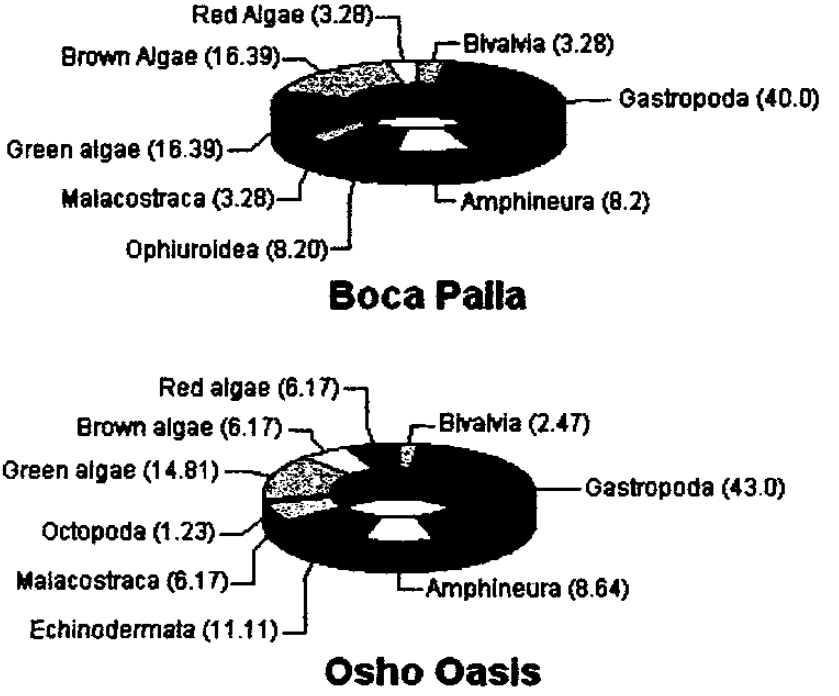

Figura 2. Proporción de las especies en los grupos estudiados en la reserva de la biosfera de Sian Ka'an.

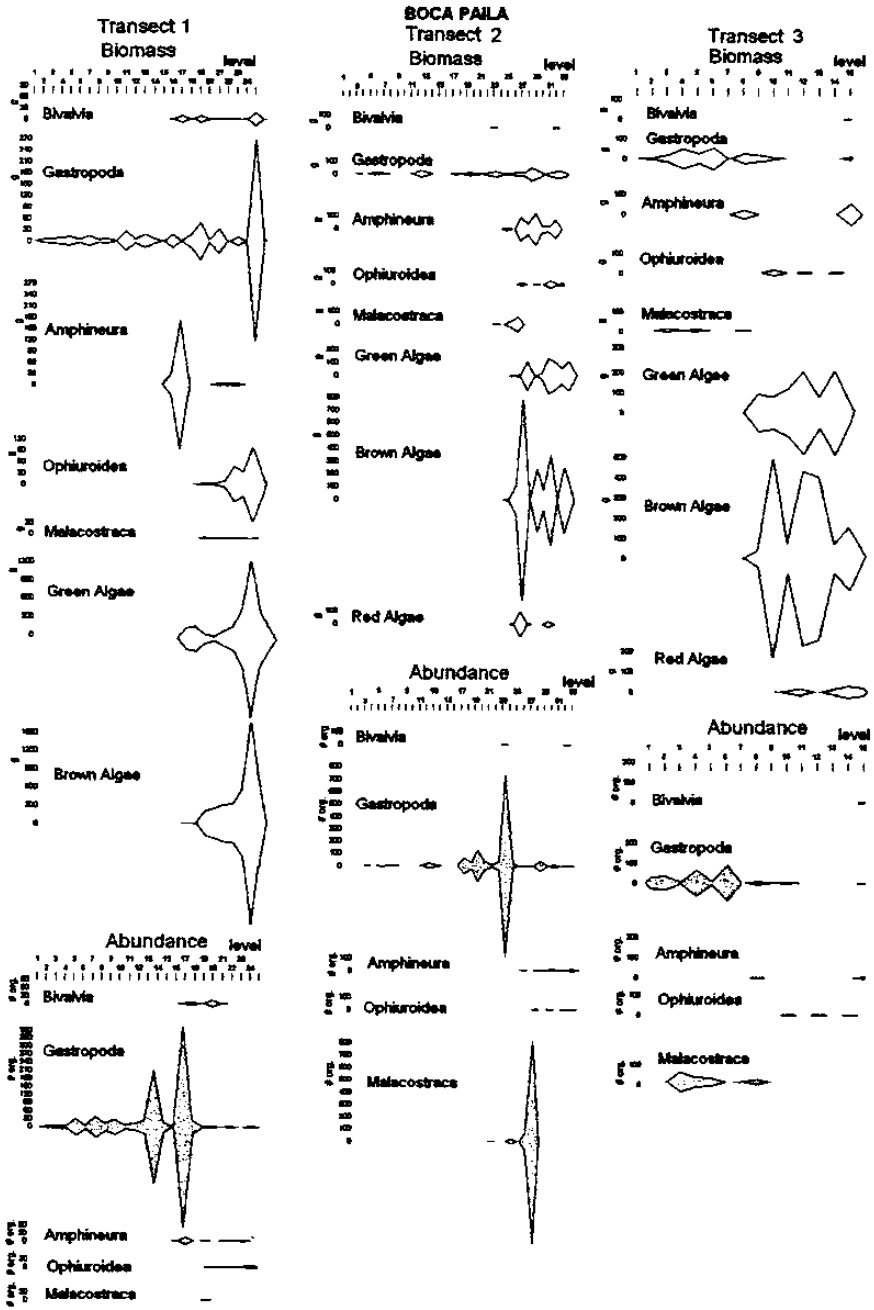

Figura 3. Distribución espacial de los grupos de fauna y flora encontrados en el transecto de Boca Paila. Se demuestra la abundancia y la biomasa.

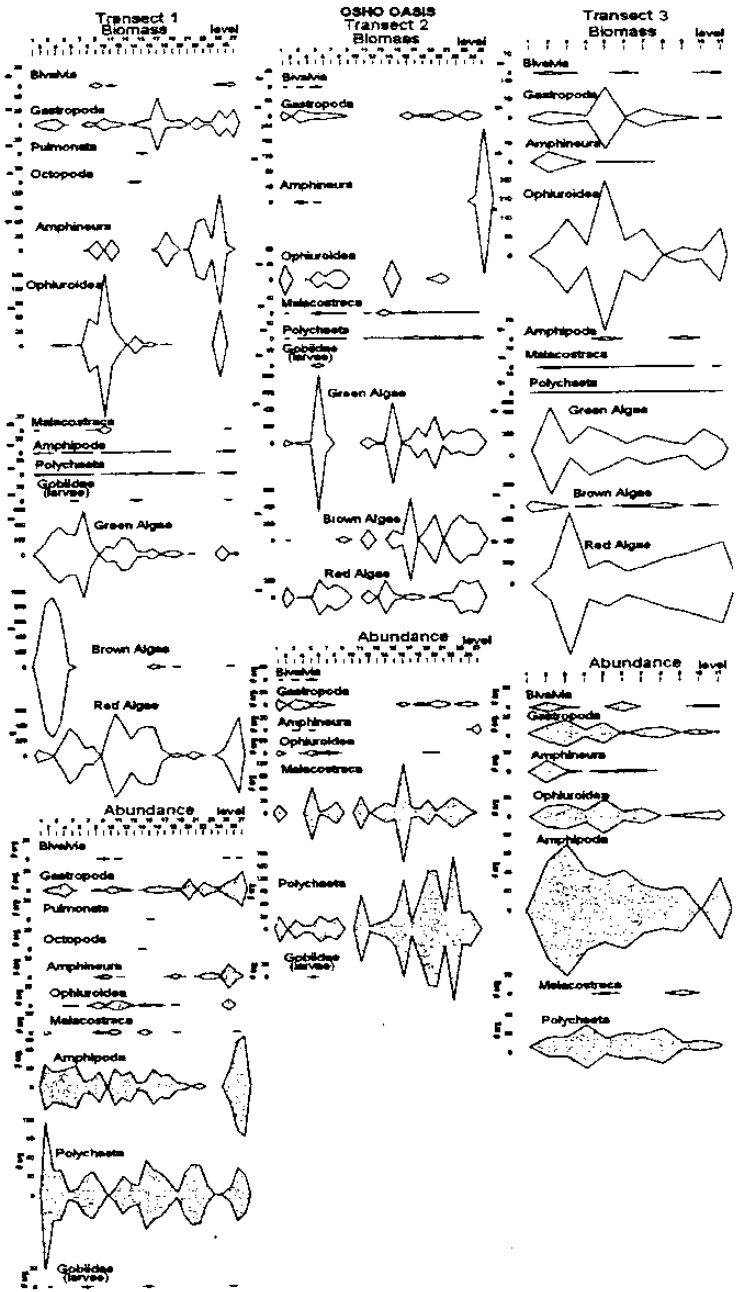

Figura 4. Distribución espacial de los grupos de fauna y flora encontrados en el transecto del oasis de Osho. Se demuestra la abundancia y la biomasa.

Tabla 1. Densidad del grupo en las áreas de muestreo.

	TRANSECTS											
	Boca Paila						Osho Oasis					
GROUPS	Abundance			Biomass			Abundance			Biomass		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Bivalvia	26	8	1	21	5	0.5	7	5	13	11	4	14
Gastropoda	867	943	257	269.3	371.9	223	147	86	76	248	131	231
Octopoda	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	-	-
Pulmonata	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-
Amphineura	22	32	8	223.6	386.2	78	56	16	17	380	210	62
Ophiuroidea	18	15	3	100	52.5	19	43	25	71	433	189	791
Malacostraca	2	925	111	1	88.5	21.2	534	478	356	30	25.6	21.7
Polychaeta	-	-	-	-	-	-	754	1081	180	29.8	24.7	10.3
Pisces larvae	-	-	-	-	-	-	6	3	-	3.4	6	-
Green algae	-	-	-	1305.5	560	846.5	-	-	-	3048	2777	1907
Brown algae	-	-	-	1666.2	1923	1706	-	-	-	2147	2232	126
Red Algae	-	-	-	0	126	92	-	-	-	4808	1755	2675

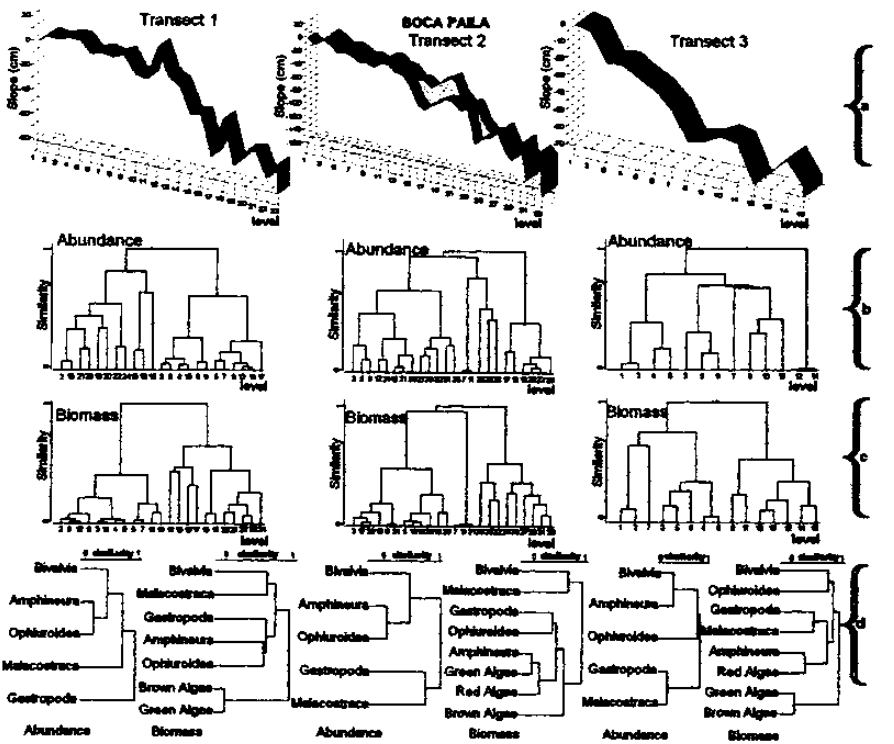

Figura 5. Pendientes y semejanzas entre los niveles y los grupos en Boca Paila. a. pendiente del Transecto, b. semejanza de la abundancia de los niveles, c. semejanza de la biomasa de los niveles, d. semejanza de la abundancia y la biomasa entre grupos.

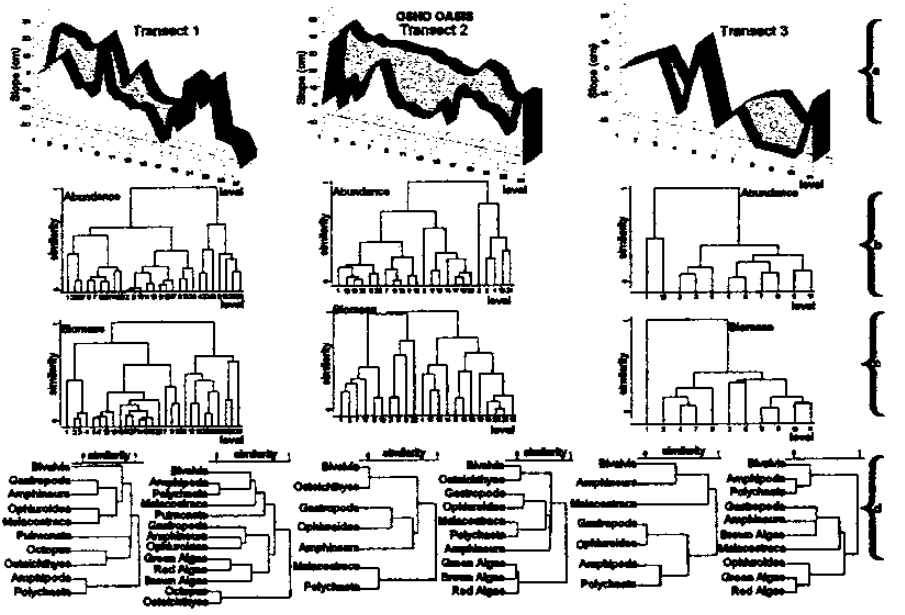

Figura 6. Pendientes y semejanzas entre los niveles y los grupos en Osho Oasis. a. pendiente del Transecto, b. semejanza de la abundancia de los niveles, c. semejanza de la biomasa de los niveles, d. semejanza de la abundancia y la biomasa entre grupos..

DISCUSION

La riqueza de especies y grupos presentes son comparables a otros estudios del Caribe (Randall y Martin 1987, Díaz-Martín y Espinoza-Ávalos 2000, Koltermann 2000), donde también se hace presente la riqueza de moluscos en estas áreas intermareales. La mayoría de los grupos encontrados, están en asociación con la presencia de algas, ya que estas proporcionan un recurso alimenticio para muchos habitantes de la porción intermareal de las costas rocosas del área de estudio. Los moluscos es quizá el grupo que presenta mayor asociación como lo menciona Warmke y Almodóvar en Puerto Rico (1963).

Las diferencias en el número de grupos entre ambas localidades podría ser efecto de la condición de sumergencia en los niveles de Osho Oasis; sin embargo, mayoría de las especies se presentan en ambas localidades y los cambios en la diversidad no son estadísticamente significativos ($p = 0.05$) Ambos sitios soportan una relación entre el número de especies y densidad semejante, a pesar de la heterogeneidad espacial que presentan sus patrones de abundancia y densidad a la escala de transecto. Un aspecto importante que se debe resaltar es que en Boca

Paila, la biodiversidad dentro de los niveles de cada transecto aumentaba conforme se acercaba a la zona de marina, de modo que los niveles con mayor diversidad se encontraban al final de cada transecto, esto es debido a que en estos sitios la presencia de algas y restos coralinos aumenta la disponibilidad de alimento y de refugios, además de que el efecto de la desecación se minimiza. En Osho Oasis por el contrario, al presentar la mayoría de los niveles sumergidos, se presenta una alta diversidad desde los niveles iniciales.

Este trabajo da evidencia de que las depresiones húmedas presentan una gran importancia en el mantenimiento de la abundancia de esta fauna. Para la clase más abundante, los gasterópodos y dada su movilidad, la concentración de especies en los refugios se debe principalmente a tres factores:

i) Una búsqueda activa de zonas protegidas,
ii) Alta disgregación y mortalidad en el desalojo físico por el fuerte oleaje en zonas lisas y expuestas y
iii) La disminución considerable de la energía del mismo en depresiones profundas donde el lavado es más pasivo.

Khon y Leviten (1976) y posteriormente Buschmann (1990) y Williams et al. (2000) consideran que el incremento en la complejidad del hábitat puede proporcionar más caminos para diferenciar estrategias alimenticias a niveles locales, las diferentes calidades de los refugios podrían complementar esta consideración; de manera tal que los ensamblajes detectados entre las diferentes especies estarían influenciados en gran medida por estos procesos y factores (Lindergarth et al. 2001).

En ambas localidades, la longitud de la playa es menor en la parte norte que en la parte sur, donde los niveles se reducen considerablemente, posiblemente sea efecto de la erosión costera por la corriente que viene del sur, de manera tal que las playas intermareales de Quintana Roo, están expuestas a fuerte insolación en bajas mareas y fuerte acción del oleaje en altas mareas y no obstante estas tensiones físicas, altas tasas de productividad organica caracterizan estos hábitats (MacQuaid y Branch 1985, Hutchinson y Williams 2001) que soportan densas poblaciones de moluscos gasterópodos. Curiosamente, esta clase de moluscos son mucho más abundantes en los bancos intermareales que en los más complejos y benignos arrecifes de coral submareales en las mismas localidades, cuya biodiversidad grupal es considerablemente más baja (Vance 1988, González 1995, Torruco y González 2000).

Branch (1984) y Buschmann (1990), argumentan que filtradores sésiles y algas son competidores por espacio y pueden monopolizar rápidamente un hábitat, en contraste herbivoros y carnivoros compiten por alimento, un recurso el cual es más difícil de monopolizar (MacLachlan et al. 1981, Lindegarth et al. 2001), tal situación parece se bastante común en las diferentes áreas estudiadas por estos autores. Para las comunidades intermareales de la costa de Quintana Roo, los depredadores y el disturbio físico parecen jugar un papel importante en la prevención de la monopolización del habitat por un dominante simple; además, otros autores (Branch 1981, Hawkins y Hartnoll 1983, Lubchenco 1983) postulan que en comunidades dominadas por herbivoros los competidores pueden coexistir sin la exclusión de una

especie por otra. En los moluscos estudiados, lo anterior podría originar que algunas especies se colocaran en diferentes planos en el espacio n-dimensional, de acuerdo a su dominancia en alguna de las características de densidad (número de individuos o biomasa), permitiendo su coexistencia.

Un aspecto importante de estas consideraciones es que están referidas a una escala micro-regional, ya que la separación entre las localidades es de pocos kilómetros; sin embargo, las condiciones particulares de cada sitio muestran fuertes diferencias, que probablemente originaran cambios en la consolidación de la arquitectura de estas comunidades, más no de su estructura.

LITERATURA CITADA

Branch, G.M. 1981. The biology of limpet: physical factors, energy flow, and ecological interactions. *Oceanography Marine Biology: A Review* **18**:235-380

——— 1984. Competition between marine organism: Ecological and evolutionary implications. *Ocenography Marine Biology: A Review* **22**:429-593

Buschmann, A. H. 1990. The role of herbivory and desiccation on early succesional patterns of intertidal macroalgae in southern Chile. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **139**:221-230

Díaz-Martín, M.A. and J.E. Espinoza-Ávalos. 2000. Distribution of brown seaweeds (phaeophyta) in the Yucatán Península, México. *Bulletin of Marine Science* **66**(2):279-289

García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.* Instituto Nacional de Geografía, UNAM. México, D.F.

González, M.A., E. A. Chávez, G. de la Cruz, y D. Torruco. 1991. Patrones de distribución de Gasteropodos y Bivalvos en la Península de Yucatán, México. *Ciencias Marinas* **17**:147-172.

González, M.A. 1995. *Contribución al estudio de los moluscos marinos en la Península de Yucatán, México.* Thesis (Phd). Universidad de Barcelona, España. 187 pp.

Hawkins, S.J. and R.G. Hartnoll. 1983. Grazing of intertidal algae by marine invertebrates. *Oceanography Marine Biology Annual Review* **21**:195-282

Hutchinson,N. and G.A. Williams. 2001. Spatio-temporal variation in recruitment on seasonal tropical rock shore: the importante of local versus non-local processes. *Marine Ecology Progress Series* **215**:57-68

Khon, A.J. and P.J. Leviten. 1976. Effect of habitat complexity an population density and especies richness in tropical intertidal predatory gastrop assemblages. *Oecologia* **25**:199-210

Koltermann, A.E. 2000. *Ecological characterization of northwestern Caribbean ironshores, Quintana Roo, México.* M.S. Thesis. Biology Program, Texas A/M University, Corpus Christi, Texas USA. 82 pp.

Lindegarth, M., P. Åberg, G. Cervin, and P.G. Nilsson. 2001. Effects of grazing on the structure of mid-shore intertidal assemblages on moderately exposed rock shorts of the Swedish West Coast. *Marine Ecology Progress Series* **212**:29-38

Littler, D.S. and M.M. Littler. 1989. *Marine Plants of the Caribbean: A field guide from Florida to Brazil*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. USA. 263 pp.

Lubchenco, J. 1983. *Littorina* and *Fucus*: Effects of herbivores, substratum heterogeneity, and plant escapes during succesion. *Ecology* **64**:1116-1123

Randall,C.W. and R.F. Martín. 1987. Distribuction, abundante and movement patterns of shoreline chitons of the Caribbean coast of Mexico. *Nautilus* **101**:75-79.

MacLachlan, A., H. W. Lombard and S. Louwrens. 1981. Trophic structure and biomass distribution on two East Cape rocky shores. *South Africa. Journal of Zoology* **16**:85-89

McQuaid, C.D. and G.M. Branch. 1985. Trophic structure of rocky intertidal communities: response to wave action and implication for energy flow. *Marine Ecology Progress. Series* **22**:153-161

Miller,A.W. and R.F. Ambrose. 2000. Sampling patchy distribution: comparison of sampling designs in rock intertidal hábitats. *Marine Ecology Progress Series*. **196**:1-14

Torruco, D., A. González, y D. Pech. 1992. *Caracterización ecológica del Sistema Arrecifal costero del Borde Este de la Península de Yucatán.* CINVESTAV-IPN. Reporte. 87 pp.

Torruco, D. 1995. *Faunística y ecología de los corales escleractínios en los arrecifes el sureste de México.* Thesis (Phd). Universidad de Barcelona, España. 296 p.

Torruco, D. y A. González. 2000. Octocorals distribution in Majahual, Quintana Roo Coast, Mexico.*Avicenia* **12**:18-26.

Vance, R.R. 1988. Ecological succesion and the climax comunity and marine subtidal rock wall. *Marine Ecology* **48**:125- 136 pp.}

Warmke, G.L. and L.R. y Almodóvar. 1963. Some associaions of marine mollusks and algae in Puerto Rico. *Malacología* **1**(2):163-17

Williams, G.A., M.S. Davies, and S. Nagarkar. 2000. Primary succession an a tropical rock shore: Impacts of spatial variation in herbivory. *Marine Ecology Progress Series* **203**:81-94