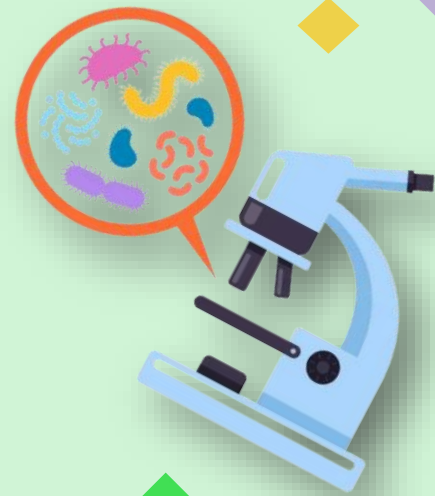




# I Congreso Internacional de Ciencias Exactas y Naturales

Editado por  
Yuri Morales López



Universidad Nacional  
Costa Rica, 2019.

## Aprovechamiento de los residuos de piña para la producción de celulosa nanofibrilar (NFC) y nanocelulosa cristalina (NCC)

**Kenly Araya-Chavarría**  
[kenlyaraya@hotmail.com](mailto:kenlyaraya@hotmail.com)  
Universidad Nacional  
Costa Rica

**Ruth Rojas-Villegas**  
[rmrv13@gmail.com](mailto:rmrv13@gmail.com)  
Universidad Nacional  
Costa Rica

**Guillermo Jiménez-Villalta**  
[gjime.polimeros@gmail.com](mailto:gjime.polimeros@gmail.com)  
Universidad Nacional  
Costa Rica

**Oscar Murillo-Obregón**  
[oscarmurillo013@gmail.com](mailto:oscarmurillo013@gmail.com)  
Costa Rica

**Karla Ramírez-Amador**  
[karla.ramirez.amador@una.cr](mailto:karla.ramirez.amador@una.cr)  
Universidad Nacional  
Costa Rica

**Belkys Sulbarán-Rangel**  
[belkysr@gmail.com](mailto:belkysr@gmail.com)  
Universidad de Guadalajara  
México

**Marianelly Esquivel-Alfaro**  
[marianelly.esquivel.alfaro@una.cr](mailto:marianelly.esquivel.alfaro@una.cr)  
Universidad Nacional  
Costa Rica

### Resumen

Los residuos generados a partir de la siembra de piña en Costa Rica, se consideran un problema, debido a su lenta degradación y la utilización de agroquímicos para desecarla en campo. La producción de este cultivo se ha incrementado, esto debido a la gran demanda de la fruta a nivel mundial, este aumento en la producción ha traído consigo múltiples problemas ambientales, por lo tanto, la utilización del rastrojo de piña como fuente de celulosa es una posibilidad que beneficiaría al país en la reducción de los impactos ambientales de esta actividad.

A partir de esta biomasa fue posible extraer tanto nanofibras de celulosa (NFC) como nanocristales (NCC). La NFC se obtuvo por medio de una oxidación mediada por 2,2,6,6-tetrametilpiperidina-1-oxilo (TEMPO) y posterior homogeneización mecánica, mientras que los NCC se obtuvieron aplicando una hidrólisis ácida con  $H_2SO_4$ . Las nanofibras de celulosa (NFC) son el conjunto

Tema: Gestión y sustentabilidad del territorio y los recursos naturales.

Principal área: Química

---

Araya-Chavarría, K., Rojas-Villegas, R., Jiménez, J., Murillo-Obregón, O., Ramírez-Amador, K., Sulbarán-Rangel, B. & Esquivel-Alfaro, M. (2019). Aprovechamiento de los residuos de piña para la producción de celulosa nanofibrilar (NFC) y nanocelulosa cristalina (NCC). En Y. Morales-López (Ed.), *Memorias del I Congreso Internacional de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional, Costa Rica, 2019* (e197, pp. 1-3). Heredia: Universidad Nacional. doi <http://dx.doi.org/10.15359/cicen.1.62>

de moléculas poliméricas que poseen elongación estabilizada por puentes de hidrógeno. Tienen la característica de ser resistentes y flexibles gracias a que contienen partes amorfas y cristalinas. Su diámetro ronda los 2-20 nm y el largo puede superar los 10  $\mu\text{m}$ . Por otro lado, los nanocristales de celulosa (NCC) tienen diámetros de 8-20 nm y longitudes de 100 nm a 600 nm y consisten en la separación de las partes cristalinas de las NFC, por esta razón son más rígidos y resistentes.

Para las muestras de NFC se evaluó la estabilidad térmica y la temperatura a la que se da la velocidad máxima de degradación, así como también se estudiaron los cambios estructurales generados por la oxidación mediada por TEMPO. Mientras que para la NCC se evaluaron las propiedades físicas como el tamaño y el potencial z para la celulosa nanocristalina, las cuales indicaron que la distribución de tamaño y potencial z son característicos para muestras de esta nanoestructura. Se está evaluando actualmente por microscopía electrónica la estructura morfológica de ambas muestras, con el fin de observar la diferencia existente entre las nanofibras y los nanocristales.

*Palabras clave:* celulosa; nanocristales; nanofibras; biopolímero; piña.

### **Abstract**

The waste generated from the pineapple cultivation in Costa Rica is considered a problem, due to its slow degradation and the use of agrochemicals the material on the field. The production of this crop has increased, this due to the great demand of fruit worldwide, this increase in production has brought multiple environmental problems, therefore, the use of pineapple stubble as a source of cellulose is a possibility that would benefit the country, by reducing the environmental impact of this activity.

From this biomass was possible to extract both cellulose nanofibers (NFC) and nanocrystals (NCC). The NFC was obtained by means of oxidation mediated by 2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (TEMPO) and the mechanical homogenization, while the NCC were obtained by applying acid hydrolysis with  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Cellulose nanofibers (NFC) are the set of polymer molecules that have stabilized elongation by hydrogen bridges. They have the characteristic of being resistant and flexible because they contain amorphous and crystalline parts. Its diameter is around 2-20 nm and the length can exceed 10  $\mu\text{m}$ . On the other hand, cellulose nanocrystals (NCC) have diameters of 8-20 nm and lengths of 100 - 600 nm and consist of the separation of the crystalline parts of the NFC, for this reason, are more rigid and resistant.

For the NFC samples, the thermal stability and the temperature at which the maximum degradation velocity was given were evaluated, as well as the structural changes generated by the TEMPO-mediated oxidation were studied. Physical properties such as size and potential z were evaluated for nanocrystalline cellulose, which indicated that the size and potential z



distribution are characteristic for samples with this nanostructure. The morphological structure of both materials are currently being evaluated by electron microscopy in order to observe the difference between nanofibers and nanocrystals.

## Referencias

- Kim, J. H., Shim, B. S., Kim, H. S., Lee, Y. J., Min, S. K., Jang, D., ... Kim, J. (2015). Review of nanocellulose for sustainable future materials. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing - Green Technology*, 2(2), 197–213. <https://doi.org/10.1007/s40684-015-0024-9>
- Lavoine, N., Bras, J., Saito, T., & Isogai, A. (2016). Improvement of the Thermal Stability of TEMPO-Oxidized Cellulose Nanofibrils by Heat-Induced Conversion of Ionic Bonds to Amide Bonds. *Macromolecular Rapid Communications*, 37(13). <https://doi.org/10.1002/marc.201600186>
- Lopattanon, N., Panawarankul, K., Sahakaro, K., & Ellis, B. (2006). Performance of pineapple leaf fiber-natural rubber composites: The effect of fiber surface treatments. *Journal of Applied Polymer Science*, 102(2), 1974–1984. <https://doi.org/10.1002/app.24584>
- Moreno, G., Ramirez, K., Esquivel, M., & Jimenez, G. (2017). Isolation and characterization of nanocellulose obtained from industrial crop waste resources by using mild acid hydrolysis. *Journal of Renewable Materials*, 1–8. <https://doi.org/10.7569/JRM.2017.634167>
- Prinsen, P. (2009). *Composición química de diversos materiales lignocelulósicos de interés industrial y análisis estructural de sus ligninas. The Fungal Population*. M.Sc Thesis, Universidad de Sevilla, España. <https://doi.org/10.7868/S0555109913030112>
- Reddy, M. M., Vivekanandhan, S., Misra, M., Bhatia, S. K., & Mohanty, A. K. (2013). Biobased plastics and bionanocomposites: Current status and future opportunities. *Progress in Polymer Science*, 38(10–11), 1653–1689. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2013.05.006>
- Saito, T., & Isogai, A. (2004). TEMPO-mediated oxidation of native cellulose. The effect of oxidation conditions on chemical and crystal structures of the water-insoluble fractions. *Biomacromolecules*, 5(5), 1983–1989. <https://doi.org/10.1021/bm0497769>
- Wulandri, W. T., Rochliadi, A., & Arcana, I. M. (2016). Nanocellulose prepared by acid hydrolysis of isolated cellulose from sugarcane bagasse Nanocellulose prepared by acid hydrolysis of isolated cellulose from sugarcane bagasse. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 107(012045), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/107/1/012045>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.

