

Pertenece a U M E
Unidad de Microscopía Electrónica
Universidad de Costa Rica

Blanqueamiento parcial en *Porites porites* (Cnidaria: Scleractinia) en el Arrecife de Isla Verde, Veracruz, México

Juan P. Carricart-Ganivet

Departamento de Biología Marina, Instituto de Investigaciones Oceanográficas del Golfo y Mar Caribe de México, Dirección General de Oceanografía Naval, Secretaría de Marina, A.P. 979-B, Col. Zaragoza, Veracruz, Ver. 91919. México.

(Rec. 28-I-1993. Acep. 15-VI-1993)

Abstract: Samples of *Porites porites* with bleached tip branches were collected in the flat of Isla Verde Reef, Veracruz, Mexico. For each colony the density of zooxanthellae was higher in the areas with normal appearance, while the ratios chlorophyll *a* /zooxanthellae were higher in the bleached areas. The chlorophyll *a* concentrations per square centimeter did not differ significantly between the two areas. The bleaching on the tip branches of *P. porites* might be caused by environmental factors, and it does not appear to affect the photosynthetic area.

Key words: Bleaching, chlorophyll *a*, coral reefs, hermatypic, Veracruz, zooxanthellae.

El fenómeno de blanqueamiento se presenta cuando un coral y otros organismos arrecifales pierden sus zooxantelas debido por ejemplo a un estrés severo que rompe la asociación simbiótica, haciéndose visible el color blanco del esqueleto coralino. Aunque han sido sugeridas diversas causas para ello, todas carecen de pruebas definitivas, además de no estar libres de contradicciones o complicaciones (Williams y Williams 1988). Entre las causas que lo provocan se han mencionado la exposición al calor de mediodía durante bajamares extremas, salinidades más bajas de lo normal debidas a lluvias torrenciales o descargas de agua dulce, olas generadas por huracanes o ciclones y temperaturas inusuales, altas o bajas, del agua (Jaap 1979, 1990, Williams y Williams 1988).

En la Provincia Arrecifal del Caribe se han registrado diversos fenómenos de blanqueamiento, entre los que podemos citar los registrados en octubre de 1973 para Jamaica (Goreau *et al.* 1979), en septiembre de 1973 para el Arrecife Middle Sambo, en los Cayos de Florida (Jaap 1979) y en septiembre de 1983 para los Cayos Bajos de Florida (Jaap 1985), el cual fue relacionado con las altas

temperaturas provocadas por cielos claros, mareas bajas a medio día y bajas velocidades del viento.

En el año de 1987 se detectó en todo el Caribe un fenómeno de blanqueamiento desde Florida hasta Venezuela, el cual afectó los Flower Garden Banks en el Golfo de México; en el mismo año se observó pérdida masiva de zooxantelas en arrecifes de la Provincia Indopacífica, Australia, las Islas Galápagos, Indonesia y Thailandia, por lo que es probable que se haya tratado de un acontecimiento mundial (Williams y Williams 1988).

En octubre de 1990, en una visita al arrecife de Isla Verde, Veracruz, se detectó que todas las colonias del coral escleractinio *Porites porites* (Pallas, 1766) presentaban, en mayor o menor grado, las puntas de las ramas blanqueadas. Esta especie es abundante en la zona norte de su plataforma arrecifal y previamente había sido observada con una coloración pardo-grisácea en toda la colonia. Ya que el fenómeno se siguió presentando durante 1991, se tomó la decisión de recolectar algunas colonias para realizar un análisis sobre la densidad de zooxantelas y las concentraciones de clorofila *a* por célula algal y por unidad de área, tanto en las

zonas blanqueadas de la colonia, como en las que presentaban una apariencia normal.

MATERIAL Y METODOS

Seis muestras del coral hermatípico *P. porites* fueron recolectadas el 3 de julio de 1991, en la zona norte de la plataforma arrecifal del Arrecife de Isla Verde, localizado frente al Puerto de Veracruz a los 19° 12' N y 96° 04' W, a 5 km de la costa más cercana.

Los corales se transportaron al laboratorio en agua a temperatura ambiente para evitar la expulsión de zooxantelas (Dustan 1979, Gil-Turnes y Corredor 1981).

Todas las muestras se lavaron con agua de mar filtrada (millipore de 0.45 μm) para retirar cualquier resto de arena o algas de la superficie. Las colonias fueron fragmentadas para separar las zonas blanqueadas de las de apariencia normal y el tejido de cada fragmento se separó del esqueleto con la ayuda de un aparato de limpieza dental (Teledyne Water Pick), utilizando agua marina filtrada; la mezcla de tejido y agua marina (blastato) se recolectó en bolsas plásticas limpias (Johannes y Wiebe 1970). Para cada muestra se homogeneizó y midió el volumen total de blastato.

Para la determinación de la densidad poblacional de zooxantelas se realizaron diez conteos al hemocitómetro por muestra. Para determinar el área ocupada por tejido vivo se utilizó la técnica de la hoja de papel aluminio (Marsh 1970). Para el aislamiento de la clorofila *a* de cada muestra, se centrifugaron (cinco minutos, 5000 rpm) 10 ml de blastato, con 0.1 gr de MgCO_3 para evitar la desnaturalización de la clorofila *a* feofitina (Lorenzen y Jeffrey 1978). Se eliminó el sobrenadante y se resuspendió la pastilla en 10 ml de acetona grado reactivo; el resuspendido se vertió en Tubos Nessler etiquetados y cubiertos con papel aluminio para evitar la entrada de luz y por lo tanto la activación de la clorofila (Lorenzen y Jeffrey 1978). Los tubos se mantuvieron en refrigeración durante 40 h (ver Lorenzen y Jeffrey 1978).

Una vez transcurrido el tiempo de extracción cada una de las muestras fue filtrada con papel filtro (Wattman 40) con el fin de eliminar todos los restos esqueléticos. Posteriormente se hicieron las lecturas espectrofotométricas de

absorbancia de cada una a 630 y 663 nm en un espectrofotómetro de doble haz marca Perkin-Elmer (Coleman 124); con estos datos se obtuvieron posteriormente las concentraciones de clorofila *a* utilizando las ecuaciones de Jeffrey y Humphrey (1975).

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presentan las medias de la densidad poblacional de zooxantelas y las concentraciones de clorofila *a* por centímetro cuadrado y por célula algal, tanto para los fragmentos blanqueados como para los de apariencia normal.

CUADRO 1

*Medias \pm desviaciones standard de la media de las densidades poblacionales de zooxantelas y de las concentraciones de clorofila *a* por cm^2 y por zooxantela en *P. porites**

	Zoox $\text{cel}/\text{cm}^2 \times 10^6$	Cla $\mu\text{g}/\text{cm}^2$	Cla $\mu\text{g}/\text{cel} \times 10^6$	
Fragmentos blanqueados	media	2.07	5.69	2.21
	DS	0.67	3.37	1.01
	n	6	6	6
Fragmentos normales	media	3.60	8.06	1.80
	DS	0.67	4.56	0.73
	n	6	6	6

La densidad de células simbiotes varió significativamente en función de la condición de blanqueamiento (ANDEVA de una vía, $P=0$), y las medias fueron de 3.6×10^6 zooxantelas por cm^2 en los fragmentos de apariencia normal y de 2.07×10^6 zooxantelas por cm^2 en los blanqueados. Para la cantidad de clorofila *a* por unidad de área ($8.06 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ en los fragmentos de apariencia normal y $5.7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ en los blanqueados) el ANDEVA de una vía, después de la exclusión de puntos aberrantes, no mostró diferencias significativas en función de la condición de blanqueamiento ($P=0.41$). La concentración de clorofila *a* por célula simbiote ($2.22 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{zoox}$ en los fragmentos blanqueados y $1.8 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{zoox}$ en los fragmentos de apariencia normal) varió significativamente en función de la condición de blanqueamiento (ANDEVA de una vía, $P=0.03$).

DISCUSION

De manera original, el blanqueamiento coralino ha sido asociado a la pérdida de pigmentos por los corales (Yonge y Nichols 1931); más recientemente se ha tomado como sinónimo de la pérdida de zooxantelas (Goreau 1964, Williams y Williams 1988, Jaap 1990). Siguiendo la definición original, existen registros de que ocurre blanqueamiento cuando las zooxantelas pierden pigmentos fotosintéticos antes de que se logre una fotoadaptación a condiciones de alta intensidad lumínica (Porter *et al.* 1984).

Se han observado tres grados de expulsión de zooxantelas (Jaap 1985): (1) palidecencia, la colonia completa adquiere un tono más pálido del normal sin llegar a tornarse totalmente blanca, (2) manchas blancas, partes de la colonia se tornan blancas, mientras el resto mantiene su coloración normal y (3) blanqueamiento total, la colonia pierde totalmente su color normal; las colonias observadas y recolectadas de *P. porites*, en este estudio, entrarían dentro del segundo grado de blanqueamiento.

Los fragmentos blanqueados de *P. porites* presentaron menor densidad de zooxantelas en comparación con los fragmentos de apariencia normal; a su vez las células simbioses tuvieron mayores concentraciones de clorofila *a* en los fragmentos blanqueados que en los de apariencia normal. Hoegh-Guldberg y Smith (1989) obtuvieron resultados similares para *Stylophora pistillata* y *Seriatopora hystrix* recolectadas cerca de Lizard Island. Para explicarlos señalaron que el blanqueamiento puede iniciarse con una disminución tanto en los contenidos de pigmento como en la densidad poblacional de células algales, seguido por un período en el cual el contenido de clorofila *a* de las zooxantelas se recupera, mientras que su densidad poblacional se mantiene baja.

En contraste, Reese *et al.* (1980) encontraron que las zooxantelas aisladas de colonias de *Montastrea annularis* blanqueadas, presentaban menor cantidad de pigmentos que aquellas aisladas de colonias de apariencia normal; esto fue atribuido a diferencias a nivel de especie por Hoegh-Gouldberg y Smith (1989). Ya que los contenidos de clorofila *a* por centímetro cuadrado no fueron significativamente diferentes entre los fragmentos blanqueados y los de apariencia normal, parece ser que el área fotosintética no varía entre ellos.

Generalmente los corales blanqueados se recuperan entre seis y ocho semanas después de que las condiciones que causaron el estrés regresan a la normalidad (Goreau 1964, Jaap 1979, 1985). Para el caso de *P. porites* en el Arrecife de Isla Verde todavía las colonias se encontraban blanqueadas en junio de 1992 por lo que, aunque no se determinó en este estudio, seguramente existe algún factor ambiental que está causando estrés en la especie, el cual se ve reflejado con el fenómeno de blanqueamiento. Existen sin embargo otras posibilidades, por lo que se hace necesario realizar estudios que tomen en cuenta los parámetros ambientales que posiblemente lo estén causando y los cambios metabólicos aunados al mismo, tanto en el coral como en las zooxantelas.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a E. Partida por la ayuda en la recolección y procesamiento de las muestras en el laboratorio. El manuscrito original fue notablemente mejorado por los comentarios de dos revisores anónimos. Este estudio fue financiado por EIOV-DGON- SECMAR.

RESUMEN

Sobre la plataforma del Arrecife de Isla Verde se recolectaron muestras de *Porites porites* que presentaban las puntas de sus ramas blanqueadas. Para cada colonia la densidad poblacional algal fue mayor en las áreas de apariencia normal que en las blanqueadas, mientras que las proporciones de clorofila *a*/zooxantela fueron más altas en las blanqueadas. La concentración del pigmento por unidad de área no presentó diferencias entre ambas zonas. El blanqueamiento en la puntas de las colonias de *P. porites* debe de estar causado por factores ambientales y parece ser que no afecta el área fotosintética.

REFERENCIAS

- Dustan, P. 1979. Distribution of zooxanthellae and photosynthetic chloroplast pigments of the reef-building coral *Montastrea annularis* Ellis and Solander, in relation to depth on a West Indian coral reef. Bull. Mar. Sci. 29: 79-95.

- Gil-Turnes, S. & J. Corredor. 1981. Studies of photosynthetic pigments of zooxanthellae in Caribbean hermatypic corals. Proc. Fourth Intnl. Coral Reef Symposium, Manila 2: 51-54.
- Goreau, T.F. 1964. Mass expulsion of zooxanthellae from Jamaica reef communities after Hurricane Flora. Science 145:383-386.
- Goreau, T.F., N.I. Goreau & T.J. Goreau. 1979. Corales y arrecifes coralinos. Investigación y Ciencia 37: 48-60.
- Hoegh-Guldberg, O. & G.J. Smith. 1989. The effect of sudden changes in temperature, light and salinity on the population density and export of zooxanthellae from the reef corals *Stylophora pistillata* Esper and *Seriatopora hystrix* Dana. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 129: 279-303.
- Jaap, W.C. 1979. Observations on zooxanthellae expulsion at Middle Sambo Reef, Florida Keys. Bull. Mar. Sci. 29: 414- 422.
- Jaap, W.C. 1985. An epidemic zooxanthellae expulsion during 1983 in the lower Florida Keys coral reefs: hyperthermic etiology. Proc. 5th Int. Coral Reef Congr. 6: 143-148.
- Jaap, W.C. 1990. Coral bleaching and global climate change. Report from the Florida Marine Research Institute to the United States Senate Committee on Commerce, Science, and Transportation, and the National Ocean Policy Study. The Florida Marine Research Institute, Florida. 3 p.
- Jeffrey, S.W. & G.F. Humphrey. 1975. New spectrophotometric equations for determining Chlorophyll *a*, *b*, *c*₁ and *c*₂ in higher plants, algae and natural phytoplankton. Biochem. Physiol. Pflanzen 167: 191-194.
- Johannes, R.E. & W.J. Wiebe. 1970. Method for determination of coral tissue biomass and composition. Limnol. Oceanogr. 15: 822-824.
- Lorenzen, C.J. & S.W. Jeffrey. 1978. Determination of chlorophyll in seawater. UNESCO Technical papers in marine Sciences 35: 1-20.
- Marsh, J.A. 1970. Primary productivity of reef building calcareous red algae. Ecology 51: 255-263.
- Porter, J.W., L. Muscatine, Z. Dubinsky & P.G. Falkowski. 1984. Primary production and photoadaptation in light- and shade- adapted colonies of the symbiotic coral *Stylophora pistillata*. Proc. R. Soc. London Ser. B 222: 161-180.
- Reese, C.J., G.S. Kleppel & R.E. Dodge. 1988. The physiological implications of bleaching of corals off southeast Florida. Proc. Assoc. Is. Mar. Lab. Caribb. 21: 66.
- Williams, L.B. & E. Williams, Jr. 1988. Coral reef bleaching. Sea Frontiers 34: 81-87
- Yonge, C.M. & A.G. Nichols. 1931. Studies on the physiology of corals. V. The effect of starvation in light and darkness on the relationship between corals and zooxanthellae. Sci. Rep. Great Barrier Reef Exped. 1: 177-211.