

# INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO ALCALINO SOBRE EL AGAR DE *GRACILARIOPSIS TENUIFRONS* (GRACILARIALES: RHODOPHYTA)

LEONOR BRITO L.

*Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela  
perbrica @ telcel.net.ve*

**RESUMEN:** Se determinó el efecto del tratamiento alcalino sobre el rendimiento y fuerza de gel del agar de *Gracilariopsis tenuifrons*, colectada en Chacopata, estado Sucre, Venezuela. El tratamiento alcalino fue realizado con concentraciones de NaOH de 1%, 2% y 3%, a 90 °C durante tres horas. Además, se evaluó el agar sin tratamiento alcalino. Existió una variación en el rendimiento de la extracción del agar para todas las concentraciones de NaOH, fluctuando desde 14,7% hasta 24,3%. Sin NaOH, osciló entre 23,4%-30,9%. El tratamiento con NaOH al 3% mejoró significativamente la calidad del agar, obteniéndose valores de fuerza de gel desde 257,6 hasta 975,5 g/cm<sup>2</sup>. Sin tratamiento alcalino, varió desde 61,9-320,6 g/cm<sup>2</sup>, por lo tanto, se recomienda el uso del tratamiento alcalino para mejorar la calidad del agar de *G. tenuifrons*.

**ABSTRACT:** The effect of alkali treatment on the yield and gel strength of agar from *Gracilariopsis tenuifrons* collected in Chacopata, Sucre state, Venezuela was determined. Alkali treatment was carried out with NaOH concentrations of 1%, 2% and 3%, at 90 °C during three hours. Moreover, the agar without alkali treatment was evaluated. There was a variation in the yield values for all NaOH concentrations, ranging between 14.7% to 24.3%. Without NaOH, the yield varied between 23.4-30.9%. Treatment with 3% NaOH improved significantly the agar quality, obtaining gel strength values from 257.6 to 979.5 g/cm<sup>2</sup>. Without alkali treatment, ranged from 61.9-320.6 g/cm<sup>2</sup>, therefore, the use of alkali treatment to improve the agar quality from *G. tenuifrons* is recommended.

## INTRODUCCIÓN

*Gracilariopsis tenuifrons* es una agarofita que se encuentra en forma constante aunque no abundante en algunas costas del Oriente del país, por lo que ha sido objeto de varios estudios con la finalidad de determinar, entre otros aspectos, su importancia económica como materia prima para la extracción de agar. En Venezuela, se pueden citar los realizados por LEMUS (1992), BELLORIN & LEMUS (1997), BRITO & LEMUS (1998), BARRIOS (1998), quienes sostienen que es una especie potencialmente aprovechable.

El proceso de obtención de agar contempla diferentes etapas, de las cuales el pretratamiento alcalino y el método de extracción tienen un papel determinante en la calidad del producto obtenido. Este pretratamiento, o cualquier otro, debe ser adaptado a cada especie de alga, ya que factores como diversidad morfológica, ciclo de vida, estado fisiológico de la especie de alga seleccionada, influyen en la calidad del agar extraído (INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, 1987).

El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de tres concentraciones de hidróxido de sodio en el rendimiento y fuerza de gel del agar de *G. tenuifrons* con

el propósito de establecer el tratamiento alcalino óptimo para esta especie y como consecuencia obtener un agar de calidad industrial.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de *G. tenuifrons* fueron colectadas en la localidad de Chacopata, ubicada en la costa norte de la Península de Araya, estado Sucre, Venezuela, a 10° 39' 54" Lat. N y 63° 49' 33" Long. W, desde mayo hasta septiembre de 1996.

Las algas fueron lavadas cuidadosamente con agua corriente para eliminar impurezas y el epifitismo existente que pudieran interferir en la calidad y rendimiento del agar. Posteriormente fueron secadas al sol y molidas hasta obtener una harina. La extracción del agar se realizó utilizando tratamiento alcalino, sometiendo las algas a tres concentraciones de hidróxido de sodio al 1%, 2% y 3%; a 90 °C, durante tres horas, y sin éste. Para este último procedimiento, las muestras fueron hidratadas con agua destilada durante 16-24 h. El rendimiento del agar fue calculado en base a 7 g de harina de algas. Para la determinación de la fuerza de gel se preparó una solución de agar al 1,5% y se utilizó un gelómetro tipo Nikkansui modificado al cual se le

adaptaron émbolos de diferentes áreas de acuerdo a la dureza del gel, para luego aplicar la fórmula de conversión señalada por KIM (1970).

Para determinar el efecto de las concentraciones de NaOH sobre el rendimiento y fuerza de gel del agar se aplicó un análisis de varianza sencillo utilizando el programa estadístico Statgraphics Plus 7.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características del agar de *G. tenuifrons* consideradas fueron el rendimiento y la fuerza de gel.

Los resultados obtenidos indican que cuando se utilizó tratamiento alcalino aplicando hidróxido de sodio al 1%, el rendimiento del agar varió entre 16,4-23,8%, entre 15,8-23,7% con NaOH al 2% y entre 14,7-24,3% con NaOH al 3%, obteniéndose valores promedio de 20,0; 20,1 y 19,0%, respectivamente. Al no emplearse tratamiento alcalino, el rendimiento estuvo comprendido entre 23,4-30,9%, con promedio de 27,3% (Tabla 1, Fig.1). Aunque mediante análisis de varianza se evidenció que no existen diferencias significativas en el rendimiento del agar de esta agarofita con respecto a la concentración de NaOH aplicada ( $F = 0,481$ ;  $P > 0,05$ ); se observó que a mayor concentración de NaOH el rendimiento fue menor.

Tabla 1. Rendimiento (%) y fuerza de gel (g/cm<sup>2</sup>) del agar de *Gracilariopsis tenuifrons* tratada con diferentes concentraciones de hidróxido de sodio (NaOH) y sin éste. n: Tamaño de la muestra, X: promedio, S<sub>x</sub>: Desviación estandar.

|               | n  | Rango         | $\bar{X}$ | S <sub>x</sub> |
|---------------|----|---------------|-----------|----------------|
| RENDIMIENTO   |    |               |           |                |
| Sin NaOH      | 15 | 23,4 - 30,9   | 27,3      | 1,5            |
| NaOH 1%       | 15 | 16,4 - 23,8   | 20,0      | 0,8            |
| NaOH 2%       | 15 | 15,8 - 23,7   | 20,1      | 0,8            |
| NaOH 3%       | 15 | 14,7 - 24,3   | 19,0      | 0,9            |
| FUERZA DE GEL |    |               |           |                |
| Sin NaOH      | 15 | 61,9 - 320,6  | 172,7     | 57,8           |
| NaOH 1%       | 15 | 163,6 - 770,1 | 370,0     | 57,4           |
| NaOH 2%       | 15 | 241,8 - 620,3 | 379,6     | 42,6           |
| NaOH 3%       | 15 | 257,6 - 979,5 | 450,2     | 72,5           |

Con relación a la fuerza de gel, con NaOH al 1% ésta estuvo comprendida entre 163,6-770,1 g/cm<sup>2</sup>; entre 241,8-620,3 g/cm<sup>2</sup> con NaOH al 2% y entre 257,6-979,5 g/cm<sup>2</sup> con NaOH al 3%, con valores promedio de 370,0; 379,6 y 450,2 g/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Sin tratamiento alcalino, se obtuvieron valores entre 61,9-320,6 g/cm<sup>2</sup>, con promedio de 172,7 g/cm<sup>2</sup> (Tabla 1; Fig.2). El análisis de varianza aplicado indicó que no existen diferencias significativas en la fuerza de gel de esta especie al ser sometida a diferentes concentraciones de NaOH ( $F = 0,556$ ;  $P > 0,05$ ), pero se apreció que a mayor concentración de NaOH existe un aumento de la fuerza de gel.

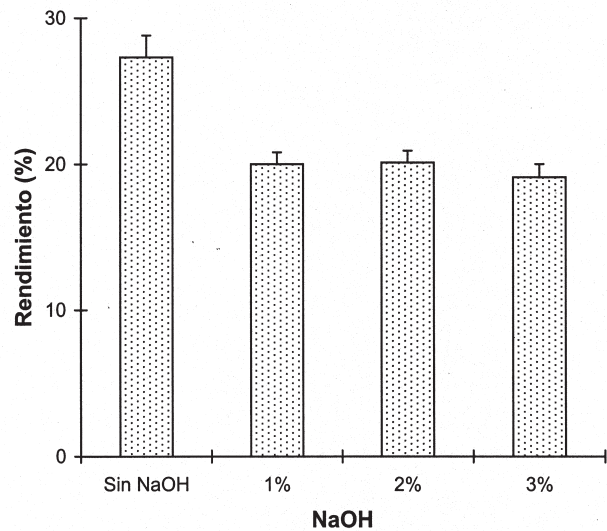


Figura 1. Rendimiento del agar de *G. tenuifrons* tratada con diferentes concentraciones de hidróxido de sodio (NaOH) y sin éste. Las líneas verticales representan las desviaciones estandar.

Se puede observar que se cumple la tendencia general reportada en la bibliografía, es decir, que existe una relación inversa entre el rendimiento y la fuerza de gel del agar de esta especie a diferentes concentraciones de NaOH, o sea, a mayor concentración de NaOH menor rendimiento pero mayor fuerza de gel, y viceversa.

Los pretratamientos aplicados al alga antes de la extracción son muy importantes, ya que condicionan en alto grado las características del agar extraído (McHUGH, 1987). Posiblemente, en este caso, el tratamiento alcalino utilizado ó NaOH a diferentes concentraciones, provocó hidrólisis de grupos sulfatos, ocasionando aumento de la fuerza de gel por liberación de radicales sulfatos del

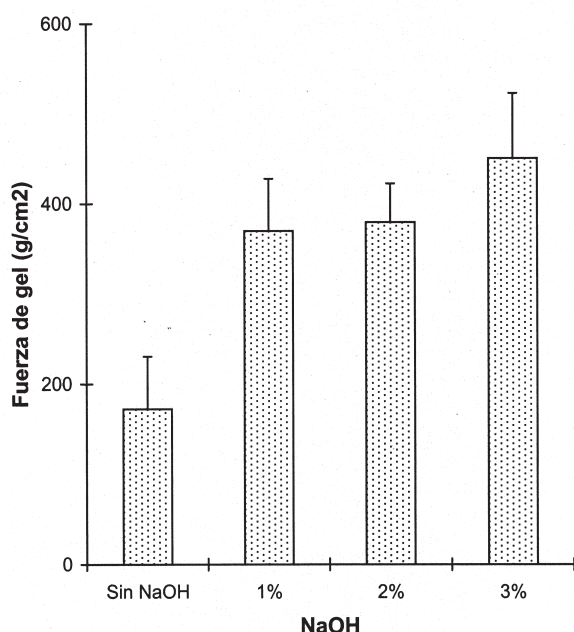


Figura 2. Fuerza de gel del agar de *G. tenuifrons* tratada con diferentes concentraciones de hidróxido de sodio (NaOH) y sin éste. Las líneas verticales representan las desviaciones estándar

alga y, disminución del rendimiento por reducción del peso molecular (MURANO, 1991).

En este estudio, de las tres concentraciones de NaOH utilizadas, la de 3% fue la que produjo mayores valores de fuerza de gel pero menor rendimiento (Tabla 1, Figs. 1, 2).

Estos resultados coinciden con los señalados por el INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO DE CHILE (1987), quienes concluyen que desde un punto de vista técnico y económico, los valores óptimos de las variables para el proceso de obtención de agar son: una concentración de NaOH de 3%, tiempo de tratamiento de tres horas y  $p_H$  de  $7,0 \pm 0,2$ . Asimismo, HURTADO-PONCE (1994) en *Gracilariopsis heteroclada*, encontró los valores más elevados de fuerza de gel en las algas sometidas a una salinidad de 24‰ y tratadas con NaOH al 3%. APONTE & LEMUS (1989), BRITO & LEMUS (1996) señalan que en las especies de *Gracilaria* estudiadas hubo un aumento significativo de la fuerza de gel al aplicar NaOH al 3%, pero una disminución del rendimiento. FREILE-PELEGRIN & ROBLEDO (1997) sostienen que los tratamientos con NaOH al 3% y 5% y a temperaturas entre 85-90 °C mejoraron significativamente la calidad del agar de

*Gracilaria cornea*. Sin embargo, DURAIRATNAM & QUEIROZ (1981) y DURAIRATNAM (1987) indican que en 4 especies de *Gracilaria*, la fuerza de gel aumentó considerablemente cuando se utilizó una solución alcalina de hidróxido de sodio al 2%. CHIRAPART & OHNO (1993) encontraron en *Gracilaria* sp. (tipo chorda) que después del tratamiento alcalino aplicado (NaOH al 5%, por dos horas) el agar obtenido fue considerado de grado comercial. HURTADO-PONCE (1992) determinó en seis especies de *Gracilaria* y una de *Gracilariopsis* que cada especie mostró buenas propiedades reológicas a un tiempo de extracción específico. VILLANUEVA *et al.* (1997) señalan que en *Gracilaria eucheumoides* las condiciones óptimas para la extracción del agar fueron NaOH al 10%, 90 °C y dos horas de tratamiento. Así mismo, SASIKUMAR *et al.* (1997) hallaron en *Gracilaria blodgettii* y *G. verrucosa* que los valores más elevados de fuerza de gel se obtuvieron cuando las algas fueron tratadas con NaOH 8N. Sin embargo, BRASCH *et al.* (1982) señalan que concentraciones de NaOH mayores que 4% y temperaturas altas, aparentemente provocan una depolimeración y serían capaces de degradar polisacáridos que incluso contienen 3,6 anhidrogalactosa. Por lo expresado anteriormente, se puede observar que cada especie de alga responde de manera particular al tratamiento aplicado, por lo tanto, éste debe ser adaptado a cada una para obtener un gel de calidad superior. En conclusión, en este estudio los factores más influyentes durante la extracción del agar de *Gracilariopsis tenuifrons* fueron el tratamiento alcalino aplicado (NaOH 3%), una temperatura de 90 °C y un tiempo de tratamiento de tres horas.

#### AGRADECIMIENTO

Al personal del Laboratorio de Botánica Marina del Instituto Oceanográfico de Venezuela de la Universidad de Oriente por su colaboración en las actividades de campo y de laboratorio. Al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente por el financiamiento parcial de este trabajo a través del proyecto CI-5-1803-0633 94/97.

#### REFERENCIAS

- APONTE, M. & A. LEMUS. 1989. Comparative study of the agar obtained from three species *Gracilaria* feasible for culture in Venezuela. In Oliveira, E.

- & Kautsky, N. (eds.), *Cultivation of Seaweeds in Latin America*. USP/IFS, Brazil:117-119.
- BARRIOS, M., J. 1998. *Estudio de la epibiosis en cultivos experimentales de Gracilariopsis tenuifrons (Gracilariales, Rhodophyta) en Chacopata, Estado Sucre, Venezuela*. Trab. Grad. M.Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 93 pp.
- BELLORIN, A. & A. LEMUS. 1997. Efecto de la temperatura y la irradiancia en el crecimiento "in vitro" del alga *Gracilariopsis tenuifrons* (Bird & Oliveira) Fredericq & Hommersand (Gracilariales, Rhodophyta). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente* 36(1&2): 61-67.
- BRASCH, D., C. CHUAH & L. MELTON. 1982. *The agar type polysaccharide from the red alga Gracilaria secundata*. University of Otago, Dunedin, New Zeland. pp 190-199.
- BRITO L., L. & A. LEMUS. 1996. Rendimiento y consistencia del agar de *Gracilaria damaecornis* J. Agardh (Gracilariales, Rhodophyta). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente* 35 (1&2):57-62.
- . & A. LEMUS. 1998. Variación anual en el rendimiento y fuerza de gel del agar de *Gracilariopsis tenuifrons* (Bird et Oliveira) Fredericq et Hommersand de la Península de Araya, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente* 37(1&2):74-79.
- CHIRAPART, A. & M. OHNO. 1993. Seasonal variation in the physical properties of agar and biomass of *Gracilaria* sp. (chorda type) from Tosa Bay, southern Japan. *Hydrobiologia* 260/261:541-547.
- DURAIRATNAM, M. 1987. Studies on the yield of agar, gel strength and quality of agar of *Gracilaria edulis* (Gmel.) Silva from Brazil. *Hydrobiologia* 151/152 : 509-512.
- DURAIRATNAM, M. & N. DE QUIEROZ SANTOS. 1981. Agar from *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss and *G. sjoestedtii* Kylin from northeast Brasil. *Proc. Int. Seaweeds Symp.* 10 : 669-674.
- FREILE-PELEGRIN, Y. & D. ROBLEDO. 1997. Influence of alkali treatment on agar from *Gracilaria cornea* from Yucatán, México. *J. Appl. Phycol.* 9 : 533-539.
- HURTADO-PONCE, A. 1992. Influence of time extraction on the rheological properties of agar from *Gracilaria* species from the Philippines. *Bot. Mar.* 35 (5) : 441-445.
- . 1994. Agar production from *Gracilariopsis heteroclada* grown at different salinity levels. *Bot. Mar.* 37 : 97-100.
- INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO. 1987. *Tecnología de proceso de obtención de agar a nivel piloto*. Corporación de Fomento de la Producción. Chile, 186 pp.
- KIM, D.H. 1970. Economically important seaweeds in Chile -I *Gracilaria*. *Bot. Mar.* 13 : 140-162.
- LEMUS, A. 1992. Ensayos de cultivo de la agarofita *Gracilariopsis tenuifrons* (Bird et Oliveira) Fredericq et Hommersand (Rhodophyta) en el Oriente de Venezuela. *Memorias del VII Simposio Latinoamericano de Acuicultura*. Barquisimeto, Venezuela. pp. 140-148.
- McHUGH, D.J. (ed.). 1987. *Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds*. FAO. *Fish.Tech.Pap.* (288) : 189 pp.
- MURANO, E. 1991. Extraction and Purification of Phycocolloids from Agarophytes. In García, G. & Pedersén, M. (eds.). *Seaweed Cellular Biotechnology, Physiology and Intensive Cultivation*. España : 303-307.
- SASIKUMAR, C., V. RAO & R. RENGASAMY. 1997. Effect of alkali treatment of red algae *Gracilaria blodgettii* and *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyta) on agar quality. *Ind. J. Mar. Sci.* 26 (2) : 191-194.
- VILLANUEVA, R.D., C.V. PAGBA & N.E. MONTAÑO. 1997. Optimized agar extraction from *Gracilaria euchaeumoides* Harvey. *Bot. Mar.* 40 : 369-372.