

## **Extracción de nanocelulosa a partir de residuos de jardín**

Rodrigo Salazar

R. Salazar  
Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, Ex Hacienda la Encarnación Emiliano Zapata SN, El Tráfico,  
54400 Villa Nicolás Romero, Estado de México  
rodrigoiq@hotmail.com

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,  
Guanajuato, 2013.

## Abstract

The interest on the production of nanocellulose and its technological applications is growing constantly due to the high strength and stiffness, low weight and biodegradability exhibited by cellulose nanostructures. In this work we propose the use of garden waste as an abundant nanocellulose resource. Garden waste from urban areas is constantly increasing and it is usually an underutilized resource because it has not a well defined production function. In comparison with the use of forest residues, garden waste is much more suitable for the nanocellulose extraction because its use does not impact on the balance of natural ecosystems.

## 16 Introducción

Como parte de la labor de la División Académica de Tecnología Ambiental y Nanotecnología, se están realizando trabajos de investigación con un sentido sostenible, donde el empleo de los recursos y técnicas se acerquen a los conceptos de sustentabilidad, que nos permitan un desarrollo tecnológico significativo y amigable con el ambiente.

La celulosa es el principal componente de la mayoría de las fibras naturales vegetales. Este polímero natural representa cerca de un tercio de los tejidos en las plantas y puede regenerarse mediante la fotosíntesis (1). De acuerdo con algunas estadísticas, en México se generan aproximadamente 30 millones de toneladas de residuos, de las cuales, cerca del 6.6% son de jardinería.

La composición química de las fibras naturales varía en función del tipo y origen de la fibra. Contienen principalmente distintas proporciones de celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina. Usualmente, la composición está dada por un 60 – 80% de celulosa y hemicelulosa, del 5 – 20% de lignina, hasta un 5% de pectina y agua. Además, las fibras contienen bajos porcentajes de cera (2).

En relación a la microestructura, las fibras naturales están formadas por microfibrillas de celulosa embebidas en una matriz de lignina (amorfa) y hemicelulosa (semicristalina). A su vez, las microfibrillas de celulosa se encuentran fuertemente unidas entre sí por puentes de hidrógeno. Estas fibrillas están formadas por regiones de celulosa amorfa y cristalina (3) (4). Ellas son las principales responsables de las propiedades mecánicas de las fibras naturales. Los dominios cristalinos de celulosa tienen excelentes propiedades mecánicas, con un módulo elástico del orden de 150 GPa, mayor que el módulo elástico de las fibras de vidrio 85 GPa (5).

Hay un gran número de usos potenciales para la celulosa nanocristalina en diferentes industrias. Ello ha despertado un gran interés entre diversos grupos de investigación. En este aspecto, la producción de celulosa a partir de fibras naturales se ha vuelto realmente significativa.

Usualmente esto se consigue por medio de tratamientos químicos de diversos tipos. Cada método tiene ventajas y desventajas, lo cual abre un panorama para encontrar la producción mas selectiva y eficiente de nanocelulosa. En el presente trabajo, se propone un método de obtención de nanocelulosa, a partir de los residuos de jardinería que se generan en la UT, esto como parte de los esfuerzos de la institución para generar investigación científica e innovación tecnológica.

### **16.1 Marco Conceptual**

1. Hidrólisis ácida: Es una reacción química entre una molécula de agua y otra molécula, en la cual la molécula de agua se divide y sus átomos pasan a formar parte de otra especie química. Esta reacción es importante por el gran número de contextos en los que el agua actúa como disolvente.

2. Espectroscopia FTIR: Es la rama de la espectroscopia que trata con la parte infrarroja del espectro electromagnético. Esta cubre un conjunto de técnicas, siendo la más común una forma de espectroscopia de absorción. Así como otras técnicas espectroscópicas, puede usarse para identificar un compuesto e investigar la composición de una muestra.

3. Microscopía electrónica de barrido: Es aquel que utiliza un haz de electrones en lugar de un haz de luz para formar una imagen. Tiene una gran profundidad de campo, la cual permite que se enfoque a la vez una gran parte de la muestra. También produce imágenes de alta resolución, que significa que características espacialmente cercanas en la muestra pueden ser examinadas a una alta magnificación. La preparación de las muestras es relativamente fácil pues la mayoría de SEM sólo requieren que estas sean conductoras.

### **16.2 Planteamiento Del Problema**

Actualmente, el desarrollo de nuevos materiales, es un campo fértil para la investigación científica y tecnológica, esto debido a la búsqueda constante de satisfacer las necesidades inherentes a las sociedades actuales, con materiales más eficientes y de un costo menor.

En la UTFV se generan residuos de jardinería, debido a que se cuentan con más 30 hectáreas de áreas verdes, estos residuos no tienen alguna utilidad y solo se acumulan en los lugares destinados, esperando su descomposición.

Esta generación, se tiene en espacios urbanos, siendo aproximadamente un 6.6% de la generación de residuos anual, lo cual genera altos costos en la disposición final de los residuos.

### 16.3 Justificación

El aprovechamiento de los residuos de jardinería reducirá los costos de disposición final, el impacto ambiental a ecosistemas naturales y al desarrollo de un material cuyas propiedades mecánicas, pueden ser aprovechadas al incorporarse en materiales tradicionales.

Utilizando metodologías bajo el contexto de sustentabilidad, se podrán escalar procesos a nivel industrial para la obtención de nanocelulosa.

### 16.4 Objetivo General

Producir nanocelulosa a partir de residuos de jardinería, mediante procesos químicos amigables con el ambiente, para contribuir al desarrollo de nuevos materiales con propiedades aprovechables, de bajo costo y eficientes.

### 16.5 Objetivos Específicos

1. Reducir la acumulación de residuos de jardinería sin aprovechar en la UT.
2. Establecer condiciones de síntesis que puedan ser escalables a nivel piloto e industrial.

### 16.6 Metodología

- Recolección de las muestras de residuos.
- Tratamiento de las muestras: Lavado, molienda y secado.
- Tratamiento con NaOH 0.1M, durante 2 Hr. a 45° C
- Tratamiento con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% v/v, durante 1 Hr a 45° C
- Tratamiento con NaOH 0.1M, durante 15 Hr. a 45° C
- Tratamiento ácido con CH<sub>3</sub>(COOH) 80% v/v + HNO<sub>3</sub> 70% v/v , durante 1 Hr a 90 C
- Hidrólisis ácida con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60% w/w durante 15, 60 y 90 minutos a 45° C
- Secado a 60° C durante 8 Hr.

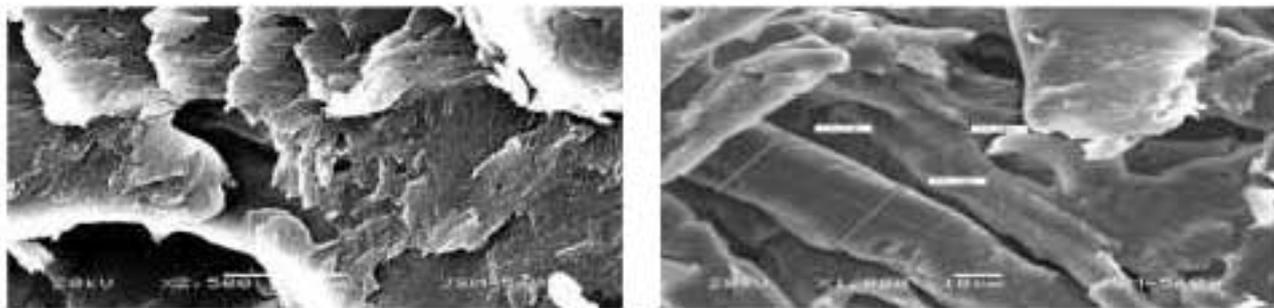
## 16.7 Resultados Preliminares

Las muestras obtenidas fueron caracterizadas por espectroscopía FTIR y por Microscopía electrónica de barrido, encontrándose los siguientes resultados:

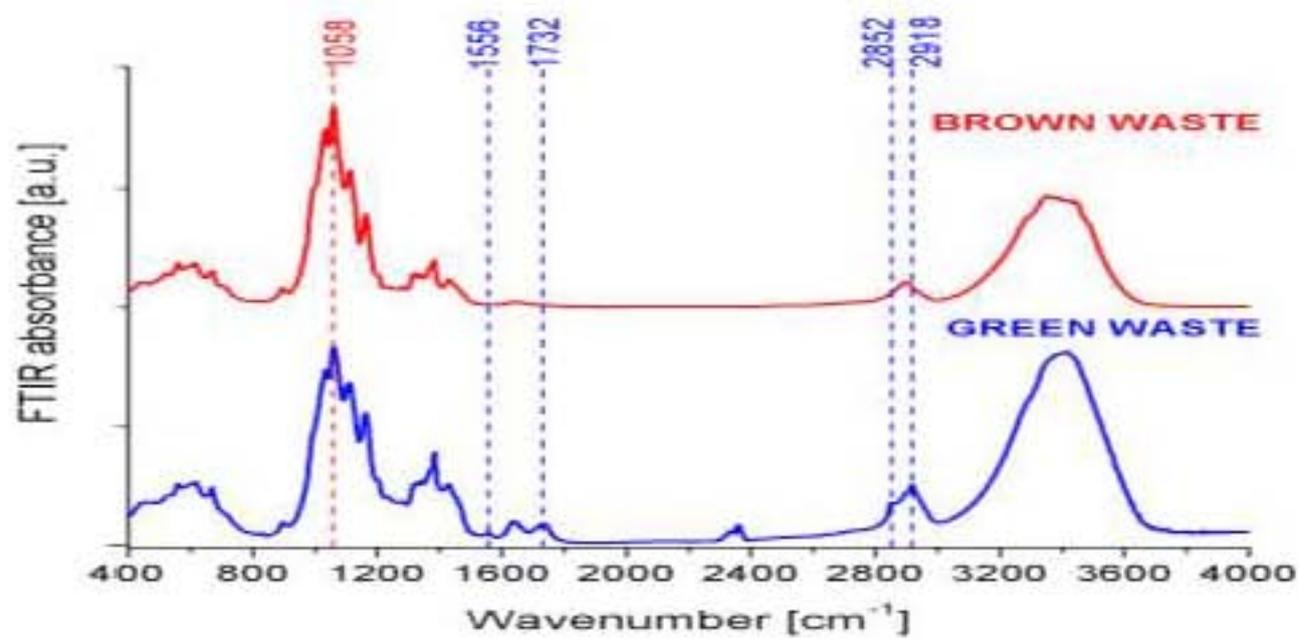
SEM: Las muestras que se hidrolizaron durante 15 minutos, muestran fibras con tamaños que oscilan entre 40nm y 100nm.



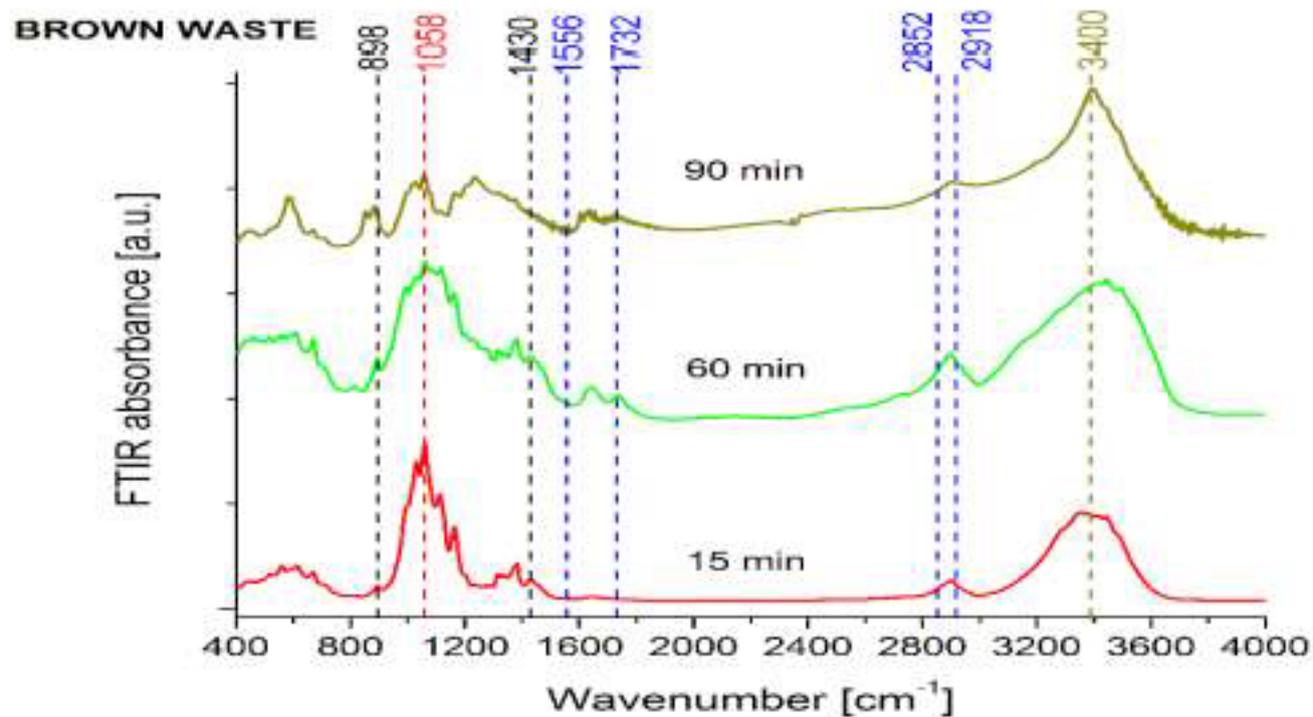
Las muestras que se hidrolizaron durante 60 y 90 min. muestran un comportamiento fuera de la escala nanométrica y con morfología de hojuelas.



FTIR:



- 1058  $\text{cm}^{-1}$  pyranose ring ether (cellulose fingerprint)
- 1732  $\text{cm}^{-1}$  C=O in hemicellulose
- 1556  $\text{cm}^{-1}$  lignin aromatic vibrations
- 2852  $\text{cm}^{-1}$  CH in lignin



## 16.8 Discusión

Se observa que con la hidrólisis a 15 min. Se obtienen fibras de celulosa dentro de la escala nanométrica, con trazas de lignina y hemicelulosa.

Las hidrólisis que se llevo a cabo a tiempos de 60 y 90 min. Presenta un comportamiento que indica la degradación de las cadenas de celulosa.

Se continuarán realizando pruebas para encontrar el tiempo optimo de hidrólisis y obtener mayores rendimientos en la obtención de las nanofibras, así como encontrar la mejor técnica de secado.

## 16.9 Referencias

Goodger EM. Hydrocarbon fuels, production, properties and performance of liquids and gases. London: Macmillan, 1976:120

Bledzki A-K-, Gassan J. Composites reinforced with cellulose based fibres. Progress in Polymer Science. 1999;24:54

Vignon MR, Heux L, Malainine ME, Mahrouz M. Arabinan-cellulose composite in *Opuntia ficus-indica* prickly pear spines Carbohydrate Research. 2004;339:8

Rong MZ, Zhang MQ, Lui Y et al. The effect of fiber treatment on the mechanical properties of unidirectional sisal-reinforced epoxy composites. Composites Science and Technology. 2001;61:10

Samir M, Alloin F, Paillet M, Dufresne A. Tangling effect in fibrillated cellulose reinforced nanocomposites. Macromolecules.2004;37:3

