

# Cultivos Ecosostenibles de *Kappaphycus alvarezii* en las costas del Caribe Panameño y caracterización de la carragena.



Claudia M. Pérez-Domínguez<sup>a</sup>, Ríai García-Jiménez<sup>a</sup>, Gloria Batista de Vega<sup>a</sup>, Rafael Robaina-Rodríguez<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Biología, Edificio de Ciencias Básicas, 35017 Campus Universitario de Tafira, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, Islas Canarias  
<sup>b</sup>Unidad de Investigación y Postgrado, Campus Universitario Méndez Páez, Universidad de Panamá, República de Panamá. robaina@ubv.upg.edu



## 1. Introducción

El uso tradicional de las especies de macroalgas por las comunidades caribeñas de Panamá se remonta a comienzos del año 1850, durante el periodo de la fiebre del oro, cuando los habitantes de Martínica, Guadalupe, Barbados, Jamaica y otras islas del Caribe llegaron a la República de Panamá para trabajar principalmente como mano de obra en la construcción del ferrocarril interoceánico, y más tarde para la construcción del canal francés, introduciendo sus culturas y conocimientos, entre estos el uso de las algas marinas (Batista, 2001).

En el año 2000 se establecieron cultivos experimentales, de *K. alvarezii* los cuales han representado una importante fuente de ingresos económicos para las comunidades de la zona costera, siendo además una actividad ecológicamente sostenible. Debido a la importancia y la necesidad de caracterizar y seleccionar los cultivos de *K. alvarezii*, se ha valorado su calidad atendiendo al parámetro más habitual en la industria de los ficoloides: la carragena.

En este trabajo se presenta los diferentes métodos de extracción de carragena, analizados con la técnica de FTIR, y determinación de contenido de sulfato como carácter cuantitativo de selección.

## 2. Cultivo in situ

Los cultivos de *K. alvarezii* en Panamá se establecieron en un periodo experimental de cinco años localizados al norte de la Isla Largo Remo (Cativá) Provincia de Colón, a una profundidad de 30 cm desde la superficie y con un fondo o sustrato arenoso y cubierto por parches de pequeñas comunidades de *Thalassia testudinum*. Entre los parámetros ambientales determinados, destacan temperaturas de 30 °C, profundidad del cultivo de 30 cm, y salinidad de 32-36 psu. Se evaluaron métodos de plantación: fijos (estructuras conformadas por 6 pilares a las que se unían las cuerdas) y semifijos (diseños realizados con 4 pilares y 20 estacas) tabla 1; las tasas de crecimiento en las dos temporadas climáticas (seca y lluviosa); y el efecto de la biomasa inicial en la siembra.

Tabla 1. Efecto del tipo de estructura de plantación en el crecimiento de *Kappaphycus*. Tasas de crecimiento (dia<sup>-1</sup>) expresadas como media  $\pm$  error estándar. n = número de semillas cuyo crecimiento se siguió durante el periodo experimental; n es la tasa de crecimiento. \* muestra diferencia significativa (p  $\leq$  0.05)

Estructura	n	$\mu$ (dia <sup>-1</sup> )
Fijas	9	0.0434 $\pm$ 2.10 <sup>-1</sup> (*)
Semifijas	9	0.0359 $\pm$ 1.4.10 <sup>-1</sup>

Tabla 3. Tasa de crecimiento (m, día<sup>-1</sup>) de *Kappaphycus alvarezii* cultivado en las dos temporadas climáticas (seca y lluviosa). La tasa de crecimiento es la media  $\pm$  error estándar. n es el nº de semillas.

Temporada	n	$\mu$ (dia <sup>-1</sup> )
Seca	12	0.0399 $\pm$ 2.10 <sup>-1</sup>
Lluviosa	12	0.0399 $\pm$ 2.10 <sup>-1</sup>

Tabla 2. Biomasa final (g) obtenida tras 54 días de cultivo con dos pesos iniciales de semillas (50 y 100g). La biomasa final es la media  $\pm$  error estándar. n = número de semillas seguidas durante el experimento. \* muestra diferencia significativa (p  $\leq$  0.005)

Biomasa inicial (g)	n	Biomasa final (n=54 días) (g)
50	32	1285.00 $\pm$ 69.43
100	32	1923.75 $\pm$ 91.55 (*)

## 3. Caracterización de la Carragena

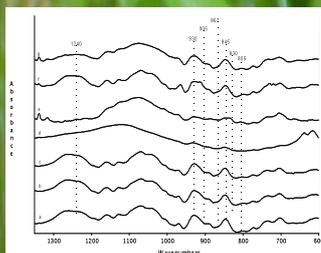


Fig. 1. Espectro de FTIR en muestras de carragena de *K. alvarezii* según distintos métodos de extracción y carragena comercial (a) Carragena comercial (1), (b) y (c) Freite-Pelegrín et al. 2006 (modificado), (d) Ohno et al. 1996 (agotamiento agua) (modificado), (e) Ohno et al. 1996 (agotamiento acuoso) (modificado), (f) método combinado de Foster & Freite-Pelegrín. Rangos de bandas entre 900-1700 cm<sup>-1</sup>.

Tabla 4. Bandas (cm<sup>-1</sup>) y sus correspondientes grupos funcionales, obtenidas mediante la técnica del FT-IR, para la determinación de la calidad de la carragena.

Bandas	Grupo funcional	Referencia
1140-1200 cm <sup>-1</sup>	Polisacáridos sulfatados	Chiovitti, 1997; Dawes, 1977; Chopin, 1990
930-940 cm <sup>-1</sup>	ArCil (anhydrolactosa)	Chiovitti, 1997; Dawes, 1977
870-880 cm <sup>-1</sup>	3,6 anhydrolactosa	Chopin, 1990; Pereira, 2003
800-810 cm <sup>-1</sup>	1,4 linked 3,6 AnidGalactose-2-sulfate	Chopin, 1990
800-810 cm <sup>-1</sup>	(shad) del grupo sulfato en el carbono 6 (en carrageenan)	Freite-Pelegrín, et al. 2006
585 cm <sup>-1</sup>	D galactose-4-sulfate	Chopin, 1990; Pereira, 2003
485-517 cm <sup>-1</sup>	Kappa and zeta mixtures	Freite-Pelegrín, 2006
410-420 cm <sup>-1</sup>	Galactose-2-sulfate	Foster et al. 1992; Pereira, 2003
425 cm <sup>-1</sup>	Sulfate ester primary and secondary Galp residues	Chiovitti, 1997
420 cm <sup>-1</sup>	Galactose-6-sulfate	Foster et al. 1992
360 cm <sup>-1</sup>	3,6 anhydroD galactose-2-sulfate	Chiovitti, 1997; Dawes, 1977; Chopin, 1990; Pereira, 2003
303-305 cm <sup>-1</sup>	Specific to zeta carrageenan	Freite-Pelegrín, et al. 2006

Tabla 5. Contenidos de SO<sub>4</sub> (µg mg<sup>-1</sup>+) obtenidos en diferentes especies.

Especie	Contenido de SO <sub>4</sub>	Referencia
<i>E. cottonii</i> wildi	21.9	Hoffman et al. 1995
<i>E. cottonii</i> extract	25.5	
<i>Anatheca Montagnei</i>	31.3	Foster et al. 1992
<i>Meristotheca senegalensis</i>	38.6	
<i>E. spinosum</i>	31.4	
<i>K. alvarezii</i> (green morphotype)	15.240.4	Hurtado-Ponce 1995
<i>E. demissum</i>	34.0-49.9	Azanza-Corralles 1990
<i>E. alvarezii</i>	27.7-38.6	
<i>K. alvarezii</i>	20.3-24.2	Este trabajo

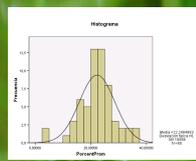


Fig. 2. Frecuencia de % de SO<sub>4</sub> en las muestras de carragena.

La extracción de la carragena mediante diferentes métodos (ver leyenda Fig. 1.) y su análisis con FT-IR (determinación bandas específicas, fig. 1, tabla 4), en la que se comparan los espectros de la carragena comercial (Fig. 1.a) con la carragena de *K. alvarezii* obtenida por diferentes métodos, demuestra que el mejor protocolo de extracción se realizó atendiendo a Freite-Pelegrín et al., 2006 (modificado). Al tiempo, el mayor rendimiento de esta materia prima se obtuvo con este método modificado (68.5  $\pm$  3.6; % g carragena/g peso seco alga) comparado a los restantes. El contenido de SO<sub>4</sub> se cuantificó según Jackson and McCandless (1978), en las muestras de carragena obtenidas con el método de Freite-Pelegrín et al., 2006 (modificado), obteniéndose un rango de 20.3-24.2 % (µg SO<sub>4</sub> mg<sup>-1</sup> carragena) (tabla 5). La distribución normal del porcentaje de carragena demuestra que esta variable es un carácter cuantitativo para la valoración de esta materia prima (Fig. 2).

## 4. Bibliografía

- Azanza-Corralles, R. Sa-a, P., 1990. The farmed Eucheuma species (Gigartinales, Rhodophyta) in Danajon Reef, Philippines: carrageenan properties. *Hydrobiologia* 204-205 (1): 521-525.
- Batista Vega, G., Trespoey, A., Critchley, AT., Bleicher Lhonneur, G., Shields, C. and Lao, S. 2004. Cultivation of Red Algae Near the Caribbean Entrance of the Panama Canal and Optimization of Carrageenan Quality. To be published at XVIII International Seaweeds Symposium, Norway.
- Chiovitti A., Baic A. Crak, D., Munro, S., Kraft, G. and Ming-Long L., 1997. Cell-wall polysaccharides from Australian red algae of the family Solieriaceae (Gigartinales, Rhodophyta): novel, highly pyruvated carrageenans from the genus *Callophycus*. *Carbohydr Res* 299, 229-243.
- Chopin, T., Haniak, M.D., Koehn, F.E., Molton, J. 1990. Studies on carrageenans and effects of seawater phosphorus concentration on carrageenan content and growth of *Agardhiella subulata* (C. Agardh) Kraft and Wynne (Rhodophyceae, Solieriaceae). *J Appl Phycol* 2 (1): 3-16.
- Dawes, C.J., Satriey, N.F., Stancioff, D.J. 1977. Seasonal and reproductive aspects of plant chemistry, and  $\alpha$ -Carrageenan from *Floridan* Eucheuma (Rhodophyta, Gigartinales). *Bol. Mar.* Vol. XX, pp. 137-147.
- Foster, A.H., Homprobat, J.M., Combauf, G. 1992. Chemical composition and Rheological properties of carrageenans from two Senegalese Solieriaceae *Anatheca montagnei* Schmitz and *Meristotheca senegalensis* Feldmann. *Bot. Mar.* Vol. 35, pp. 351-355.
- Hoffmann, R.A., Gidley, M.J., Cooke, D. Frith, W. 1995. Effect of isolation procedures on the molecular composition and physical properties of Eucheuma colonial carrageenan. *Food Hydrocolloids*. Vol. 9 (4) 281-289.
- Hurtado-Ponce, A.G. 1995. Carrageenan properties and proximate composition of three morphotypes of *Kappaphycus alvarezii* Doty (Gigartinales, Rhodophyta) Grown at two depths. *Bot. Mar.* vol. 38, pp. 215-219.
- Ohno, M., Quang, H.N., Hirase, S. 1996. Cultivation and carrageenan yield and quality of *Kappaphycus alvarezii* in the waters of Vietnam. *J Appl Phycol*. 8: 431-437.
- Pereira, L., Mesquita, J.F. 2003. Carrageenophytes of occidental Portuguese coast: 1-spectroscopic analysis in eight carrageenophytes from Buarcos bay. *Biomol Eng* 20, 217-222.

## 5. Agradecimientos

• A la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECID) por financiación del Proyecto PCI A/016118/08 y concesión de beca MAEC-AECID.

• A los Drs. Jesús Pérez Peña y Javier Arana del Centro Instrumental Fisicoquímico para el Desarrollo de Investigación Aplicada (CIDIA) por permitir el análisis de las muestras con el FTIR.