

BLANQUEAMIENTO DE ARRECIFES CORALINOS POR LA INVASIÓN DE *KAPPAPHYCUS ALVAREZII* (RHODOPHYTA) EN ISLA CUBAGUA, ESTADO NUEVA ESPARTA, VENEZUELA.

¹JORGE BARRIOS, ²JUÁN BOLAÑOS & ²RÉGULO LÓPEZ

¹*Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
jebar@ sucre.udo.edu.ve*

²*Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Isla de Margarita.*

RESUMEN: El alga exótica *K. alvarezii* generó polémicas por su introducción en Venezuela, ya que sus características fisiológicas y estructurales le permiten colonizar con éxito nuevos ambientes. Una inspección de los arrecifes coralinos de la isla Cubagua en agosto y diciembre de 2007, por medio de buceo y con la ayuda de un registro fotográfico, permitió detectar la presencia de *K. alvarezii* creciendo sobre el coral de fuego *Millepora alcicornis*. Se observaron cambios en la morfología de *K. alvarezii* y blanqueamiento del coral en las zonas de contacto con el alga. El crecimiento de *K. alvarezii* en comunidades coralinas en Venezuela constituye el segundo registro mundial sobre la invasión de esta alga en estos ecosistemas y la primera referencia de este problema en el mar Caribe.

Palabras clave: Introducciones, cultivos, algas

ABSTRACT: The exotic alga *K. alvarezii* generated controversy after its introduction in Venezuela for its physiological and structural characteristics allowed it to successfully colonize new areas. An inspection of the coral reefs in the Island of Cubagua in August and December 2007, using SCUBA equipment and the help of photographic records, allowed the detection of *K. alvarezii* growing on the fire coral, *Millepora alcicornis*. Several changes were observed in the morphology of the alga, and the part of the coral in contact with the alga was bleached. The growth of *K. alvarezii* on coralline communities in Venezuela represents the second world record of invasion of this type of ecosystems by this alga and the first reference of this problem in the Caribbean Sea.

Key words: Introductions, culture, alga

El alga *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva (Rhodophyta, Solieraceae) es natural del Archipiélago de Sulú, Filipinas, en donde su hábitat natural son los arrecifes coralinos (ATMADJA 2001). Esta especie es importante comercialmente, constituyendo junto al alga *Eucheuma denticulatum* cerca del 88% de la fuente mundial para la obtención de carragenina (McHUGH 2003). Los bajos costos y facilidades de propagación de *K. alvarezii* y el aumento significativo de la demanda de carragenina, han estimulado el cultivo de esta alga fuera de los límites de la región del Indo-Pacífico (DOTY 1987; ASK & AZANZA 2002).

La introducción de *K. alvarezii* en Venezuela con fines comerciales en 1996 (RINCONES & RUBIO 1999) generó polémicas por los potenciales riesgos ambientales que pudiera generar su cultivo (BARRIOS 1999). El establecimiento de esta alga en nuestras costas fue

demostrado por la aparición de ejemplares de *K. alvarezii* en áreas alejadas de los cultivos iniciales, observándose ejemplares saludables en arribazones en diferentes puntos de la costa de los estados Sucre y Nueva Esparta (BARRIOS 2005).

Durante una inspección de los arrecifes coralinos en la costa noreste de la isla Cubagua en agosto de 2007, mediante técnicas de buceo en apnea y autónomo, y un posterior registro fotográfico submarino del área en diciembre de 2007 utilizando una cámara digital de alta resolución, se detectó el morfotipo verde de *K. alvarezii* creciendo sobre formaciones arrecifales de coral de fuego *Millepora alcicornis* entre 1 y 2 metros de profundidad (Fig. 1). El área coralina afectada es extensa y la cobertura de las algas es variable, notándose en algunas porciones de coral un recubrimiento total. Una revisión *in situ*



Fig. 1. Vista parcial del arrecife coralino en isla Cubagua invadido por el alga exótica *Kappaphycus alvarezii*.

permitió observar una adherencia firme del alga sobre el coral, el cual, una vez desprendida el alga, presentó zonas muertas con evidente blanqueamiento (Fig. 2). La morfología del alga adherida al coral ha variado notablemente, mostrando una forma aplanada con pocas proliferaciones, adaptándose al substrato, creciendo entre los espacios y ramificaciones de *M. alcicornis*. Se observaron marcas de pastoreo y formación de callos en la superficie del alga (Fig. 3), en ocasiones se encontraron talos con morfología mixta, con áreas de crecimiento arborescente típico en porciones del coral protegidas y áreas decumbentes planas en áreas descubiertas. En otras zonas con substratos arenosos y praderas de *Thalassia testudinum* se observaron talos de morfología arborescente creciendo libremente.

El coral de fuego *M. alcicornis* es un componente dominante en las comunidades coralinas del oriente de Venezuela, en donde es común encontrarlo junto a corales hermatípicos, por lo general forma colonias en áreas de aguas tranquilas, escasa profundidad e intensa iluminación, mostrando adaptaciones morfológicas que lo hacen resistente a elevadas tasas de suspensión de sedimentos (OLIVARES & LEONARD 1971; PAULS 1982; SANT *et al.* 2002). La estructura de *M. alcicornis* permite la existencia de una gran variedad de organismos asociados que incrementa la biodiversidad de las áreas en las que se encuentra (CASTRO *et al.* 2006).

Algunos investigadores señalan que los datos disponibles hasta los momentos en relación a la introducción de *K. alvarezii* con fines de cultivo, no son



Fig. 2. Colonia de coral de fuego *Millepora alcicornis* mostrando blanqueamiento en áreas de contacto con *Kappaphycus alvarezii*.

suficientes para considerar a esta especie peligrosa para el ambiente y promueven su introducción (OLIVEIRA 1990; BELLORÍN & OLIVEIRA 2001). Al respecto, McHUGH (2002) señala que el cultivo de *K. alvarezii* en diferentes países no ha generado impactos negativos en el ambiente y sugiere que hasta puede proteger la diversidad biológica de forma indirecta al evitar que los nativos sobreexploten los recursos naturales al tener una fuente de ingresos segura. Otros trabajos muestran a esta especie como inocua para el ambiente, así tenemos que DOTY (1985) señala que los fragmentos del alga desprendidos de los cultivos y dispersados por las corrientes son incapaces de fijarse, en tanto que PAULA *et al.* (2002) indican la ausencia de dispersión y colonización de esta especie.

La invasión y daño de arrecifes coralinos por *K.*

alvarezii registrada para la isla de Cubagua demuestran lo peligroso que puede ser esta alga para la biodiversidad. Por otra parte, existen advertencias previas sobre el efecto de la invasión de *Kappaphycus* spp. en zonas coralinas (RUSSELL 1983; RODGERS 1997).

Entre las características que hacen que estas algas colonicen exitosamente nuevos ambientes tenemos su plasticidad fenotípica, elevadas tasas de crecimiento, producción de compuestos halogenados que reducen su consumo por los herbívoros y capacidad de coalescencia que permite que algas no fijas al fondo se establezcan sobre el sustrato (Woo *et al.* 1999). Varias especies de *Kappaphycus* introducidas con fines de cultivo en Hawaii se han dispersado y establecido sobre arrecifes coralinos, provocando la muerte de los corales por sombreamiento,



Fig. 3. Ejemplar de *Kappaphycus alvarezii* mostrando marcas de herbivoría.

observándose coberturas de estas algas sobre los corales de hasta un 80%, lo que ha generado un alerta sobre el peligro que corren los arrecifes del archipiélago (CONKLIN & SMITH 2005).

Lo amplio de la zona coralina afectada en Cubagua es un indicio de que el proceso de degradación del arrecife por la invasión de *K. alvarezii* lleva bastante tiempo, ya han transcurrido 11 años desde la introducción de esta especie y se puede considerar a escala temporal que su establecimiento ha sido rápido y exitoso. Es muy probable que otros arrecifes coralinos de las islas de Margarita, Coche y Cubagua presenten crecimientos de *K. alvarezii*. CARLTON (1996) comenta que muchas invasiones ocurren después de muchos años de introducciones desde la fuente hasta la región que recibe al invasor, paradójicamente el

caso de *K. alvarezii* en Venezuela se presentó a partir de una sola introducción. Considerando que el cultivo de esta especie ha sido exitosa en muchas regiones del planeta a partir del trasplante inicial de cantidades modestas del alga, y que en este trabajo se describe su establecimiento sobre arrecifes coralinos, se debería redimensionar su potencial invasor.

RODGERS & COX (1999) encontraron desplazamientos laterales de *K. alvarezii* en arrecifes coralinos invadidos en Hawaii a una tasa de 250 m/año desde el punto inicial de introducción en 1974, por otro lado SMITH *et al.* (2002) han discutido la aparente incapacidad de *Kappaphycus* spp. para dispersarse en largas distancias o entre islas, aunque puntualizan la capacidad de regeneración de talos completos de esta alga a partir de fragmentos de 0,5 cm. El

descubrimiento de *K. alvarezii* en Cubagua, isla relativamente alejada a los lugares de cultivos iniciales, aumenta el rango de dispersión descrito inicialmente por BARRIOS (2005) y es evidencia del posible traslado de esta especie invasora a lugares distantes. Un factor determinante en la dispersión de *K. alvarezii* en Venezuela, adicional al traslado de inóculos por las corrientes marinas, lo constituyen las artes de pesca como redes y chinchorros playeros, que permiten transportar fragmentos viables del alga de un lugar a otro.

El control de *K. alvarezii* es difícil debido a sus elevadas tasas de crecimiento y capacidad de regeneración. En áreas de coral de Hawaii relativamente accesibles, invadidas por *Kappaphycus* spp. y en las que se ha determinado una biomasa promedio de 10 kg/m², la remoción manual del alga requiere la participación de dos personas por hora para limpiar un metro cuadrado, observándose posteriormente que el alga vuelve a crecer a partir de los pequeños fragmentos adheridos al coral, los cuales no son consumidos por los peces herbívoros nativos debido a la baja palatabilidad del alga, sugiriéndose el uso de erizos para controlar el alga invasora (CONKLIN & SMITH 2005).

Debido a que previamente se conocía la invasión de arrecifes coralinos por *K. alvarezii* en Hawaii, la presencia de esta especie afectando corales en Cubagua constituye el segundo registro mundial sobre la invasión de esta alga en comunidades arrecifales y la primera referencia de este problema en el mar Caribe.

Se recomienda un monitoreo de los arrecifes coralinos en Cubagua para evaluar la cobertura de *K. alvarezii*, la extensión del blanqueamiento y las especies asociadas afectadas por la presencia de esta alga, y la implementación de medidas para minimizar los daños en este ecosistema. Adicionalmente se debe iniciar una inspección extensiva de otras comunidades coralinas en la región nororiental de Venezuela para conocer la presencia de esta especie invasora.

REFERENCIAS

- ASK, E.I. & R.V. AZANZA. 2002. Advances in cultivation technology of commercial euclidean species: a review with suggestions for future research. *Aquaculture* 206: 257-277.
- ATMADJA, W. S. 2001. *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva. In: Prud'homme van Reine W.F. and G.C. Trono (eds.). *Plant resources of South-East Asia 15(1). Cryptogams: Algae*. Backhuys Publishers Leiden, The Netherlands. pp. 215-219.
- BARRIOS, J. 1999. La introducción de *Euclidean denticulatum* y *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales, Rhodophyta) en Venezuela. Una revisión crítica. *Fontus* 4: 135-153.
- _____. 2005. Dispersión del alga *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales, Rhodophyta) en la región nororiental de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanog. Venezuela Univ. Oriente*. 44: 29-34.
- BELLORIN, A. & E. OLIVEIRA. 2001. Introducción de especies exóticas de algas marinas: Situación en América Latina. En: Alveal, K. & T. Antezana (eds). *Sustentabilidad de la Biodiversidad, un problema actual. Bases científico-técnicas, teorizaciones y proyecciones*. Ediciones Cosmigonon. Universidad de Concepción, Chile. pp. 693-701.
- CARLTON, J. T. 1996. Pattern, process and prediction in marine invasion ecology. *Biol. Conserv.* 78: 97-106.
- CASTRO C., M. MONROY & O. D. SOLANO. 2006. Estructura de la comunidad epifaunal asociada a colonias de vida libre del hidrocoral *Millepora alcicornis* LINNAEUS 1758 en Bahía Portete, Caribe Colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 35: 195-206.
- CONKLIN, E. & J. SMITH. 2005. Abundance and spread of the invasive red algae *Kappaphycus* spp. in Kane'ohe bay, Hawaii's and experimental assessment of management options. *Biol. Invasions* 7(6): 1029-1039.
- DOTY, M. S. 1985. *Euclidean alvarezii* sp. nov. (Gigartinales, Rhodophyta) from Malaysia. In: I.A. Abbott & J. Norris (eds). *Taxonomy of economic seaweeds*. Cal. Sea Grant College Program. La Jolla, California, USA. pp. 37-45.
- _____. 1987. The production and use of *Euclidean*. In: Doty M.S, Caddy J.F. & Santelices B (eds). *Case studies of seven commercial seaweed resources*. FAO Fisheries Technical Paper. 281: 123-161.

- McHUGH, D. J. 2002. *Perspectivas para la producción de algas marinas en los países en desarrollo*. FAO Circulares de Pesca, C968. Roma, Italia. 30 pp.
- _____. 2003. *A guide to the seaweed industry*. FAO Fisheries Technical Paper. Rome, Italia. 105 pp.
- OLIVARES, M. A. & A. B. LEONARD. 1971. Algunos corales pétreos de la Bahía de Mochima, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.* 10(1): 49-70.
- OLIVEIRA, E. C. 1990. The rationale for seaweed cultivation in South America. In: Oliveira, E.C. and N. Kautsky (Eds.) *Cultivation of seaweeds in Latin America*. Universidad de São Paulo, São Paulo, Brasil. pp. 135-141.
- PAULA, E. J., R. T. L. PEREIRA & M. OHNO. 2002. Growth rate of the carrageenophyte *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) introduced in subtropical waters of São Paulo State, Brazil. *Phycol. Res.* 50: 1-9.
- PAULS, S. 1982. *Estructura de las comunidades coralinas de la Bahía de Mochima, Venezuela*. Trab. Grado M.Sc. Ciencias Marinas. Universidad de Oriente, Cumaná. 124 pp.
- RINCONES, R. E. & J. N. RUBIO. 1999. Introduction and commercial cultivation of the red alga *Eucheuma* in Venezuela for the production of phycocolloids. *World Aquaculture* 30(2): 57-61.
- RODGERS, S. K. 1997. Oahu's invasive algae. *Aliens* 6: 10.
- _____. & E. F. COX. 1999. Rate of spread of introduced Rhodophytes *Kappaphycus alvarezii*, *Kappaphycus striatum*, and *Gracilaria salicornia* and their current distributions in Kane'ohe Bay, O'ahu, Hawaii. *Pac. Sci.* 53(3): 232-241.
- RUSSELL, D.J. 1983. Ecology of the imported red seaweed *Eucheuma striatum* Schmitz on Coconut Island, Oahu, Hawaii. *Pac. Sci.* 27: 87-107.
- SANT S., A. PRIETO & E. DE ELGUEZABAL. 2002. Composición y estructura de la comunidad de corales en dos localidades del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 41(1-2): 39-44.
- SMITH, J. E., C. L. HUNTER & C. M. SMITH. 2002. Distribution and reproductive characteristics of nonindigenous and invasive marine algae in the Hawaiian islands. *Pac. Sci.* 56(3): 299-315.
- WOO, M., C. SMITH & W. SMITH. 1999. Ecological interactions and impacts of invasive *Kappaphycus striatum* in Kane'ohe Bay, a tropical reef. En: Pederson, J. (ed.). *Proce. First Nat. Conf. Mar. Bioinvaders*. MIT Sea Grant Program, Cambridge, Massachusetts, USA. pp 186-191.

RECIBIDO: Octubre 2007

ACEPTADO: diciembre 2007