

Efecto de la protección artificial en el comportamiento de una pradera cultivada de *Gracilaria* Greville (1883) (Rhodophyta, Gigartinales)*

Effect of an artificial protection on field farming of *Gracilaria* Greville (1883) (Rhodophyta, Gigartinales)

JORGE SILVA y ADRIANA POBLETE

Departamento de Ciencias del Mar. Pontificia Universidad Católica de Chile.
Sede Regional Talcahuano. Casilla 127. Talcahuano, Chile

RESUMEN

Se cuantifica la variación de biomasa de algas del género *Gracilaria* en parcelas rodeadas por un sistema artificial de protección y se comparan sus valores con los de algas provenientes de parcelas sin protección.

El sistema artificial de protección consistió en líneas de red jurelera a las cuales se ataron cada 0,25 m manojos de polipropileno desflecado. Las parcelas de cultivos fueron rodeadas por dos de estas líneas.

Los resultados demuestran que existen diferencias significativas entre los sectores periféricos y centrales de las parcelas. El sistema protector aumenta el crecimiento de las algas periféricas en 31,78% y de las algas centrales en un 6,17%. Además, la protección mantiene una plantación homogénea en el tiempo, a diferencia de la parcela desprotegida, que presenta continua disgregación y disminución en su extensión.

Palabras claves: Embancamiento, manojos de algas, *Gracilaria*, Chile centro-sur.

ABSTRACT

We quantified biomass changes of *Gracilaria* algae in artificially protected plots, and compared them with those in unprotected ones. Protections consisted of two fishing lines with polypropylene untwisted ropes hanging down placed 0.25 m apart. Results demonstrate significant differences between peripheral and core areas within the plots. Protected plots had 31.8% and 6.2% increases in algal biomass in peripheral and core positions, respectively, as compared to unprotected plots. In addition, algal growth was homogeneous through time in protected plots, whereas it was heterogeneous and of smaller areal extent in unprotected plots.

Key words: Sand embankment, algal bundles, *Gracilaria*, south-central Chile.

INTRODUCCION

Condiciones favorables de precio y mercado de algas del género *Gracilaria* han contribuido a agudizar la problemática de sobreexplotación de las praderas más accesibles y que tradicionalmente han aportado la mayor producción algal. Por otra parte, los cultivos como alternativa de incrementar la producción se han visto frenados por variadas circunstancias, que van desde la poca claridad en la identificación de las especies presentes en nuestro

litoral hasta aspectos de ecología de producción. Entre los factores que dificultan el establecimiento de praderas artificiales se encuentra la fuerte acción de las olas. Este problema fue mencionado por Kim (1970) al señalar que la costa chilena no es favorable para la fijación de plantas de *Gracilaria*, debido a la carencia de lugares protegidos.

Las praderas naturales y cultivadas de *Gracilaria* varían continuamente su densidad, cobertura y distribución batimétrica, atribuyendo a la pradera un carácter dinámico, producido por variados factores ambientales. El movimiento de agua constituye un factor ecológico extremadamente importante, cuyos efectos sobre los vegetales marinos son comparables en im-

* Trabajo presentado en el IV Simposio sobre Algas Marinas Chilenas (30 de agosto al 1 de septiembre de 1989, Coquimbo, Chile).

(Recibido el 20 de noviembre de 1989.)

portancia con aquellos producidos por la intensidad luminosa o la temperatura. Santelices & Fonck (1979) demostraron en terreno que al incrementar el movimiento de agua el alga es removida del sustrato y en experimentos de laboratorio el movimiento excesivo reduce el crecimiento. Además, en terreno observaron diferencias de biomasa entre la periferia y el centro de las praderas, atribuibles probablemente al efecto de las corrientes que actúan sobre el sustrato, las cuales producen movimiento de partículas pequeñas, siendo estos sustratos removidos y desplazados constantemente contra las algas periféricas que son las que recibirían el mayor impacto. Esto llevó a postular a estos autores que la presencia de talos periféricos erectos protegen y, en alguna forma, permiten mayor crecimiento de los talos centrales en cada manchón de las praderas.

La presencia de una plantación densa de alga *Gracilaria* ayuda a la formación de bancos de arena. Pizarro (1986a) describe este fenómeno como trampa de sedimento. Estos embancamientos benefician el arraigamiento de las algas al sustrato. Sin embargo, éste resulta perjudicial cuando cubre en exceso los talos emergentes, con lo cual su crecimiento queda inhibido (Black & Fonck 1981, Barrales & Pizarro 1984, Santelices *et al.* 1984). Smith *et al.* (1984) observaron en terreno que la acumulación de sustratos blandos sobre los talos provoca serios problemas de crecimiento en plantas de *Gracilaria debilis*.

Al reemplazar las algas periféricas de una pradera cultivada de *Gracilaria* sp. por algún material sintético, el efecto de borde debiera ser atenuado, provocando incremento de biomasa periférica o al menos disminución de la diferencia que se produce entre los sectores periféricos y centrales.

MATERIALES Y METODOS

El estudio fue realizado en la localidad de Lengua, Bahía de San Vicente, Provincia de Concepción (36°45'S, 73°10'W) (Fig. 1). Para tal efecto, en febrero de 1988 se

instalaron en la Concesión Marítima que la Asociación Gremial de Pescadores de Lengua mantiene en el lugar parcelas rectangulares de 50 m² cada una, plantadas en forma directa (horquilla) con algas del género *Gracilaria*. La densidad media fue de 9 manojos por m² y promedio de biomasa húmeda de 90 g por manojos de algas. El lugar elegido corresponde a un área altamente expuesta al oleaje y los intentos de cultivo realizados, hasta el momento de iniciar el estudio, habían resultado negativos.

El sistema de protección artificial utilizado consistió en dos líneas de fondo, fabricadas con red jurelera en desuso y polipropileno desflechado puesto en forma perpendicular a la línea, en tramos aproximados de 0,25 m (Fig. 2). Este sistema fue instalado en el mes de abril, alrededor de la periferia de una de las parcelas, dejando su similar para control. Los controles se realizaron mensualmente, mediante buceo autónomo. Se cuantificó biomasa húmeda por manojos de alga dentro de 1 m² en los sectores periféricos y centrales de las parcelas. Para este estudio se consideró sector periférico 1 m de ancho medido desde el borde de la parcela (Fig. 2). Los sectores muestreados fueron señalizados para no ser utilizados posteriormente.

Con datos de intensidad del viento, proporcionados por la estación meteorológica Bellavista (73°00'35"S, 36°45'28"W) de la Universidad de Concepción, situada a 15 km al Este del lugar de estudio, se caracterizó el estado del mar según la escala de Beaufort (Candell 1979); además se calculó la intensidad de corriente superficial a través de la ecuación dada por Panzarini (1970), la cual se expresa como:

$$V_0 = \frac{0,01227 V}{\sqrt{\sin L}} \quad \text{Donde: } V_0 = \text{Velocidad de corriente superficial}$$

V = Velocidad del viento
L = Latitud en grados

También se cuantificaron los niveles de embancamiento de las parcelas, para lo cual se instalaron tres varillas de medición de embancamiento (Fig. 3), distribuidas según muestra la Figura 2.

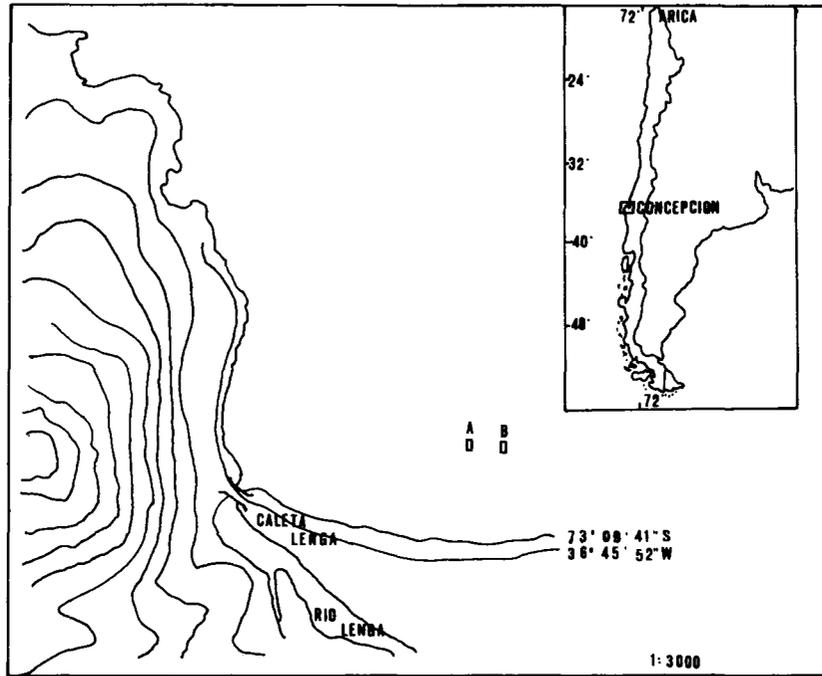


Fig. 1: Ubicación geográfica de Caleta Lengua y distribución de parcelas experimentales. Map of the Lengua Cove showing experimental sites.

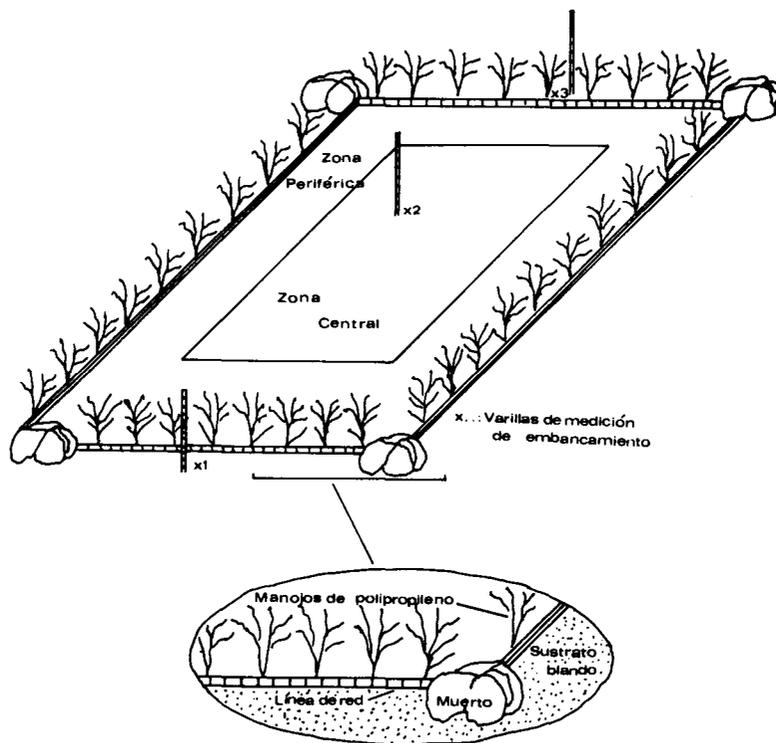


Fig. 2: Vista superior del sistema protector y ubicación de las varillas de medición de embancamiento (V_1 , V_2 y V_3).

Upper view of the protection system and positioning of poles for sand accumulation measurements (V_1 , V_2 and V_3).

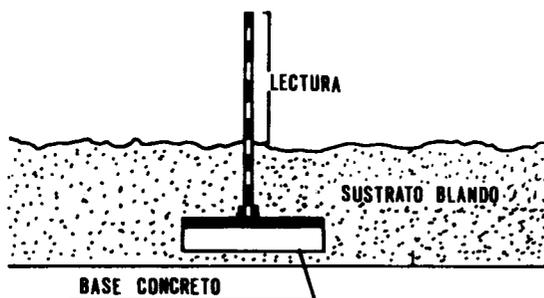


Fig. 3: Esquema e instalación de la varilla de medición de embancamiento.

Diagram and installation of the pole sand accumulation measurements.

Como réplicas fueron utilizados los valores de biomasa húmeda de cada manojos de alga, con un total de 6 manojos de los sectores periféricos y 6 en los centrales, tanto en las parcelas protegidas como en las desprotegidas, los cuales fueron sometidos a análisis de varianza de igual tamaño muestral (Sokal & Rohlf 1979), con un $F_{0,05}$ de confianza.

RESULTADOS

a) Variación de biomasa de *Gracilaria* en parcelas con y sin sistema de protección

La Figura 4 muestra el promedio de biomasa húmeda por manojos de alga de las plantas periféricas y centrales de la parcela desprotegida "A" en el tiempo; el análisis de varianzas arrojó diferencias significativas entre los promedios de ambos sectores. La parcela "B", protegida desde el mes de abril (Fig. 5), no presenta diferencias significativas entre los sectores periféricos y centrales a partir de la instalación del sistema de protección artificial. Al comparar los sectores periféricos de ambas parcelas (Fig. 6) se aprecian diferencias significativas de variación de biomasa entre las áreas a partir de la instalación del sistema protector. Los sectores centrales de ambas parcelas no difieren significativamente su comportamiento; a pesar de esto, el promedio de biomasa del sector central de la parcela protegida es superior en un 6,18% al sector central de la parcela desprotegida (Tabla 1). En esta misma tabla se presentan datos de

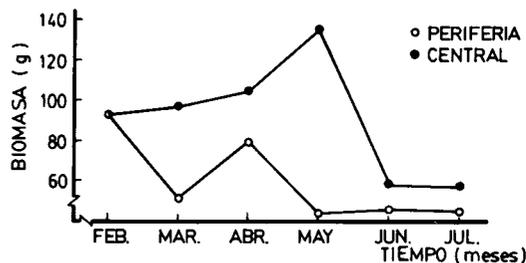


Fig. 4: Promedios de biomasa húmeda por manojos de alga en los sectores periféricos y centrales de la parcela control (desprotegida "A").

Average of wet biomass of bundles of algae in peripheral and central portions of the control (unprotected) area.

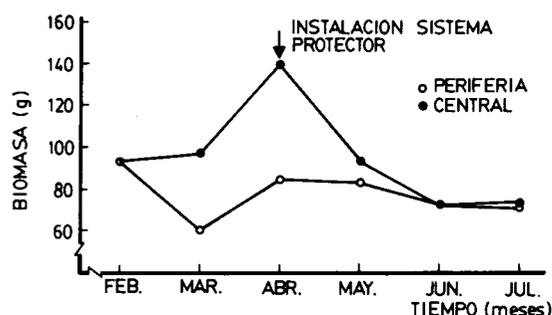


Fig. 5: Promedios de biomasa húmeda por manojos de alga en los sectores periféricos y centrales de la parcela protegida "B".

Average of wet biomass of bundles of algae in peripheral and central portions of the experimental (protected) area.

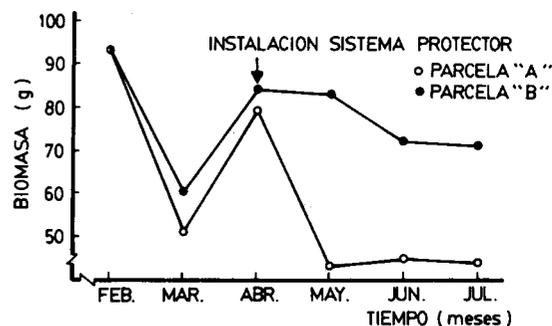


Fig. 6: Promedios de biomasa húmeda por manojos de alga de los sectores periféricos de las parcelas desprotegida "A" y protegida "B".

Average of wet biomass of bundles of algae in peripheral portions of unprotected ("A") and protected ("B") areas, respectively.

la correlación entre la biomasa periférica y central de ambas parcelas, encontrando un $r = 0,82$ entre el sector periférico y sector central de la parcela protegida y $0,24$ entre estos mismos sectores en la parcela

TABLA 1

Promedios de biomasa húmeda (g) de manojo de algas de *Gracilaria sp.* de sectores periféricos y centrales en parcela desprotegida "A" y parcela protegida "B", con sus respectivos grados de correlación

Average of wet biomass (g) of bundles of *Gracilaria* algae from peripheral and central zones of unprotected ("A") and protected ("B") areas. Correlation degree are given for both cases

	Promedio de biomasa Periférica (g)	Promedio de biomasa Central (g)	Correlación entre sectores periféricos y centrales
Parcela desprotegida "A"	52,8 ± 21,43	88,8 ± 29,72	0,24
Parcela protegida "B"	77,40 ± 11,75	94,68 ± 22,91	0,82
% de aumento	31,78	6,17	—

desprotegida, lo que demuestra que los valores de biomasa entre sectores periféricos y centrales de una pradera desprotegida son significativamente distintos en sentido estadístico; en cambio, en la parcela protegida los valores de biomasa de ambos sectores se presentan en forma mucho más pareja.

Desde el punto de vista de producción general, considerando tanto periferia como centro de cada parcela, se obtuvo que la parcela protegida presenta 14,54% más biomasa que la parcela desprotegida.

b) Condiciones de mar y corrientes del área de cultivo

Las condiciones del estado del mar durante el desarrollo del trabajo se grafican en la Figura 7. En ella se observa que el mal estado del mar se presentó con una frecuencia por sobre el 30% cada mes, alcanzando su más alto grado en el mes de julio, donde llega a 50% de frecuencia. En este mes se registró también el promedio más alto de corriente superficial, alcanzando una velocidad de 420 m/h.

Los valores registrados por las varillas de medición de embancamiento ubicadas en la parcela desprotegida fueron constantemente negativos, es decir, la arena fue removida desde la parcela; en cambio, la parcela protegida tuvo un comportamiento diferente, aunque en principio también sus valores fueron negativos, para posteriormente producirse embancamiento, específicamente en el sector central (Fig. 8).

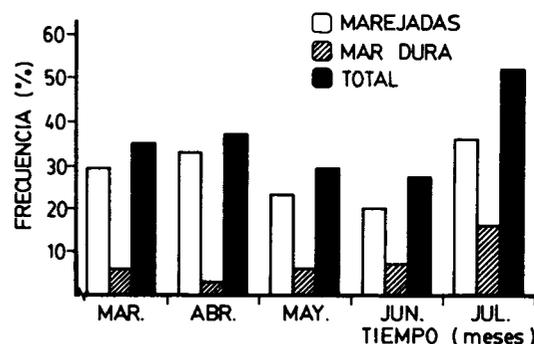


Fig. 7: Condiciones del estado del mar, expresado en porcentaje (%) de frecuencia mensual. Condition of the sea, expressed as percentage (%) of monthly frequency.

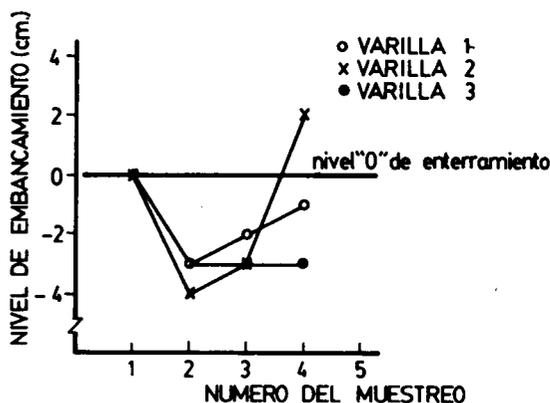


Fig. 8: Variación de los niveles de embancamiento de la parcela protegida "B" en el tiempo de estudio.

Variation of sand accumulation of protected area ("B") through time.

DISCUSION

Las condiciones generales del estado del mar y corrientes superficiales nos dan una aproximación a la situación de stress a la cual estuvieron expuestas las algas de las parcelas experimentales. Conover (1968) indica que *Gracilaria verrucosa* es capaz de crecer entre un rango de velocidad de corriente de 0 a 2.592,8 m/h. Las velocidades de corrientes superficiales detectadas durante la experiencia corresponden a un valor promedio de 285 m/h, las que están por sobre el máximo señalado por Conover (*op. cit.*) para alcanzar la mayor biomasa algal, la cual es lograda a velocidades de 185 m/h.

Los resultados obtenidos demuestran que las algas periféricas presentan diferencias de biomasa con respecto a las ubicadas en las zonas centrales de la plantación. Las observaciones oceanográficas permiten señalar que la acción que ejercen continua y directamente las corrientes y desplazamiento de sustratos blandos alteran y cortan los talos, provocando, según indica Pizarro (1986b), una gradiente de poda que disminuye hacia el centro de la plantación.

La eventual acción protectora que ejercerían las plantas periféricas sobre las centrales se produciría por la disminución del impacto mecánico de las corrientes y sustratos blandos; esto se ve, en alguna medida, reflejado en el embancamiento producido en la parcela protegida, el cual fue levemente superior en el centro, mientras que en la parcela control o desprotegida el desembancamiento fue constante durante el desarrollo de la experiencia.

Los casos de interacciones de protección en el género *Gracilaria* son reducidos en la literatura. Uno de ellos fue observado por Smith *et al.* (1984) y tiene relación con interacción interespecífica entre *G. debilis* y *G. dominguensis*. La primera disminuye su crecimiento por la acción de los sustratos blandos, y *G. dominguensis* produce un efecto de limpieza sobre *G. debilis* al ser cultivadas en forma intercalada, ayudando a su desarrollo. Nuestro caso correspondería a una interacción de

carácter intraespecífico. Según Santelices & Fonck (1979), las diferencias entre las algas periféricas y centrales no es sólo en el crecimiento, sino también su apariencia morfológica está involucrada, ya que su aspecto no es tan saludable respecto a las algas centrales en los manchones naturales. En Caleta Lengua la situación no difiere mayormente, observándose algunas diferencias de tamaño y textura entre las algas periféricas y centrales de los manchones naturales y cultivados.

La eficiencia de la protección natural ejercida por las algas periféricas está en función de su permanencia, situación poco probable en terreno; sin embargo, si éstas pudiesen ocasionalmente permanecer inalterables, es decir, sin poda, corte o desprendimiento natural, su acción se prolongaría. Observaciones periódicas sobre las praderas cultivadas permiten señalar que el sistema protector simulando algas periféricas reemplazó el efecto de éstas, conservando la pradera una homogeneidad de plantado. Al comparar, a través de observaciones realizadas por buceo autónomo, las parcelas protegidas y desprotegidas se puede afirmar que en las parcelas desprotegidas se produjo una continua y alta disgregación, formándose submanchones, cada vez de menor superficie, llegando a tal punto de hacer muy difícil el reconocimiento de las zonas periféricas y centrales.

A modo de análisis final podemos señalar que además de producirse un incremento de biomasa con la utilización de un sistema artificial de protección podrían colonizarse sectores en que habitualmente no es posible cultivar *Gracilaria* debido a un excesivo movimiento de agua; sin embargo, se precisa de un análisis de costo-beneficio para recomendar su utilización comercial.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer el financiamiento parcial otorgado por el Centro Internacional para el Desarrollo (CIID), consistente en una beca para la realización de la práctica profesional al primer autor de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- BARRALES HL & A PIZARRO (1984) Prefactibilidad técnica del cultivo controlado del alga *Gracilaria* sp. II parte. Convenio Universidad de Concepción-SERPLAC III Región. Informe 213 pp.
- BLACK HI & E FONCK (1981) On the vegetation dynamic of *Gracilaria spec* in Playa Changa, Coquimbo, Chile. Proceeding International Seaweed Symposium 10: 223-228.
- CANDELL M (1971) Atlas de Meteorología.
- CONOVER JT (1968) The importance to natural diffusion gradients and transport of substances related to benthic marine plants metabolism. Botánica Marina 11: 1-19.
- KIM DH (1970) Economically important seaweeds, in Chile. I *Gracilaria*. Botánica Marina 13 (2): 140-162.
- PANZARINI R (1970) Introducción a la Oceanografía General. Buenos Aires, EUDEBA, 195 pp.
- PIZARRO A (1986a) Conocimiento actual y avances recientes sobre el manejo y cultivo de *Gracilaria* en Chile. Monografías biológicas. Universidad Católica de Chile 4: 63-96.
- PIZARRO A (1986b) Evaluación de métodos de plantación de *Gracilaria* sp. en la III Región. Alveal K., A. Candia, I. Inostroza, A. Pizarro, A. Poblete y H. Romo (eds.). Memorias seminario taller manejo y cultivo de *Gracilaria*. 102-134.
- SANTELICES B & E FONCK (1979) Ecología y cultivo de *Gracilaria lamanaeformis* en Chile central. Actas Primer Simposio sobre Algas Marinas Chilenas. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Bernabé Santelices, editor. Santiago, Chile, 165-200.
- SANTELICES B, J VASQUEZ, U OHME & E FONCK (1984) Managing wild crops of *Gracilaria* in central Chile. Hydrobiologia, 116/117: 77-89.
- SOKAL R & F ROHLF (1979) Biometría: "Principios y Métodos Estadísticos en la Investigación Biológica", Madrid, H. Blume Ediciones, 832 pp.
- SMITH A, K NICHOLS & J McLACHLAN (1984) Cultivation of seamoss (*Gracilaria*) in St. Lucia, West Indies. Hydrobiologia, 116/117: 249-251.