

Extracción y caracterización de celulosa a partir de la planta del plátano

Extracção e caracterização da celulose da planta da bananeira

DOI:10.34117/bjdv8n12-130

Recebimento dos originais: 11/11/2022

Aceitação para publicação: 13/12/2022

María Martha Sandoval Arreola

Maestría en Ciencias ambientales

Institución: Tecnológico Nacional de México Campus Lázaro Cárdenas
Dirección: Av. Melchor Ocampo, 2555, Colonia Cuarto Sector, C.P. 60950,
Cd. Lázaro Cárdenas Michoacán, México
Correo electrónico: sandoval_129@live.com

Eduardo Jesús Galeana González

Ingeniero Químico

Institución: Tecnológico Nacional de México Campus Lázaro Cárdenas
Dirección: Av. Melchor Ocampo, 2555, Colonia Cuarto Sector, C.P. 60950,
Cd. Lázaro Cárdenas Michoacán, México
Correo electrónico: chepalt_lalo@hotmail.com

Litza Eleydy Roque Barbosa

Ingeniero Químico

Institución: Tecnológico Nacional de México Campus Lázaro Cárdenas
Dirección: Av. Melchor Ocampo, 2555, Colonia Cuarto Sector, C.P. 60950,
Cd. Lázaro Cárdenas Michoacán, México
Correo electrónico: litzaeleydi@hotmail.com

Gerardo Ortiz Rodríguez

Maestría en Procesos

Institución: Tecnológico Nacional de México Campus Lázaro Cárdenas
Dirección: Av. Melchor Ocampo, 2555, Colonia Cuarto Sector, C.P. 60950,
Cd. Lázaro Cárdenas Michoacán, México
Correo electrónico: gor_leon@yahoo.com

RESUMEN

En esta investigación se estudia la factibilidad de obtener celulosa a partir del peciolo y del raquis, desechos del plátano (*Musa Cavendish*). La extracción de la celulosa se realizó mediante 4 etapas: hidrólisis ácida, hidrólisis alcalina, molienda y tamizado. La caracterización se realizó mediante Microscopía Electrónica de Barrido y Espectroscopia Infrarroja con Transformada de Fourier. El mayor rendimiento para el peciolo se obtuvo con el tratamiento alcalino al 20%, mientras que para el raquis fue al 30%. En las micrografías se observó una superficie lisa, aplanada, de diámetros de 9 a 12 μm , indicando una mejor eficiencia en la eliminación de lignina y hemicelulosa para el peciolo, mientras que las del raquis muestran aglomeraciones de fibras. El análisis FTIR muestra el espectro característico de la celulosa para el peciolo. El peciolo presentó la

mayor separación de fibras con el tratamiento alcalino al 20%, convirtiéndolo en una fuente potencial de celulosa.

Palabras clave: celulosa, raquis, pecíolo, caracterización morfológica.

RESUMO

Foi estudada a viabilidade de obter celulose a partir dos resíduos de pecíolo e rachis de plátano (*Musa Cavendish*). A extração da celulose foi realizada em quatro fases: hidrólise ácida, hidrólise alcalina, trituração e peneiração. A caracterização foi realizada por Microscopia Eletrônica de Varrimento e Espectroscopia de Infravermelhos por Transformada de Fourier. O maior rendimento para o pecíolo foi obtido com o tratamento alcalino de 20%, enquanto que para o rachis foi de 30%. Os micrográficos mostraram uma superfície lisa e achatada com diâmetros de 9 a 12 μm , indicando uma maior eficiência na remoção de lignina e hemicelulose para o pecíolo, enquanto que os dos rachis mostraram aglomerações de fibras. A análise FTIR mostra o espectro característico da celulose para o pecíolo. O pecíolo mostrou a maior separação de fibras com o tratamento alcalino de 20%, tornando-o uma fonte potencial de celulose.

Palavras-chave: celulose, rachis, pecíolo, caracterização morfológica.

1 INTRODUCCIÓN

La celulosa es la sustancia orgánica más abundante y el principal componente de las plantas leñosas y de las fibras naturales. Es un polímero natural compuesto exclusivamente de moléculas de β -glucosa a través de enlaces β -1,4-glucosídico. Tiene una estructura lineal o fibrosa, en la que se establecen múltiples puentes de hidrógeno entre los grupos hidroxilo de distintas cadenas yuxtapuestas de glucosa, haciéndolas muy resistentes e insolubles al agua. Las fibras son un constituyente esencial de los tejidos vegetales, cuya función es la de dar resistencia a los mismos.

El mercado mundial distingue básicamente dos tipos de celulosa según la materia prima que le dio origen: la celulosa de fibra larga, extraídas en su mayoría de los pecíolos o de las hojas de la palma y la celulosa de fibra corta, su principal representante es el algodón.

En la técnica para la extracción de la celulosa, Antonio *et al.*, (2011), utilizaron como materia prima el bagazo de piña, procedieron a un secado y utilizaron la técnica propuesta por Vieira *et al.*, (2002). A diferencia de Vilorio *et al.*, (2014), quienes utilizaron pseudotallo y pinzote como materia prima usando un procedimiento experimental de siete etapas: pre acondicionamiento de las fibras, extracción Soxhlet, lavado con agua caliente, tratamiento ácido, tratamiento alcalino, lavado, filtrado y secado, molienda y tamizado. Bolio *et al.*, (2011) proponen, para la obtención de

celulosa, una técnica que consistió en procedimientos químicos tales como, hidrólisis ácida, cloración, extracción alcalina y blanqueamiento. Otras investigaciones como las reportadas por *Canché et al.*, (2005) utilizaron pseudotallo y pinzote como fuente de extracción de la celulosa con un método que consta de cuatro etapas: hidrólisis ácida, cloración, extracción alcalina y blanqueamiento. Por otro lado, para la extracción *González et al.*, (2016) usaron como materia prima el pseudotallo, raquis y cascara de plátano macho (*Musa Paradisiaca*), utilizaron un proceso que consiste en un tratamiento alcalino, un procesamiento a alta presión en una autoclave, un blanqueo, una hidrólisis parcial y por último un proceso a alta presión a una autoclave.

Guarnizo et al., (2012), utilizaron para la determinación de celulosa el método de Seifert. siendo el pseudotallo su fuente de obtención. La técnica utilizada en esta investigación es la propuesta por *Viloria et al.*, (2014), utilizando como materia prima el raquis y el peciolo del plátano republicano (*Musa Cavendish*).

2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

2.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Las muestras se cortaron en secciones de 10 cm y se lavaron con abundante agua destilada y se secaron en una estufa a 60°C por 24 hrs.

2.2. DETERMINACIÓN PORCENTUAL DEL CONTENIDO DE CELULOSA

Se utilizó la técnica propuesta por *Abdullah et al.*, (2006) analizando una muestra de 1g de peciolo y raquis en base seca.

2.3 EXTRACCIÓN DE CELULOSA

Se usaron las técnicas propuestas por *Viloria et al.*, (2014). Se trataron 15g aproximadamente de material seco con 240 mL de una mezcla formada por dos partes de tolueno y una parte de etanol en un extractor Soxhlet, por un tiempo de 6 horas. Posteriormente, se retiró el material del extractor, lavando con etanol para eliminar el tolueno remanente y con abundante agua destilada para retirar el etanol.

Después de la extracción, la fibra se trató con 400 mL de una solución de ácido acético CH_3COOH al 80% v/v y de ácido nítrico HNO_3 al 65% v/v en una relación 10:1, con agitación a 300 rpm y temperatura de 100°C durante 30 minutos. Se separó la muestra tratada por decantación y luego se lavó con etanol para retirar el ácido remanente. Se

realizaron lavados sucesivos con agua destilada, filtrado al vacío y secado en horno a 55°C.

Una vez realizado el tratamiento ácido, la pulpa seca se trató con 200 mL de solución de álcali durante 7 horas a temperatura ambiente y agitación a 300 rpm. En esta etapa se usaron tres concentraciones de álcali a 10, 20 y 30% m/v, de KOH. Después de las 7 horas de agitación se deja reposar para separar por decantación la mayor cantidad de celulosa. Se lavó con etanol para retirar la base remanente, seguido de lavados con agua destilada. Posteriormente, el producto se filtró al vacío y se secó en un horno a 55°C.

Para reducir el tamaño de partícula del material seco se utilizó un mortero y se molió de forma manual. Luego se clasificó de acuerdo a tamaño del material pulverizado mediante dos tamices de mallas de entre 50 y 100µm.

2.4 RENDIMIENTO

Se determinó a partir del contenido total de celulosa en la muestra y el contenido recuperado con los tratamientos. El rendimiento se muestra en la Tabla 1.

2.5 ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER

El equipo utilizado para la determinación del espectro de la celulosa fue un espectrofotómetro de infrarrojo de transformada de Fourier marca Bruker modelo tensor 27, con una resolución de 4 cm⁻¹ y sistema de reflectancia total atenuada a 25.5 ±2 °C. Se recolectaron 32 escaneos para cada muestra, en un rango de 4000 a 400 cm⁻¹.

2.6 CARACTERIZACIÓN MICROSCÓPICA

Las micrografías fueron tomadas en un microscopio electrónico de barrido con capacidad de análisis elemental marca JEOL JSM-6400, en el Instituto de investigaciones metalúrgicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo de Morelia, Mich.

3 COMENTARIOS FINALES

3.1 RESUMEN DE RESULTADOS

Los resultados de esta investigación incluyen el rendimiento de la celulosa obtenida de raquis y peciolo a sus diferentes condiciones, así como las micrografías y los espectrogramas que se compararan con los ya reportados en otras investigaciones.

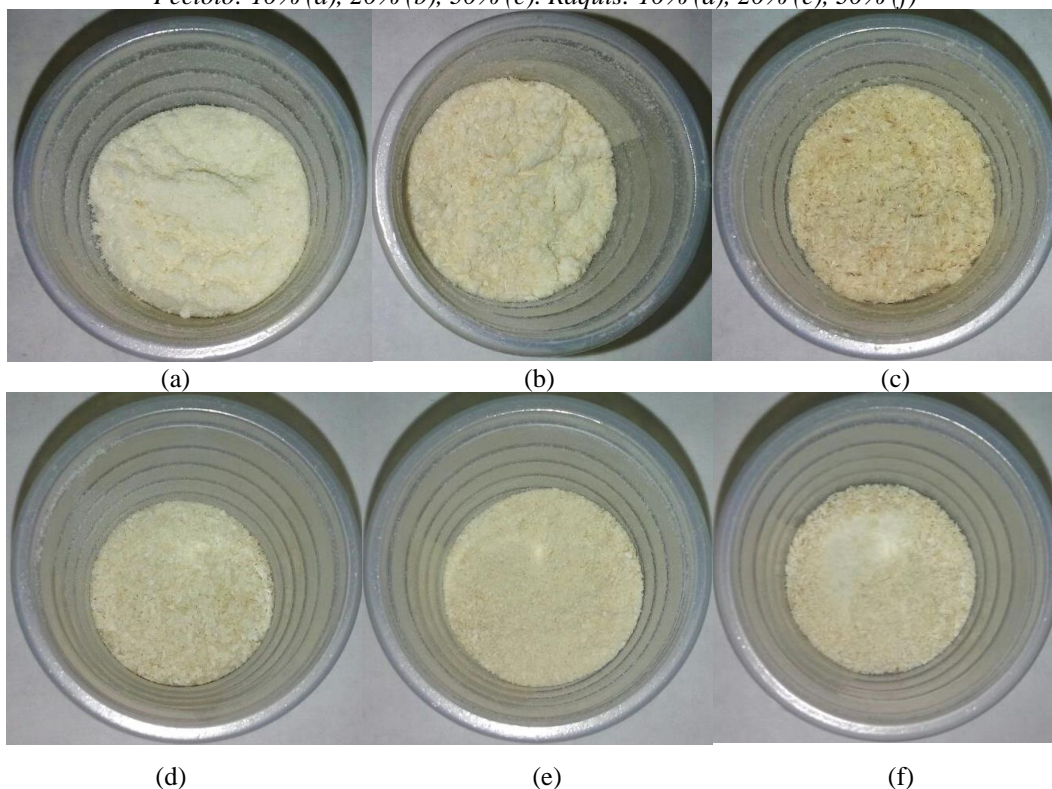
Tabla 1. Rendimientos en % obtenido de una muestra de 15 g

| Tipo de muestra (1g) | Contenido de celulosa % | Tipo de muestra (15g) | Celulosa extraída Tto. Alcalino 10% | Celulosa extraída Tto. Alcalino 20% | Celulosa extraída Tto. Alcalino 30% |
|----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Peciolo | 28.31 | Peciolo | 75.3% | 89.48% | 70.64% |
| Raquis | 22.45 | Raquis | 82% | 68.29% | 92.05% |

Según lo reportado por Antonio *et al.* (2011), la celulosa extraída del bagazo de piña seco, mostró una apariencia porosa y poco flexible, y una coloración crema. La conversión obtenida fue del 60%, de 5g del bagazo de piña se obtuvieron 3g de celulosa, reportando así un rendimiento alto, de igual manera, Bolio *et al.*, (2011) obtuvieron un 66% de celulosa, mezclando el raquis y pseudotallo de *musa Cavendish*, González *et al.*, (2016) obtuvieron un rendimiento del 79% de celulosa en pseudotallo y 68.8% en raquis, y Guarnizo *et al.*, (2012) reportaron un 66.32% de celulosa en pseudotallo. A diferencia de Romero *et al.*, (2014), quienes reportaron un 27% de celulosa microcristalina por cada gramo de materia seca. El rendimiento obtenido en esta investigación usando el peciolo y el raquis se encuentra dentro de los rangos de recuperación más altos.

Una vez llevado a cabo las extracciones ácidas y alcalinas, se removió más lignina del peciolo con el tratamiento alcalino al 10%, y en el raquis con el tratamiento alcalino al 30%. Esto se logra apreciar en la coloración de la celulosa mostrada en la Figura 1.

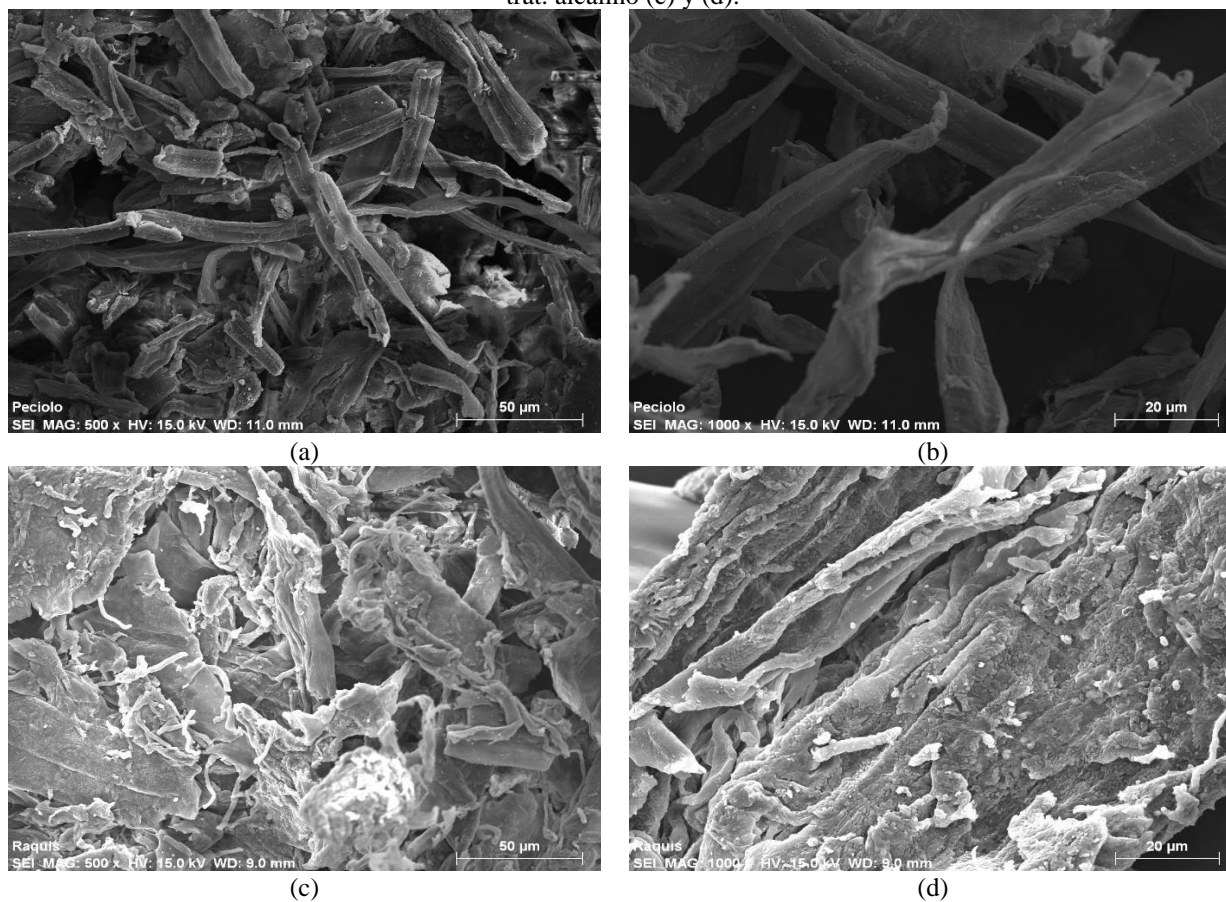
Figura 1. Coloración de la celulosa obtenida a 100 °C, con los diferentes tratamientos alcalinos.
Pecíolo: 10% (a), 20% (b), 30% (c). Raquis: 10% (d), 20% (e), 30% (f)



3.2 MICROGRAFÍAS

El resultado de las micrografías de se muestran en la figura 2. Se observa una mayor separación de fibras con forma aplanada y de diámetros de 9 a 12 μm en el pecíolo, mientras que la celulosa obtenida del raquis, además de fibras sueltas, muestra aglomeraciones en las cuales se aprecia la presencia de lignina y hemicelulosa, por lo que los tratamientos usados no lograron la completa separación de estas. El comportamiento observado por Romero *et al.* (2014), mostró fibras similares, más aplanadas y con diámetros entre 20 a 40 μm , Canché *et al.*, (2005) reportaron que las fibras de celulosa obtenida a partir del pinzote se encontraban más separadas unas de las otras, la mayoría presentó una superficie lisa y libre de residuos mientras que en el pseudotallo presentó además de las fibras libres aglomeraciones.

Figura 2. Micrografías de las muestras obtenidas. Peciolo, 10% de trat. alcalino (a) y (b). Raquis, 30% de trat. alcalino (c) y (d).



3.3 ESPECTRO INFRARROJO CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)

El análisis FTIR de la celulosa del peciolo y del raquis se muestra en las Figuras 3 y 4. Se localizaron los picos de absorción en las longitudes de 2922.02 y de 2900.81 cm^{-1} , los que se asocian al estiramiento de los grupos CH presentes en la celulosa. De igual manera, se observaron picos de absorción de 1060.80 y 1068.51 cm^{-1} que corresponden a las vibraciones C-O-C del anillo de la β -glucopiranososa constituyente de la celulosa. Las vibraciones de los grupos C=O se localizaron a 1641.35 y a 1631.70 cm^{-1} , todo esto para el peciolo y el raquis respectivamente.

Figura 3. Espectro IR de la muestra de peciolo, 10% de trat. alcalino.

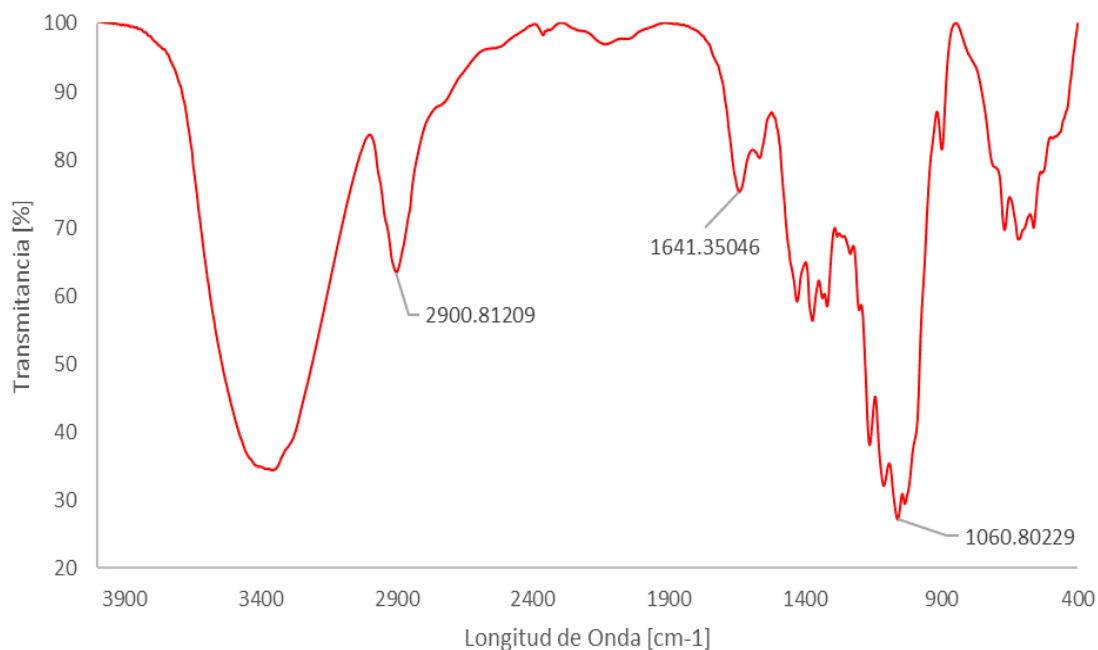
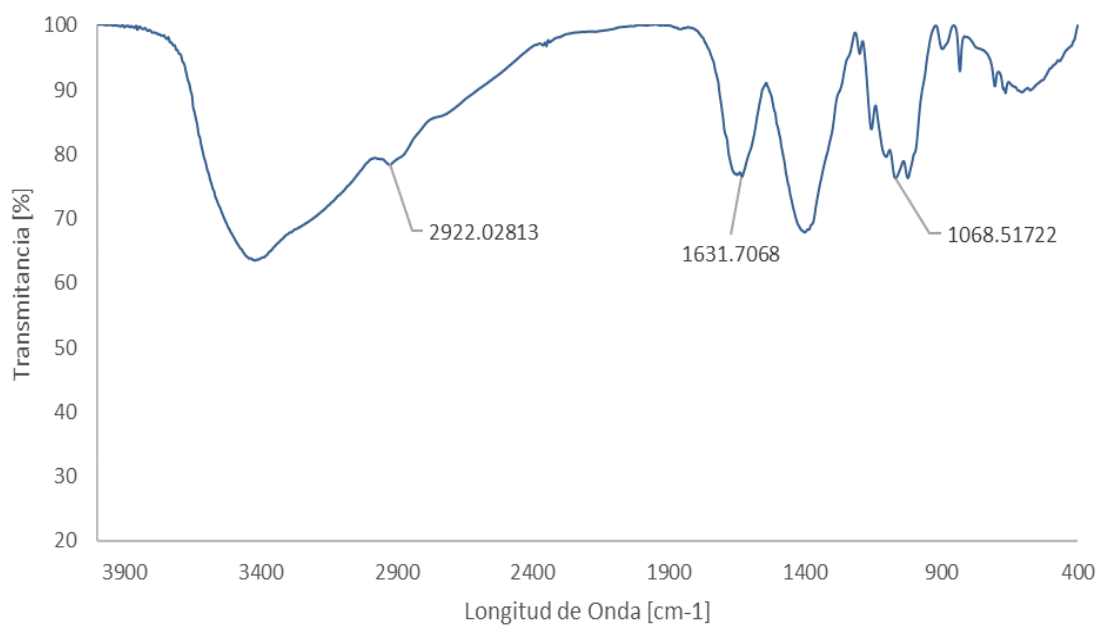


Figura 4. Espectro IR de la muestra de raquis, 30% de trat. alcalino.



4 CONCLUSIONES

En los resultados se observó, que es necesario someter el raquis a un tratamiento alcalino de mayor concentración, esto para obtener una mejor separación en las fibras de celulosa y una mayor remoción de las aglomeraciones, identificando como afecta esto al rendimiento.

En el análisis FTIR del peciolo se obtiene el espectro característico de la celulosa bien definido, lo que indica una buena separación que se ratifica con las micrografías

Los resultados obtenidos potencian al peciolo como una fuente de celulosa, considerando de gran importancia este hallazgo debido a su abundancia como desecho en las huertas de plátano.

5 RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos de esta investigación pueden ser usados como base para nuevas investigaciones que involucren la obtención de nanopartículas de celulosa.

Se puede utilizar un comparativo entre micrografías de celulosa tratadas con otros tipos de álcalis para mejorar el rendimiento.

REFERENCIAS

Abdullah, N. (2006). Lignocellulosic degradation in solid-state fermentation of sugar cane bagasse by *termitomyces* sp. *Micologia aplicada internacional*, 15-16.

Antonio, R. C. (12 de abril de 2011). aprovechamiento del bagazo de piña para obtener celulosa y bioetanol. Madero, Tamaulipas, Mexico.

Bolio, L. (2011). Whiskers de celulosa a partir de residuos agroindustriales de banano: obtencion y caracterización. *revista mexicana de ingeniería química*, 291-299.

Canché, E. (2005). Obtención de celulosa a partir de los desechos agricolas del banano. *Información tecnológica*, 83-88.

González, s. R. (2016). nanocelulosa obtenida de residuos agroindustriales del cultivo de plátano macho. *investigacion y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos* , 301-306.

Guarnizo, F. (2012). Azucares del pseudotallo de plátano: una opción para la obtención de alcohol de segunda generación . *revista de la facultad de ciencia básicas*, 39-51.

Viloria, R. P. (2014). Obtención de celulosa microcristalina a partir de desechos agrícolas del cambur (*Musa sapientum*). *Sintesis de celulosa microcristalina. revista iberoamericana de polimeros* , 286-300.