

**DISTRIBUCIÓN BATIMÉTRICA Y COMPOSICIÓN DE
PRESAS DE GASTRÓPODOS CORALÍVOROS (*CORALLIOPHILA*
SPP.) EN ARRECIFES CORALINOS DEL PARQUE NACIONAL
MORROCOY, VENEZUELA**

CARLOS DEL MÓNACO, ESTRELLA VILLAMIZAR Y SAMUEL NARCISO¹

*Laboratorio de Estudios Marino Costeros, Universidad Central de Venezuela,
Apartado 1080, Caracas, Distrito Capital, Venezuela
carlosdelmonaco@gmail.com*

¹*Fundación por la Defensa de la Naturaleza, Apartado 70376,
Caracas, Distrito Capital, Venezuela
samuelnarciso@gmail.com*

Resumen. El objetivo de este trabajo fue evaluar la distribución batimétrica, abundancia y composición de presas de dos especies de gastrópodos coralívoros (*Coralliophila abbreviata* y *Coralliophila caribaea*) en arrecifes con diferentes niveles de impacto en su cobertura coralina viva, en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela [Cayo Sombrero (menor impacto) y Bajo Caimán, Playuelita y Playa Mero (mayor impacto)]. Se utilizó transectas perpendiculares a la costa y cuadratas de 1 m² y se determinó la cobertura de cada especie coralina, el número de individuos de *Coralliophila* y su presa coralina asociada. Cayo Sombrero presentó las mayores densidades de *C. abbreviata* (0,82 ± 0,45 ind/m²) y Bajo Caimán (0,00 ± 0,00 ind/m²) las menores. Las mayores densidades de *C. caribaea* fueron en Playuelita (0,29 ± 0,41 ind/m²) y las menores fueron en Cayo Sombrero (0,00 ± 0,00 ind/m²). Ambas especies predominaron en los estratos someros (1–5 m) e intermedios (5–9 m). Se encontraron 22 especies de presas para ambos depredadores. En Cayo Sombrero se encontró a *C. abbreviata* depredando principalmente a *M. annularis* mientras que en las de mayor impacto depredó más *Agaricia agaricites* y *Diploria strigosa*. *Coralliophila caribaea* depredó principalmente a *Porites porites* y a *Erythropodium caribaeorum* en las localidades de mayor impacto. Las presas de *C. abbreviata* y *C. caribaea* cambiaron según las condiciones del arrecife, sugiriendo una capacidad adaptativa de ambos, siendo algunas de estas importantes en el área de estudio lo que debe afectar o retrasar el proceso de recuperación de los arrecifes de este parque. *Recibido: 22 enero 2008, aceptado: 06 mayo 2008.*

Palabras clave. *Coralliophila* spp., gastrópodos, coralívoro, abundancia, distribución batimétrica, composición de presas, Parque Nacional Morrocoy, arrecifes coralinos.

BATHYMETRIC DISTRIBUTION AND PREY COMPOSITION
OF CORALLIVOROUS SNAILS (*CORALLIOPHILA* SPP.)
IN CORAL REEFS OF MORROCOY NATIONAL PARK, VENEZUELA

Abstract. We evaluated the bathymetric distribution, abundance and prey composition of two species of corallivorous gastropods (*Coralliophila abbreviata* and *Coralliophila caribaea*) in coral reefs with different levels of impacts on live, coral cover, in Morrocoy National Park, Venezuela [Sombrero Key (lesser impact), and Bajo Caiman, Playuelita and Mero Beach (greater impact)]. We used transects perpendicular to the coast and 1 m² quadrates, to determine cover for each coral species, number of *Coralliophila* individuals, and their associated coral prey. Cayo Sombrero presented the largest densities of *C. abbreviata* (0.82 ± 0.45 ind/m²) and Bajo Caimán the lowest densities (0.00 ± 0.00 ind/m²). Largest densities of *C. caribaea* occurred in Playuelita (0.29 ± 0.41 ind/m²) and the lowest densities in Cayo Sombrero (0.00 ± 0.00 ind/m²). Both species predominated in shallow (1–5 m) and intermediate depths (5–9 m). We found 22 prey species for both predators. *Montastraea annularis* was the most important prey of *C. abbreviata* in Cayo Sombrero, but *Agaricia agaricites* and *Diploria strigosa* were the most important prey in corals with greater impact. *Coralliophila caribaea* preyed mostly on *Porites porites* and *Erythropodium caribaeorum* in major impact areas. Prey of both *C. abbreviata* and *C. caribaea* changed according to reef conditions, suggesting an adaptive capacity for each species. Both *Coralliophila* species preyed on many important coral species. Thus, these two corallivorous predators may affect or delay the recovery of coral reefs in Morrocoy National Park. *Received: 22 January 2008, accepted: 06 May 2008.*

Key words. *Coralliophila* spp., gastropods, corallivores, abundancia, batimetric distribution, prey composition, Morrocoy National Park, coral reefs.

INTRODUCCIÓN

Una gran variedad de vertebrados e invertebrados marinos se alimentan del tejido vivo coralino (Robertson 1970) lo que puede contrarrestar el rol de los corales dentro del arrecife de coral (Schuhmacher 1992). Por dicha condición, estos organismos han sido señalados como un elemento importante que puede generar cambios relevantes en la estructura comunitaria coralina (Moran 1986, Birkeland y Lucas 1990, Knowlton *et al.* 1990, Turner 1994),

por lo que su estudio trófico es fundamental para la predicción de la dinámica de dichos sistemas naturales.

Coralliophila es un coralívoro común en las aguas tropicales del Atlántico Occidental, con una distribución que abarca desde Bermudas hasta Venezuela (Ward 1965). Se encuentran en aguas someras (Ward 1965) y se alimentan de por lo menos 14 especies de corales escleractínidos (Miller 1981), entre los cuales sus presas principales son *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis* que son dos especies de amplia importancia ecológica en el Caribe (Miller 2001). *Coralliophila* también puede ser observada frecuentemente alimentándose de *Montastraea annularis* (Ward 1965, Miller 1981), *Siderastrea siderea*, *Diploria clivosa*, *Diploria strigosa* (Ott y Lewis 1972, Miller 1981) y *Diploria labyrinthiformis*, entre otras especies de corales escleractínidos (Miller 1981). Por otra parte, *C. abbreviata* ha sido reportada como depredador de gorgonios y zoántidos (Miller 1981), específicamente en la frontera entre el tejido vivo y el tejido muerto erosionado (Lewis 1960).

La diversidad y abundancia de especies coralinas en arrecifes altamente impactados es muy diferente a aquellos arrecifes con bajo impacto ecológico por lo que se espera que exista una diferencia en la composición de presas de *C. abbreviata* y *C. caribaea* en ambos tipos de arrecifes. Además, se espera que ambos depredadores presenten una mayor abundancia en estratos someros en todos los arrecifes evaluados al igual que los resultados de otros autores del Caribe, debido a que en este estrato por lo general existe una mayor cobertura de corales. En tal sentido, el objetivo de este trabajo es determinar la distribución, abundancia y composición de presas de *Coralliophila abbreviata* y *C. caribaea* a lo largo del perfil batimétrico de arrecifes con mayor y menor impacto del Parque Nacional Morrocoy, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Morrocoy (PNM) está localizado en la costa noroccidental de Venezuela (10°56'38" N, 68°15'32" O; 10°46'38" N, 68°17'28" O). Este parque abarca una superficie total de 320 km² de ecosistemas continentales, insulares y marinos entre los que destacan bosques de manglar, dominados por *Rhizophora mangle*, praderas de pastos marinos dominadas por *Thalassia testudinum*, fondos arenosos desprovistos de vegetación y arrecifes coralinos costaneros (Bone *et al.* 1998).

A comienzos de 1996, el PNM sufrió una mortandad masiva en el sistema arrecifal, Laboy-Nieves *et al.* (2001) reportaron la muerte del 90% de la cobertura coralina y una reducción importante de su diversidad. Sin embargo, dicha mortalidad no afectó de igual modo a todos los arrecifes del PNM, debido a que Cayo Sombrero mantuvo una cobertura coralina viva relativamente alta en comparación con muchos arrecifes del área (Bone *et al.* 1998)

Los arrecifes estudiados están ubicados en el PNM en los siguientes cayos: Cayo Sombrero, Bajo Caimán, Playuelita y Playa Mero (Fig. 1), siendo Cayo Sombrero la localidad que se consideró como de menor impacto, tomando como criterio su alta cobertura de coral vivo y mayor diversidad de especies coralinas, mientras que las localidades de Bajo Caimán, Playuelita y Playa Mero fueron consideradas como los arrecifes impactados, debido a su muy reducida cobertura y diversidad de especies de coral y gran cobertura de coral muerto.

El arrecife de Playuelita se caracteriza por presentar una profundidad máxima de 12 m y una cobertura hexacoralina relativamente baja con una alta cobertura del octocoral *Erythropodium caribaeorum* (Duchassaing y Michelotti 1860) y del zoanthido *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing y Michelotti 1860). El arrecife de Cayo Sombrero posee una profundidad máxima de 15 m y una cobertura relativamente alta del hexacoral *Montastraea annularis* (Ellis y Solander 1786). El arrecife de Playa Mero es franjeante con una profundidad máxima de 12 m con una cobertura hexacoralina relativamente baja. Bajo Caimán presenta un arrecife franjeante con una alta cobertura de *P. caribaeorum* y *E. caribaeorum*.

MUESTREO

El muestreo se realizó entre marzo y julio de 2004. La metodología empleada se basó en la colocación de tres transectas de 13 a 47 m de longitud perpendiculares a la costa en cada localidad, desde las zonas más someras del arrecife hasta la máxima profundidad del mismo. Se evaluó con una cuadrata de 1 m² en toda las transectas el número de individuos de *Coralliophila* spp. por cuadrata, la especie de coral asociada y la cobertura de coral vivo. Además, se anotó la profundidad de cada cuadrata. Se definieron tres estratos de profundidad: somero (1–5 m), intermedio (5–9 m) y profundo (mayor a 9 m). El número de cuadratas por estrato de profundidad varió según la inclinación de la pendiente del arrecife evaluado.

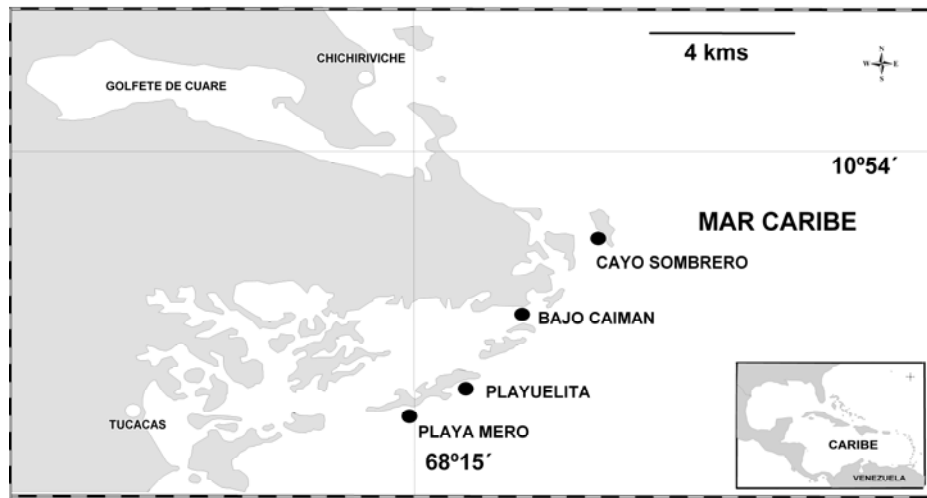


Figura 1. Ubicación del área de muestreo, en el Parque Nacional Morrocoy, estado Falcón, Venezuela.

Se realizaron correlaciones simples de Spearman (SPSS, 2001) para relacionar la cobertura coralina viva total con la abundancia de *C. abbreviata* y *C. caribaea* y correlaciones múltiples para relacionar dichas abundancias con alguna especie coralina en particular. Se utilizó la prueba de T de Student para muestras relacionadas para comparar las densidades poblacionales de *Coralliophila abbreviata* y *C. caribaea* entre las localidades de mayor y menor impacto. Se utilizó dicha prueba debido a que dentro de la misma unidad muestreal (cuadrata) se evaluaron ambas densidades. Para evaluar la distribución de ambas especies en el gradiente de profundidad se empleó una correlación lineal simple entre las variables densidad y profundidad.

Con el fin de explorar la relación entre la composición de presas de *C. abbreviata* y *C. caribaea* observada en todas y cada una de las localidades, con la disponibilidad de presas que estas presentaron, se utilizó la prueba de Ji-cuadrado. Los valores observados fueron las frecuencias absolutas del número de interacciones detectadas de ambos depredadores con cada una de las especies de corales. Los valores esperados fueron dichas interacciones, ponderadas con la cobertura coralina respectiva de cada especie de presa mediante la siguiente fórmula: $VE = \sum F_{aj} \times C_{ej}/100$, donde VE = valor esperado, F_{aj} , la frecuencia absoluta total de las interacciones del depredador sobre todas las especies coralinas j , y C_{ej} , la cobertura coralina de la especie j . $VO = F_{aj}$, donde VO = el valor observado y F_{aj} las frecuencias absolutas del número de interacciones del depredador sobre cada especie coralina j .

RESULTADOS

COBERTURA CORALINA DE LAS LOCALIDADES

El arrecife de mayor cobertura coralina fue Cayo Sombrero, destacando en dicha estación una elevada cobertura del hexacoral *M. annularis*. Por esta razón, se consideró a esta localidad como la de menor impacto ecológico. La segunda localidad con mayor cobertura de hexacorales fue Playa Mero, seguida por Playuelita y Bajo Caimán. La relativamente baja cobertura de hexacorales en estas 3 localidades fue la causa por las que fueron seleccionadas como localidades altamente impactadas (Tabla 1 y Fig. 2). Dichas localidades registraron una mayor cobertura de *Erythropodium caribaeorum* y *Palythoa caribaeorum*, especies altamente competidoras con los hexacorales, además de una relativamente alta cobertura de coral muerto. La especie hexacoralina de mayor cobertura en Playa Mero fue *P. astreoides* con $1,37 \pm 0,6\%$, en Playuelita la especie de mayor cobertura fue el zoánthido *P. caribaeorum* con $7,014 \pm 6,8\%$ y en Bajo Caimán fue *E. caribaeorum* con $5,70 \pm 6,4\%$.

ABUNDANCIA DE *CORALLIOPHILA ABBREVIATA* Y *C. CARIBAEA*

Se hallaron diferencias en la abundancia de ambas especies entre los arrecifes estudiados. La abundancia total de *C. abbreviata* fue muy superior a la de *C. caribaea* en todos los arrecifes. Asimismo, las densidades de *C. abbreviata* fueron significativamente mayores ($P < 0,05$) que las densidades de *C. caribaea* en todos los arrecifes evaluados.

En cuanto a *C. abbreviata*, sus densidades (promedio de $\text{ind/m}^2 \pm \text{Desv. Est}$) fueron mayores en la localidad de Cayo Sombrero ($0,82 \pm 0,5 \text{ ind/m}^2$), seguida por Playuelita ($0,78 \pm 0,5 \text{ ind/m}^2$), Playa Mero ($0,14 \pm 0,2 \text{ ind/m}^2$) y Bajo Caimán ($0,00 \pm 0,00 \text{ ind/m}^2$) (Fig. 2). La densidad de *C. abbreviata* exhibió una correlación significativa y positiva ($r = 0,59$; Spearman $P < 0,05$) con la cobertura coralina total; sin embargo no lo hizo con alguna especie en particular.

Por su parte, las mayores densidades de *C. caribaea* fueron registradas en Playuelita ($0,29 \pm 0,41 \text{ ind/m}^2$) y Playa Mero ($0,21 \pm 0,33 \text{ ind/m}^2$), mientras que las localidades que presentaron las menores densidades de este depredador fueron Bajo Caimán ($0,05 \pm 0,04 \text{ ind/m}^2$) y Cayo Sombrero ($0,00 \pm 0,00 \text{ ind/m}^2$) (Fig. 3). No se halló relación entre la densidad de *C. caribaea* con la cobertura coralina total o de alguna especie de coral en particular.

Tabla 1. Cobertura hexacoralina de las localidades de estudio, en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela.

	Promedio (%)	Desviación Estándar
Cayo Sombrero	32,05	22,01
Playa Mero	2,58	0,32
Playuelita	2,31	1,12
Bajo Caimán	2,09	2,12

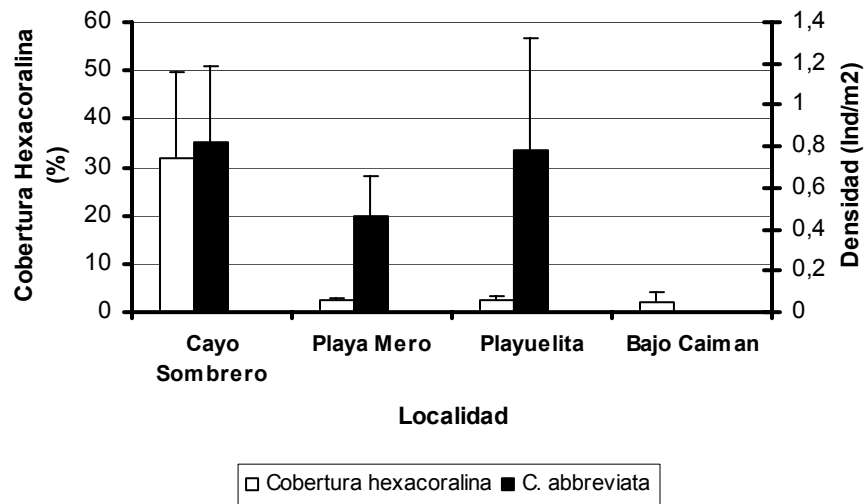


Figura 2. Densidades de *Coralliophila abbreviata* y cobertura hexacoralina total de las localidades evaluadas, en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela.

DISTRIBUCIÓN BATIMÉTRICA DE *CORALLIOPHILA ABBREVIATA* Y *C. CARIBAEA*

En todos los arrecifes estudiados, las mayores densidades de *C. abbreviata* se registraron en los primeros 5 m de profundidad. De igual forma ocurrió con las densidades de *C. caribaea* en el arrecife de Playa Mero. Sin embargo, en el caso de Playuelita las mayores densidades de esta especie se observaron en el estrato intermedio (5–9 m). Es importante destacar que en la estación de Cayo Sombrero, no se registró ningún individuo de *C. caribaea* dentro de las transectas, como tampoco *C. abbreviata* en Bajo Caimán (Tabla 2).

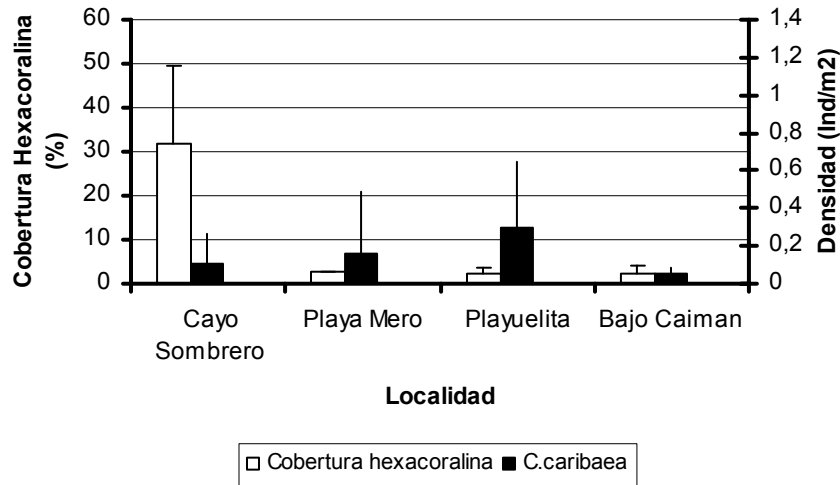


Figura 3. Densidades de *Coralliophila caribaea* y cobertura hexacoralina total de las localidades evaluadas, en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela.

La abundancia de ambos depredadores tendió a disminuir con el incremento de la profundidad (Fig. 4); sin embargo solo en el caso de *C. abbreviata* esta disminución en la densidad con la profundidad presentó una correlación estadísticamente significativa ($r = -0,69$; Spearman, $P < 0,05$).

ASOCIACIÓN DE *CORALLIOPHILA ABBREVIATA* Y *C. CARIBAEA* CON ESPECIES PRESAS

Coralliophila abbreviata y *C. caribaea* fueron asociadas con un total de 22 presas, de las cuales 16 fueron hexacorales, tres fueron octacorales, uno un zoántido y finalmente una esponja (Tabla 3). En el arrecife de Cayo Sombrero (menos impactado) se encontró a *C. abbreviata* alimentándose casi exclusivamente de hexacorales. Por el contrario, en los otros tres arrecifes (más impactados), se puede observar que ambas especies de gastrópodos diversifican sus presas, encontrándose depredando especies de esponjas, zoántidos y octacorales. Otro aspecto importante a destacar es que algunas especies de hexacorales donde no se encontraron los depredadores en la estación de menor impacto, como por ejemplo *Porites astreoides*, si estaban siendo depredadas por *C. abbreviata* y *C. caribaea* en los arrecifes más deteriorados, específicamente en Playa Mero.

Tabla 2. Distribución batimétrica de *Coralliophila abbreviata* y *C. caribaea*, para los arrecifes estudiados en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela (promedio ind/m² ± DE).

Somero 1-5 m		Intermedio 5-9 m		Profundo > 9m	
<i>C. abb.</i>	<i>C. car.</i>	<i>C. abb.</i>	<i>C. car.</i>	<i>C. abb.</i>	<i>C. car.</i>
CAYO SOMBRERO					
1,34 ± 0,3	0,00 ± 0,0	1,16 ± 0,4	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0
PLAYA MERO					
0,375 ± 0,5	0,44 ± 0,8	0,07 ± 0,1	0,14 ± 0,2	0,11 ± 0,2	0,00 ± 0,0
PLAYUELITA					
1,85 ± 2,2	0,04 ± 0,1	0,68 ± 1,3	0,57 ± 0,95	0,42 ± 0,4	0,10 ± 0,2
BAJO CAIMÁN					
0,00 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,02 ± 0,02	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0
Promedio					
0,89	0,12	0,48	0,18	0,13	0,03
Desviación Estándar					
± 0,9	± 0,2	± 0,6	± 0,3	± 0,2	± 0,1

C. abb. = *Coralliophila abbreviata*, *C. car.* = *Coralliophila caribaea*, DE = Desviación Estandar.

Se observó una mayor asociación de *C. abbreviata* con especies hexacorales, especialmente con *Montastraea annularis* en el arrecife de cayo Sombrero. Sin embargo, en los arrecifes de mayor impacto, las presas depredadas cambiaron, siendo la más afectada *Agaricia agaricites* en Playa Mero y *Diploria strigosa* en Playuelita. Es importante señalar que la cobertura coralina de *M. annularis* fue mucho menor en los arrecifes impactados, lo que afectó la disponibilidad de este recurso. Otro aspecto a destacar es que a pesar de la baja cobertura de *D. strigosa* en Playuelita, se observó una alta asociación entre dicha especie y *C. abbreviata* (Fig. 5). Con respecto a *C. caribaea* solo se encontró en los arrecifes de mayor impacto asociada en reiteradas ocasiones a la especie hexacoralina *P. porites* en Playa Mero y al octocoral *Erythropodium caribaeorum* en Playuelita y Bajo Caimán (Fig. 6). En Playuelita, *C. caribaea* fue encontrada asociada a la esponja marina *Niphates erecta*.

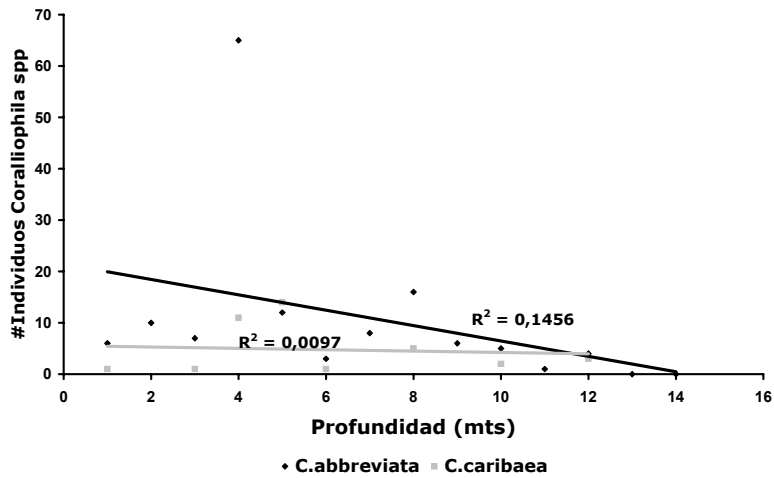


Figura 4. Correlación entre la profundidad y las densidades de *Coralliophila abbreviata* y *C. caribaea* (promedio ind/m²).

Tabla 3. *Especies de presas asociadas con Coralliophila abbreviata y C. caribaea en los arrecifes del Parque Nacional Morrocoy, Venezuela.*

Especie	Localidad de Menor Impacto		Los Tres Localidades de Mayor Impacto					
	Playa sombrero		Playa Mero		Playuelita		Bajo Caimán	
	C. abb.	C. car.	C. abb.	C. car.	C. abb.	C. car.	C. abb.	C. car.
HEXACORALES								
<i>Montastraea annularis</i>	•		•		•		•	
<i>Agaricia agaricites</i>	•		•		•			
<i>Montastraea faveolata</i>			•					
<i>Acropora palmata</i> *	•							
<i>Colpophyllia natans</i> *	•							
<i>Siderastrea Siderea</i> *								
<i>Diploria strigosa</i>	•				•			
<i>Diploria labyrinthiformis</i> *	•	•	•					

Tabla 3. Cont.

Especie	Localidad de Menor Impacto		Los Tres Localidades de Mayor Impacto					
	Playa sombrero		Playa Mero		Playuelita		Bajo Caimán	
	C. abb.	C. car.	C. abb.	C. car.	C. abb.	C. car.	C. abb.	C. car.
HEXACORALES – CONT.								
<i>Agaricia tenuifolia</i>	•							
<i>Porites astreoides</i>			•	•				
<i>Porites porites</i>				•				
<i>Montastraea franksi</i>						•		
<i>Diploria clivosa</i>						•		
<i>Eusmilia fastigiata</i>			•					
<i>Agaricia lamarcki</i> *	•							
<i>Madracis decactis</i> *	•							
ZOANTIDOS								
<i>Palythoa caribaeorum</i>						•		
OCTOCORALES								
<i>Erythropodium caribaeorum</i>					•	•		•
<i>Pseudoplexaura</i> sp.						•		
<i>Eunicea</i> sp.						•		
ESPONJAS								
<i>Niphates erecta</i>						•		

*Presas registradas fuera de las transectas evaluadas; C. abb. = *Coralliophila abbreviata*, C. car. = *Coralliophila caribaea*.

Los análisis estadísticos de Ji-cuadrado permitieron rechazar la hipótesis nula de suposición de no selectividad de presas por parte de *C. abbreviata* y *C. caribaea*, exhibiendo valores ji-cuadrados relativamente altos en comparación con los valores tabulados ($P < 0,05$), tanto en las localidades con menor impacto ecológico (Cayo Sombrero) como las de mayor impacto (Playuelita, Bajo Caimán y Playa Mero).

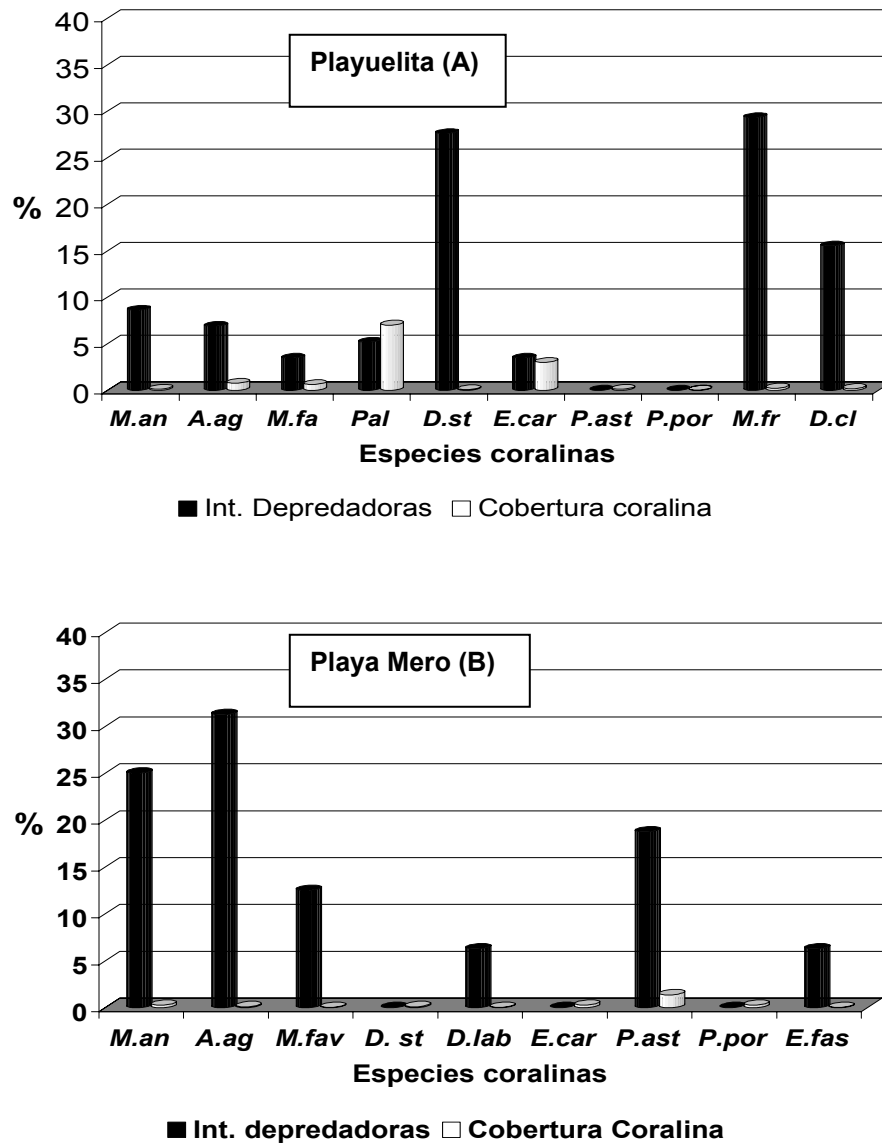


Figura 5. Porcentajes de interacciones depredadoras de *Coralliophila abbreviata* y la cobertura coralina viva de especies coralinas en Playuelita (A) y Playa Mero (B): *A. ag*, *Agaricia agaricites*; *D. cl*, *Diploria clivosa*; *D. lab*, *Diploria labyrinthiformis*; *D. st*, *Diploria Strigosa*; *E. car*, *Erythropodium caribaeorum*; *E. fas*, *Eusmilia fastigiata*; *M. an*, *Montastraea annularis*; *M. fa* ó *M. fav*, *Montastraea faveolata*; *M. fr*, *Montastraea franksi*; *Pal*, *Palithoa caribaeorum*; *P. ast*, *Porites asteroides*; *P. por*, *Porites porites*.

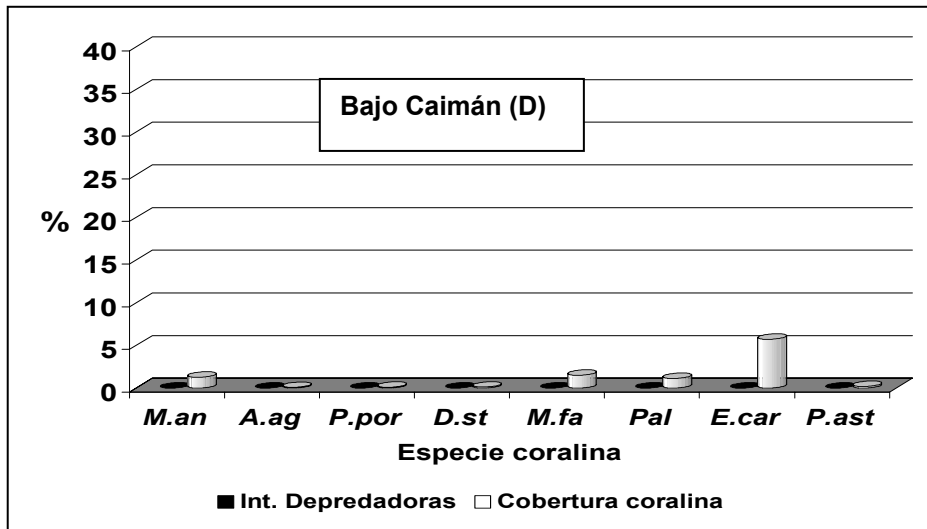
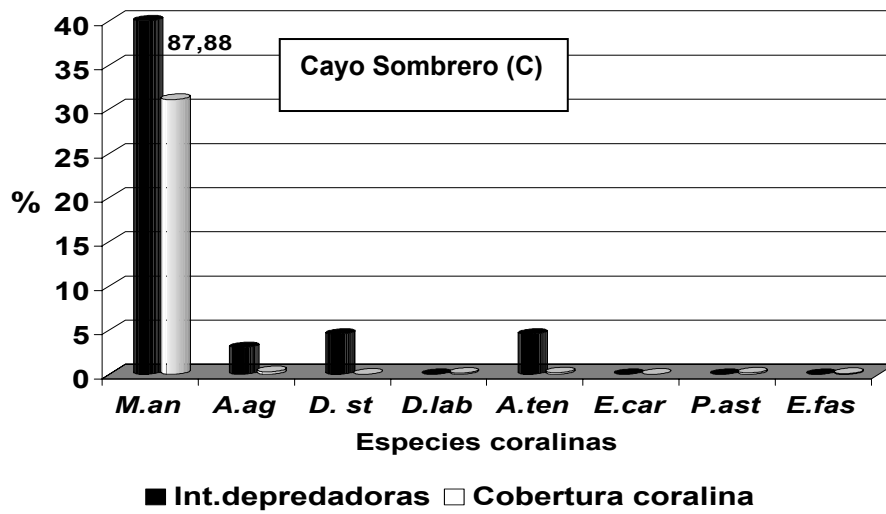


Figura 5. Cont.- Porcentajes de interacciones depredadoras de *Coralliophila abbreviata* y la cobertura coralina viva de especies coralinas en Cayo Sombrero (C) y Bajo Caimán (D): *A. ag*, *Agaricia agaricites*; *A. ten*, *Agaricia tenuifolia*; *D. cl*, *Diploria clivosa*; *D. lab*, *Diploria labyrinthiformis*; *D. st*, *Diploria Strigosa*; *E. car*, *Erythropodium caribaeorum*; *E. fas*, *Eusmilia fastigiata*; *M. an*, *Montastraea annularis*; *M. fa* ó *M. fav*, *Montastraea faveolata*; *Pal*, *Palithoa caribaeorum*; *P. ast*, *Porites asteroides*; *P. por*, *Porites porites*.

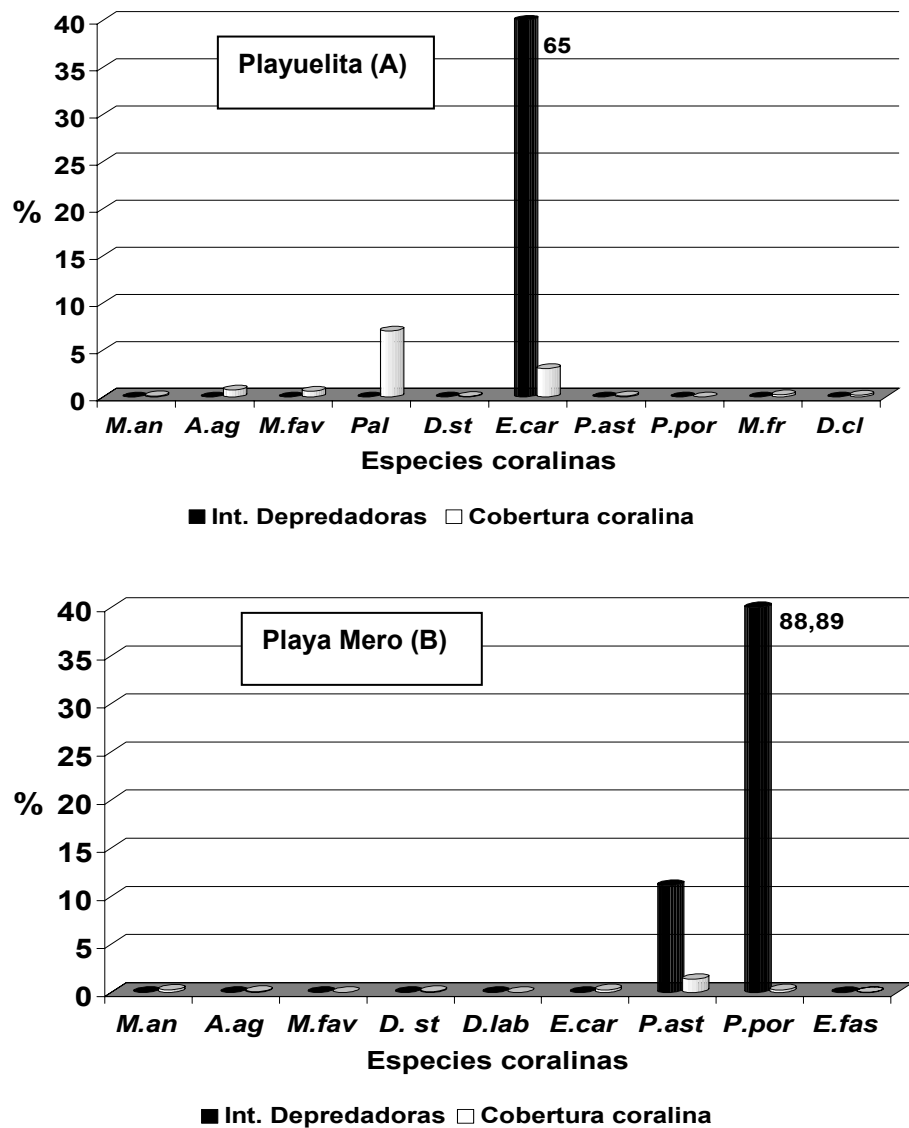


Figura 6. Porcentajes de interacciones depredadoras de *Coralliophila caribaea* y la cobertura coralina viva de especies coralinas en Playuelita (A) y Playa Mero (B): *A. ag*, *Agaricia agaricites*; *D. cl*, *Diploria clivosa*; *D. lab*, *Diploria labyrinthiformis*; *D. st*, *Diploria Strigosa*; *E. car*, *Erythropodium caribaeorum*; *E. fas*, *Eusmilia fastigiata*; *M. an*, *Montastraea annularis*; *M. fa* ó *M. fav*, *Montastraea faveolata*; *M. fr*, *Montastraea franksi*; *Pal*, *Palithoa caribaeorum*; *P. ast*, *Porites asteroides*; *P. por*, *Porites porites*.

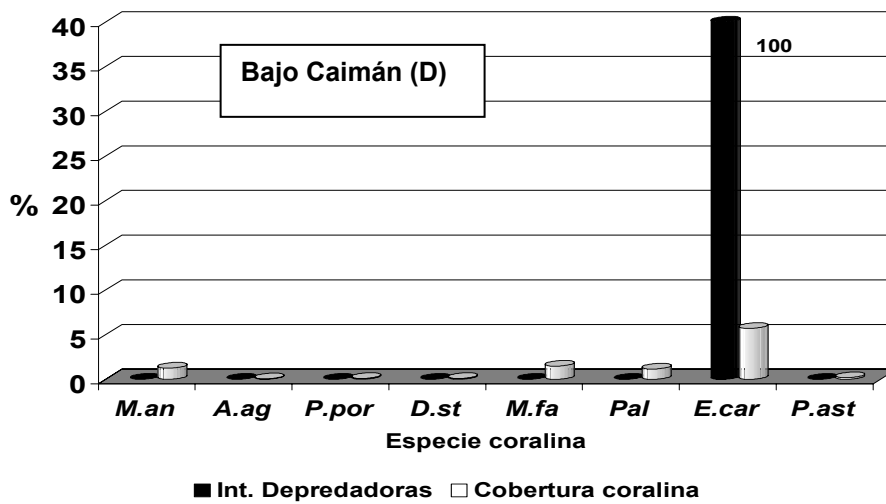
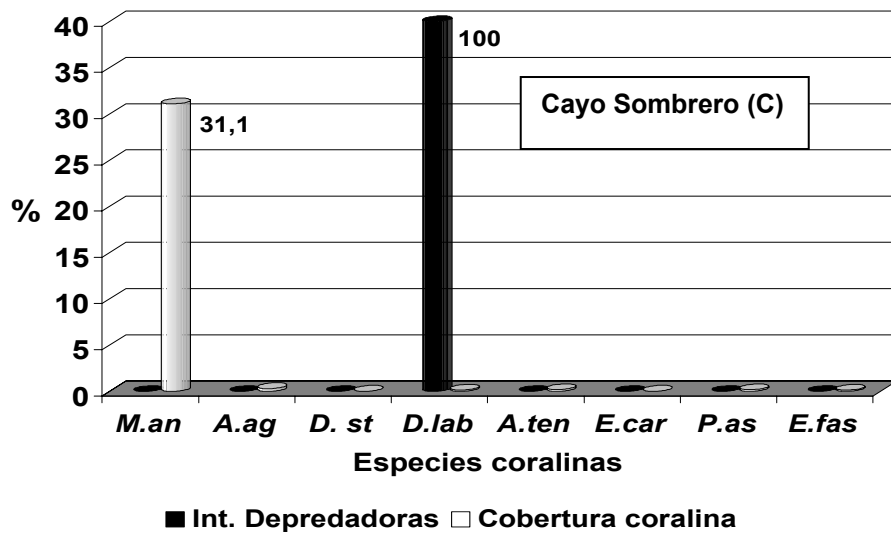


Figura 6. Cont.- Porcentajes de interacciones depredadoras de *Coralliophila caribaea* y la cobertura coralina viva de especies coralinas en Cayo Sombrero (C) y Bajo Caimán (D): *A. ag*, *Agaricia agaricites*; *A. ten*, *Agaricia tenuifolia*; *D. cl*, *Diploria clivosa*; *D. lab*, *Diploria labyrinthiformis*; *D. st*, *Diploria Strigosa*; *E. car*, *Erythropodium caribaeorum*; *E. fas*, *Eusmilia fastigiata*; *M. an*, *Montastraea annularis*; *M. fa* ó *M. fav*, *Montastraea faveolata*; *M. fr*, *Montastraea franksi*; *Pal*, *Palithoa caribaeorum*; *P. as*, ó *P. ast*, *Porites asteroides*; *P. por*, *Porites porites*.

DISCUSIÓN

DISTRIBUCIÓN BATIMÉTRICA Y ABUNDANCIA DE *CORALLIOPHILA ABBREVIATA* Y *C. CARIBAEA*

La variabilidad espacial de las densidades poblacionales de *C. abbreviata* en las localidades evaluadas del Parque Nacional Morrocoy (PNM) pudieron haber sido originadas por diversas causas, de las cuales se pueden mencionar la cobertura de coral vivo y las especies coralinas presentes, debido a que la localidad de Cayo Sombrero fue la localidad que presentó las mayores coberturas coralinas y la que exhibió las mayores densidades de *C. abbreviata*. La estación de Playa Mero fue la localidad con menor cobertura de hexacorales y fue la segunda localidad con menores densidades de *C. abbreviata*. Hayes (1990) y Baums *et al.* (2003) señalan que la abundancia de *C. abbreviata* y sus características poblacionales varían en función de las presas coralinas presentes y con la ubicación geográfica. Además, Baums *et al.* (2003) agregan que las poblaciones de *C. abbreviata* deben declinar si los niveles de abundancia de sus principales presas disminuyen.

Ott y Lewis (1972) encontraron una correlación entre la abundancia de *Montastraea* sp. y las densidades de *C. abbreviata*. Osborne (1992) sugiere que altas densidades del molusco coralívoro *Drupella cornus* son más comunes en arrecifes donde existe una alta cobertura coralina viva, coincidiendo con Cumming (1999), que además, explica que las poblaciones de *Drupella* spp. pueden variar intra e interarrecifes; dichas aseveraciones coinciden con los resultados de este trabajo.

En un estudio de los cayos de Florida, Baums *et al.* (2003) reportaron densidades mayores (1,0–2,4 ind/m²) a los registrados en el presente trabajo. Sin embargo, la metodología utilizada por dichos autores fue diferente, ya que utilizaron cuadratas aleatorias en la zona somera del arrecife, por lo que dicha característica en el diseño muestral probablemente incrementó los valores de abundancia, considerando la distribución somera en el gradiente de profundidad de estos organismos.

Turner (1994) asevera que existen diversas causas que provocan mayores densidades poblacionales de *Drupella* spp. en los arrecifes del Océano Pacífico, entre ellas menciona el incremento de las escorrentías y la sedimentación que aporta una gran cantidad de nutrientes al sistema y estimula el crecimiento en la abundancia de fitoplancton alimentando las larvas de *Drupella* spp, lo que conduce a una reducción en la mortalidad y a un incremento en el reclutamiento de las mismas. Según Branham (1973), existen

dos explicaciones alternativas del efecto de la sedimentación: 1) que los corales podrían ser altamente perturbados por el sedimento evitando el consumo de larvas de *Drupella* spp., lo que incrementa la tasa de reclutamiento, o 2) que la sedimentación interfiere con el crecimiento coralino vulnerando al coral ante la acción de los depredadores. Sin embargo, ninguna de las dos explicaciones puede explicar la variabilidad espacial exhibida en nuestra área de estudio, debido a que las localidades de Playuelita y Playa Mero están sometidas a un mayor efecto de los ríos Yaracuy y Aroa en comparación con la localidad de Cayo Sombrero (Bastidas *et al.* 1999), localidad donde se encontró la mayor densidad de *Coralliophila*.

Otra explicación que plantea Turner (1994) acerca de las causas de densidades altas de moluscos coralívoros (*Drupella* spp.) es la sobre-pesca que remueve los peces depredadores del sistema, reduciendo la depredación sobre *Drupella* spp. y permitiendo su incremento poblacional. Esta hipótesis es apoyada por Baums *et al.* (2003) quienes sugieren que las actividades pesqueras en los cayos de Florida pueden interrumpir la compleja estructura trófica de los arrecifes del área, pudiendo causar un incremento en las poblaciones de *C. abbreviata*. Estas hipótesis suponen que existe una regulación poblacional de ambos coralívoros por depredación, pero las mismas no pueden explicar las diferencias en las abundancias de *Coralliophila* spp. entre las estaciones evaluadas del presente estudio. Es muy probable que todas las localidades están sometidas a la pesca artesanal. McClanahan (1994) señala que existen múltiples factores interactivos que crean los escenarios ideales para que las poblaciones del molusco coralívoro *Drupella cornus* aumenten y sus resultados sugieren que el manejo apropiado de los arrecifes puede ser un factor fundamental en la regulación y control de las poblaciones de estos gastrópodos. Esta aseveración podría indicar que un mejor manejo del PNM, que implique regulaciones y control sobre las pesquerías, podría evitar posibles pulsos o incrementos poblacionales excesivos, que perturben aún más los arrecifes de este parque. Además, Turner (1994) señala que los daños mecánicos sobre las colonias coralinas puede ser un importante factor que aumenta las densidades de *Drupella* spp. en los arrecifes coralinos.

Con respecto a las densidades de *C. caribaea*, estas fueron mayores en Playa Mero y Playuelita en comparación con Bajo Caimán y Cayo Sombrero, este último considerado como el arrecife de menor impacto ecológico y donde se estimó una mayor cobertura coralina. Es posible que esta condición, de mayores densidades de *C. caribaea* en dos de los arrecifes con mayor impacto ecológico, ocurrió debido a la presencia de una elevada cobertura de octocorales (entre ellos *E. caribaeorum*) y del hexacoral *Porites porites*, los

cuales no fueron abundantes en Cayo Sombrero. Estas especies fueron asociadas repetidas veces a *C. caribaea*, a diferencia de *C. abbreviata*, la cual por lo general fue observada asociada casi exclusivamente a los hexacorales *M. annularis* y *A. agaricites*.

La distribución de *Coralliophila* en las zonas someras de los arrecifes coralinos puede estar definida por una pluralidad de razones. Al-Moghrabi (1996) señala que entre las posibles causas de la distribución en las aguas someras de *Drupella cornus* y *Coralliophila neritoidea* en el Golfo de Aqaba, se encuentran la disponibilidad de presas, la calidad del alimento y una mayor vulnerabilidad de los corales someros a los disturbios naturales y antropogénicos como la sedimentación, las escorrentías y las lluvias. En lo que respecta al presente estudio, la primera razón señalada podría explicar, en parte, el predominio de la distribución de *C. abbreviata* en las zonas someras de los arrecifes, debido a que la mayoría de las colonias de *M. annularis*, coral que fue encontrado frecuentemente asociada a *C. abbreviata*, fueron registradas en los estratos de profundidad somero e intermedio. Por otra parte en Playa Mero, arrecife donde se registró la menor abundancia de *M. annularis*, se observó a *C. abbreviata* asociada a *A. agaricites* principalmente, la cual fue registrada, al igual que *M. annularis*, en los estratos de profundidad somero e intermedio en dicha estación. Schuhmacher (1992) explica que la abundancia del Coralliophilido *Quoyula madreporum* disminuye considerablemente con la profundidad y señala que esta condición podría obedecer a que la mayoría de sus corales presas se encuentran en las aguas someras.

Con respecto a la segunda posible causa acerca de la calidad del alimento, Latyshev *et al.* (1991) señalan que la composición bioquímica de los corales varía con la profundidad, especialmente los ácidos grasos no saturados. Muscatine y Cernichiari (1969) aseveran que el carbono, en forma de lípidos y glicerol, son transferidos por las zooxantelas al coral en presencia de luz, por lo que los corales que habitan en zonas con baja intensidad de luz podrían no presentar la misma capacidad autótrofa con respecto a estos componentes carbónicos, teniendo que acudir a mecanismos heterótrofos para la obtención de estos compuestos (Muscatine *et al.* 1984). Por otro lado, Campbell (1973) señala que el estatus nutricional debido a la autotrofia o heterotrofia puede afectar la tasa de producción de amonio en los corales alterando la producción de metabolitos secundarios, que son mecanismos de defensa de los corales ante los procesos de depredación. En el presente estudio, no se realizó un estudio acerca de cambios en la calidad del alimento según la profundidad, por lo que no se puede descartar esta hipótesis.

La tercera hipótesis podría ser una causa razonable en nuestra área de estudio, debido a que todos los arrecifes están sometidos constantemente al impacto turístico, como balnearios. Además, sufren el impacto mecánico de las anclas de diversas embarcaciones en las zonas someras, lo que podría hacer más vulnerables a las colonias coralinas ante la acción de los depredadores. Turner (1994) indica que los arrecifes de Ningaloo Marine Park son utilizados para propósitos recreacionales, lo que incrementa el daño mecánico sobre los arrecifes generando un efecto sobre la dinámica poblacional de los moluscos coralívoros (*Drupella* spp.). Al-Moghrabi (1996) señala que *Drupella cornus* podría tener quimiorreceptores que detectan lesiones causadas por daños mecánicos en los corales, lo que le permite identificar a las colonias más vulnerables, generando una selección de este depredador por las zonas someras del arrecife coralino. Una situación similar podría estar ocurriendo con la distribución espacial de *Coralliophila* spp. en los arrecifes de Morrocoy. Finalmente, Cumming (1999) explica que la variabilidad espacial de la abundancia y la distribución de muchos organismos bentónicos en el arrecife coralino puede ser debido a que estos sistemas poseen diferentes y bien definidos tipos de hábitats, generando una variabilidad espacial a una pequeña escala.

COMPOSICIÓN DE PRESAS DE *CORALLIOPHILA ABBREVIATA* Y *C. CARIBAEA*

En el presente estudio, la mayoría de las especies presas asociadas a *C. abbreviata* y *C. caribaea* coinciden con la lista presentada por Miller (1981), quien reporta a 22 especies de presas de *C. abbreviata* y *C. caribaea*: 16 escleractinidos, 3 gorgonáceos, 1 zoántido y 2 especies pertenecientes al orden Corallimorpharia. La esponja *Niphates erecta* como presa es reportada por el presente trabajo. En el Indo Pacífico, Fujioka y Yamazato (1983) reportaron una gran asociación entre *Coralliophila violacea* y las presas coralinas pertenecientes al género *Porites*. También reportaron que *Coralliophila erosa* y *C. bulbiformis* se alimentan principalmente de acropóridos y que *Quoyula monodonta* se alimenta principalmente de especies de coral de las Pocilloporidae.

Cuando se comparan las proporciones de la cobertura coralina de cada especie y las interacciones de depredador-presa observadas en el presente estudio, se puede sugerir, que en el caso de *C. abbreviata* y el arrecife de Cayo Sombrero, existe una proporcionalidad entre ambas variables, destacando el gran número de interacciones y la alta cobertura de *M. annularis*. La elevada cobertura de este coral incrementó la probabilidad de encuentro con el depredador lo que podría explicar una condición aleatoria en la selección de la

presa por parte de *C. abbreviata*. Sin embargo, en las localidades consideradas de mayor impacto de Playa Mero y Playuelita, donde la cobertura de esta especie coralina es reducida, se estimó un porcentaje relativamente alto de interacciones depredador-presa, dicha condición indica que *M. annularis* es una presa habitual de *C. abbreviata* independientemente de su abundancia o disponibilidad en el área.

Miller (1981) encontró una alta frecuencia en la interacción depredador-presa entre *C. abbreviata* y *M. annularis* y *A. agaricites*, pero no reportó las coberturas coralinas de dichas especies de coral. Ward (1965) reportó que en Barbados *C. abbreviata* se alimenta casi exclusivamente de *M. annularis*. Baums *et al.* (2003) señalaron que *Montastraea* sp. presenta un contenido de nitrógeno y carbono por área mayor que otras especies coralinas como *A. palmata*. Todos estos trabajos apoyan la idea de una selección preferencial de *C. abbreviata* sobre *M. annularis*.

Otro aspecto importante a destacar es el gran porcentaje de interacciones de *C. abbreviata* sobre la especie coralina *D. strigosa* en la localidad de Playuelita y de *A. agaricites* en Playa Mero, a pesar de sus muy bajas coberturas, dicha condición podría indicar que cuando la cobertura de *M. annularis* disminuye, *C. abbreviata* puede sustituir su presa preferida, lo que sugiere una jerarquía en la selectividad de presas y una capacidad de adaptación del depredador en función a la disponibilidad del recurso. Esta condición puede ser observada también con el coral *P. astreoides*, el cual fue solamente asociado a *C. abbreviata* en las localidades con mayor impacto ecológico, a pesar de estar también presente en la localidad de menor impacto ecológico de Cayo Sombrero. Hayes (1990) señala que *C. abbreviata* es capaz de alterar su dieta en función a los cambios de la estructura comunitaria de los corales en el arrecife, lo que le permite persistir a pesar de los posibles disturbios que pueden ocurrir en los sistemas coralinos. Dicha condición podría evitar que se recupere el arrecife ante dicho disturbio y regrese a sus condiciones originales. Morton *et al.* (2002) sugieren que el molusco coralívoro *Drupella rugosa* puede modificar su estrategia alimenticia para ajustarse a la abundancia nutricional de las presas en sus respectivos hábitats. Además, estos autores agregan que este molusco al no disponer de suficientes colonias coralinas de sus especies predilectas para satisfacer sus requerimientos nutricionales, puede depredar especies coralinas alternativas de menor preferencia.

Con respecto a *C. caribaea* se puede destacar, que en la estación de menor impacto de Cayo Sombrero, solamente se observó asociada a la especie

hexacoralina *D. labyrinthiformis*, a pesar de su baja cobertura. No obstante, en las localidades de mayor impacto ecológico, probablemente se registró un cambio en la dieta de *C. caribaea*, por observar esta especie en reiteradas ocasiones asociada a colonias de *P. porites* y *P. astreoides* en la localidad de Playa Mero y de *E. caribaeorum* en Playuelita. Es importante destacar que en esta última localidad se observó a *C. caribaea* asociada a solamente octocorales y esponjas marinas, posiblemente debido a la reducción de la cobertura coralina viva de hexacorales, lo que se tradujo en una modificación en la dieta de este depredador en esta localidad en particular. Dentro de un sistema coralino con una cobertura alta de hexacorales, esta modificación en la dieta probablemente no ocurriría. Miller (1981) encontró una gran interacción depredador-presa entre *C. caribaea* y el octocoral *Briareum asbestinum*, por lo que existen precedentes de dicha interacción, pero dicho autor no reportó las coberturas coralinas.

La diferencia en la composición de presas de ambos depredadores durante el presente estudio puede obedecer a diversas causas como por ejemplo *C. caribaea* y *C. abbreviata* podrían presentar preferencias de presas distintas o *C. abbreviata* o *C. caribaea* monopolizan el recurso alimenticio de sus especies presas evitando que su competidora depreda dichas presas. La primera hipótesis plantea una diferenciación de nicho entre ambas especies, generado por un proceso coevolutivo que permite la coexistencia estable entre ambos depredadores. La segunda hipótesis supone que ambas *Coralliophila* compiten por el recurso alimenticio disponible siendo una de las dos una competidora superior; ambas hipótesis propuestas concuerdan con lo señalado por Grinnell (1914), Hardin (1960) y Hutchinson (1957), con respecto a la definición del nicho ecológico de cada especie. Es importante señalar que se observó a ambos depredadores depredando a una misma especie coralina e incluso hasta una misma colonia en el caso de una colonia de *A. palmata*, la cual se encontró fuera del área de experimentación.

CONCLUSIONES

1) Las densidades y distribución espacial de *C. abbreviata* y *C. caribaea* estuvieron en función de las especies coralinas presentes en todos los arrecifes, tanto los de mayor como los de menor nivel de impacto, por lo que la composición de presas de estos organismos es un factor fundamental para su distribución tanto en el gradiente de profundidad como en su presencia y/o abundancia en arrecifes.

2) La composición de presas de ambos depredadores cambia según las condiciones del arrecife coralino, lo que sugiere una capacidad adaptativa de *Coralliophila*.

3) Dentro de la composición de presas de ambas especies, tanto en los arrecifes de mayor como los de menor impacto, están incluidas especies coralinas importantes del Parque Nacional Morrocoy, lo que debe impactar o retrasar el proceso de recuperación de los arrecifes de este parque.

4) Existe una vulnerabilidad de los corales, lo cual puede provocar incrementos importantes en las poblaciones de *Coralliophila* acentuando el impacto, especialmente sobre los arrecifes que han sufrido reducciones en su cobertura coralina total, debido a factores naturales y antrópicos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a Nicida Noriega, José Gregorio Rodríguez, Jeannette Pérez, Manuel González, Ana Teresa Herrera, Adriana López, Humberto Camissotti, Juan Pablo, Freddy Bustillos, León Barrios y Napoleón Reyes por su valiosa colaboración y apoyo en las faenas de campo de este estudio.

LITERATURA CITADA

- AL-MOHRABI, S. 1996. Bathymetric distribution of *Drupella cornus* and *Coralliophila neritoidea* in the Gulf of Aqaba (Jordan). Proc. 8 Intern. Coral Reef Symposium, Panama, pp. 1345–1350.
- BASTIDAS, C., D. BONE Y E. GARCÍA. 1999. Sediment rates and metal content of sediments in a Venezuelan coral reef. Mar. Pollut. Bull. 38: 16–24.
- BAUMS, I., M. MILLER Y A. SZMANT. 2003. Ecology of a corallivorous gastropod on two scleractinian hosts, 1: Population structure of snails and corals. Marine Biol. 142: 1083–1092.
- BIRKELAND, C. Y J. LUCAS. 1990. *Acanthaster planci*: major management problem of coral reefs. CRC Press, Boca Ratón, Florida.
- BONE, D., A. CROQUER, E. KLEIN, D. PÉREZ, F. LOSADA, A. MARTIN, C. BASTIDAS, M. RADA, L. GALINDO Y P. PENCHASZADEH. 1998. Programa CARICOMP: Monitoreo a largo plazo de los ecosistemas marinos del Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. Interciencia 26: 457–462.
- BRANHAM, J. 1973. The crown-of-thorns on coral reefs. BioScience 23: 219–226.
- CAMPBELL, J. 1973. Nitrogen excretion. Pp. 279–316, en C. L. Prosser (ed.), Comparative animal physiology (3 ed.). W. B. Saunders, Philadelphia, PA.

- CUMMING, R. 1999. Predation on reef-building corals: multiscale variation in the density of three corallivorous gastropods, *Drupella* spp. *Coral Reefs*. 18: 147–157.
- FUJIOKA, Y. Y K. YAMAZATO. 1983. Host selection of some okinawan coral associated gastropods belonging to the genera *Drupella*, *Coralliophila* and *Quoyula*. *Galaxea* 2: 59–73.
- GRINNELL, J. 1914. An account of the mammals and birds of the Lower Colorado Valley with especial reference to the distributional problems presented. Univ. of Colorado Pubs. in Zoology 12: 51–294.
- HARDIN, G. 1960. The competitive exclusion principle. *Science* 131: 1292–1297.
- HAYES, J. 1990. Prey preference in a Caribbean corallivore, *Coralliophila abbreviata* (Lamarck) (Gastropoda, Coralliophilidae). *Bull. Mar. Sci.* 47: 557–560.
- HUTCHINSON, G. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22: 415–427.
- KNOWLTON, N., J. LANG Y B. KELLER. 1990. Case study of natural population collapse: post-hurricane predation on Jamaican staghorn corals. *Smithson Contrib. Mar. Sci.* 31: 1–25.
- LABOY-NIEVES, E., E. KLEIN, J. CONDE, F. LOSADA, J. CRUZ Y D. BONE. 2001. Mass mortality of tropical marine communities in Morrocoy, Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* 68: 163–179.
- LATYSHEV, N., N. NAUMENKO, V. SVETASHEV Y Y. LATIPOV. 1991. Fatty acids of reef building corals. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 76: 295–301.
- LEWIS, J. 1960. The coral reefs and coral communities of Barbados, W. I. *Canadian J. Zool.* 38: 1133–1145.
- MCCLANAHAN, T. 1994. Coral-eating snail *Drupella cornus* population increases in Kenyan coral reef lagoons. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 115: 131–137.
- MILLER, A. 1981. Cnidarian prey of the snails *Coralliophila abbreviata* and *C. caribaea* (Gastropoda: Muricidae) in Discovery Bay, Jamaica. *Bull. Mar. Sci.* 31: 932–934.
- MILLER, M. 2001. Corallivorous snail removal: evaluation of impact on *Acropora palmata*. *Coral Reefs* 19: 293–295.
- MORAN, M. 1986. The *Acanthaster* phenomenon. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 24: 379–480.
- MORTON, B., G. BLACKMORE Y T. KWOK. 2002. Corallivory and prey choice by *Drupella rugosa* (Gastropoda: Muricidae) in Hong Kong. *J. Moll. Stud.* 68: 217–223.
- MUSCATINE, L. Y E. CERNICHIARI. 1969. Assimilation of photosynthetic products of zooxanthellae by a reef coral. *Biol. Bull.* 137: 506–523.
- MUSCATINE, L., P. FALKOWSKI, J. PORTER Y Z. DUBINSKY. 1984. Fate of photosynthetic fixed carbon in light- and shade-adapted colonies of the symbiotic coral *Stylophora pistillata*. *Proc. Royal Soc. London B* 222: 181–202.
- OSBORNE, S. 1992. A preliminary summary of *Drupella cornus* distribution and abundance patterns following a survey of Ningaloo Reef in spring 1991. Pp. 83–90, en S. Turner (ed.), *Drupella cornus: a synopsis*. Western Australia,

Department of Conservation and Land Management, CALM Occasional Paper No. 3/92.

- OTT, B. & J. LEWIS. 1972. The importance of the gastropod *Coralliophila abbreviata* (Lamarck) and the polychaete *Hermodice carunculata* (Pallas) as coral reef predators. *Canadian J. Zool.* 50: 1651–1656.
- ROBERTSON, R. 1970. Review of the predators and parasites of stony corals with special reference to symbiotic prosobranch gastropods. *Pac. Sci.* 24: 43–54.
- SCHUHMACHER, H. 1992. Impact of some corallivorous snails on stony corals in the Red Sea. *Proc. 7 Intern. Coral Reef Symposium, Guam* 2: 840–846.
- SPSS FOR WINDOWS, Rel. 11.0.1. 2001. Chicago: SPSS Inc.
- TURNER, S. 1994. The biology and population outbreaks of the corallivorous gastropod *Drupella* on Indo-Pacific reefs. *Oceanogr Mar. Biol. Annual Review* 32: 461–530.
- WARD, J. 1965. The digestive tract and its relations to feeding habitats in the stenoglossan prosobranch *Coralliophila abbreviata* (Lamarck). *Canadian J. Zool.* 43: 447–464.