

VARIACIÓN DE LA BIOMASA DE *Chondrophycus papillosus* (C. AGARDH) GARBARY *et* HARPER (CERAMIALES: RHODOPHYTA) Y SU EPIFITISMO EN LA BAHÍA DE NUEVITAS, CUBA

Rubén Cabrera ^{1*}, Ángel Moreira ², Jarentón Primelles ³ y Ana María Suárez ⁴.

(1) Gabinete de Arqueología, Oficina del Historiador de la Ciudad, Tacón No. 12 e/ O'Reilly y Empedrado, CP 10100, Habana Vieja, Cuba.

(2) Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC), Ministerio de Ciencia, Tecnología y medio Ambiente, Calle 17 esq. 46 s/n. Rto Reina, CP 55100, Cienfuegos, Cuba.

(3) Unidad Administrativa Nuevitas, Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna, Maceo No. 2, CP 72510, Nuevitas, Cuba.

(4) Centro de investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Calle 16 No. 114, Playa, CP 11300, Ciudad Habana, Cuba.

(*) Autor para correspondencia: cabrera@arqueologia.ohch.cu

RESUMEN

Se realizó una investigación sobre variación de la biomasa de *Ch. papillosus* y su epifitismo, en dos estaciones con diferentes condiciones ecológicas en la Bahía de Nuevitas, durante el periodo de septiembre de 2002 a enero de 2003. Las colectas se realizaron a través de transectos perpendiculares a la costa y como unidad de muestreo se utilizó un marco de 1 m². Se registraron 23 especies de macroalgas, de las cuales, 17 son Rhodophyta, 1 Phaeophyta y 5 Chlorophyta. La biomasa de *Ch. papillosus* presentó los máximos acumulados en el periodo invernal en ambos sitios de muestreo lo que indica una marcada estacionalidad. Los valores más elevados de biomasa se presentaron en Playa Varaderito y están en correspondencia a la mayor disponibilidad de sustrato para la fijación y al menor impacto por los nutrientes. La riqueza de especies fue diferente entre meses y estaciones.

Palabras clave: biomasa; epífitas; macroalgas; *Chondrophycus papillosus*; ASW, Cuba.

ABSTRACT

A research on biomass variation of *Ch. papillosus* and its epiphytes was undertaken in two stations under different ecological conditions at Nuevitas Bay, from September 2002 to January 2003. Specimen collection was made via transect to the shore and 1 m² sampling units were used. Twenty-three macroalgae species were recorded: 17 are Rhodophyta, 1 Phaeophyta and 5 Chlorophyta. Biomass of *Ch. papillosus* showed the highest accumulation during the period in both sampling sites during winter, thus showing a notorious seasonal influence of winter. The highest values of biomass occurred at Playa Varaderito and correspond with the highest substrate availability for fixing and the lower impact of nutrients. Richness of species was different among the different months and stations.

Key words: biomass; epiphytic; macroalgae; *Chondrophycus papillosus*; ASW, Cuba.

La estimación de la biomasa en las macroalgas, es de interés para muchas disciplinas y usada de distintas maneras. Para los ecólogos es una medida del recurso disponible para organismos de otros niveles tróficos. Para los interesados en su importancia económica, la biomasa total o la de ciertos géneros, incluyendo arribazones, provee información sobre la rentabilidad de la explotación de este recurso (Castillo y Derckmann, 1995).

De igual modo, la evaluación de la biomasa en relación a determinadas condiciones, puede ser indicador de eutrofización (Peckol *et al.*, 1994; Lapointe *et al.*, 1997) o repercutir en la dinámica

de epífitos, endófitos u organismos asociados en general (Vásquez y González, 1995).

Esta investigación da continuidad a los estudios que sobre la flora marina han sido realizados en la Bahía de Nuevitas por Martínez- Daranas (1996), Cabrera *et al.* (2003), Cabrera y Suárez (2003), Cabrera *et al.* (2004) y Cabrera *et al.* (en prensa I) y tiene como objetivo determinar la variación de la biomasa de *Chondrophycus papillosus* y su epifitismo en diferentes condiciones ecológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio, Bahía de Nuevitas, está localizada en la costa Norte de la Provincia de Camagüey, Cuba, donde se ubicaron dos estaciones de muestreo: Playa Varaderito (21°40'04" N y 077°19'40" W), asociada a pastos marinos, con sustrato rocoso y claros de arena y la Termoeléctrica (21°33'24" N y 77°15'24" W), con sustrato fangoso – arenoso, pequeñas conchas de moluscos y aportes de nutrientes de la actividad industrial y urbana (Fig. 1).

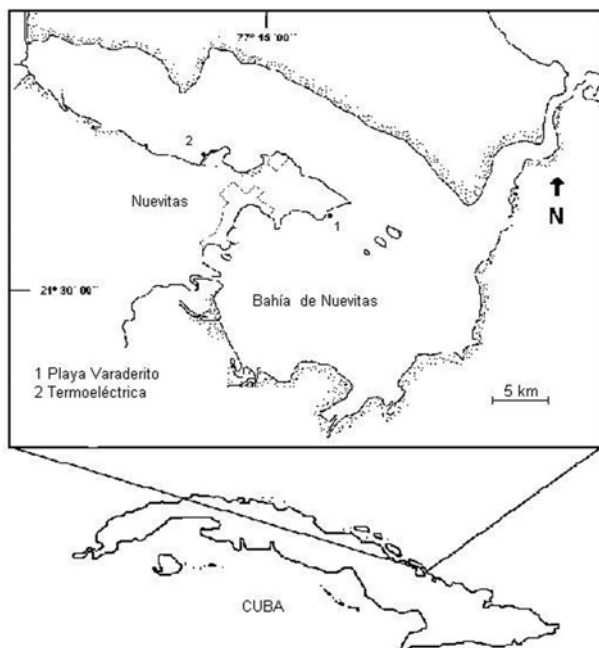


Fig. 1. Localización geográfica de la Bahía de Nuevitas: estaciones de muestreo.

En cada estación se trazaron dos transectos perpendiculares a la línea de costa, con la ayuda de una cuerda de 20 m de longitud previamente anudada cada cinco metros, como unidad muestral se utilizó un marco de 1 m², en los meses de septiembre, octubre y diciembre de 2002 y enero de 2003. Se colectaron todas las macroalgas presentes y se determinó la biomasa húmeda de todos los géneros (Cabrera, en prensa I).

En el presente trabajo sólo se analiza la especie en estudio, de la cual se identificaron las especies epifitas con el auxilio de la literatura especializada (Taylor, 1960; Schneider y Searles, 1991; Littler y Littler, 1997, 2000) y se determinó la riqueza de las especies.

Para comparar la variación de los valores de biomasa de *Ch. papillosus* entre estaciones de

muestreos y meses se empleó un análisis de varianza bifactorial ($p < 0.05$). La comparación de las medias se realizó por medio de la prueba de Student- Newman- Keuls (SNK), con los acumulados de biomasa transformados, según la ley de potencia de Taylor (Elliot, 1971). Todas las pruebas estadísticas se realizaron con un nivel de significación del 5%.

El análisis de los datos se realizó mediante los programas STATISTICA 5.0 (StatSoft, 1995) y PRIMER 5.2 (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 23 especies: 17 Rhodophyta, 1 Phaeophyta y 5 Chlorophyta donde el grupo mejor representado fue el de las algas rojas con el 73,91 %. En la Tabla 1 se relacionan las especies encontradas en cada estación y para cada mes muestreado.

Riqueza de especies epifitas

La riqueza de epifitas puede considerarse baja (Tabla 2, Fig. 2) si se comparan con los resultados de Suárez *et al.* (1989), Rosa y Suárez (1989) y Brito y Suárez (1994) al evaluar el epifitismo en varias especies de macroalgas marinas en la plataforma de Cuba.

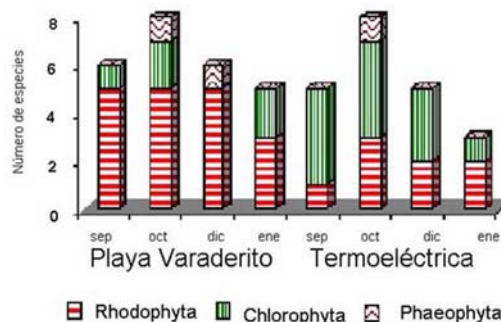


Fig. 2. Número de especies por estación de muestreo/ división.

Al ser la riqueza indicadora del número de especies de una comunidad (Peet, 1974) es comprensible que en la estación 2 (Termoeléctrica), sometida a descargas periódicas de albañales y desechos industriales, su valor específico sea bajo, resultados similares fueron observados por Cabrera *et al.* (2004) para los valores de diversidad.

Tabla 1. Lista de especies epífitas de *Chondrophycus papillosus*. Se indica la presencia (X) o ausencia (-) de las especies.

ESTACIONES	Playa Varaderito				Termoeléctrica			
MESES	sep	oct	dic	ene	sep	oct	dic	ene
RHODOPHYTA								
<i>Jania capillacea</i> Harvey	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	-	-	-	-	-	-	-	x
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) Lamouroux	x	x	x	-	-	-	x	-
<i>H. spinella</i> (C.Agardh) Kützting	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gracilaria blodgettii</i> Harvey	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh) Montagne	-	-	x	x	-	-	-	-
<i>Ceramium nitens</i> (C. Agardh) J. Agardh	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. corniculatum</i> Montagne	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulfen) Harvey	-	-	-	x	x	-	-	x
<i>S. clavata</i> Kützting	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Acanthophora spicifera</i> (Vahl) Børgesen	x	x	-	-	-	-	-	-
<i>Bostrychia tenella</i> (Lamouroux) J. Agardh.	-	x	-	x	-	-	-	-
<i>Digenea simplex</i> (Wulfen) C. Agardh	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Heterosiphonia crispella</i> var <i>laxa</i> (Børgesen) M. J. Wynne	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Polysiphonia atlantica</i> Kapraun & J.N. Norris	-	-	-	-	-	-	x	-
<i>Polysiphonia</i> sp.	-	x	x	-	-	-	-	-
DIVISIÓN PHAEOPHYTA								
<i>Dictyota. caribaea</i> Hörnig & Schnetter	-	x	x	-	-	x	-	-
DIVISIÓN CHLOROPHYTA								
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	-	-	-	-	x	x	x	-
<i>U. flexuosa</i> Wulfen	-	-	-	x	x	x	x	x
<i>Phyllocladon anastomosans</i> (Harvey) Kratf & M.J. Wynne	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryopsis pennata</i> Lamouroux	-	x	-	-	x	x	x	-
<i>Caulerpa ashmeadii</i> Harvey	-	x	-	x	x	x	-	-

Tabla 2. Riqueza de especies por estación de muestreo.

ESTACIÓN	sep	oct	dic	ene
Playa Varaderito	2.79	3.18	2.79	2.48
Termoeléctrica	1.94	3.30	1.98	1.44

Este acontecimiento es frecuente en ambientes enriquecidos, donde la sucesión de grupos y el incremento de otros es una regularidad (Peckol *et al.*, 1994). Es de notar que en esta estación (Termoeléctrica), el bajo número de especies es

compensado por elevados niveles de cubrimiento de algas foliosas oportunistas como *Ulva*, que pueden considerarse dominantes, lo que pudiese asemejarse a lo observado por Lapointe *et al.* (1997) y Schramm y Booth (1981).

Margalef (1977) plantea que existe una correlación negativa entre la diversidad (expresión de riqueza) y la manifestación de dominancia, donde sólo se puede hablar de especies dominantes en comunidades de baja diversidad, lo que se corrobora en este caso.

Los valores superiores de riqueza en el mes de octubre en la Termoeléctrica (estación 2), hacen que esta presente una mayor similitud con la estación 1 (Playa Varadero), con niveles inferiores de perturbación, esto coincide con los resultados de Prado y Suárez (1997) que sitúan al mes de octubre como una época de profundas transformaciones de los mantos algales.

La Fig. 2 indica que las estaciones de muestreo presentaron diferencias tanto en el número de especies respecto al total, como en el porcentaje de especies por división. En la estación 1 (Playa Varadero) hubo un porcentaje superior al 69.5% de la División Rhodophyta, con respecto a las restantes divisiones. En la estación 2 (Termoeléctrica) el porcentaje de esta división (39%) es superado ligeramente por las clorofíceas 56.5%. Druchl (1981) y Serviere-Zaragoza *et al.* (1992) observaron un incremento paulatino de las clorofíceas con respecto a las rodofíceas en zonas afectadas por el enriquecimiento orgánico, patrón que se repite en el presente estudio.

La relativa superioridad de las clorofíceas con respecto a las rodofíceas, pudiese responder a que la termoeléctrica es una zona alterada por contaminación de acuerdo a lo sugerido por Cabrera *et al.* (2004), y las especies que integran este grupo presentan un espectro notable de adaptación a los compuestos orgánicos (Littler y Littler, 1980), sin embargo el registro del género *Caulerpa* en es un acontecimiento poco usual, al menos en ambientes enriquecidos, sobre todo si se considera que éste es indicador de condiciones estables (Littler y Littler, 1997) a pesar de que existen evidencias de su capacidad invasora (*e. g. C. taxifolia*) en el Mediterráneo.

Biomasa de *Chondrophycus papillosus*

El análisis de varianza permite comprobar la existencia de diferencias significativas en la interacción estación de muestreo – mes ($F = 9.84$, $p < 0.01$), lo que se puntualizó con la aplicación de la prueba de comparaciones múltiples de media SNK.

Al analizar los valores medios de biomasa para cada estación (Tabla 3), se aprecian los mayores acumulados en la estación 1 (Playa Varadero). Entre los meses, por su parte, existe una tendencia general al incremento en diciembre y enero en ambas estaciones.

Los acumulados en biomasa en sentido general son bajos, sobre todo si se considera el desbalance

que provoca la biomasa húmeda como medida de abundancia, y los inevitables errores que pudiese introducir (Niell, 1977). Independientemente de ello, se aprecia como regularidad que la biomasa es superior en la estación 1 (Playa Varadero) con mayor disponibilidad de sustrato y baja carga orgánica. En la Termoeléctrica (estación 2), la poca disponibilidad de sustrato firme y el mayor cubrimiento por las comunidades de epifitas, se traducen en la disminución de la productividad de la especie, y permiten comprobar la no proliferación de ésta en áreas enriquecidas (A. Areces, comunicación personal).

Tabla 3. Valores medios de biomasa húmeda de *Ch. papillosus* \pm intervalo de confianza del 95% (g/m²) para cada una de las estaciones.

ESTACIONES/meses	BIOMASA HUMEDA (g/m ²)
Playa Varadero	
septiembre	18.9 \pm 9.5
octubre	61.0 \pm 17.0
diciembre	94.0 \pm 6.0
enero	127.5 \pm 47.5
Termoeléctrica	
septiembre	10.5 \pm 4.8
octubre	14.3 \pm 5.3
diciembre	59.0 \pm 8.0
enero	82.9 \pm 7.5

En lo concerniente a su respuesta estacional es posible observar un patrón bastante homogéneo, con máximos hacia diciembre y enero, y mínimos en septiembre y octubre, lo que se corresponde con los trabajos realizados en *Laurencia intricada* por Brito y Suárez (1994). Todo esto permite aseverar la existencia de un fuerte componente espacio – temporal en la biomasa de esta especie. Resultados semejantes fueron observados por Lapointe (1999) al evaluar el enriquecimiento por nutrientes, donde sólo las especies de condición más generalista pueden considerarse las principales contribuyentes en biomasa.

La respuesta ante las situaciones de estrés para la especie en estudio (de menor capacidad adaptativa si se compara con otros taxa) es limitada y probablemente tiene un carácter sinérgico.

Aunque la interpretación desde el punto de vista ecológico no resulta del todo claro por la ausencia de factores abióticos en el análisis, si es posible afirmar que: la biomasa muestra una marcada estacionalidad independientemente de las

condiciones ecológicas imperantes en ambos sitios, aunque las diferencias desde el punto de vista espacial no pueden minimizarse.

REFERENCIAS

- Brito, M. y A.M. Suárez (1994): Algas asociadas a *Laurencia implicata* (Ceramiales, Rhodophyta) en la Cayería de Bocas de Alonso, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 15(2): 93-98.
- Cabrera, R. y A.M. Suárez (2003): Adiciones a las clorofíceas de Cuba del género *Avrainvillea* Decaisne 1842 (Bryopsidales, Udoteaceae). *Rev. Invest. Mar.* 24(2):94-98.
- Cabrera, R., A.M. Suárez, F. Pina y B. Martínez-Daranas (2003): Adición a las Chlorophyceae de Cuba, Bryopsidales. *Rev. Invest. Mar* 24(1):71-72.
- Cabrera, R., Moreira, A. y Primelles, J. (en prensa): Distribución de la biomasa de macroalgas en la Bahía de Nuevitás, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*
- Cabrera, R., A. Moreira y A.M. Suárez (2004): Variación en la composición y estructura de las asociaciones algales en la Bahía de Nuevitás, costa NE de Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 25(2):133-142.
- Castillo, G y K. Dreckmann (1995): Composición taxonómica de las arribazones algales en el Caribe mexicano. *Criptog. Algal* 16 (2): 115-123.
- Clarke, K.R. y R.M. Warwick (2001): *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation*. PRIMER-E. Plymouth, 257 pp.
- Druchl, L. (1981): Geographical distribution . En: The biology of seaweeds (Lobban and Wynne, eds.) Blackwell Scientific Publ., pp: 307-325.
- Elliot, J.M. (1971): Some methods for the Statistical Analysis of Samples of Benthic England. Freshwater Biological Association, *Scientific Publication* No 25 144 pp.
- Lapointe, B.E. (1999): Simultaneous top-down and bottom-up forces control macroalgal blooms on coral reefs (Reply to the comment by Hughes *et al.*) *Limnol. Oceanogr.*, 44: 1586-1592.
- Lapointe, B.E., M.M. Littler y D.S. Littler (1997): Macroalgal overgrowth of fringing coral reefs at Discovery Bay, Jamaica: Bottom-up versus Top-down control. *Proc. 8th Int. Coral Reefs Sym.* 1: 927-932.
- Littler, M.M. y D.S. Littler (1980): The evolution of the thallus and survival strategies in benthic macroalgae: field and laboratory tests of a functional form model. *American Naturalist*, 116:25-44.
- Littler, D.S. y M.M. Littler (1997): An illustrated marine flora of the Pelican Cays, Belize. *Bull. Biol. Soc. Wash.*, 9:125-132.
- Littler, D.S. y M.M. Littler (2000): *Caribbean Reef Plants*. Offshore Graphics, Inc., Washington, D.C., 542 pp.
- Margalef, R. (1977): *Ecología*. Ed. Omega, Barcelona, 951 pp.
- Martínez-Daranas, B., C. Jiménez. y P. Alcolado (1996): Prospección del macrofitobentos de los fondos blandos del Archipiélago Sabana - Camagüey, Cuba. *Avicennia*, 4/5: 77-88.
- Niell, F.X. (1977): Métodos de recolección y área mínima de muestreo en estudios estructurales del macrofitobentos rocoso intermareal de la Ría de Vigo. España . *Invest. Pesq.* 41(2): 509-521.
- Peet, R.K. (1974): The measurement to species diversity., *Ann. J. Ecol. Syst.*, 5: 285-307.
- Peckol, P., B. Demio-Anderson, J. Rivers, I. Valiela, M. Maldonado y J. Yates (1994): Growth, nutrient uptake capacities, and tissue constituents of the macroalgae *Cladophora vagabunda* and *Gracilaria tikvahiae* related to site- specific nitrogen loading rates. *Mar. Biol.* 121: 175-185.
- Peet, R.K. (1974): The measurement to species diversity., *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 5: 285-307.
- Prado, M. y A.M. Suárez (1997): Estudio del fitobentos de Cayo Hicacos, Archipiélago de los Canarreos, plataforma Suboccidental de Cuba. *Rev. Invest. Mar* 18(1): 27-34.
- Rosa, P. de la y A.M. Suárez (1989): Epífitas de *Thalassia*, *Halimeda* y *Laurencia* en la cayería de Bocas de Alonzo. Cuba, *Rev. Invest. Mar.* 11(1):3-9.
- Schramm, W. y W. Booth (1981): Mass bloom of the alga *Cladophora prolifera* in Bermuda: productivity and phosphorus accumulation. *Bot. Mar.* vol. XXIV, pp:419-426.

Schneider, C.W. y R.B. Searles (1991): *Seaweeds of the Southeastern United State*. Duke University Press, 553 pp.

Serviere-Zaragoza, E., L. Collado-Vides. y J. Gonzáles - Gonzáles (1992): Caracterización Ficológica de la Laguna de Bojórquez, Quintana Roo, México. *Caribbean Journal of Science*, vol 28, No 3-4, 126-133.

StatSoft, Inc. (1995): STATISTICA for Windows (Computer Program Manual), Tulsa, OK, USA.

Suárez, A.M., L. Gil. y R. Poseck (1989): Variación del epifitismo en *Stypopodium zonale* (Lamouroux) Papenfuss a lo largo de un año. *Rev. Invest. Mar.* 10(1):3-20.

Taylor, W.R. (1960): *Marine algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas*. University of Michigan Press, Ann Arbor, 870 pp.

Vásquez, J.A. y J. González (1995): *Métodos de evaluación de macroalgas submareales*. En: *Manual de Métodos Ficológicos* (K. Alveal, M.E. Ferrario, E.C. Oliveira y E. Sar, eds.), Univ. Concepción, Chile, 643-655.

Aceptado: 26 de febrero del 2005