

## ESTUDIO COMPARATIVO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ÁCIDO ALGÍNICO EN ALGAS PARDAS (MARINAS): *Macrocystis pyrifera* y *Lessonia trabeculata*

Víctor R. Caja R.<sup>1</sup>, César A. Córdova<sup>2</sup>, Norma Salas<sup>1</sup>, Elvira de La Torre<sup>1</sup>,  
Elvira Becerra<sup>1</sup>, Dora Bazán G.<sup>1</sup>, Juan C. Woolcott<sup>1</sup>, Hércules Molina A.<sup>3</sup>,  
Miguel A. Llellish J.<sup>4</sup> y Carla P. Aguilar S.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Química e Ingeniería Química, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú  
<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú  
<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú  
<sup>4</sup>Instituto Nacional de Recursos Naturales, Lima, Perú  
<sup>5</sup>Unidad de Investigaciones en Acuicultura, Instituto del Mar del Perú, Callao, Perú

### RESUMEN

El propósito de esta investigación consiste en evaluar el rendimiento de la obtención del ácido algínico a nivel de laboratorio con la finalidad de comparar los resultados de los tipos de algas pardas: *Lessonia trabeculata* vs. *Macrocystis pyrifera*. Los resultados indican mayor rendimiento en la producción de ácido algínico proveniente de la *Macrocystis pyrifera* con respecto a la *Lessonia trabeculata*.

**Palabras claves:** Algas, Ácido, Algínico, *Lessonia*, *Macrocystis*.

### ABSTRACT

The propose of this research es to evaluate the yield of alginic acid at laboratory level in order to compare the results from brown seaweeds: *Lessonia trabeculata* vs. *Macrocystis pyrifera*. The results shows greater yields on production of alginic acid from *Macrocystis pyrifera* compared to that from *Lessonia trabeculata*.

**Keywords:** Alagae, Algnic acid, *Lessonia*, *Macrocystis*.

### INTRODUCCIÓN

El estudio es importante porque dentro de los recursos renovables de mar, las algas marinas pueden ser aprovechados a nivel industrial tales como el textil, alimentaría, cosmética, espumante de la cerveza, revestimiento de electrodos, medicina, etc., ya que sirven como fuente de materia prima para diversas industrias<sup>1-5,9,10,11,13</sup>. Nos estamos refiriendo particularmente a las algas pardas.

En el presente trabajo se ha experimentado con *Lessonia trabeculata*<sup>7,8</sup> de la Bahía de Ilo y *Macrocystis pyrifera* de la playa de Cantolao - Callao.

### OBJETIVO

Obtener ácido algínico que se encuentra en las paredes celulares de las algas pardas a través de un experimento adecuado. Ver las figuras con la tabulación del pH vs. Consumo

del HCl Q.p. para la obtención experimental del ácido algínico a partir de las hojas y tallos de *Lessonia trabeculata* y de la *Macrocystis pyrifera* en general.

### ESTRUCTURA QUÍMICA DE LOS ALGINATOS

Los alginatos<sup>14</sup> son las sales del ácido algínico, polisacárido lineal constituido por dos unidades monoméricas, el ácido β-D-manurónico<sup>12</sup> (M) y el ácido α-L-gulurónico (G). Estos se agrupan en bloques de secuencias MM, MG, unidos por enlaces glucosídicos β<sup>1-4</sup>; y bloques GG, GM, unidos por enlaces glucosídicos α<sup>1-4</sup>.

Las fórmulas clásicas de Haworth para los dos monómeros se muestran en la figura 1, mientras la figura 2 ilustra las llamadas estructuras fórmulas de silla que permiten ver en forma más clara el arreglo tridimensional de las moléculas:

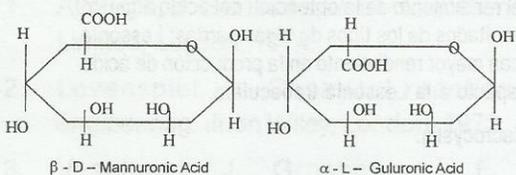


Fig. N° 1. Fórmulas clásicas de las dos unidades monoméricas del ácido algínico.

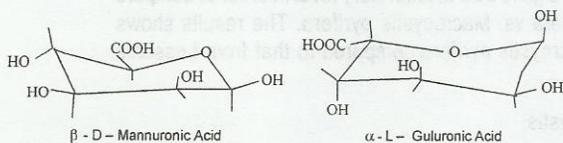


Fig. N° 2. Fórmulas en formas de silla.

Como se mencionó anteriormente, la gran variedad de aplicaciones de estos productos se basa en la habilidad natural que poseen en el control del comportamiento del agua, lo que científicamente se conoce como propiedad hidrocoloide, y en su reactividad frente al calcio; ambas consecuencia de la geometría molecular: Ha sido demostrado que la cadena polimérica que constituye el ácido algínico y sus sales se compone de tres tipos de regiones o bloques. Los bloques G contienen solo unidades derivadas del ácido L-gulurónico, los M se basan enteramente en

ácido D-manurónico y las regiones MG, que consisten en unidades alternadas de ambos ácidos.

En las figuras 3 y 4 se muestran las configuraciones espaciales que adoptan los bloques M y G debido a los diferentes enlaces glucosídicos entre los carbonos C-1 y C-4 de las unidades monoméricas. Las regiones de bloques M corresponden a cadenas lineales, mientras que los bloques G presentan una estructura en forma de bucle.

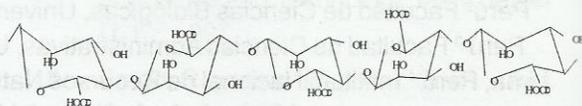


Fig. N° 3. Bloques MM.

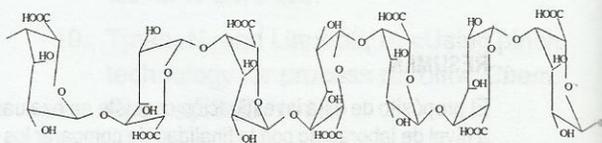


Fig. N° 4. Bloques GG.

Cuando dos cadenas de bloques G se alinean lado a lado resulta un hueco en forma de diamante, el cual tiene la dimensión ideal para acomodar en su interior un ión calcio, formándose una estructura dimérica. Éste modelo fue propuesto por Grant en 1973 («egg-box model») para explicar las propiedades gelificantes de los alginatos al reaccionar con sales cálcicas y se ampliará posteriormente. Lo importante por ahora es destacar que, según los porcentajes de regiones de bloques G y M, que varían en las distintas especies de algas, serán las características de los geles de alginatos. Por ejemplo, el alginato obtenido de *Laminaria hyperborea*, con un alto porcentaje de segmentos poligulurónicos (Véase cuadro 2) forma geles rígidos, con baja capacidad de unión de agua y tendencia a la sinéresis (pérdida de agua por proceso de exudación del gel, que produce su contracción). Por el contrario, el alginato de *Macrocystis pyrifera* o *Ascophyllum*, forma geles elásticos, con baja tendencia a la sinéresis y capacidad de sufrir deformación.

## PROCESO METODOLÓGICO

En cuanto a la metodología o algoritmo experimental, se ha aplicado el método de Haug con algunas modificaciones, sobre la base de 20 grs. para cada tipo de algas marinas (*Macrocystis pyrifera* y *Lessonia trabeculata*).

Describiremos en forma abreviada el método empleado, el cual consiste en los siguientes pasos:

### PRE-TRATAMIENTO DE LA MUESTRA

Colocar 20 grs. de algas secas<sup>13</sup> en un balón de vidrio con capacidad de 2 litros y agregar agua destilada para hacer el lavado con la finalidad de eliminar las sales solubles. Este lavado se hace varias veces hasta que los líquidos no den precipitado con solución diluida de nitrato de plata al 1% en peso.

### LAVADO CON SOLUCIÓN DE HCl 0.2 N

Después del lavado anterior se remojan las muestras de algas con una solución de HCl 0.2N para eliminar las impurezas y luego enjuagar con agua destilada y calentarlo a la temperatura de 45°C por 10 minutos aproximadamente.

### EXTRACCIÓN DE LA ALGINA

Las muestras ya lavadas, se tratan con una solución de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  al 10 % en peso y se calienta agitando continuamente hasta la temperatura de 70°C para luego dejar en reposo por varias horas, convenientemente dejarlo macerar hasta el día siguiente, en esta fase se disuelve la algin<sup>6</sup> y los pigmentos de la alga. La solución presenta un aspecto viscoso y de color parduzco oscuro.

Se diluye la solución que contiene las algas maceradas con 4 veces su volumen y ajustando el pH en el rango de 9 a -10 aproximadamente.

## FILTRADO DE LA ALGINA

Se hace el filtrado y el residuo se vuelve a tratar con  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  al 2 % a la temperatura de 70°C por 10 minutos y el filtrado se agrega a la solución anterior y si es necesario se vuelve a filtrar.

## BLANQUEADO

Los filtrados anteriores, tienen un aspecto coloidal y de color pardo oscuro. Para blanquearlo o decolorarlo se agrega solución de NaClO al 5.25% en la proporción de 1/10 del volumen de los filtrados resultantes que contienen el vaso de precipitado entre 1800 y 1900 ml. Aproximadamente.

## OBTENCIÓN DEL ÁCIDO ALGÍNICO

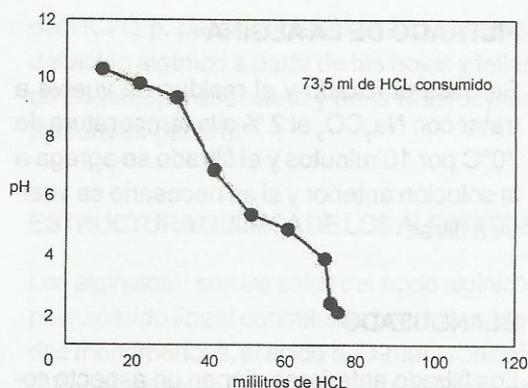
En el vaso de precipitado de 2 litros que contiene la solución anterior se le acidifica con HCl Q.p., agregando de 10 en 10 ml, midiendo su pH respectivo hasta llegar al rango aproximado de 2.0 a 2.20. Se observará la formación de unos flóculos de color blanco que se depositan en el fondo del recipiente. Se hace el filtrado por decantación con tela de tocuyo blanco, lavando el filtrado con HCl diluido.

## DESHIDRATACIÓN DEL ÁCIDO ALGÍNICO

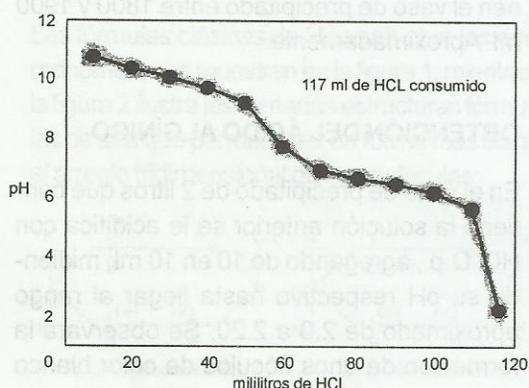
El filtrado que contiene la masa blanquecina de ácido algínico, se colocará en un recipiente de vidrio similar a las lunas de reloj, colocándolas en una estufa a baja temperatura de 480 aproximadamente por 5 horas, luego se enfría y se pesa.

En nuestro experimento se han obtenido:

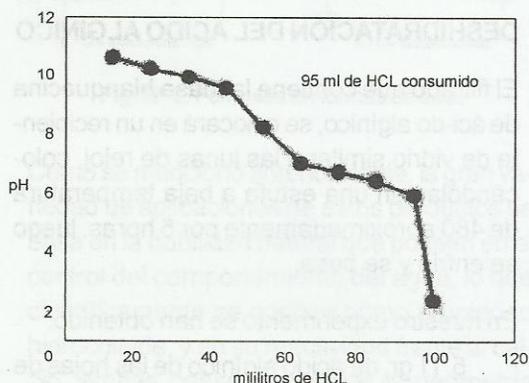
- 5.11 gr. de ácido algínico de las hojas de *Lessonia trabeculata*
- 5.58 gr. de ácido algínico de los tallos de *Lessonia trabeculata*
- 7.2653 gr. de ácido algínico de la mezcla de hoja, tallo y raíz de *Macrocystis pyrifera*.



**Fig. Nº 1.** Obtención del ácido algínico usando hojas, tallos y raíces de la alga parda *Macrocyctis pyrifera*.



**Fig. Nº 2.** Obtención experimental del ácido algínico a partir de las hojas de alga parda *Lessonia trabeculata*.



**Fig. Nº 3.** Obtención experimental del ácido algínico a partir de los tallos de la alga parda *Lessonia trabeculata*.

## DISCUSIÓN

En los gráficos se muestran el pH vs Consumo de HCl Q.p. durante el proceso de acidificación de la alga. Se observa un menor consumo de HCl Q.p. de la alga parda *Macrocyctis pyrifera* con respecto a las algas de tipo *Lessonia trabeculata*, así como también mayor producción de ácido algínico.

Los resultados experimentales se efectuaron en la planta piloto del Departamento Académico de Procesos - Facultad de Química e Ingeniería Química - UNMSM, los cuales se resumen en el siguiente CUADRO COMPARATIVO:

ALGA PARDA: <i>Lessonia trabeculata</i>		
Donada a nuestra Facultad, gracias a la gestión de la Srta. Magister Carla Aguilera Samanamud: Unidad de Investigaciones en Acuicultura del Instituto del mar del Perú - IMARPE.		
ORIGEN: Bahía de Ilo - Moquegua		
20 grs. Hojas	5.11 gr. de ácido algínico	Rendimiento 25.55%
20 grs. de tallos	5.58 gr. de ácido algínico	Rendimiento 27.9%
ALGA PARDA: <i>Macrocyctis pyrifera</i>		
Donada a nuestra Facultad, gracias a la gestión de la Srta. Magister Carla Aguilera Samanamud: Unidad de Investigaciones en Acuicultura del Instituto del mar del Perú - IMARPE.		
ORIGEN: Playa de Cantolao - Callao		
20 grs. de mezcla de hojas, tallos y raíces	7.2653 gr. de ácido algínico	Rendimiento 36.3265%

## CONCLUSIÓN

Se obtiene mayor rendimiento en la producción de ácido algínico procesando algas pardas *Macrocyctis pyrifera* con respecto a la *Lessonia trabeculata*.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Jean Claude Cheftel, Henry Cheftel y Pierre Besancon. *Introducción a la Bioquímica y tecnología de los alimentos*. Vol. II, pp.61-63, Editorial Acribia Zaragoza, España, 1983.
- Salvador Badui. *Química de los alimentos*. Editorial Alambra Mexicana, pp. 96-98, 1981.
- R. Owen. *Química de los alimentos*. Editorial Acribia, pp. 147-151, 1993.

