

**Envase eco sustentable fabricado con hojas de maíz y mucilago de nopal como aditivo**

**Eco-sustainable packaging made with cornhusks and nopal mucilage as an additive**

MÁRQUEZ-SÁNCHEZ, Daniel Mauricio

*Universidad Tecnológica Fidel Velázquez*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Daniel Mauricio, Márquez-Sánchez*

D. Márquez

danielmarkez2012@gmail.com

N. Zapata (Dr.). Ciencias agropecuarias y biotecnología. Proceedings-©ECORFAN-Mexico, 2019.

## **Abstract**

It is important to manage natural resources adequately and avoid polluting waste. The Organic waste can be used to manufacture products with alternative materials. Gradually we can prevent large amounts of waste contaminating aquifers. A packaging made of organic waste is an ecological and sustainable alternative to reduce the use of forest materials. Forest have been exploited without measure since the beginning of the industrial revolution, and large areas of forest have been allowed to disappear. The packaging made of cornhusks and nopal mucilage requires common manufacturing processes and the materials are easily accessible in Mexico. The physical and chemical structure of the cornhusks is adequate to manufacture boxes for products replacing the use of cardboard as raw material. The cornhusks and cactus mucilage can be combined with common additives used in paper industry, improving their physical and chemical characteristics. The cornhusks and cactus mucilage can be used to improve the packaging manufacturing industry, adapting it for the environmental care.

## **Hoja de Maíz, Mucilago de nopal, Eco envase**

### **Introducción**

México es un generador de residuos muy importante y las cifras aumentan año con año. Las razones son multifactoriales entre ellos es el crecimiento demográfico y el aumento del consumo, por lo cual se necesitan más recursos naturales, que repercuten en deforestación y detrimento de los ecosistemas Mexicanos. Semarnat informe 15. , forestcarbonpartnership.org (julio 2012)

La deforestación a causa de abastecer a las diferentes industrias; de la construcción, del empaque y del papel principalmente, Conafor. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2009. México. 2011. Es un problema que necesita ser atendido a corto plazo si se quiere preservar los la biodiversidad en México.

Es importante considerar materiales alternativos para la fabricación de envases y que a su vez sean amigables con el ambiente, eco-sustentables, reutilizables y biodegradables. Y disminuir la huella ecológica. “Entendemos la ecología como el equilibrio del ser humano con su entorno, por tanto con el medio ambiente y su prójimo”. Directorio de Empresas Ecológicas, Sustentables y de Bien Social (2017). ”La Sustentabilidad no es sólo una opción, si no que el camino a seguir para mantener el equilibrio entre las personas y su entorno”. Directorio de Empresas Ecológicas, Sustentables y de Bien Social (2017). Considerar materiales fáciles de obtener en nuestro entorno que tengan una oportunidad de una segunda o tercera vida útil más allá de los fines puramente económicos.

El envase que se propone es resistente y está fabricado con materiales orgánicos de fácil acceso que se degradan con facilidad. Un envase eco sustentable es posible al utilizar recursos de fácil acceso, utilizando bajos recursos, J.G. Filippone, N. Candela, A. López y R. Orihuela (2019) y que cumpla con varias funciones más allá de las programadas, de almacenamiento y protección, prolongando su destino a otros usos reintegrándolos a un nuevo ciclo de vida y finalmente se biodegraden evitando problemas de acumulación. López (2012)

### **Metodología**

Definir envase y explicar los usos de los materiales propuestos (Hojas de Maíz y Mucilago de Nopal) enfatizando su importancia.

Realizar una muestra del envase de Maíz utilizando mucilago de nopal como aditivo. Realizar varias pruebas para encontrar la muestra con mejores características. Diseñar una prueba piloto de envase fabricado con hoja de maíz y mucilago de nopal.

En las recomendaciones proponer vínculos con la empresa para obtener equipo para realizar las pruebas de resistencia para el envase. Rehacer el proceso para elaborar la pasta con la que se fabricara el envase, realizar pruebas con base a las normas con el propósito de mejora las características físicas y químicas.

## La hoja de Maíz

¿Por qué usar hojas de maíz? México está muy lejos de ser el mayor productor de maíz. agricultureros.com (2017). Panorama Agroalimentario (2016). Sin embargo si es uno de los que mayormente consume maíz como alimento. Panorama Agroalimentario (2016). Y está muy arraigado la cultura del maíz y se utiliza para preparar diversos platillos que incluyen tanto el grano como la hoja. Si se utiliza este material para fabricar envases se podría evitar deforestaciones innecesarias. Prado-Martínez, Maribel, Anzaldo-Hernández, José, Becerra-Aguilar, Bruno, Palacios-Juárez, Hilda, Vargas-Radillo, José de Jesús, & Rentería-Urquiza, Maite. (2012).

En México se desperdician 10 toneladas de hoja de maíz que son utilizan principalmente para preparar alimentos en especial para hacer tamales. Viridiana Mendoza (2012). Las hojas simplemente se van a la basura mezcladas con toda clase de residuos orgánicos e inorgánicos, y solo el 1% se recupera para hacer artesanías. Viridiana Mendoza (2012)

### Composición de las hojas de maíz

Las características físicas de las fibras de la hoja de maíz permiten la fabricación de papel, así lo señalan en el estudio de química y morfología del maíz. Prado-Martínez, Maribel, Anzaldo-Hernández, José, Becerra-Aguilar, Bruno, Palacios-Juárez, Hilda, Vargas-Radillo, José de Jesús, & Rentería-Urquiza, Maite. (2012). El estudio señala que el contenido de holocelulosa contenido en las hojas del maíz es adecuado para fabricar papel, y adecuado para fabricar una caja. Prado-Martínez, Maribel, Anzaldo-Hernández, José, Becerra-Aguilar, Bruno, Palacios-Juárez, Hilda, Vargas-Radillo, José de Jesús, & Rentería-Urquiza, Maite. (2012).

**Tabla 4.1** Composición química de la hoja de mazorca de maíz

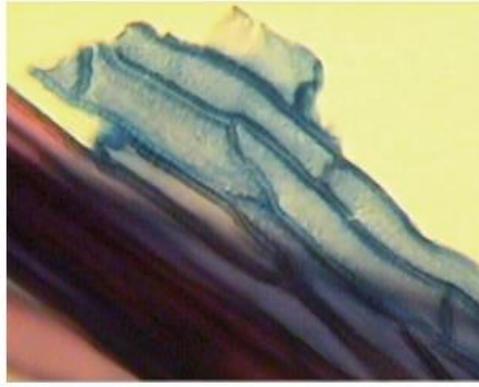
Composición química de la hoja de mazorca de maíz	
Compuesto	Hoja de mazorca porcentaje (%) base seca.
Holocelulosa	78,86
a-Celulosa	43,14
Lignina	23,00
Cenizas	0,761

*Fuente: (Prado-Martínez, M., J. Anzaldo-Hernández, B. Becerra-Aguilar, H. Palacios-Juárez, J.J. Vargas-Radillo y Maite Rentería Urquiza. 2012.)*

Datos tomados. Prado-Martínez, Maribel, Anzaldo-Hernández, José, Becerra-Aguilar, Bruno, Palacios-Juárez, Hilda, Vargas-Radillo, José de Jesús, & Rentería-Urquiza, Maite. (2012). Datos originales. Hurter, Robert. (2001). La hoja de mazorca de maíz tienen 78, 86 %. Los porcentajes de Holocelulosa se encuentran entre (67%-70%) que se usan comúnmente para hacer pulpa para papel. Hurter, Robert. (2001).

### Descripción de los elementos que conforman a la hoja de mazorca de maíz

La planta de maíz está clasificada dentro del grupo de las monocotiledóneas, las cuales transportan las sales disueltas y los fotosintatos, desde las raíces hacia las hojas, y viceversa, a través de los vasos de xilema y floema (Figura 4.1). Estos vasos, están reforzados por fibras, conformando, junto con tejido parenquimático, los haces fibrovasculares que se ordenan en nervaduras paralelinervas en toda la lámina. De estos haces fibrovasculares se obtienen las fibras que son materia prima para producir papel.” Prado-Martinez, Maribel et al. (2012, vol.18, n.3)

**Figura 4.1** Estructura de la hoja de maíz

*Fuente: (Anzaldo-Hernández, B. Becerra-Aguilar, 2012)*

**Figura 4.2** Hojas de maíz

*Fuente: Daniel Márquez 2018*

### **Descripción de la planta de Nopal**

El nopal es una planta de origen mesoamericano que se utiliza como verdura y su consumo en México es ancestral. (Reyes – Agüero et al 2005). Pertenece al género *Opuntia*, es también llamado arbusto rastrero. Actualmente se distribuye por gran parte del continente Americano, algunas partes de Europa introducidas muy probablemente por Cristóbal Colon, y Asia. (Pimienta, 1990; Barbera 1999). Existen 190 especies de las cuales 83 están en México. (Callejas-Juárez et al., 2009; Blanco Macías et al., 2008; SE, 2006). El nopal tiene una gran adaptabilidad a los cambios de clima. Otros componentes importantes del nopal son la vitamina B6, clorofila, fósforo, sodio, potasio, calcio y componentes nitrogenados. Maki-Díaz, Griselda, Peña-Valdivia, Cecilia B., García-Nava, Rodolfo, Arévalo-Galarza, M. Lourdes, Calderón-Zavala, Guillermo, & Anaya-Rosales, Socorro. (2015).

**Figura 4.3** Nopales

*Fuente: Daniel Márquez 2018*

**Figura 4.4** Mucilago de Nopal. (Baba de Nopal)

Fuente: Daniel Márquez 2018

### Mucilago de Nopal

La baba de nopal o mucilago de nopal es un polisacárido de apariencia viscosa y pegajosa y ha sido sujeta a vario estudios. Cárdenas et al. (1997), Rodríguez Yurley, (2017). El Mucilago de nopal sirve como agente aglutinante al mezclarse con la pasta mecánica echa de hojas de maíz, mejorando las características mecánicas de la pasta para fabricar el papel, haciéndolo resistente y flexible.

### El envase

El objetivo básico de un envase es la de proteger al producto del exterior conservando la totalidad del producto. “Es un envoltorio que tiene contacto directo con el contenido de un producto, tiene la función de ofrecer una adecuada presentación, facilitando su manejo, transporte, almacenaje, manipulación y distribución”. Carmen Pérez (2012). El envase tiene connotaciones visuales, es estético no solo funcional debe obedecer a las necesidades del producto y los recursos asignados, además de ser amigable con el ambiente; es decir reciclable, reutilizable y biodegradable. Hanna J. (2004) Héctor S. Villada, Harold A. Acosta y Reinado J. Velasco (2007) “Una analogía de esto es, si el medio ambiente fuera uno de nuestros clientes, para diseñar un empaque ambientalmente funcional, seria indispensable preguntarse el uso que se le daría, y como facilitar su adaptación, tomando en cuenta sus características, su forma de vida, ciclos, actividades y recursos”. Héctor S. Villada, Harold A. Acosta y Reinado J. Velasco (2007).

**Tabla 4.2** Requerimientos del envase

Producto	Distribución	Ergonomía
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su naturaleza.</li> <li>- Tamaño y forma.</li> <li>- Densidad y peso.</li> <li>- Fragilidad o resistencia.</li> <li>- Su forma de presentación (liquido, solido, polvo, etc.).</li> <li>- Su comportamiento ante los cambios (humedad, temperatura, presión, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto horizontal, golpes laterales que puede sufrir el producto en el proceso de transporte y manipulación del mismo.</li> <li>- Impacto vertical, riesgo de la caída del producto.</li> <li>- Perforación.</li> <li>- Compresión, es importante la resistencia que tiene para el apilamiento en almacenes o anaqueles.</li> <li>- Vibración, tanto en el transporte como en la producción y transporte.</li> <li>- Alta temperatura.</li> <li>- Baja temperatura, transporte de frigoríficos o congelados.</li> <li>- Baja presión, puede ser en el transporte aéreo.</li> <li>- Humedad.</li> <li>- Polvo.</li> <li>- Biológicos, procedentes de bacterias, hongos, microorganismos, insectos, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilidad del manejo del envase.</li> <li>- Tamaño y peso del producto.</li> <li>- Sistema de distribución, cadena logística, inviolabilidad del empaque y contenido.</li> <li>- Forma de uso del producto, sistema de apertura y cierre, dosificación, válvulas, etc.</li> </ul>

Fuente: ECODISPACK (2007) Carmen Krystal Pérez Espinoza (2012)

## Ejemplos de Eco-envases

María Carolina Martínez Reyes en su Tesis de maestría, “Medio Ambiente y Desarrollo” enfatiza que es necesario promover “el desarrollo y la funcionalidad del empaque para obtener mejores condiciones de uso, consumo, fin de vida y reducción de la contaminación”. María M. (2017)

Ejemplos de envases con este enfoque:

**Figura 4.5** EcoCradle. Envase fabricado con hongos y desechos agrícolas



*Fuente: Eco Inventos Green Technology*

**Figura 4.6** Timberland y Po-Zu, calzado ecológico



*Fuente: Cultura decóCultura decó / Las tendencias en arquitectura, diseño, arte. (2010)*

**Figura 4.7** Packaging para huevos hecho de heno. Happy Eggs, por Maja Szczypek



*Fuente: www.behance.net/gallery/9367295/Happy-Eggs (2013)*

### Procedimiento para realizar eco envase hecho de hoja de maíz y mucilago de nopal como aditivo

1. “Proceso para hacer pulpa de papel con base en la hoja de maíz. Se usan las hojas de maíz que ya han sido usadas previamente en la preparación de los tamales, pues uno de los objetivos es disminuir los residuos y a provechar al máximo los recursos. María M. (2017)
2. Se corta la hoja de maíz en tiras largas de la hoja y se ponen a remojar en agua durante 24 horas.
3. Se machacan las hojas con un martillo hasta que se produzcan pequeñas fibras, se cosen con bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ), para facilitar el proceso de cocción en una olla de presión industrial, y después se deja enfriar, en este caso hemos realizado la cocción en una olla normal por falta de presupuesto. El tiempo de cocción fue de 4 horas en un recipiente común.

4. Al menos unas 5 horas antes se corta 150 g. de nopal en cubos y se ponen a remojar en un litro de agua, el nopal desprende sus jugos en el agua. Esta agua se cuele y solo quedara el agua con la baba de nopal.
5. Se hace la mezcla de las hojas de maíz cocidas y el agua con la baba de nopal (mucilago). Se colocan en una licuadora, se recomienda una licuadora profesional, sin embargo por falta de presupuesto se realizó en una convencional por tiempos cortos para evitar sobrecalentamiento de la misma.
6. La mezcla se esparce sobre un bastidor cuyo marco es de madera y cubierto por una maya plástica que facilita el drenado del agua. Se le aplica presión para facilitar el drenado del agua de la mezcla y se transfiere el material a una tela de algodón del tamaño del marco que funciona como contra molde y así poder despegar la pulpa de maíz y baba de nopal del marco.
7. La pulpa de maíz con baba de nopal es colocada en una prensa para drenar el agua de la mezcla durante una hora para facilitar el secado, más tarde se pone a secar al sol la tela donde está adherida la pulpa de maíz y baba de nopal aún húmeda, dependiendo de la humedad puede tardar de uno o tres días e secarse.
8. Al secarse parcialmente ya podemos desprender el papel de maíz y baba de nopal. Se almacena sobre una superficie plana aplicando peso en la parte superior”. Daniel Márquez, Carlos Quintero, Isrrael González. (2019)
9. Diseño de caja compuesta de dos partes, sin cortes o uniones para múltiples usos, tomando como base un molde de polietileno para su realización. Moldeo en caliente. Pasta de hoja de maíz y mucilago de nopal.

Fabricación de la caja: Se hace una pasta con hoja de maíz, siguiendo los pasos del uno a 7, se aplica la pasta en el interior del molde de polietileno de alta densidad que nos servirá de soporte, para formar la base y las paredes del cubo. Figura #

1. Una vez que se coloca la pasta en el interior del molde, se introduce al horno microondas durante 4 minutos para acelerar el secado y unir las fibras. Una vez frio se procede a desmoldar la pieza.

**Figura 4.8** Cajas con tapa echas de hoja de maíz y mucilago de nopal



*Fuente: Daniel Márquez 2019*

## Conclusiones

- a. Se obtuvo un envase, (caja con tapa multiusos, de 4.7 cm x 4.7cm aprox.) fabricado con hoja de maíz y mucilago de nopal (baba de nopal) como aditivo, usando un molde en forma de cubo, de polietileno de alta densidad, se usó un horno de microondas para acelerar el secado y facilitando la cohesión de las fibras.

- b. Se obtuvo un envase, (caja con tapa multiusos, de 7 cm x 7cm aprox.) fabricado con hoja de maíz y mucilago de nopal (baba de nopal) como aditivo, usando un molde en forma de cubo, de polietileno de alta densidad, utilizando un horno de microondas para acelerar el secado y facilitando la cohesión de las fibras.
- c. La pieza que se obtuvo es lo suficientemente resistente para ser manipulada y envasar un objeto. El envase resultante tiene una apariencia cruda y poco refinada consecuencia del método utilizado para obtener la pasta. Fig. #
- d. Se puede mejorar el proceso notablemente y generar un producto con características estandarizadas si se usa equipo adecuado y o aditivos orgánicos de mayor calidad.
- e. Los moldes se puede adecuar a las necesidades de los productos, en cuanto a características y forma.
- f. Se le puede añadir colorantes o decolorarlo con hidrosulfito sódico (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>).

### **Recomendaciones**

- a. Buscar patrocinadores para estandarizar el proceso.
- b. Realizar mejora en el proceso de elaboración de la pasta mecánica estandarizando tiempos y movimientos y quipo adecuado.
- c. Utilizar equipo adecuado para moler la hoja de maíz
- d. Utilizar equipo adecuado para la cocción de la hoja de maíz.
- e. Realizar pruebas de resistencia de los materiales.
- f. Proponer otros aditivos amigables con el ambiente, para mejorar la resistencia del material.
- g. Diseñar la apariencia externa del envase.

### **Referencias**

Académica e Institucional, Arquetipo de la UCP, 4: Paginas 71 a 79.

Breiting , Søren. (1997). Hacia un nuevo concepto de educación ambiental. 18 de junio de 2019, 02:43:19 p.m., de Centro Nacional de Educación Ambiental Sitio web: [https://www.miteco.gob.es/va/ceneam/articulos-de-opinion/1997soren-breiting\\_tcm39-163533.pdf](https://www.miteco.gob.es/va/ceneam/articulos-de-opinion/1997soren-breiting_tcm39-163533.pdf)

Castiblanco Moreno, Suelen. (2013). Evolución del concepto de innovación y sus implicaciones en el sector hotelero: revisión de la literatura. Suma de negocios. 4. 21 - 38.

Comisión Nacional Forestal. (2011). Juntos por la conservación de la biodiversidad.. 09/07/2019, de CONAFOR Sitio web: <https://www.gob.mx/conafor>

Eben Bayer y Gavin McIntyre, . (2012). EcoCradle. Envase fabricado con hongos y desechos agrícolas.. 04/07/2019, de Eco Inventos Sitio web: <https://ecoinventos.com/ecocradle-envase-fabricado-con-hongos-y-deshechos-agricolas/>

Erika Mishelle Suárez Guarnizo. (2016). Obtención de Pulpa de papel a partir de residuos de la narnja común y limón ponderoso. . 13 de junio de 2019, 11:52:41 a.m., de Universidad Central de Ecuador. Sitio web: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6856>

Forbes Staff. (2017). ”. Directorio de Empresas Ecológicas, Sustentables y de Bien Social . 09/07/2019, de FORBES Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/las-empresas-mas-sustentables-de-mexico/>

- Forestcarbonpartnership. (julio 2012). The Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) . 09/07/2019, de The Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) Sitio web: <https://www.forestcarbonpartnership.org/>
- G FOLADORI. (1999). Sustentabilidad ambiental y contradicciones sociales. 18 de junio de 2019, 02:43:19 p.m., de Scielo Sitio web: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/asoc/n5/n5a03.pdf>
- García Quiñonez, Alma Verónica. García Solano, H., Barajas Sepúlveda, D., & Alarcón Aranguren, L. (2014). Experimentación de materiales, un camino para la sustentabilidad en el diseño. *Revista de investigación, desarrollo e innovación*, 4(2), 87-94. <https://doi.org/10.19053/20278306.2963>
- Granados Aristizábal, Juan Ignacio. (2011). Empaque, publicidad y sellos de productos agropecuarios: hacia una producción y comercialización responsable y ecológicamente sustentable. *Producción + Limpia*, 6(2), 78-91. Retrieved July 04, 2019, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552011000200008&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552011000200008&lng=en&tlng=es).
- Juan Ignacio Granados Aristizábal. (Diciembre de 2011). Empaque, publicidad y sellos de productos agropecuarios: hacia una producción y comercialización responsable y ecológicamente sustentable. *Producción + Limpia*, Vol. 6, Núm. 2, 14. 18 de junio de 2019, 02:43:19 p.m., De [pository.lasallista.edu.com](http://pository.lasallista.edu.com) Base de datos.
- Lawrence A. Wilson. (1999). *Lo que el impresor debe saber acerca del papel*. México: Graphictype México, S.A. de C.V.
- López (2012) “El impacto ambiental del fash fashion pronta moda”. En: *Revista*
- Maja Szczypek . (2013). Happy Eggs - eggs laid by happy hens.. 04/07/2019, de Behance Sitio web: [https://www.behance.net/gallery/9367295/Happy-Eggs%20\(2013\)](https://www.behance.net/gallery/9367295/Happy-Eggs%20(2013))
- María Carolina Martínez Reyes. (2017). La problemática de la cultura del empaque: del diseño centrado en el consumo, al diseño centrado en la función ambiental. *Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) Bogotá, Colombia*, 1, 183. 18 de junio de 2019, 02:43:19 p.m., De <http://bdigital.unal.edu.com> Base de datos.
- María soledad Cruz, Delgado Martha Magdalena Gómez Valdez, Martha Elena Ortiz Pulido, Ana María Etzana Tadeo, Clara Jazmín Suárez Hernández, Veronica Santillan Moctezuma, Cesar Ulises Miramontes, México 1996- 2012. *Piña Situación actual y perspectivas del maíz en México. Recopilación, integración, análisis y edición de la información: Director de Indicadores y modelos:*
- Martín Medina. (Enero-junio de 1999). Reciclaje de desechos sólidos en América Latina. *FRONTERA norte*, vol. 11, núm. 21, x.
- Méndez Naranjo, K., & Caicedo Palacios, M., & Bedoya Correa, S., & Ríos Mesa, A., & Zuluaga Gallego, R., & Giraldo Ramírez, D. (2014). Tendencias investigativas de la nanotecnología en empaques y envases para alimentos. *Revista Lasallista de Investigación*, 11 (2), 18-28.
- Méndez Naranjo, Katia Cecilia, Caicedo Palacios, María Lorena, Bedoya Correa, Sandra María, Ríos Mesa, Andrés, Zuluaga Gallego, Robín, Giraldo Ramírez, Diana Patricia, *Tendencias investigativas de la nanotecnología en empaques y envases para alimentos. Revista Lasallista de Investigación [en línea] 2014, 11 (Julio-Diciembre) : [Fecha de consulta: 4 de julio de 2019] Disponible en:* <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69539788003>> ISSN 1794-4449
- Meneses, Juliana, Corrales, Catalina María, & Valencia, Marco. (2007). SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN POLÍMERO BIODEGRADABLE A PARTIR DEL ALMIDÓN DE YUCA. *Revista EIA*, (8), 57-67. Retrieved July 09, 2019, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372007000200006&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372007000200006&lng=en&tlng=es).

Navia p, diana paola, & villada c, héctor samuel. (2013). Impacto de la investigación en empaques biodegradables Eficiencia, tecnología e innovación. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 173-180. Retrieved July 03, 2019, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612013000200020&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000200020&lng=en&tlng=es).

Octavio Fenollar Gimeno. (2015). *Materiales Compuestos Ecológicos*. 18 de junio de 2019, 02:43:19 p.m., de Universitat Politecnica de Valencia Sitio web: [media.upv.es/player/?id=c8455cc3-d62b-6a41-b2fc-bd3b88fd0aee](http://media.upv.es/player/?id=c8455cc3-d62b-6a41-b2fc-bd3b88fd0aee)

Prado-Martínez, M., J. Anzaldo-Hernández, B. Becerra-Aguilar, H. Palacios-Juárez, J.J. Vargas-Radillo y Maite Rentería Urquiza. 2012. Caracterización de hojas de mazorca de maíz y de bagazo de caña para la elaboración de una pulpa celulósica mixta. *Madera y Bosques* 18(3):37-51. Formato qDocumento Electrónico (ISO). Figura:

R Cruz-Morfin. (2013). *Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa para alimentos...* 18 de junio de 2019, 02:43:19 p.m., de UDLAP Sitio web: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

Reyes-Agüero, J. Antonio, Aguirre-Rivera, J. Rogelio, Hernández, Héctor M., *Systematic notes and a Detailed description of Opuntia ficus-indica (L) Mill. (CACTACEAE)*. *Agrociencia [en línea]* 2005, 39 (julio-agosto) : [Fecha de consulta: 18 de junio de 2019] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30239404> ISSN 1405-3195

Ricardo de León Castillo (2012) *Evaluación del Mucílago de nopal como reductor de retracción en concreto auto – consolidable*. Nuevo León México. Maestría en ciencias con orientación en materiales de construcción. Recuperado: [eprints.uanl.mx/3007/1/1080224613.pdf](http://eprints.uanl.mx/3007/1/1080224613.pdf) 28 de septiembre 2018, 1:53.

Rodriguez Henao Yurley Crsitina (2017). *Evaluación de mucílago de nopal (opuntia ficus- indica), como agente estabilizante en néctar de maracuyá (pasiflora edulis)*. Bogota Colombia. Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería de Alimentos. Recuperado: [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21264/43052010\\_2017.pdf?](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21264/43052010_2017.pdf?) 28 de septiembre de 2018. 2:39 pm.

Rodriguez Henao Yurley Crsitina (2017). *Evaluación de mucílago de nopal (opuntia ficus- indica), como agente estabilizante en néctar de maracuyá (pasiflora edulis)*. Bogota Colombia. Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería de Alimentos. Recuperado: [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21264/43052010\\_2017.pdf?](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21264/43052010_2017.pdf?) 28 de septiembre de 2018. 2:39 pm.

Rutiaga-Quinones, j. g.; Pedraza-Bucio, f. e. y Lopez-Albarran, p.. Componentes químicos principales de la madera de *Dalbergia granadillo* Pittier y de *Platymiscium lasiocarpum* Sandw. *Rev. Chapingo ser. cienc. for. ambient [online]*. 2010, vol.16,n.2 [citado2018-09-25],pp.179-186.Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S200740182010000200008&lng=es&nr m=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200740182010000200008&lng=es&nr m=iso).ISSN2007-4018. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.04.023>.

Sáenz Carmen. (2006). *Utilización agroindustrial del nopal*. México. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO 162. ISBN 978-92-5-305518-D

Samuel, Hector & A. Acosta, Harold & Velasco, Reinaldo. (2007). *Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables*. *Temas Agrarios*. 12. 5-13. 10.21897/rta.v12i2.652.

Torres-Acosta, A., & Hernández-Leos, R. (2012). *Steel Corrosion Inhibitors in Cement Based Materials from Nopal Slime*. *MRS Proceedings*, 1488. doi:10.1557/opl.2012.1554

SEMARNAT. (2015). *Informe 15. 09/072019, de Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales* Sitio web: [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15\\_completo.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf)

Timberland y Po-Zu. (2010). Calzado Ecologico. 04/07/2019, de PO ZU Sitio web: [https://po-zu.com/pages/collaborations\\_timberland](https://po-zu.com/pages/collaborations_timberland)

Verónica García Quiñonez. - 1ª ed. San Salvador, El Salvador: ITCA Editores,  
Villada, H., Acosta, H., & Velasco, R. (2007). Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. *Temas Agrarios*, 12(2), 5-19. <https://doi.org/10.21897/rta.v12i2.652>

Viridiana Mendoza. (2012). Residuos de la hoja de Maíz. 09/07/2019, de FORBES Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/author/viridiana-mendoza/page/109/>

Eco Inventos. (2012). Envase fabricado con desechos agrícolas.. 09/07/2019, de Eco Inventos Green Technology Sitio web: <https://ecoinventos.com/ecocradle-envase-fabricado-con-hongos-y-deshechos-agricolas/>

Yunia Verónica García-Tejeda, Paul Baruk Zamudio Flores, Luis Arturo Bello Pérez, Claudia Andrea Romero Bastida, Javier Solorza-Feria. (Mayo 2011). Oxidación del almidón nativo de plátano para su uso potencial en la fabricación de materiales de empaque biodegradables: caracterización física, química, térmica y morfológica. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, Vol. 12, Número 3, 125-135. 18 de junio de 2019, 02:43:19 p.m., De <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3694923> Base de datos.