

## PRODUCCIÓN DE GOMA DE XANTANO EMPLEANDO CÁSCARA DE PIÑA

Ricardo A. Sierra Tobón<sup>\*†</sup>, Jose D. Zapata Arcila<sup>\*</sup> y Margarita Enid Ramírez<sup>\*</sup>

*\*Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Ingeniería Química. Cq. 1 #70-01, of. 11-8, Medellín, Colombia,*

Recibido 10 Noviembre 2008; aceptado 10 Diciembre 2008  
Disponible en línea: 17 Diciembre 2008

Resumen: Se realizó la producción de goma de xantano por fermentación aerobia empleando *Xanthomonas campestris* en dos medios diferentes de sustrato: cáscara de piña y cáscara de piña hidrolizada con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, la fermentación se realizó durante dos días, a temperatura de 28°C y a un pH de 7.2. Se cuantificó la viscosidad en el tiempo, como medida indirecta del biopolímero. Se obtuvo una viscosidad final de 1.12 cp y 1.19 cp. Cuando se empleó como sustrato cáscara de piña y cáscara de piña hidrolizada respectivamente. Los resultados de la producción de la goma de xantano, empleando en la fermentación glucosa como sustrato, alcanzó una viscosidad de 6 cp.  
Copyright © 2008 UPB

Abstract: We performed the production of rubber Xantana by aerobic fermentation using *Xanthomonas campestris* in two different ways of substrate: pineapple shell and peel pineapple hydrolyzed with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, fermentation took place over two days at temperatures of 28 ° C and pH 7.2. The amounts of the viscosity over time, as an indirect measure of biopolymers. We obtained a final viscosity of 1.12 cp and 1.19 cp. When used as a substrate peel pineapple and pineapple shell hydrolyzed respectively. The results of the production of rubber Xantana, using glucose as in the fermentation substrate, reached a viscosity of 6 cp.

Keywords: Biopolymers, pineapple, xhantan rubber

### 1. INTRODUCCIÓN

Una de las actividades más grandes del mundo, es la producción de polímeros, pues de ella se

derivan numerosas industrias como empaques, plásticos y alimentos.

---

<sup>†</sup> Autor al que se le dirige la correspondencia:  
Tel. (+574) 422 58 82, fax 4118779.  
E-mail: [ricardoarst@gmail.com](mailto:ricardoarst@gmail.com) (Ricardo Sierra).

Los polímeros son compuestos formados por largas cadenas de carbono, hasta 200000 por molécula ([Glazer, 1998](#)) esto les confiere alta resistencia a ser degradados, lo cual garantiza que permanezcan en el ambiente por largos periodos de tiempo, incrementando el impacto ambiental negativo; por lo que ha surgido la necesidad de crear polímeros que sean posibles de sintetizar a partir de recursos renovables, mediante el uso de microorganismos.

Los biopolímeros son compuestos susceptibles a la descomposición primaria a través de la acción enzimática de microorganismos; por lo que son potencialmente biodegradables y su uso a nivel industrial va desde empaquetado hasta los aditivos alimenticios y de los productos químicos industriales a los productos farmacéuticos. A nivel industrial el único productor de biopolímeros existente en la actualidad, es la empresa europea Zeneca Bioproducts, BIOPOL. La capacidad de producción de BIOPOL se estima en 800 toneladas anuales, con un valor comercial de normalmente \$12 US /Kg ([Brauneeg et al., 2006](#))

Los polisacáridos microbianos son una clase particular de biopolímeros, estos son incluidos dentro de la categoría de hidrocoloides o gomas, uno de estos polisacáridos es la goma de xantano, el cual es producido comercialmente por la bacteria *Xanthomonas campestris*, este biopolímero es ampliamente utilizado en la industria alimenticia, química y farmacéutica y funciona como un biofloculante, bioabsorbente, como un agente removedor de metales pesados, entre otros ([Prasertsan et al., 2008](#)). Debido a sus múltiples usos la goma de xantano es uno de los mayores biopolímeros comercialmente producidos con una capacidad anual de producción de 30000 ton, que significan ganancias de \$408 millones de dólares, esta goma se obtiene empleando diferentes sustratos ([Kalogiannis et al., 2003](#))

Entre la gran cantidad de frutas que Colombia produce, la piña (Ananás comosus) ocupa un renglón fundamental en la economía agropecuaria nacional, siendo la de clase perolera la más predominante en departamentos como: Santander, Casanare, Antioquia, Valle del Cauca entre otros. Se estima que la producción de piña en territorio Colombiano es de 322000 toneladas al año ([INFORME de productos Agroindustriales de](#)

[Colombia en el año 2005.http://www.casanare.gov.vo/esp/descarga/ol etin 200516 Feb. 2008](#)), sin embargo la producción y sembrado de la piña en Colombia, sólo se hace con fines de comercialización alimentaria y no existen, aún cuando aproximadamente el 34% ([Salazar, 1998; p.38](#)) de la piña es cáscara, métodos de aprovechamiento adecuado para los “desechos” provenientes de ella.

Este estudio, pretende no sólo aprovechar los desechos provenientes de la industria agropecuaria, si no implementar nuevas tecnologías a la industria petrolera, alimenticia y textil que de igual manera son importantes sectores económicos en Colombia, mediante la obtención de un biopolímero microbiano, la goma de xantano empleando como sustrato cáscara de piña

## 2. MATERIALES Y METODOS

Para la producción de goma de xantano, se empleó la cepa *Xanthomonas campestris*, donada por el Centro de Estudio y de Investigación en Biotecnología de la UPB. Esta cepa se cultivó en medio YM y se conservó a una temperatura de 30°C.

Para determinar la concentración del inóculo se preparó un medio, el que se identificó como Medio 0, la composición de este medio, para un volumen de 250 mL, se registra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Composición Del Medio 0.

Compuestos	Cantidad (g)
Peptona	0.5
Glucosa	0.5
Extracto de levadura	0.5

Esta solución, se llevó a un reactor de 1 L, el cual se esterilizó en autoclave por un periodo de 30 minutos. Luego de esterilizar se inoculó la bacteria en el medio.

Posteriormente se realizó la fermentación, a condiciones aerobias, a Temperatura de 25°C y agitación de 140 rpm.

La toma de muestras se realizó durante dos días cada 3 horas, cada una fue centrifugada durante 5

minutos a 4000 rpm, para separar sobrenadante y biomasa, esta última fue llevada a peso constante.

Posteriormente, se realizaron dos fermentaciones, las cuales fueron inoculadas con *Xanthomonas campestris*, a una temperatura de 25°C y con una concentración de 0.006 g/L

Para la preparación del Medio1 y el Medio2 se utilizaron 300 g de cáscara de piña la cual fue licuada con 250mL de agua destilada, para ser filtrada. La composición del Medio 1, para un volumen de 500mL, se muestra en la Tabla 2

**Tabla 2.** Composición Del Medio 1.

Compuestos	Cantidad (g)
Peptona	0.9
Solución filtrada de cáscara de piña	0.9
Extracto de levadura	0.9

El medio 1, contiene la siguiente composición de sales en (gr/L).

**Tabla 3.** Composición de sales para el Medio 1

Sal	Concentración (g/L)
NaCl	4
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.2
Extracto de Levadura	0.1

Además, se le adicionó la traza de sales que se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Traza de sales

Sal	Concentración (g/L)
CaCl <sub>2</sub> .2 H <sub>2</sub> O	0.04
FeCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.0025
MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	0.001
NaMoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	1.00E-05
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	1.00E-05
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	1.00E-05
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	1.00E-05
CoCl <sub>2</sub> .7H <sub>2</sub> O	1.00E-05

Para la preparación del Medio 2, el caldo producto de la filtración fue hidrolizado con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado, en una proporción del 1% del volumen total del medio, posteriormente se le adicionaron los mismos componentes, sales y

traza de sales, tal y como se realizó en el Medio 1.

Luego de que ambos medios estuvieran esterilizados, se les adicionó a cada uno 50 ml el inóculo que se preparo anteriormente y se procedió a realizar el montaje de la misma manera que para el Medio 0.

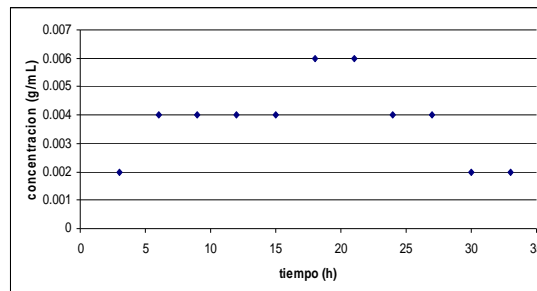
La toma de muestras que se efectuó en el Medio 1 (sin hidrolizar) y el Medio 2 (hidrolizado), se realizaron cada 3 horas durante 2 días

La cuantificación de la biomasa se desarrolló con el mismo método que se empleó en el Medio 0.

Al sobrenadante se le cuantifica la cantidad de producto, por método indirecto, determinando la viscosidad con el viscosímetro de Oswald.

### 3. ANALISIS DE RESULTADOS

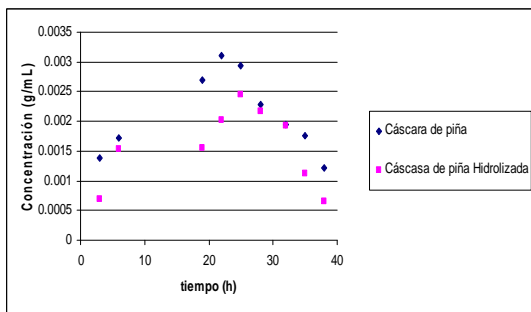
La concentración de inóculo se determinó realizando un seguimiento de la biomasa al medio 0, el cual se muestra en la [Fig. 1](#).



**Fig. 1.** Curva de Biomasa para el Medio 0

Los medios 1 y 2 fueron inoculados a una concentración de 0.006 g/mL. En la Figura 2 se presenta el cambio de concentración con el tiempo para los medios 1 y 2.

En la [Fig. 2](#) se observa que no hay periodo de adaptación debido a que el microorganismo fue inoculado en su fase de mayor crecimiento. Además se observa que se alcanza una mayor concentración utilizando como fuente de carbono la cáscara de piña sin hidrolizar.



**Fig. 2.** Curva de Biomasa para Medios

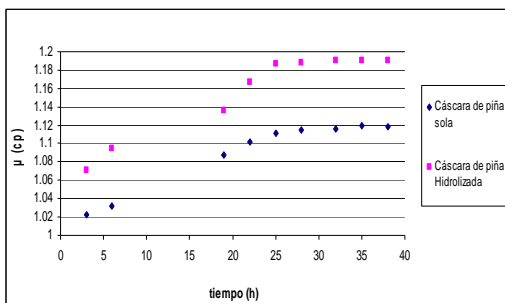
Algunos estudios han demostrado incluso que los niveles más altos de goma xantano y de biomasa pueden ser producidos con el aumento de la agitación y los valores de tiempo de fermentación, con el valor máximo en la zona de 72 horas y el ajuste de la temperatura de fermentación a cerca de 25 o 35 °C, pues la producción sintética de goma de xantano es eficiente con alta conversión ([Psomas et al., 2007](#)).

La cuantificación de la viscosidad se realizó empleando ecuación (1).

$$\mu(cp) = 0.3 \times (8.02 - \rho_F) \times t(\text{min}) \quad (1)$$

Donde 0.3 es el factor de fricción del viscosímetro de oswalt, 8.02 es la densidad del sólido y  $\rho_f$  es la densidad del líquido.

En la [Fig. 3](#) se muestra el cambio de viscosidad con respecto al tiempo para ambos medios.



**Fig. 3.** Curva de Viscosidad para Medios 1 y 2

De las [Figs 2](#) y [3](#) se observa que la muerte de los microorganismos esta ligada con el aumento de la viscosidad, puesto que el medio a estas condiciones no permite una buena transferencia de oxígeno al microorganismo.

Al comparar los resultados obtenidos con otros estudios realizados ([Azuaje y Sánchez, 1999](#)) se encontró que al utilizar la cáscara de piña como sustrato se obtienen resultados aceptables. Esta comparación se muestra en la [Tabla 5](#).

Utilizando diferentes sustratos, la limitación de los nutrientes no influye en la estructura de la base primaria, no obstante sí afectan la estructura de las cadenas de lado, la masa molecular, el rendimiento y en el caso de la goma de xantano la viscosidad ([Rosalam y England, 2006](#)).

**Tabla 5.** Comparación de viscosidad utilizando otra fuente de carbono

Fuente de carbono	Viscosidad (cp)
Glucosa	6.2
Harina de soya	0
Melaza	1.4
Almidón de maíz	5
Cáscara de piña	1.12
Cáscara de piña hidrolizada	1.19

Además, la viscosidad que es capaz de producir una goma que es dispersada en agua, es enormemente variable de una gomas a otra. En algunas gomas fácilmente dispersables como la goma guar, la viscosidad máxima se alcanza al poco tiempo. Por el contrario en gomas cuya dispersión es difícil, es decir, que se hidratan lentamente, como la goma de tragacanto, el conseguir su máxima viscosidad puede tardar más tiempo ([Maestre, 1983](#)).

#### 4. CONCLUSIONES

La concentración del inóculo fue de 0.006 g/mL, esta se logró a un tiempo de 19 h.

Se encontró que para un tiempo de 22 horas la concentración del Medio1 fue 0.0031 g/mL y para el Medio 2 la concentración fue de 0.0024 g/mL en un tiempo de 25 horas.

Finalizada la fermentación, la viscosidad del Medio 1 fue 1.12 cp y para el Medio 2, 1.19 cp

Las viscosidades encontradas con las fuentes de carbono utilizadas son aceptables debido a que se

encuentran dentro del intervalo de estudios realizados por otros autores

## BIBLIOGRAFIA

- AZUAJE, Ricardo y SÁNCHEZ, José. Producción de xantano por *Xanthomonas campestris* en un medio de cultivo no convencional. En: Acta científica Venezolana., no.50 (1999); p.201.
- BRAUNEEG, Lefebvre y GENSER, Klaus. Polyhydroxyalkanoates, biopolyesters from renewable resources: Physiological and engineering aspects. Citado por OCAMPO LÓPEZ, Carlos. Ensayos para la producción de pha enfocado a la industria textil. Medellín, 2006. p. 3. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). UPB. Facultad de Ingeniería Química.
- GLAZER, A. et al. Microbial biotechnology. New York, (1998); p 283
- INFORME de productos Agroindustriales de Colombia en el año 2005. [en línea] [http://www.casanare.gov.vo/esp/descarga/bolet\\_in\\_2005](http://www.casanare.gov.vo/esp/descarga/bolet_in_2005) > [consulta: 16 Feb. 2008
- KALOGIANNIS, Stavros; LIAKOVIDOU, Gethimani y LIAKOPOULOU Maria. Optimization of xanthan gum production by *Xanthomonas campestris* grown in molasses. En: Process Biochemistry., no.39 (2003); p.249
- MAESTRE, Joaquín Las gomas en las industrias de conservas vegetales. En: Revista Alimentación equipos y tecnología. Año 2, no.3 (May-Jun.1983); p.135
- PRASERTSAN, Poonsuk et al., Optimization for biopolymer production by *Enterobacter cloacae* WD7. En: Carbohydrate Polymers., no71 (2008); p.468
- PSOMAS, S; LIAKOPOULOU, M y KYRIAKIDIS, D. Optimization study of xanthan gum production using response surface methodology. En: Biochemical Engineering Journal., no.35 (2007); p. 273
- ROSALAM, S y ENGLAND, R. Review of xanthan gum production from unmodified starches by *Xanthomonas campestris* sp. En: Enzyme and Microbial Technology., no.39 (2006); p.197-205.
- SALAZAR, Raúl. Situación del cultivo de piña en Colombia. En: Revista Ingenierías, Universidad San Buenaventura. Cali., no.1 (Ene.-Jun. 1998); p.38

## SOBRE LOS AUTORES:

### Ricardo A. Sierra Tobón

Estudiante de pregrado de la facultad de ingeniería química de la Universidad Pontificia Bolivariana con proyección en investigación en el área de biotecnología

### Jose D. Zapata Arcila

Estudiante de pregrado de la facultad de ingeniería química de la Universidad Pontificia Bolivariana con proyección en investigación en el área de biotecnología

### Margarita E. Ramírez Carmona

Directora e Investigadora Centro de Estudios y de Investigación en Biotecnología (CIBIOT). Doctor en Bioprocesos, de la Universidad Federal do Rio de Janeiro. Principales áreas de interés investigativo: Biotecnología Ambiental, fermentaciones, Metodología de la Investigación, Diseño de experimentos.