

## REGENERACION DE HERIDAS CAUSADAS POR EL POLIQUETO ANFINOMIDO *Hermodice carunculata* SOBRE CORALES ESCLERACTINIDOS, HIDROCORALES Y OCTOCORALES (CNIDARIA).

## REGENERATION OF INJURIES CAUSED BY THE AMPHINOMID POLYCHAETE *Hermodice carunculata* ON SCLERACTINIAN CORALS, HYDROCORALS AND OCTOCORALS (CNIDARIA).

Alberto Martín<sup>1</sup> y Freddy Losada<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Estudios Ambientales e INTECMAR, División de Ciencias Biológicas. Universidad Simón Bolívar. Apartado 89.000. Caracas 1080-A. Venezuela.

<sup>2</sup>Departamento de Biología de Organismos e INTECMAR. División de Ciencias Biológicas. Universidad Simón Bolívar. Apartado 89.000. Caracas 1080-A. Venezuela.

### RESUMEN

Se estudió la regeneración de heridas en corales, hidrocorales y octocorales causadas por la depredación del poliqueto anfinómido *Hermodice carunculata*, en diferentes sectores de un barco hundido en Isla Larga, Estado Carabobo, Venezuela. En cada una de las especies presa seleccionadas (*Millepora alcicornis*, *Madracis decactis*, *Tubastrea aurea*, *Pseudopterogorgia americana* y *Pseudopterogorgia acerosa*), se escogieron al azar 25 heridas a las cuales se les midió el área o longitud dañada y su regeneración a través del tiempo (cada 3 ó 4 días).

Los resultados revelaron altos porcentajes de regeneración para *P. acerosa* (96%), *P. americana* (88%), *T. aurea* (84%), *M. decactis* (72%) y bajos valores para *M. alcicornis* (44%) debido a que esta última especie presentó una alta incrustación por algas filamentosas. Asimismo, se pudo determinar la tasa media de regeneración del tejido, siendo para *P. acerosa* y *P. americana* de 0,29 cm/día y 0,15 cm/día respectivamente. En las otras presas, fue de 0,29 cm<sup>2</sup>/día para *T. aurea*, 0,06 cm<sup>2</sup>/día para *M. alcicornis* y 0,02 cm<sup>2</sup>/día para *M. decactis*. La capacidad de las presas para regenerar las heridas, indica que el efecto de la depredación causada por el poliqueto sobre la estructura comunitaria del barco, debe ser poco importante.

**PALABRAS CLAVES:** Regeneración, Depredación, *Hermodice carunculata*, Hexacorales, Octocorales, Hidrocorales.

### ABSTRACT

Regeneration of injuries in corals, hydrocorals and octocorals, caused by the amphinomid polychaete *Hermodice carunculata* were studied on various parts of a sunken ship in Isla Larga, Carabobo state, Venezuela. For each prey species selected (*Millepora alcicornis*, *Madracis decactis*, *Tubastrea aurea*, *Pseudopterogorgia americana* and *Pseudopterogorgia acerosa*), we randomly chose 25 injuries and measured the damaged area and its recovery through time (every 3 to 4 days).

Results revealed high regeneration percentages for *P. acerosa* (96%), *P. americana* (88%), *T. aurea* (84%), *M. decactis* (72%) and low values for *M. alvicornis* (44%) since the latter was heavily encrusted by filamentous algae. The mean tissue regeneration rate for each Species was: *P. acerosa* 0.29 cm/day, *P. americana* 0.15 cm/day, *T. aurea* 0.29 cm<sup>2</sup>/day, *M. alvicornis* 0.06 cm<sup>2</sup>/day and *M. decactis* 0.02 cm<sup>2</sup>/day. The capacity for injury regeneration by these prey species indicates that the effect of predation by the polychaete on the ship community structure could be of little importance.

KEY WORDS: Regeneration, Predation, *Hermodice carunculata*, Hexacorals, Octocorals, Hydrocorals.

## INTRODUCCION

La capacidad de regenerar lesiones superficiales ha sido estudiada en varias especies de corales y octocorales por numerosos autores, obteniendo en la mayoría de los casos bajas tasas de regeneración de las heridas (Loya 1976, Bak et al. 1977, Bak y Stewards Van Es 1980, Lang da Silveira y Van't Hof 1977, Wahle 1983, Witman 1988).

Como ejemplo, pueden citarse los experimentos realizados con *Porites astreoides*. Esta especie regenera alrededor del 50% de las lesiones que dañaron solamente el tejido en áreas menores de 5 cm<sup>2</sup> y que *Agaricia agaricites* forma *purpurea* regenera poco menos del 10% de las heridas (Bak y Steward Van Es 1980).

Por otra parte, Bak et al. (1977), trabajando con *Montastrea annularis* y *Agaricia agaricites* demostraron que la primera posee una mayor tasa de regeneración aun cuando el esqueleto calcáreo subyacente sea dañado. Asimismo, encontraron que el tiempo de regeneración depende directamente del tamaño o área de la herida causada. Loya (1976) utilizando el coral *Stylophora pistillata*, encontró que la tasa de regeneración esquelética en la población

es sorpresivamente alta y que las colonias grandes muestran una mayor capacidad para resistir el daño que las colonias pequeñas.

En hidrocorales, Witman (1988) estudió la regeneración de heridas ocasionadas por *Hermodice*, sobre *Millepora complanata*, encontrando que el poliqueto generaba 12,9 cm<sup>2</sup>/día de sustrato nuevo en cuadrículas de 1 m<sup>2</sup>. Además, se observó en un 97% de los casos una sucesión en la colonización de las algas en las heridas, obteniendo únicamente un 23 a 25% de espacio regenerado por el hidrocoral.

La depredación sobre los corales y octocorales, provoca en muchos casos la colonización de las áreas dañadas por epibiontes de diversos tipos: algas, esponjas, hidrocorales, hidrozoarios, bivalvos (Glynn 1973, Birkeland 1974, Bak et al. 1977, Weil 1980, Alvarez 1981, Witman 1988). Dicho efecto es lógico, dado que los factores de daño generan sustrato, recurso muy limitado en las condiciones de heterogeneidad morfológica del arrecife, permitiendo así, el reclutamiento en la comunidad de nuevos individuos y originando una alta competencia espacial entre las especies (Kinzie 1970, Bak et al. 1977, Palumbi y Jackson 1982, Wahle 1983).

Lang da Silveira y Van't Hof (1977) trabajando con el octocoral *Plexaura flexuosa* y simulando las heridas causadas por *Cyphoma gibbosum*, demostraron que el crecimiento regenerativo del cenénquima está primariamente inducido por la posibilidad de una extensión lineal del epitelio axial. Sin embargo, el asentamiento de algas filamentosas o de *Millepora sp.* sobre el eje axial, inhibe el crecimiento del cenénquima.

Wahle (1983), estudiando a *Plexaura homomalla* encuentra que la tasa de regeneración varía con la localización de la herida en la colonia, siendo independiente del tamaño de la colonia o de la fase reproductiva en la que se encontraba. Asimismo, colonias de *P. homomalla*, *Eunicea mammosa* y *Plexaurella dichotoma*, difieren en su habilidad relativa de regenerar heridas equivalentes en diferentes zonas del arrecife a través de un gradiente de profundidad.

Entre los depredadores comunes de coral en la región del Caribe se encuentra el poliqueto *Hermodice carunculata* (Marsden 1962, 1963a, Ott y Lewis 1972, Glynn 1973, Bak et al. 1977), típico residente del arrecife, siendo una especie omnívora que se alimenta de animales sedentarios (corales, octocorales, hidrocorales, anémonas, zoántidos, etc) y de material vegetal (Marsden 1960, 1962, 1963a, 1968, Ott y Lewis 1972, Lizama y Blanquet 1975, Patton 1976, Rylaarsdam 1981, Sebens 1982, Jackson 1983, Karlson 1983).

El poliqueto se alimenta por la eversión de la proboscis sobre la superficie de su presa ocurriendo la secreción, por parte de las células bucales, de enzimas digestivas y mucus con actividad

proteolítica y lipolítica, que predigieren parcialmente al organismo. Posteriormente se produce la remoción del tejido vivo, mediante la succión generada a través de su faringe evertible (Ott y Lewis 1972, Marsden 1963 a, b, Glynn 1973, Lizama y Blanquet 1975, Patton 1976), apareciendo una lesión en el área depredada que depende del tipo de presa en particular. Las heridas ocasionadas sobre corales de forma incrustante o de plato son de forma circular, debido a la conformación morfológica de la faringe evertible, aunque la forma puede variar ligeramente dependiendo del tipo de crecimiento del coral. La depredación en ectocorales ocasiona una herida que deja expuesto el eje axial de color oscuro del filamento depredado.

El objetivo del presente estudio fue efectuar el seguimiento y observación de las heridas ocasionadas por el poliqueto *H. carunculata* sobre diferentes especies presa, aportando datos sobre la regeneración del tejido de la presa.

## MATERIALES Y METODOS

La investigación se efectuó en Isla Larga, Estado Carabobo, Venezuela (10°29'07" - 10°29'48" N y 67°56'25" - 67°57'02" O; Fig. 1). Dicha isla está rodeada por una barrera de arrecifes costaneros en el lado Norte y por playas arenosas y pequeños parches de coral en el lado Sur. En este sitio, se encuentra hundido desde 1941 un buque mercante (SESOSTRIS) el cual constituyó el lugar de trabajo. A pesar del tiempo transcurrido desde su hundimiento, el barco se encuentra bien conservado, salvo ciertos sectores del puente y de la popa

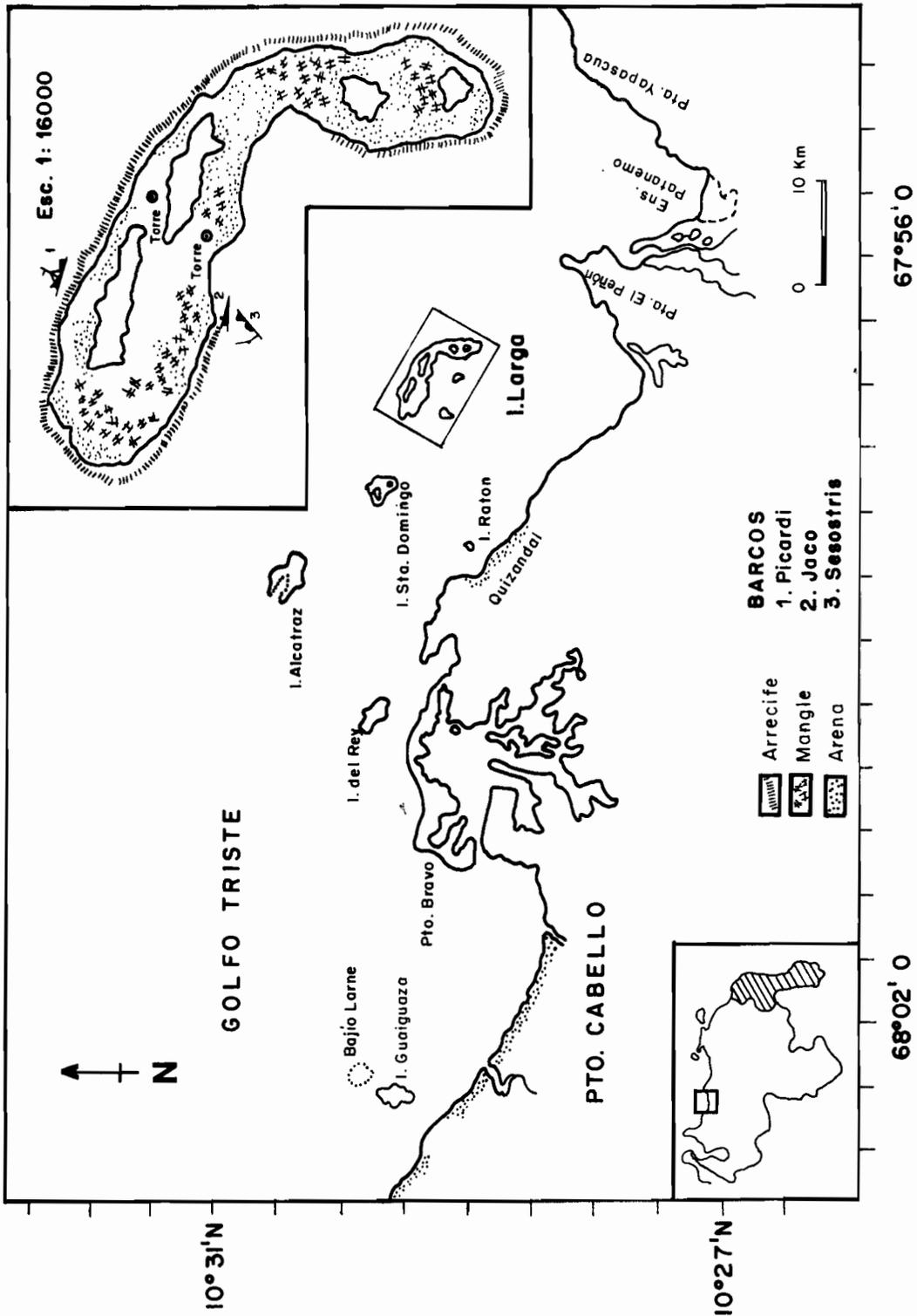


FIGURA 1. Esquema general de la localidad de estudio, indicando la ubicación del barco con relación a Isla Larga.

donde el metal ha desaparecido bien sea por corrosión, derrumbes, etc. Las profundidades en las cubiertas van desde los 3-4 m en popa, 6-7 m en proa hasta los 10-11 m en la cubierta del mástil. El fondo del casco se encuentra en la zona de proa a una profundidad de aproximadamente 18 m sobre sedimentos de arena y restos calcáreos. Sobre las superficies de las cubiertas se encuentran distribuidas numerosas colonias de varias especies de corales, octocorales, esponjas, algas, tunicados y pequeños parches desnudos cubiertos por sedimentos finos.

El estudio de la regeneración de heridas se efectuó en 1985, para lo cual se escogieron sobre las diferentes cubiertas colonias de *Millepora alcicornis* (Linnaeus 1758), *Pseudopterogorgia acerosa* (Pallas 1766), *Pseudopterogorgia americana* (Gmelin 1791), *Madracis decactis* (Lyman 1902) y *Tubastrea aurea* (Quoy y Gaimard 1850), seleccionando para cada una un total de 25 heridas al azar. Se midió el área o longitud dañada en cada herida particular dependiendo de la especie y su evolución a través del tiempo (características de la regeneración, color y observaciones cualitativas de la colonización por otros organismos de las superficies desnudas). Dicho seguimiento se efectuó cada 3 ó 4 días hasta que las heridas evidenciaron cambios significativos en sus características (recubrimiento total de la misma).

El crecimiento del tejido fue calculado al dividir el tamaño de la herida promedio entre el tiempo de regeneración promedio del total de heridas muestradas. La prueba G fue utilizada para el análisis de los datos, asumiendo una distribución de probabilidades de regeneración igual para todas las especies. Posteriormente,

se utilizó el método de Scheffé (Zar 1984) para la comparación de probabilidades.

Filamentos de los octocorales *P. acerosa* y *P. americana* con heridas en regeneración, fueron llevados al laboratorio a fin de analizar el posible proceso de sobrecrecimiento del cenénquima del octocoral sobre los organismos incrustantes.

## RESULTADOS

En general existe un alto porcentaje de regeneración, siendo el mayor para las heridas en *Pseudopterogorgia acerosa* con un 96%, *P. americana* con 88%, seguida de *Tubastrea aurea* con 84% y *Madracis decactis* con 72%. *Millepora alcicornis* resultó ser la especie con el menor porcentaje de regeneración (44%, Tabla 1) coincidiendo con las observaciones de colonización e incrustación de algas filamentosas en sus heridas. El análisis estadístico señaló diferencias significativas ( $p = 0,05$ ) en los porcentajes de regeneración de las heridas, es decir, entre el grupo de *Pseudopterogorgia acerosa*, *P. americana* y *Tubastrea aurea* en comparación con *Millepora alcicornis*.

Los octocorales *P. acerosa* y *P. americana* a pesar de tener las heridas también colonizadas por algas, son capaces de cubrirlas con el cenénquima, creando una especie de abultamiento en el área que sobrecreció sobre las algas.

Los colonizadores más importantes que se asientan a los pocos días sobre las heridas son las algas filamentosas verdes y en menor grado las rojas. Un papel secundario lo desempeñan los hidrozoarios del género *Halocordyle sp.*, cirripedios, anfípodos tubícolas e isópodos entre el

conjunto de sedimentos atrapados entre las algas filamentosas.

Las heridas causadas por *H. carunculata* sobre los octocorales *Pseudopterogorgia acerosa* y *P. americana* están situadas mayoritariamente en los niveles superiores y extremos de las colonias, pudiendo ser básicamente de dos tipos: en el extremo terminal del filamento o, en algún punto intermedio. La regeneración se caracteriza por una prolongación del epitelio axial y el crecimiento posterior del cenénquima partiendo del borde o bordes del tejido sano del filamento hasta cubrir todo el eje expuesto. Dicha zona de crecimiento es de color violeta en contraste con la coloración crema del resto del filamento.

Los tiempos de regeneración y crecimiento promedio para las cinco especies de presas seleccionadas varían ampliamente (Tabla 1), siendo de 9,57 días para *Tubastrea aurea* y de 37 días para *Madracis decactis*. Esta última especie no obstante, posee un alto porcentaje de regeneración con un 72%. *Millepora* que tiene el menor valor de regeneración con un 44% presentó un tiempo intermedio (17,50 días).

*Madracis decactis* posee el menor tamaño en las heridas con un área de 0,82 cm<sup>2</sup>, mientras la mayor fue *T. aurea* con 2,73 cm<sup>2</sup> dado el gran tamaño de los pólipos tubulares. Para los octocorales el tamaño de las heridas es bastante similar siendo de 2,90 cm para *P. acerosa* y 2,11 cm para *P. americana*.

**Tabla 1.** Valores de los componentes evaluados en la regeneración de heridas para las cinco especies-presa seleccionadas.

ESPECIES	HERIDAS REGENERADAS (No.)	PORCENTAJE DE REGENERACION (%)	TIEMPO DE REGENERACION (DIAS)	TAMAÑO DE LA HERIDA	CRECIMIENTO DEL TEJIDO
<i>Millepora alcicornis</i>	11	44	17,50 ± 3,59	1,10 ± 0,25*	0,06 cm <sup>2</sup> /día
<i>Madracis decactis</i>	18	72	37,00 ± 2,96	0,82 ± 0,20*	0,02 cm <sup>2</sup> /día
<i>Pseudopterogorgia americana</i>	22	88	13,71 ± 3,77	2,11 ± 2,05**	0,15 cm/día
<i>Pseudopterogorgia acerosa</i>	24	96	10,14 ± 3,83	2,90 ± 1,55**	0,29 cm/día
<i>Tubastrea aurea</i>	21	84	9,57 ± 1,54	2,73 ± 0,57*	0,29 cm <sup>2</sup> /día

\* área (cm<sup>2</sup>)

\*\* longitud (cm)

## DISCUSION

Dado que se obtuvieron altos porcentajes de regeneración para cuatro

de las cinco especies estudiadas, puede decirse que las heridas ocasionadas por *H. carunculata* son de un tamaño tal que pueden corresponder con el área mínima

necesaria para que el proceso regenerativo se efectúe por completo. Resultados similares fueron demostrados experimentalmente por Bak y Stewards - Van Es (1980) trabajando con *Agaricia agaricites* y *Porites astreoides*.

Loya (1976) indica que el daño ocasionado en los corales va en detrimento de la capacidad regenerativa de las colonias pequeñas, aunque no sugiere una relación lineal entre el tamaño de la colonia y la capacidad regenerativa. Nuestras observaciones revelaron la muerte de pequeñas colonias de *Tubastrea aurea*, las cuales fueron depredadas por *Hermodice* en algunos de sus pólipos, esto corrobora los resultados obtenidos por Loya (1976).

La remoción de tejido vivo de corales y octocorales por cualquier causa natural o artificial, genera sustrato para el asentamiento de algas filamentosas, plánulas del hidrocoral *Millepora* y esponjas de los géneros *Cliona* y *Chondrilla* (Glynn 1973, Bak et al. 1977, Lang da Silveira y Van't Hof 1977, Alvarez 1981). Por lo tanto, la competencia entre la regeneración del cenénquima sobre las áreas dañadas y los organismos colonizadores de las mismas puede eventualmente resultar en la completa destrucción de la colonia (Kinzie 1970, Palumbi y Jackson 1982, Wahle 1983) o generar la adición de nuevos organismos de la comunidad béntica influyendo en la estructura y composición de la misma (Bak et al. 1977, Palumbi y Jackson 1982, Wahle 1983).

El asentamiento de algas sobre el esqueleto axial de los octocorales está relacionado con el tiempo en el cual el sustrato permanece disponible. *Madracis decactis* no evidenció dicha relación pues

a pesar de tener el mayor tiempo de regeneración, la colonización por organismos incrustantes fué baja cuando se compara con *Millepora alcicornis*. Esta última especie posee un tiempo intermedio de regeneración pero una alta colonización por algas filamentosas. Es necesario mencionar que no se cuantificaron parámetros como densidad, grado de desarrollo o diversidad de las mismas. Dichas observaciones, además de la colonización de algas en las zonas centrales de las heridas, permiten inferir que al menos en *M. decactis*, es probable la liberación de sustancias aleloquímicas de los pólipos circundantes, que previenen el asentamiento de colonizadores. Además, los pólipos se hayan interconectados con lo cual la acción de dichos elementos anti-incrustantes podría ser más eficiente.

La colonización por algas no necesariamente impide o previene la completa regeneración de las heridas, ya que como se observó en los filamentos de *P. acerosa* y *P. americana*, el cenénquima es capaz de crecer sobre las algas, cubriéndolas y de esta manera regenerar la lesión por completo. Similarmente, para el caso de los corales escleractínidos, en los cuales según evaluaciones realizadas por Fishelson (1973) citado por Loya (1976), la regeneración comenzó con la reorganización y reactivación del tejido blando periférico a lo largo de la línea de destrucción, con lo que el tejido en regeneración crece sobre las algas del "fouling" que colonizaron en el esqueleto muerto del coral, resultando una estructura en la cual el esqueleto viejo y el nuevo envuelven a las algas.

La regeneración de las heridas ocasionadas por *H. carunculata* sobre *M. decactis* puede verse como un proceso

individualizado en cada uno de los pólipos involucrados en el proceso, al igual que en *Tubastrea aurea*, en los cuales se podría pensar, que dichos pólipos al regenerar en forma aislada, darían origen a nuevas colonias individuales. No obstante, dicho proceso no ocurre ya que el tejido sano del borde de las heridas crece uniendo o comunicando a los pólipos aislados al menos externamente, regenerando completamente la herida.

La regeneración de heridas en *Plexaura flexuosa* en la cual el ápice del filamento es una capa anterior del ectodermo cerrada sobre el eje axial esquelético, sugiere como mecanismo primario de regeneración, una inducción a través de la extensión lineal del epitelio axial, lo cual determina el crecimiento del cenénquima (Lang da Silveira y Van't Hof 1977).

Dicho mecanismo es básicamente igual al encontrado para las dos especies de *Pseudopterogorgia*, en las cuales las heridas se van recubriendo a medida que ocurre la prolongación o proyección del epitelio axial con el consiguiente crecimiento del cenénquima y la regeneración de la lesión. En esta etapa de la regeneración, se evidencia una clara coloración violeta observada en la zona de recubrimiento, por la reactivación del crecimiento del tejido blando en el borde del daño. Este tejido al ser una capa muy fina, deja traslucir o transparentar el color púrpura de las espículas que recubren el eje axial del octocoral.

De los resultados obtenidos, la colonización de las heridas por elementos extraños parece depender del tiempo invertido en la regeneración, de la sensibilidad de cada especie, del área dañada, de la profundidad donde se

encuentra ubicada la colonia y de otros factores como la localización de las heridas en la colonia (Wahle 1983).

*Hermodice carunculata* es un organismo que afecta poco la cobertura de coral, debido a la pequeña área involucrada en las heridas que ocasiona, las cuales no son comparables con las producidas por *Coralliophila abbreviata* o *Diadema antillarum*. El pequeño tamaño de las heridas está relacionado con la regeneración de las mismas, lo cual sumado a la baja densidad poblacional del poliqueto (Martín y Losada obs. pers.), indican que *Hermodice* es un depredador de bajo efecto sobre la biota del barco.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a William Feragotto, Jorge Rodríguez, Enrique Mosquera y Susana Ferreira, así como a INTECMAR (CEO) por toda su valiosa colaboración y disponibilidad de instalaciones y equipos.

## LITERATURA CITADA

- Alvarez, A. 1981. Estudio de algunos factores de mortalidad de octocorales del Parque Nacional de Morrocoy, Estado Falcón. Tesis de Licenciatura, Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Bak, R., J. Brouns y F. Heys. 1977. Regeneration and aspects on spatial competition in the scleractinian corals *Agaricia agaricites* and *Montastrea annularis*. Proceeding 3rd. International Coral Reef Symposium 1: 143-148.
- Bak, R. y Y. Stewards-Van Es. 1980. Regeneration of superficial damage in the scleractinian corals *Agaricia agaricites*, *F. purpurea* and *Porites astreoides*. Bulletin of Marine Science 30: 883-887.

- Bikerland, C. 1974. Interactions between a sea pen and seven of its predators. *Ecological Monographs* 44: 211-232.
- Glynn, P. 1973. Aspects of the ecology of coral reefs in the Western Atlantic region, p. 271-324. *En: Jones, O.A. y R. Endean (eds.), Biology and Geology of Coral Reefs. Vol. II. Academic Press, New York.*
- Jackson, J. 1983. Biological determinants of present and post sessile animal distribution, p. 39-120. *En: Tevesz, M.J. y P.L. Mc. Call (eds.), Biotic interactions in recent and fossil benthic communities. Plenum Publishing Comparison.*
- Karlson, R. H. 1983. Disturbance and monopolization of a spatial resource by *Zoanthus sociatus* (Coelenterata, Anthozoa). *Bulletin of Marine Science* 33: 118-131.
- Kinzie, R. 1970. The ecology of the gorgonians (Cnidaria, Octocorallia) of Discovery Bay, Jamaica. Ph.D. Thesis. Yale University, New Haven.
- Lang Da Silveira, F. y T. Van't Hof. 1977. Regeneration in the gorgonian *Plexaura flexuosa* (Cnidaria: Octocorallia). *Bijdragen tot de Dierkunde* 47: 99-108.
- Lizama, J. y R. Blanquet. 1975. Predation on sea anemones by the amphinomid polychaete *Hermodice carunculata*. *Bulletin of Marine Science*: 442-443.
- Loya, Y. 1976. Skeletal regeneration in a red sea scleractinian coral population. *Nature (London)* 261: 490-491.
- Marsden, J. 1960. Polychaetous annelids from the shallow waters around Barbados and other island of the West Indies with notes on some larval forms. *Canadian Journal of Zoology* 38: 989-1020.
- Marsden, J. 1962. A Coral-eating polychaete. *Nature (London)* 193: 598.
- Marsden, J. 1963a. The digestive tract of *Hermodice carunculata* (Pallas) Polychaete: Amphinomide. *Canadian Journal of Zoology* 41: 165-184.
- Marsden, J. 1963b. A preliminary report on digestive enzymes of *Hermodice carunculata*. *Canadian Journal of Zoology* 41: 165-184.
- Marsden, J. 1968. Routes of excretion of particulate waste in the polychaete *Hermodice carunculata*. *Canadian Journal of Zoology* 46: 619-624.
- Ott, B. y J. Lewis. 1972. The importance of the gastropod *Coralliophila abbreviata* (Lamarck) and polychaete *Hermodice carunculata* (Pallas) as coral reef predators. *Canadian Journal of Zoology* 50: 1651-1655.
- Palumbi, S. y J. Jackson. 1982. Ecology of cryptic coral reef communities. II. Recovery from small disturbance events crusting bryozoa; the influence of "host" species and lesion size. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 64: 103-115.
- Patton, W. 1976. Animal associates of living reef corals, p. 1-36. *En: Jones, O. y R. Endean (eds.), Biology and geology of coral reefs. Vol. III. Biology II. Academic Press, New York.*
- Rylaarsdam, K.W. 1981. Life histories and abundance patterns of some common Caribbean Reef Corals. Ph.D. Thesis. The John Hopkins University, Maryland.
- Sebens, K. 1982. Intertidal distribution of zoanthids on the Caribbean coast of Panama: effects of predation and desiccation. *Bulletin of Marine Science* 32: 316-335.
- Wahle, C.M. 1983. Regeneration of injuries among jamaican gorgonians: The roles of colony physiology and environment. *Biological Bulletin* 165: 778-790.
- Weil, E. 1980. Papel del erizo *Diadema antillarum* Philippi en la regulación de la estructura de las comunidades coralinas. Tesis de Licenciatura, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Witman, J. D. 1988. Effect of predation by the fireworm *Hermodice carunculata* on milleporid hydrocorals. *Bulletin of Marine Science* 42: 446-458.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical analysis*. Second edition. Prentice-Hall, USA.