



Las hojas de las piñas son un lienzo en blanco

El grupo de investigación de Biofibras y Derivados de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia ha venido trabajando para obtener fibras vegetales a partir de residuos agroindustriales que puedan ser usadas en distintas áreas.

La producción de frutas y vegetales en gran escala no solo ha permitido que millones de personas tengan acceso a nuevas fuentes de nutrición. También ha aumentado considerablemente la cantidad de biomasa que se debe disponer y, por lo tanto, la necesidad de encontrar alternativas viables al simple desecho.

La piña es una de los cultivos que han venido creciendo en los últimos años en Colombia buscando satisfacer el creciente consumo interno y las ventas a Europa y Estados Unidos. La producción ya supera el millón de toneladas anuales, con Santander, Valle del Cauca y Meta como los departamentos líderes.

Con más de 30 mil hectáreas de piña cultivadas en el país, se presenta un gran reto: cada hectárea puede generar cerca de 300 toneladas métricas de residuos orgánicos por el corte de la planta una vez finaliza su ciclo comercial. Estas plantas cortadas pueden permanecer por varios meses en el suelo.

Por su lenta degradación, generalmente se requiere del uso de herbicidas y procesos de incineración para su total eliminación. Varios países productores de piña, buscando disminuir el impacto que esto genera, han planteado el aprovechamiento de la hoja de la planta para obtener fibras vegetales con aplicaciones potenciales en la fabricación de textiles y materiales compuestos.

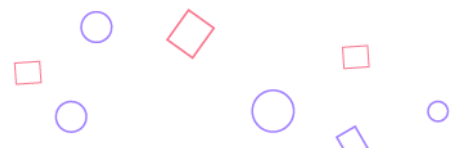
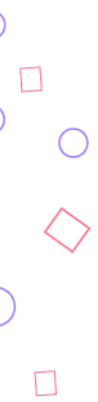
Con dicho horizonte el grupo de Biofibras y Derivados ha investigado el efecto de diferentes condiciones de *mercerización* en el comportamiento de la fibra de hoja de piña como refuerzo en una matriz de polipropileno.

Pero ¿esto qué significa?

Obtención de la fibra

Para aprovechar la hoja de la planta, ésta debe pasar por un proceso de desfibrado mecánico que da como resultado fibras compuestas principalmente por celulosa y en menor medida por otros materiales cementantes como lignina, hemicelulosa, pectinas y ceras. Este tipo de fibras tienen un carácter hidrofílico (es decir que tienen afinidad por el agua) que asociado a la composición química de la fibra, disminuye su compatibilidad con una matriz polimérica y genera problemas de absorción de humedad.

Entonces para aumentar la adhesión de la fibra a la matriz se realiza un proceso de mercerización. Este tratamiento, que se desarrolló en el siglo XIX para darle brillo, resistencia y mejor teñido a los hilos textiles, usa hidróxido de sodio (NaOH) para modificar la superficie de las fibras vegetales, remover la lignina, las hemicelulosas y otros materiales para incrementar su relación de aspecto, hacer más irregular su superficie y tener un área efectiva de contacto mayor.



Aunque la mercerización de fibra de hoja de piña ya ha sido utilizada para mejorar la compatibilidad de la fibra con matrices termoplásticas, el grupo no encontró en esas investigaciones diseños experimentales que evaluaran el efecto de diferentes condiciones de mercerización en las propiedades morfológicas, físicas y químicas de las fibras.

¿Por qué es importante contar con esa evaluación? Porque de esa forma se puede tener una comprensión de los fenómenos que se dan en el tratamiento alcalino con hidróxido de sodio y así construir metodologías aún más eficientes para obtener fibras con las propiedades deseables para reforzar matrices poliméricas.

Evaluación

De las distintas variables que afectan la mercerización de las fibras la concentración del agente alcalino (en este caso hidróxido de sodio), la temperatura y el tiempo de tratamiento son las que han demostrado una mayor influencia en los mecanismos de modificación estructural. Por eso en la investigación se realizaron distintas combinaciones de estas tres variables para identificar cuál daría un mejor resultado.

El corte y la recolección de las hojas de piña se realizó en un cultivo del municipio de Barbosa en Antioquia. Ya que se quería estudiar el aprovechamiento de un residuo agroindustrial, sólo se utilizaron hojas provenientes de plantas de piña que se encontraran finalizando su ciclo productivo, es decir, luego de generar dos cosechas.

Una vez se tuvieron las hojas de piña, para obtener la fibra se pasa por cuatro etapas: la extracción mecánica con una desfibradora de fique; la fermentación anaerobia durante 24 horas; el secado al ambiente por varios días; un peinado para eliminar residuos y enredos.

El experimento se diseñó teniendo como factores controlables (y cambiantes) la concentración de hidróxido de sodio y la temperatura de tratamiento mientras que la duración del tratamiento (2 horas) y la relación de masa fibra-solución (1:15) fueron constantes, más las condiciones utilizadas para el lavado y secado posterior al tratamiento.

Una vez se tenía la fibra tratada y seca se hacía su caracterización: con difracción de rayos X se evaluó su índice de cristalinidad y con un microscopio electrónico de barrido se caracterizó su morfología para tener un análisis cualitativo de la estructura y de la superficie de las fibras. También se hizo su caracterización mecánica, es decir, determinar su capacidad para resistir las fuerzas que se le apliquen sin fracturarse mediante la medida de la energía que la fibra puede absorber antes de romperse.

Para la fabricación de los materiales compuestos con fibra de hoja de piña se utilizaron láminas de polipropileno que se posicionaron junto a las fibras en un molde recubierto con una película de aluminio para evitar que se adhirieran a éste. Luego se ubicó en una prensa hidráulica con control de temperatura en la que se llevó a cabo el proceso de moldeo en varias fases: precalentamiento a 180°C por 3 minutos; prensado durante 2 minutos a 10 Megapascuales (MPa); liberación de presión; prensado durante 1 minuto a 10 MPa y finalmente enfriamiento por 20 minutos manteniendo la presión constante en 10MPa para evitar la deformación de la lámina.

Además de las láminas compuestas también se fabricaron láminas adicionales con fibra de hoja de piña sin mercerizar y láminas de sólo polipropileno. Estas sirvieron como control para evaluar

las propiedades mecánicas de los compuestos con fibra mercerizada respecto a aquellas sin refuerzo y reforzadas con fibra sin tratar.

En promedio, el uso de fibra de hoja de piña (FHP) en polipropileno (PP) generó un incremento de la resistencia a la tensión de aproximadamente un 49% y en la elasticidad de un 150%. Sin embargo, en los materiales compuestos no se observaron cambios significativos si la FHP estaba sin tratar o mercerizada, ya que en todos los casos se observan problemas de adhesión entre la fibra y la matriz.

Sin embargo, a partir del análisis cualitativo de la adhesión fibra-matriz se encontró que la FHP sin tratar y la mercerizada con un 7% de hidróxido de sodio a 30° grados de temperatura fueron las que presentaron un mejor desempeño como refuerzo ya que la longitud de la fibra en la zona donde se fracturó la lámina fue menor y se observó fibrilación, fenómeno que fue asociado a una transmisión efectiva de esfuerzos desde la matriz hacia las fibras.

En conclusión, la concentración de hidróxido de sodio, la temperatura de tratamiento y su interacción tienen un efecto significativo en la resistencia a la tensión que exhiben los compuestos de FHP mercerizada pero para el módulo de elasticidad y la deformación a la rotura, ningún factor fue significativo.

También se identificó que a una mayor concentración de agente alcalino el incremento de la temperatura redujo la capacidad de refuerzo de la fibra. Finalmente, el tratamiento alcalino no parece ser suficiente para mejorar la interacción de la FHP con la matriz de polipropileno.

A futuro

A partir de las experiencias y resultados obtenidos en esta investigación se abren varias líneas de trabajo que permitirían entender mucho mejor estos fenómenos: desde determinar cómo los contenidos de lignina, hemicelulosas y celulosa de la fibra impactan las propiedades que exhibe hasta evaluar el uso de agentes acoplantes que permitan mejorar la compatibilidad de la fibra de hoja de piña con la matriz de polipropileno y las propiedades mecánicas del material compuesto resultante.

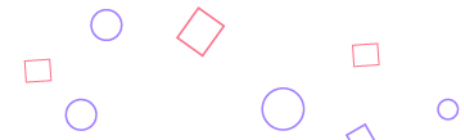
Siguiendo este camino no solo será posible obtener materiales resistentes de bajo peso, con muy buenas propiedades aislantes y de amortiguamiento. También se podría reducir el consumo de carbón, gas natural y petróleo en la producción de polímeros aprovechando los residuos de los cultivos de piña del país y, más adelante, el de muchas otras producciones agrícolas.



Cultivo de piña. (Tomada de https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Felcampesino.co%2Ffla-pina-colombiana-llega-ahora-a-peru%2F&psig=AOvVaw3-Tnt5TvlW0Jmfwz-1o4i5&ust=1636495873819000&source=images&cd=vfe&ved=0CAgOjRxqFwoTCIDz_rDkifQCFQAAAAAdAAAAABAD)



Hoja de piña. (Tomada de <https://www.yumania.ru/images/7/e/6/b/f/7e6bfcfa65b45b63f4fc4dd9a9c83c7401997242-main.jpeg>)



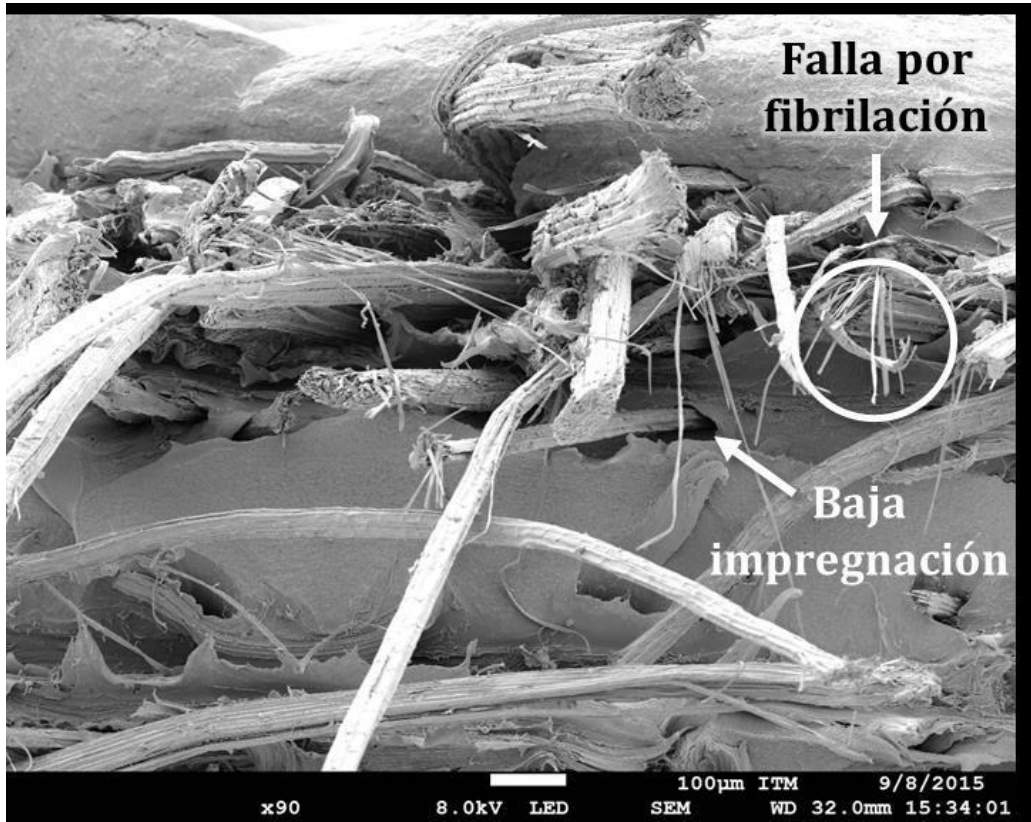


Imagen SEM de la fractura a tensión obtenida en los materiales compuestos reforzados con FHP sin tratar (Tomada de <https://docplayer.es/docs-images/82/85017464/images/64-0.jpg>)