

Propuesta para el desarrollo de nuevos productos a partir del Sotol

MCI. Juan Manuel Madrid Solórzano¹, Dr. Ludovico Soto Nogueira², Dr. Porfirio Peinado Coronado³ y Dr. Juan Carlos Ortiz Nicolas⁴

Resumen— En el presente trabajo expone una revisión de literatura para conocer los posibles productos que se podrían desarrollar a partir de reutilizar las hojas de la planta Sotol y el bagazo que se obtiene al producir la bebida alcohólica de la mencionada planta. Se revisó distintas fuentes en base de datos; asimismo, se contactó a una empresa dedicada a producir la bebida alcohólica Sotol. Los resultados de la consulta de fuentes arrojaron que las hojas y el bagazo puede ser utilizado para el desarrollo de nuevos productos como son fabricación de cartón, biopolímeros, empaque, entre otros.

Palabras clave—sotol, bagazo, proceso, empaque, biopolímero

Introducción

El presente trabajo expone una investigación que explora distintas fuentes secundarias con el objetivo de proponer alternativas de diseño a partir de la reutilización de las hojas de la planta denominada Sotol y del bagazo que resulta del proceso de fabricación de la bebida alcohólica de la misma planta. En los últimos años existe un aumento de solicitudes para el aprovechamiento comercial de la especie *Dasyliroton wheeleri* (Sotol), la cual está considerada un producto forestal no maderable, gracias a ello ha surgido un mayor interés de producir a escala industrial la tradicional bebida. Por lo que las empresas que se dedican a la elaboración de esta bebida empiezan a darle un mayor uso a esta planta, pero no se aprovecha el desperdicio que resulta del proceso de elaboración de la bebida Sotol.

Con el propósito de conocer el proceso de producción de la bebida en mención, se visitó una planta productora de Sotol, que se encuentra ubicada en el Ejido Potrero del Llano, perteneciente al municipio de Aldama en el estado de Chihuahua, ubicado a 40 km sobre la carretera Aldama-Ojinaga. En el proceso de elaboración de esta bebida la parte aprovechable es la piña, por lo que las hojas y el bagazo suelen ser un desperdicio por parte de las empresas de este ramo. El sotol es comparado en clara competencia con otros licores como el tequila, mezcal y bacanora.

Una vez llevadas las piñas a la planta productora, se acomodan dentro del horno de forma manual, dicho horno este hecho principalmente de piedra y tiene capacidad para una tonelada o 200 piñas de aproximadamente seis a siete kilos cada piña; es calentado por medio de leña, se calienta la piedra a manera de aumentar lo suficiente la temperatura para comenzar la cocción. Se cubre con arena para conservar la temperatura obtenida y se deja así hasta que la cocción ha llegado a término, 48 horas aproximadamente. Una vez que la piña está cocida, se procede al paso de la molienda, en este se tritura la piña en un molino semiautomático con la intención de obtener el jugo de su interior, ese jugo es llevado al proceso de fermentación, en el que se agrega levadura de champagne y permanece en el proceso de fermentación de siete a nueve días.

Mientras que la piña resultante de la molienda, ahora conocido como bagazo, es almacenado hasta que se acumula cerca de una tonelada y para generar una tonelada de bagazo, se abarca un lapso de una semana para luego ser desechado al aire libre, en donde el bagazo acumulado es el resultado de cinco días. En la figura uno se muestra el acumulamiento de bagazo generado en tres horas de producción. Se sabe por conocimiento empíricos de los productores, que si éste es almacenado durante más tiempo la humedad propia del bagazo comienza a generar moho, así como la acumulación de moscas u otros insectos que por su naturaleza buscan el azúcar que este aún posee. Como hábito de los pobladores de la zona, llegan masticar el bagazo, de tal forma que logran obtener el jugo y el sabor que aún tiene en su interior y que el molino no alcanza a extraer.

Luego de que la fermentación ha llegado a término, ese líquido es llevado al alambique para el proceso de destilación. Durante este proceso el Sotol fermentado es calentado dentro del alambique por medio de leña común, el proceso de destilación consiste en separar las partes sólidas y las partes líquidas, cuando alcance la temperatura necesaria, el Sotol pasará por medio del serpentín en forma de vapor hasta llegar a la otra parte y recibirlo como Sotol líquido.

¹ MCI. Juan Manuel Madrid Solórzano, profesor investigador del programa de Diseño Industrial en el Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte (IADA) de la UACJ; jmadrid@uacj.mx

² Dr. Ludovico Soto Nogueira, profesor investigador del programa de Diseño Industrial en el Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte (IADA) de la UACJ; lusoto@uacj.mx

³ Dr. Porfirio Peinado Coronado, profesor investigador del programa de Diseño Industrial en el Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte (IADA) de la UACJ; porfirio.peinado@uacj.mx

⁴ Dr. Juan Carlos Ortiz Nicolas, profesor investigador del programa de Diseño Industrial en el Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte (IADA) de la UACJ; carlos.ortiz@uacj.mx



Figura 1. Bagazo de Sotol almacenado. Fotografía tomada por Karla Valeriano en el Ejido Potrero del Llano, Municipio Aldama, Chihuahua.

Exploración de propuestas, benchmarking

Durante la visita de campo se obtuvo la siguiente información, en seis días se puede llegar a desperdiciar una cantidad de 1560 kilogramos de hojas de sotol y si esto se contabiliza por mes nos daría un total de 7800 kilogramos de hojas. Se sabe que la producción de sotol dura alrededor de cinco a seis meses; por lo tanto, aproximadamente en seis meses se obtienen alrededor de 46, 800 kilogramos de hojas desperdiciadas por temporada.

En el ámbito artesanal, el Sotol es utilizado para la elaboración de artesanías y cestería. Las hojas de esta planta suelen ser usadas de forma artesanal ya que desde hace siglos se utilizan como fibra para tejidos. Estas piezas de fibra natural de Sotol son elaboradas totalmente a mano. En la actualidad se continúa la elaboración de cestas o canastas con esta planta y son muy eficientes para cargar o guardar cosas en ellas. A partir de las hojas de la planta se elaboran productos artesanales por comunidades indígenas, como bolsas, canastas, huaraches, textiles, petates, entre otros productos. En los usos ornamentales, las porciones basales de las hojas de sotol de diversas especies reciben el nombre de “cucharitas” se emplean para decoración de interiores y exteriores en algunos ranchos y pueblos. Se emplea como adorno de conservatorios, escalinatas, terrazas y jardines (González, 2014).

Debido a su alto contenido de azúcares, las hojas del agave son usados para producir bioetanol; este producto no pone en riesgo la seguridad alimentaria debido a que este residuo no forma parte de la alimentación humana ni animal. Sin embargo, generar bioetanol a partir de las hojas y bagazo no sería viable ya que la recolección de este desperdicio será costosa porque los productores están ubicados en zonas aisladas y de difícil acceso; además, de que la cantidad necesaria para comercializar bioetanol a partir de este desperdicio sería insuficiente para satisfacer demandas de empresas del ramo automotriz. Otro tipo propuesta para el uso de hojas de plantas es la que desarrollo Ionna Vautrin, titulado Palm Shoes; su propuesta consiste en elaborar calzado a partir del tejido de hojas de palmeras; aunque, la fibra del Sotol por ser semidura no sería una propuesta de producto viable. Así también, varias empresas licoreras están utilizando fibras vegetales para desarrollar el forro protector de sus productos; por ejemplo, la empresa denominada Casa Botran, en Guatemala, usa fibras de plantas para adornar ediciones especiales de su línea de producto. No obstante, la planta Sotol contiene fibras semiduras en sus hojas; de modo que, para la realización de tejidos detallados y precisos, como son los forros para botellas, es complicado y requeriría de mano de obra especializada que puede reflejar elevados costos de producción para empresas del ramo que caen en la categoría de microempresa; aunque, la búsqueda de desarrollar un sistema de tratamiento de las hojas de sotol para tejidos precisos, puede ser considerada una área de oportunidad diversificar los tipos de productos que actualmente los artesanos de la región pueden elaborar con las hojas.

Este tipo de hoja contiene celulosa, es el componente principal en la fabricación del papel y de productos fabricados a partir de éste como las servilletas que diariamente utilizamos en nuestras casas. La celulosa es un biopolímero de origen agrícola que puede ser utilizado en la fabricación de cartón para empaque de productos alimenticios (Villalda, Acosta y Velasco, 2006). Existen diferentes procesos para la extracción de la celulosa. En la investigación de “Obtención de celulosa microcristalina a partir de desechos agrícolas de cambur (*Musa Sapientum*)” publicada por la revista Iberoamericana de Polímeros (2014) nos menciona sobre la obtención de celulosa a partir del pinzote el cual es la fracción de la planta de banano que soporta un conjunto de bananos y está constituido por fibras lignocelulosas. En este proceso utiliza un procedimiento experimental el cual consistió de varias etapas: a) pre-condicionamiento de las fibras pseudo tallo y pinzote; b) extracción Soxhlet con tolueno- etanol, c) lavado con agua caliente; d) tratamiento con solución acida de $\text{CH}_3(\text{COOH})$ al 80%

m/m y de HNO₃ AL 65% a 110 y 120°C, e) tratamiento con solución alcalina (NaOH Y KOH al 10 y 20%) para lavado, filtrado y secado y g) molienda y tamizado. Estas muestras fueron analizadas por medio de microscopía electrónica de barrido (MEB), microanálisis por espectroscopía de emisión de rayos X (EDS) y espectroscopía infrarroja (FTIR). Otro procedimiento similar al mencionado es el de obtención de celulosa a partir de desechos agrícolas del banano, un proceso el cual consiste en cuatro etapas: hidrólisis ácida, cloración, extracción alcalina y blanqueo. La celulosa se caracterizó mediante termogravimetría, espectroscopía de FTIR y determinación de pesos molecular (Canché-Escamilla; De los Santos-Hernández; Andrade-Canto y Gómez-Cruz, R., 2005). Sin duda, cada una de estas investigaciones para conseguir celulosa es un área de investigación para con la planta Soto.

A pesar de ello, la obtención de un biopolímero es costoso aún y el nivel de inversión para empresas del ramo no sería viable; pero se han hecho iniciativas para obtener cartón a partir de combinar el bagazo de una planta con papel de gran resistencia (papel Kraft) y con un polisacárido (carboximetilcelulosa) cuyo resultado ha sido un cartón con una resistencia moderada y con buena resistencia a la humedad. El proceso para obtención del cartón ha sido siguiendo el proceso artesanal para crear papel artesanal. Este tipo de propuesta es más factible para las empresas del ramo (Matsui, Larotonda, Paes, Luiz, Pires y Laurindo, 2004).

Otra de las propuestas de alternativas que puede resultar viable, es la obtención de filamentos a partir de la hoja de la planta con el propósito de utilizarlos para las impresoras 3D. En algunas páginas web de compañías que venden filamentos de impresión de este tipo, describen que han hecho experimentos para mejorar la tensión y comprensión de filamentos para impresión 3D al ser mezclado con fibras provenientes de plantas, como la del maíz; así que, otra alternativa de diseño es mejorar los filamentos comerciales para impresión 3D, como es el PLA, al ser mezclados con la hoja del Sotol (Plastics Technology México, 2017).

Otras aplicaciones son, uso de materiales de aglomerados, en la fabricación de muebles y relleno de colchones, como substrato para cultivo de hongos comestibles, para fabricar ladrillos y como composta (García, Yolanda González, Orfil González Reynoso, 2005).

Otra propuesta es el de usar el bagazo de sotol como un combustible de tipo alterno, esto basado en los resultados obtenidos en una prueba de calorimetría realizada en las instalaciones del laboratorio de química de una empresa local; se corrieron dos muestras, una con humedad y otra seca a 102^o centígrados por 2.0 horas y fueron analizadas en el calorímetro LECO AC500, los resultados sugieren que el material se puede usar como combustible después de haber sido secado y comparativamente su poder calorífico es al del aserrín común. Es importante mencionar, que es necesario adquirir un secador capaz de extraer la humedad del bagazo para el máximo aprovechamiento del material. Así también, otra propuesta para el uso del bagazo es el de crear un material aislante gracias a las propiedades que el bagazo tiene para soportar altas y bajas temperaturas (Baena, 2005).

Una propuesta de diseño más es la obtención de carbón activado, ya que su campo de aplicación es de gran abundancia; por ejemplo, puede ser aplicado para el desarrollo de mascarillas para filtrar polvo y vapores tóxicos. Hoy en día, el bagazo proveniente de la producción de tequila es frecuentemente usado para generar composta para las plantas, debido a que tiene la capacidad de contribuir a la fertilización de la tierra y una fácil aplicación para prolongar su ciclo de vida antes de ser desechado en su totalidad.

Otra alternativa es el de proponer mezclar el bagazo de Sotol con algún aditivo que ayude a compactar el bagazo de tal manera que sea capaz de generar tabiques tan grandes como sea posible, con la intención de generar un material similar a la madera o específicamente al MDF, incluso sabemos que gracias a su resistencia el aditivo con el que se mezcle puede darle cierta flexibilidad para brindar un campo de aplicación muy extenso, como por ejemplo, en la suelas de los zapatos, así como superficies para muebles, entre otros; para obtener este comprimido es necesario obtener el bagazo seco en su totalidad, y para ello es necesario someterlo al calor de un horno de gas convencional para extraer el 100% de humedad y una vez el material seco hay que homogenizar el tamaño del bagazo para garantizar que la compresión sea lo más estable posible, para ello hay que adquirir un procesador de alimentos (Ecoosfera, 2015).

Comentarios finales

El desperdicio generado a partir de la planta de Sotol en la producción de la bebida alcohólica se observa dos áreas de oportunidad para diversificar los productos de los campesinos, generar cartón para empaque y la mejora de la resistencia de filamentos comerciales de impresoras 3D a partir de mezclarlos con la fibra del Sotol.

Se considera que estos tipos de productos incentivarían a los productores porque se considera baja la inversión y se adentraría a comercializar productos distintos al mercado de ventas de bebidas alcohólicas, además de que estas propuestas poseen consumidores potenciales en la zona, el empaque y la impresión 3D son consumidos por la industria manufacturera de la localidad.

Con respecto a la propuesta de desarrollo de un empaque, este tendría la apariencia similar al cartoncillo que actualmente es utilizado para el empaque de productos avícolas (denominados casilleros de huevo); se tendría que llevar cinco pasos para obtener el cartón. Paso uno, consiste en experimentar para llegar a crear un cartón artesanal a partir de un proceso artesanal, como el que se realiza con el papel; en este paso se tiene que

determinar la cantidad de agua requerida, si existe la necesidad de agregar alguna sustancia que permita obtener un material no quebradizo, el conseguir un espesor homogéneo y si es necesario determinar las características de manipulación del secado. Paso dos, es necesario investigar y agregar algún tipo de biopolímero que permita una alta permeabilidad y resistencia mecánica; asimismo, experimentar para obtener un material homogéneo y que permita ser moldeado en distintas formas que permitan almacenar distintos tipos de productos de la localidad. El último paso, se analizaría la permeabilidad y su resistencia mecánica.

En la figura dos se muestra un esquema de los pasos que se tendrían que llevar a cabo para la mejora de un filamento. El paso uno es experimentar con el tipo de secado y triturado para obtener partículas que permitan adherirse de manera homogénea a las probetas a diseñar en el paso cinco. En el paso dos es la búsqueda de aquellos filamentos comerciales que son mas comerciales y/o usados en la industria con la finalidad de que el resultado sea comercial; asimismo, las aplicaciones en donde se utilizaría este tipo de filamento 3D. En este paso se experimentaría con el Políácido Láctico (PLA) que es descrita como biodegradable pero que posee baja resistencia mecánica y térmica (a partir de los 60 grados centígrados) y cuyas aplicaciones son principalmente para generar prototipos pequeños y objetos decorativos por las propiedades antes descritas.

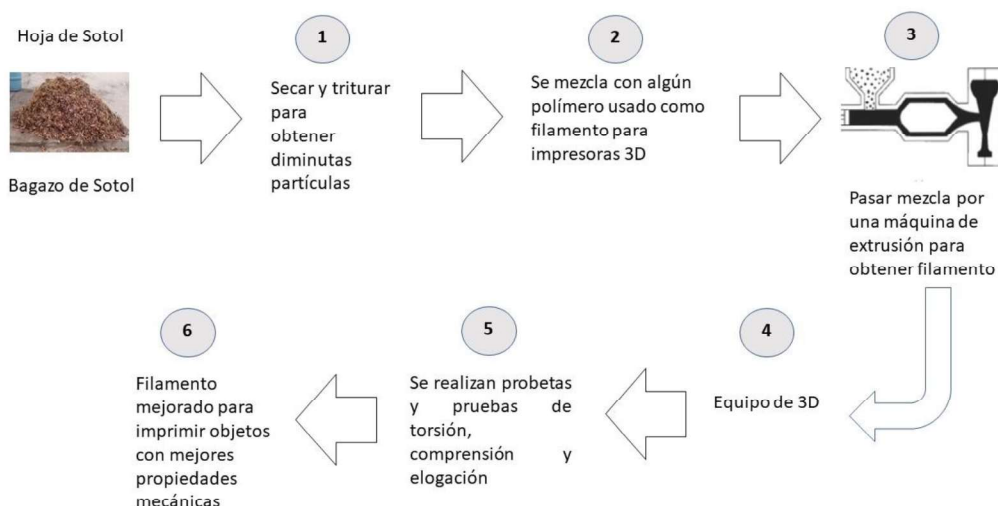


Figura 2. Pasos para el desarrollo de la propuesta de la mejora de filamentos 3D a partir de hojas de Sotol.

Referencias

- Baena, A. (2005). Aprovechamiento del Bagazo del Maguey Verde (Agave Salmiana) de la Agroindustria del Mezcal en San Luis Potosí para la Producción de Hongo Ostra (Pleurotus ostreatus). Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. Recuperado desde <https://ipicyt.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1010/989/1/TMIPICYTB3A72005.pdf>
- Canché-Escamilla, G., De los Santos-Hernández, J. M., Andrade-Canto, S., & Gómez-Cruz, R. (2005). Obtención de Celulosa a Partir de los Desechos Agrícolas del Banano. Información Tecnológica, 16(1), 83–88. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642005000100012
- Ecoosfera. (2015). Una nueva eco-mezcla de residuos de agave y plástico será usada en la construcción - Ecoosfera. Recuperado desde el 30 de marzo de desde <https://ecoosfera.com/2015/02/una-nueva-eco-mezcla-de-residuos-de-agave-y-plastico-sera-usada-en-la-construccion/>
- García, Yolanda González, Orfil González Reynoso, J. N. A. (2005). Potencial del bagazo de Agave tequilero para la producción de biopolímeros y carbohidrasas por bacterias celulolíticas y para la obtención de compuesto fenólicos. E-Gnosis, vol. 3. Recuperado desde <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73000314>
- González, J. C. (2014). El tramado de la cestería tarahumara. Identidad, construcción y disposición de un objeto artesanal. Juárez, Chihuahua. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.
- Matsui, K. N.; Larotonda, F. D. S; Paes, S. S.; Luiz, D. B.; Pires, A. T. N.; Laurindo, J. B. (2004). Cassava bagasse-Kraft paper composites: analysis of influence of impregnation with starch acetate on tensile strength and water absorption properties. Carbohydrate Polymers, 55, 237-243. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861703002479>
- Plastics Technology Mexico. (2017). Crean plásticos orgánicos con desechos de agave: Plastics Technology México. Recuperado el 30 de marzo del 2018 desde <https://www.pt-mexico.com/noticias/post/crean-plsticos-orgnicos-con-desechos-de-agave>.

Villalda, H. C., Acosta, H. A. y Velasco, R. J. (2006). Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. Recuperado el 26 de junio de 2018 desde <http://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/652/768>