

Generación de un material a partir del bagazo de Sotol para el desarrollo de productos

Generation of a material derived from sotol bagasse for developing products

^a Juan Manuel Madrid Solorzano , ^bDelia Julieta Valles Rosales , ^cLuis Enrique Macias Martin , ^dLudovico Soto Nogueira

^aMaestría en Ciencias en Ingeniería Industrial, jmadrid@uacj.mx; Orcid: 0000-0002-2888-4413
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Ciudad Juárez, México

^bPhD Industrial Engineering, dvalles@nmsu.edu; Orcid: 0000-0002-9166-3234;
Universidad Estatal de Nuevo México; Nuevo México, México

^cDoctorado en Ciencias de la Administración,
lumacias@uacj.mx; profesor-investigador, Orcid: 0000-0002-3919-2682 ,
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Ciudad Juárez, México

^dDoctorado en investigación, lusoto@uacj.mx;
orcid: 0000-0001-6133-1039;
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Ciudad Juárez, México

Recibido: 7 de Enero de 2018 Aceptado: 20 de Mayo de 2018

Forma de citar: J.M Madrid Solorzano , DJ Valles Rosales , L.E Macias Martin , L.Soto Nogueira, “Generación de un material a partir del bagazo de Sotol para el desarrollo de productos”, *Mundo Fesc*, vol. 15, no. 1, pp. 31-34, 2019.

Resumen

Sotol es una bebida alcohólica mexicana que se elabora a partir de una planta del mismo nombre. Durante el proceso industrial para la fabricación de la bebida sotol, se originan dos tipos de residuos. Primero, el proceso industrial comienza con cortar las hojas de la parte central de la planta y a menudo estos se utilizan para crear artesanías. Segundo, el bagazo es considerado como un desperdicio que es dejado en los basureros. Por esa razón, el objetivo de este estudio fue producir un material derivado del sotol para desarrollar productos. A partir de una revisión bibliográfica y de una prueba empírica, el material se elaboró con glicerol (10 gr), agua destilada (60 ml), bagazo de sotol (20 gr) y polímero compuesto de aminoácidos (8 gr). Los análisis de resistencia a la tensión y degradación se llevaron a cabo como caracterización del material. De acuerdo con los resultados, se desarrollaron tres productos para que los productores de sotol usen como un regalo para sus clientes.

Palabras clave: sotol, bagazo, diseño, desperdicio

Abstract

Sotol is a Mexican alcoholic drink which is made from a plant of the same name. During the industrial process for the fabrication of the sotol beverage, two types of residues are originated, First, the industrial process starts cutting the leaves from the central part of the plant, and they are often used to create crafts. Second, bagasse is considerate as waste that goes into landfills. For that reason, the aim of this study was to produce a material derived from sotol for developing products. From review literature and empirical test, the material was made using glycerol (10 gr), distilled water (60 ml), sotol bagasse (20 gr) and polymer of amino acids (8 gr). Tensile strength and degradation analysis were carried on to material characterization. According to the results, three products were developing to sotol producers use as gifts to consumers.

Keywords: sotol, bagasse, design, waste

Autor para correspondencia:

*Correo electrónico: jmadrid@uacj.mx

Materiales y métodos

Se realizó una revisión de literatura en distintas bases de datos utilizando las palabras claves “bagaso de sotol”, “bagaso”, “bagasse” y “bagasse sotol” con el propósito de encontrar aplicaciones de este tipo de desperdicio. Se encontró investigaciones referentes a mejorar el proceso de obtención de la fructuosa de la piña del Sotol [4], [5]; también, el uso del bagazo del agave para extraer celulosa con el fin de ser utilizado en la fabricación de nanofibras [6]; asimismo, el bagazo del agave es propuesto para generar bioetanol [7]; el bagazo de malta, residuo orgánico en la fabricación de la cerveza, es usado para la obtención de biogás [8]. Con el objetivo de utilizar el bagazo que resulta en la industria productora de fécula de yuca, se realizó una mezcla del bagazo de yuca con papel Kraft para la obtención de un material con similares características mecánicas al cartón usado para empacar huevos [9]. Se ha propuesto el desarrollo de platos para comida rápida a partir de una mezcla de fibras de eucalipto, almidón, fibra de celulosa, agua y caliza [10]; así también, se ha utilizado una mezcla de bagazo de malta, almidón, glicerol y agua para crear platos con capacidad de contener productos de corta vida por un periodo de tiempo no mayor a 14 días [11]. Se ha desarrollado macetas biodegradables a partir del uso del bagazo resultante en la fabricación de la bebida alcohólica denominada Mezcal [12].

Acorde con las investigaciones para el desarrollo de platos para almacenar comida, se efectuó una experimentación de forma empírica para decidir un compuesto que, al combinarse con el bagazo de sotol, permitiera obtener un material que tuviera probabilidades para desarrollar un producto. Sin embargo, en la experimentación no fue utilizado equipo de laboratorio descrito en la literatura revisado; por ejemplo, bombas de vacío con el uso de sodio para sacar humedad porque uno de los limitantes de este proyecto es que fuese la generación de un producto a bajo costo.

Acorde con la experimentación, se generó la siguiente fórmula: glicerol (10 gramos), agua destilada (60 mililitros), bagazo de sotol (20 gramos) y polímero compuesto de aminoácidos (8 gramos). El método para obtener el material consistió en cinco pasos; primero, se procedió a secar el sotol por medio de su exposición al sol por tres días continuos, en periodos de secado de cinco horas; segundo, se cortó el bagazo con tijeras porque su fibrosidad no permitió ser cortado en un procesador de alimentos de uso común;

por lo anterior, esto ocasionó cortes no uniformes, obteniendo trozos de bagazo con longitudes que variaron de 3 a 7 milímetros de longitud; enseguida, se realizó la mezcla con los componentes; tercero, la mezcla fue colocada en los recipientes y seguidamente puestos en un congelador convencional a $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$; posteriormente, la mezcla fue expuesta al sol por cinco días continuos.

Resultados y análisis

Como una primera etapa de caracterización del material, se realizaron dos tipos de pruebas. Primero, el material secado al sol fue sometido a pruebas de resistencia a la tensión; se calculó la fuerza máxima o punto de ruptura del material utilizando un tensómetro; sin embargo, se presentó la siguiente limitación para las pruebas, el material no presentó uniformidad en su espesor debido a la variación de las longitudes de corte del bagazo; el espesor tuvo una variación de 1.42 mm a 1.72 mm; empero, con este limitante el material mostró en la primera prueba que puede ser sometido a un esfuerzo de tensión (σ) de 0.8 Mpa; este resultado está muy por debajo con respecto al material obtenido a partir de combinar harina de maíz y fibras extraídas de maderas blandas, $\sigma = 12\text{ MPa}$; asimismo, el usar bagazo de malta se obtiene un $\sigma = 13\text{ MPa}$ mucho mayor [13]. La segunda prueba consistió en medir el tiempo de su degradación; una muestra del material, de dimensiones de 1×1 centímetros, fue colocado en un vaso precipitado y se le aplicó 5 mililitros de la solución PBS (400 mililitros de agua destilada, 40 gramos NaCl, un gramo de ACI, 7.2 gramos de fosfato de sodio y 1.2 gramos de KH_2PO_4) y fue llevada a una incubadora en donde se tenía previsto que permaneciera una semana; sin embargo, el material se degradó en 20 minutos. En la figura 1 se muestra el material obtenido a partir de la mezcla de glicerol, agua destilada, bagazo de sotol y grenetina.

Acorde con los resultados, se gestó una etapa creativa para decidir qué tipos de productos se podría conseguir a partir del compuesto. La etapa creativa se realizó por medio de un grupo de enfoque con estudiantes de diseño industrial siguiendo el siguiente proceso: generación de ideas aleatorias, combinar las ideas y exposición de las ideas a productores de sotol, etapa de bocetaje, evaluación de costos y prototipado [14]. Los resultados de la etapa creativa se muestran en la figura 2; en esta se muestra tres tipos de productos,

una maceta, un contenedor y portavasos con el propósito de ser otorgados como souvenirs por parte de las compañías sotoleras y proporcionar con ello un valor agregado al producto. Plantas endémicas de la región fueron colocadas en las macetas; los portavasos y contenedores fueron recubiertos con una capa de cera en una de sus superficies con el propósito de reducir en lo posible su contacto con el agua. Se diseñaron empaques flexibles para dichos productos para indicarle a los clientes de su rápida degradación al estar en contacto con el agua.



Figura 1. Material obtenido a partir de la mezcla de glicerol, agua destilada, bagazo de sotol y grenetina.

Conclusiones

Por lo anterior, este material con compuestos orgánicos presenta varias deficiencias que son motivos de investigación; por ejemplo, si este material fuera utilizado para ser conglomerado para su uso en el diseño de paneles modulares, empaque, entre otros; esto no sería posible por el exceso de humedad que éste tiende a guardar (higroscopía) y además porque el exceso de éste puede promover la proliferación de hongos o bacterias por la descomposición propia de los componentes de la fórmula, resultando en riesgos para la salud de los consumidores; por lo tanto, es necesario desarrollar un proceso de secado de tal manera que permita ser usado para el desarrollo los productos; así también, las pruebas de resistencia fueron tomadas con distintos calibres porque su espesor tuvo variación; por lo anterior, es necesario mejorar el proceso de manufactura para la obtención de un material con espesor uniforme ya que para el cálculo de la fuerza de tensión, el calibre del material es una variable sumamente importante que debe de ser considerada.



Figura 2. Se muestran los tres tipos de productos obtenidos a partir del compuesto.

Agradecimientos

A la compañía La Sotolera, en Ciudad Juárez, Chihuahua, agradecemos el acceso a sus instalaciones para conocer el proceso de elaboración de la bebida; asimismo, para la adquisición del bagazo y por sus ideas aportadas para la selección de las propuestas de diseño.

Referencias

- [1] T. Foster, "West Texas In a Bottle: EBSCOhost," Texas Monthly, 2018. [Online]. Available: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=6&sid=8869d427-db39-4dc7-903f-ecb446afc9d6%40sessionmgr4007&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#d b=a9h&AN=127588334>. [Accessed: 09-Jan-2019].
- [2] J. A. Campos-González, "El tramado de la cestería tarahumara. Identidad, construcción y disposición de un objeto artesanal," Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2014.
- [3] A. A. Gardea, L. T. Findley, and J. A. Orozco-avitia, "Bacanora and Sotol : So Far , So Close Bacanora y sotol : tan lejos y tan cerca," *Estud. Soc. Rev. Investig. Científica*, no. 2, pp. 149–168, 2012.
- [4] A. J. Pardo-Rueda et al., "Efficient extraction of fructans from sotol plant (*Dasyliion leiophyllum*) enhanced by a combination of enzymatic and sonothermal treatments," *Food Bioprod. Process.*, vol. 94, no. September 2013, pp. 398–404, 2015.

- [5] M. Á. Sánchez-Madrigal et al., “Optimization of the enzyme-assisted extraction of fructans from the wild sotol plant (*Dasyliirion wheeleri*),” *Food Biosci.*, vol. 22, pp. 59–68, Apr. 2018.
- [6] M. Á. Robles-García et al., “Nanofibers of cellulose bagasse from Agave tequilana Weber var. azul by electrospinning: preparation and characterization,” *Carbohydr. Polym.*, vol. 192, pp. 69–74, Jul. 2018.
- [7] D. L. Aguilar et al., “Scale-up and evaluation of hydrothermal pretreatment in isothermal and non-isothermal regimen for bioethanol production using agave bagasse,” *Bioresour. Technol.*, vol. 263, pp. 112–119, Sep. 2018.
- [8] T. Arias-Larafigue and L. López-Ríos, “Propuesta tecnológica para el aprovechamiento energético del bagazo de cebada malteada de la cervecera Hatuey,” *Tecnol. Química*, vol. 35, no. 3, pp. 356–374, 2015.
- [9] K. N. Matsui, F. D. S. Larotonda, S. S. Paes, D. B. Luiz, A. T. N. Pires, and J. B. Laurindo, “Cassava bagasse-Kraft paper composites: Analysis of influence of impregnation with starch acetate on tensile strength and water absorption properties,” *Carbohydr. Polym.*, vol. 55, no. 3, pp. 237–243, 2004.
- [10] V. C. Reolon-Schmidt and J. Borges Laurindo, “Characterization of Foams Obtained from Cassava Starch, Cellulose Fibres and Dolomitic Limestone by a Thermopressing Process,” *BRAZILIAN Arch. Biol. Technol.*, vol. 53, no. 1, pp. 185–192, 2010.
- [11] L. R. P. F. Mello and S. Mali, “Use of malt bagasse to produce biodegradable baked foams made from cassava starch,” *Ind. Crops Prod.*, vol. 55, pp. 187–193, 2014.
- [12] Colectivo Bagatech, “Colectivo Bagatech: Más allá del mezcal – INADEM,” Secretaría de Economía, 2018. [Online]. Available: <https://www.inadem.gob.mx/colectivo-bagatech-mas-alla-del-mezcal/>. [Accessed: 04-Jul-2018].
- [13] N. Soykeabkaew, C. Thanomsilp, and O. Suwantong, “A review: Starch-based composite foams,” *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, 2015.
- [14] J. Madrid-Solórzano, E. Loera-Anchondo, P. Peinado-Coronado, and L. Soto-Nogueira, “A Creative Teaching Strategy to Generate Concept Designs and Their