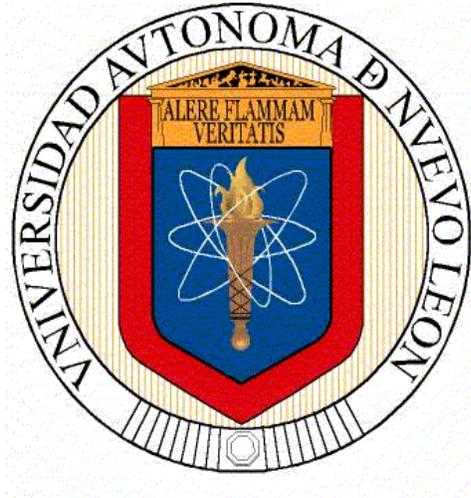


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ARQUITECTURA**



TESIS

**TRANSFORMACIÓN DEL BAGAZO DE AGAVE PARA EL DESARROLLO
DE NUEVOS MATERIALES**

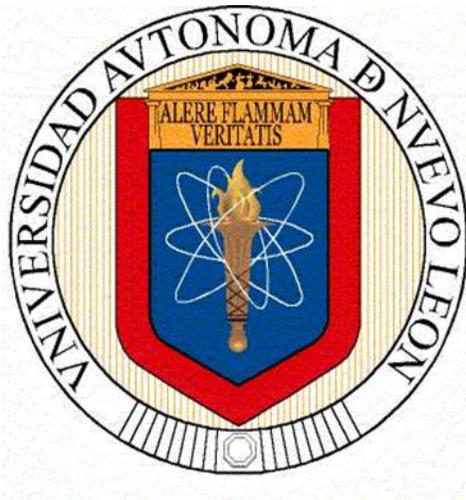
PRESENTA

GABRIELA GARZA ELIZONDO

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
CON ORIENTACIÓN EN GESTIÓN EN INNOVACIÓN DEL DISEÑO**

FEBRERO, 2016

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ARQUITECTURA**



TESIS

**TRANSFORMACIÓN DEL BAGAZO DE AGAVE PARA EL DESARROLLO
DE NUEVOS MATERIALES**

PRESENTA

GABRIELA GARZA ELIZONDO

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
CON ORIENTACIÓN EN GESTIÓN EN INNOVACIÓN DEL DISEÑO**

ASESORA

DRA. MERCEDES MERCADO CISNEROS

FEBRERO, 2016



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ARQUITECTURA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



TESIS

**TRANSFORMACIÓN DEL BAGAZO DE AGAVE PARA EL DESARROLLO
DE NUEVOS MATERIALES**

PRESENTA

GABRIELA GARZA ELIZONDO

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
CON ORIENTACIÓN EN GESTIÓN EN INNOVACIÓN DEL DISEÑO**

ASESORA

DRA. MERCEDES MERCADO CISNEROS

FEBRERO, 2016

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. Planteamiento del problema	pg. 6
1.1 Descripción del problema	pg. 9
1.2 Objetivo general	pg. 11
1.2.1 Objetivos específicos	pg. 11
1.3 Hipótesis	pg. 11
1.4 Preguntas de investigación	pg. 11
1.5 Justificación y delimitación del tema	pg. 11
1.6 Metodología de la investigación	pg. 12
1.7 Alcances del proyecto	pg. 13
1.8 Limitantes de la propuesta	pg. 13
CAPÍTULO 2. Antecedentes	pg. 14
2.1 Tequila	pg. 14
2.1.1 Subproductos del tequila	pg. 17
2.2 Subproductos agroindustriales	pg. 18
2.2.1 Derivados de maíz	pg. 19
2.2.2 Derivados de la caña de azúcar	pg. 20
2.2.3 Derivados del coco	pg. 21
2.3 Conclusiones	pg. 22
CAPÍTULO 3. Marco Teórico	pg. 23
3.1 Sustentabilidad	pg. 23
3.2 Agave	pg. 32
3.2.1 Bagazo de agave	pg. 33
3.2.2 ¿Por qué es un problema?	pg. 34
3.2.3 Lo que se hace	pg. 35
3.3 Materiales Biobasados	pg. 38
3.3.1 Ejemplos de materiales biobasados	pg. 40
3.4 Compuestos plásticos de madera	pg. 41
3.5 Tendencias	pg. 46
3.6 Conclusión	pg. 55

CAPÍTULO 4. Investigación de campo	pg. 56
4.1 Evaluación comparativa	pg. 56
4.1.1 ¿Por qué los fabricantes de Lego están Gastando millones para dejar el plástico Con base de petróleo?	pg. 56
4.1.2 Platos biodegradables hechos de desperdicio de comida	pg. 57
4.1.3 El Conacyt desarrolla madera líquida conta la deforestación	pg. 58
4.1.4 CHAYR: Silla cómoda hecha de paja y zacate	pg. 59
4.2 Empresas que hacen molduras	pg. 60
CAPÍTULO 5. Experimentación	pg. 67
5.1 Experimentación casera	pg. 67
5.2 Prueba industrial	pg. 68
5.5 Otros alcances	pg. 70
CAPÍTULO 6. Conclusiones	pg. 71
6.1 Aportaciones	pg. 71
6.2 Trabajo a futuro	pg. 71
BIBLIOGRAFÍA	pg. 73
CAPÍTULO 7. Anexos	pg. 80
7.1 Tabla de fusión de polímeros	pg. 80
7.2 Patente Biosolutions	pg. 81
7.3 Anexo de guía de diagnóstico ambiental para La industria tequilera	pg. 82

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1. Programa certificación SEMADET	pg. 6
Fig 2. Exportaciones por categoría tequila y tequila 100% de agave	pg. 9
Fig. 3. Producción total: Tequila y tequila 100%	pg. 16
Fig. 4. Producción total: Tequila y tequila 100%	pg. 16
Fig. 5. World Corn Consumption 2014 – 2015	pg. 19
Fig. 6. Tabla comparativa mundial de emisiones de CO2	pg. 25
Fig. 7. Tabla de incremento de las emisiones de CO2	pg. 25
Fig. 8. Emisiones de CO2 de India, China, Rusia, Unión Europea y Estados Unidos	pg. 26
Fig. 9. Cantidad de emisiones de CO2 por país	pg. 26
Fig. 10. Cantidad de emisiones de CO2 per cápita	pg. 26
Fig. 11. Cantidad de emisiones de CO2 por ingreso por país	pg. 27
Fig. 12. 1990 – Países industrializados vs. Países en desarrollo	pg. 27
Fig. 13. 2013 – Países industrializados vs. Países en desarrollo	pg. 27
Fig. 14. Comparación de emisiones de CO2 de México en el 2013	pg. 28
Fig. 15. Emisiones de CO2 de México; comparación mundial	pg. 28
Fig. 16. Emisiones de CO2 de países con producción de cemento	pg. 29
Fig. 17. Porcentaje de las 7 entidades que producen más más basura en México	pg. 30
Fig. 18. Porcentaje de las 7 entidades que producen más basura en México	pg. 31
Fig. 19. Efectos de los contaminantes en la salud humana	pg. 31
Fig. 20. Anatomía del agave	pg. 33
Fig. 21. Parámetros de porcentaje del bagazo de agave	pg. 34
Fig. 22. Componentes de las pajas de trigo y desechos de aceite de girasol	pg.34

Fig. 23. USDA certified biobased product	pg. 40
Fig. 24. Porcentaje de materiales que se encuentran en la basura	pg. 46
Fig. 25. Pirámide de toxicidad de polímeros	pg. 47
Fig. 26. Índice de preferencia ambiental de plásticos	pg. 48
Fig. 27. Capacidad de producción de biopolímeros 2010 vs 2015	pg. 49
Fig. 28. Países invirtiendo en el mercado del bioplástico	pg. 50
Fig. 29. Producción global de bioplásticos del año 2013	pg. 51
Fig. 30. Capacidad de producción global de bioplásticos	pg. 52
Fig. 31. Consumo global de plásticos	pg. 54
Fig. 32. Segmentación del consumo de plásticos por industria	pg. 55
Fig. 33. Productos de la marca Lego	pg. 57
Fig. 34. Platos biodegradables hechos de desperdicio de comida	pg. 58
Fig. 35. Conacyt desarrolla madera líquida	pg. 58
Fig. 36. Silla hecha de paja y zacate	pg. 59
Fig. 37. Tipos de molduras	pg. 60
Fig. 38. Experimentación casera con el pellet del bagazo de agave	pg. 67
Fig. 39. Experimentación casera con el pellet del bagazo de agave	pg.67
Fig. 40. Experimentación casera con el pellet del bagazo de agave	pg.67
Fig. 41. Experimentación casera con el pellet del bagazo de agave	pg.67
Fig. 42. Experimentación casera con el pellet del bagazo de agave	pg.68
Fig. 43. Experimentación casera con el pellet del bagazo de agave	pg.68

Fig. 44. Experimentación industrial	pg.69
Fig. 45. Experimentación industrial	pg.69
Fig. 46. Experimentación industrial	pg.69
Fig. 47. Prueba industrial 2 - tablón	pg.69
Fig. 48. Prueba industrial 2 – moldura frente	pg.69
Fig. 49. Prueba industrial 2 – moldura reverso	pg.69
Fig. 50 Tabla de fusión de polímeros	pg.79
Fig. 51. Patente Biosolutions	pg.80

CAPITULO 1. Planteamiento del problema

La popular bebida mexicana cuyo nombre lleva por el lugar de su origen Tequila, Jalisco, puede aportar más que sólo la bebida típica del país. Durante su producción, además de sacar el líquido para hacer el tequila, se generan 2 tipos de residuos, las vinazas que son líquidas y el bagazo que es sólido. El bagazo es el residuo del agave una vez ya extraído su centro o piña para poder fermentarlo y producir la internacionalmente conocida bebida mexicana: Tequila.

“La industria productora del tequila en Jalisco genera cada día cantidades considerables de bagazo de agave, que superan las 120 toneladas, con un 50 por ciento de humedad en promedio, y que bien podrían ser aprovechadas para elaborar dicha bebida.” (Tello, 2001)

“Debemos aprovechar los desechos del agave como la vinaza con ayuda de los tecnológicos, para hacer nuevos productos y así reducir la contaminación que esto puede provocar” (Reyes, 2014).

Para combatir los altos índices de contaminación generados por los residuos en el proceso de la fabricación de tequila, la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, SEMADET, implementó un programa de certificación¹



donde todas aquellas empresas registradas tendrán que hacer un esfuerzo considerable por mejorar todos sus procesos y con esto evitar dañar nuestro medio ambiente.

Durante la producción de un litro de tequila 100% de agave, es necesario tener entre 4 y 7 kilos de agave.

Fig. 1 Programa certificación SEMADET

Fuente: El estado de Jalisco.

<http://www.ordeniuridico.aob.mx/Documentos/Estatal/Jalisco/wo82722.pdf>

¹ Programa de Cumplimiento Ambiental Voluntario (PCAV)

Durante el proceso de producción se generan residuos como: vinaza y bagazo. Las cantidades oscilan de la siguiente forma:

- Vinaza: entre 10 y 12 litros.
- Bagazo: 1.7 kilogramos aproximadamente.

La correcta disposición de estos residuos por años ha representado un verdadero reto para los productores de tequila, pues desde un punto de vista sustentable, es difícil tratarlos sin dañar al medio ambiente.

“El director de Sistemas de Calidad del Consejo Regulador del Tequila², Andrés Torres Acuña advirtió que el problema de la industria tequilera es preocupante por el elevado número de desechos que generan tanto en bagazo como en vinazas, pero además de su compleja composición hace que el tratamiento sea difícil y costoso.” (Leopo Flores, 2012).

Gracias a los esfuerzos que empresas, junto con emprendedores e investigadores, se ha detectado un avance en cuanto al compromiso ambiental. Aunque durante mucho tiempo para las grandes compañías tequileras el bagazo ha representado ser un gran problema, por ser el desperdicio de tequila y ser considerado como basura, hoy en día es una de las materias primas más prometedoras para México.

“Hasta hace poco más de 20 años, la acumulación de bagazo de agave representó un problema para las industrias tequileras que procuraban deshacerse de él, al venderlo a bajo precio o regalarlo.” (Tello, 2001)

² El Consejo Regulador del Tequila (CRT) es una organización que certifica y verifica que se cumpla con la Norma Oficial del Tequila.

Productos desde el biodiesel, diamantes, alcohol etílico y reducción de hasta un 50% de petróleo en la producción del plástico, son sólo algunas de las aplicaciones que dicho desperdicio tienen hoy en día.

“Se han efectuado investigaciones para evaluar la factibilidad de uso del bagazo de agave. Sin embargo, todavía no se cuenta con un proceso definitivo y económicamente activo para disponer estos residuos, por lo que seguir explorando otras opciones como la bio-conversión por bacterias en productos de valor agregado interesante” (González, 2005).

Actualmente, el bagazo de agave se utiliza comúnmente como composta y alimento del ganado, pero en la presente tesis se busca encontrar diferentes aplicaciones industriales para el uso del bagazo del agave.

“Según el Consejo Regulador del Tequila tan sólo en el 2011 se produjeron 261.1 millones de litros de tequila, por lo tanto la generación de bagazo se puede calcular que fue de 783 300 toneladas...” (Prieto)

Gracias a las toneladas de bagazo desechadas con la producción del tequila, es necesario buscar una alternativa para su reutilización, ya que dicho desperdicio se puede convertir de un problema a muchas soluciones. “... estimamos que 12 de cada cien kilos que entran a una planta de tequila, se convierten en bagazo y en un problema para su correcta disposición” (González, 1998). Y según menciona Villaseñor, F. que el bagazo actualmente se desecha clandestinamente, aún y cuando se han invertido fuertes cantidades de dinero en proyectos relacionados con el medio ambiente:

(Las empresas tequileras)... “han invertido 75 millones de dólares en los últimos diez años en proyectos relacionados con el medio ambiente” (Domínguez, 2015).

1.1 Descripción del problema

Gracias a la cantidad de tequila producido se generan toneladas de residuos que no siempre tienen la correcta disposición. Esto es un gran problema ya que afecta directamente nuestro medio ambiente.

Esto lleva a que gracias a la gran demanda, se genera mucho residuo durante el proceso de producción de la bebida.

“Tan sólo en la ciudad de Tequila se vierte a diario el equivalente a 160 albercas olímpicas de líquido residual sin tratar.” (Montes de Oca, 2012).

Se puede decir que el tequila mueve la economía del país, pues todo su proceso de fabricación hasta la exportación además de generar ingresos muy altos, también genera mucho empleo a nivel nacional. La producción de tequila genera a nivel nacional alrededor de 60,000 empleos, de los cuales 17,500 son agricultores encargados de cultivar las 100,000 hectáreas de agave mexicano distribuidas en 5 estados del país.

Gracias a su gran aceptación a nivel internacional, esta industria se ha convertido en una gran fuente de negocio (ver Fig. 2). De 249 millones de litros de tequila, 136.4 millones se exportaron a más de 100 países del mundo.

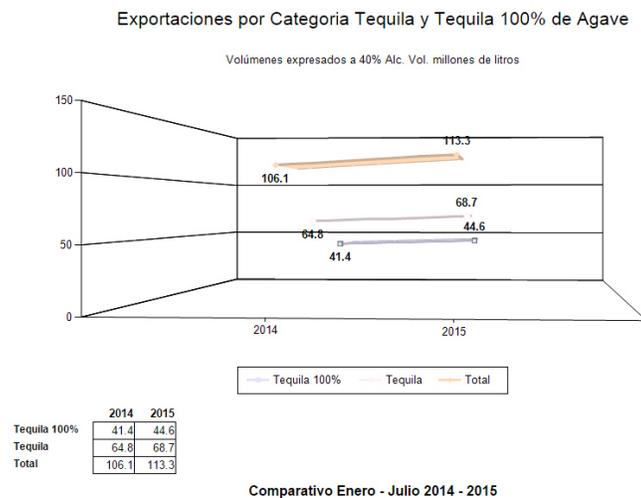


Fig. 2 Exportaciones por categoría tequila y tequila 100% de agave
Fuente: Consejo Regulador del Tequila <https://www.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/>

Ildelfonso Guajardo Villarreal, Secretario de Economía menciona que “por cada litro que pasa, se están exportando 435 botellas (de tequila) de 750 mililitros.”

Actualmente se produce un aproximado de 260 millones de litros de tequila anuales,³ de donde 780 millones de kilos de bagazo⁴, ya que para producir un litro de tequila de agave azul, también conocido como *Agave Tequilana Weber*⁵, es necesario la obtención de entre 4 y 6 kilogramos. La materia prima denominada como “piñas de agave” y cuyo residuo después de la cocción de la piña, es conocido como bagazo de agave.

Con todo este residuo, que representa un problema su correcta disposición, se pueden lograr varios usos alternativos. Dentro de éstos ya hay propuestas para:

1. Alimento para ganado.
2. Substrato para el crecimiento de hongos comestibles.
3. Energía térmica y eléctrica.
4. Composteo.
5. Etanol.
6. Pulpa para papel.
7. Sustituto de plástico.
8. Diamantes.
9. Carbón.

“Las cantidades de bagazo generado por la industria son tan grandes, alrededor de 40 millones de toneladas de bagazo por año, que no todo el bagazo puede ser utilizado para este fin.” (Cedeño y del Real, S.F.).

³ Según artículo publicado el 6 de Diciembre del 2012 en:
<http://nuestrotequila.com/verSeccion.php?tipo=noticia&idElemento=235>

⁴ Según artículo publicado http://www.interciencia.org/v35_07/515.pdf

⁵ Especie de planta suculenta -wikipedia.org

1.2 Objetivo General

El principal objetivo de esta tesis es innovar con diferentes aplicaciones de tipo comercial partiendo de las investigaciones existentes del bagazo de agave.

1.2.1 Objetivos específicos

- Experimentar con el material de inicio para ver sus posibilidades.
- Por medio de la investigación, detectar hallazgos relevantes para generar innovación por medio del uso y propuesta del material.
- Proponer un material innovador partiendo del bagazo del agave.

1.3 Hipótesis

Si el bagazo del agave se puede transformar, entonces se pueden crear materiales para diferentes aplicaciones y en diferentes industrias.

Como lo mencionan González, Y; Gonzalez, O; y Nungaray, J, se ha experimentado con el bagazo para aplicaciones como materiales aglomerados, fabricación de muebles, composta y ladrillos entre otras cosas. (2005.)

1.4 Preguntas de Investigación

Algunas de las preguntas de investigación planteadas son:

1. ¿Se pueden elaborar productos extruídos con pellets hechos de bagazo de agave?
2. ¿Se pueden hacer diversos productos con los pelets enfocados a la industria de la construcción?
3. Al mezclar los pellets con resina, ¿se pueden producir elementos duraderos y estéticos?

1.5 Justificación y delimitación del tema

La presente investigación tiene como fin el desarrollar nuevas aplicaciones al bagazo de agave que ya ha sido transformado y peletizado. El objetivo es el de

demostrar que hay un sin fin de usos que se le puede dar a una materia prima que es considerada como desperdicio.

Es importante buscar un uso útil para el desperdicio del bagazo de agave, por que además de ser una excelente materia prima, su costo es bajo y tal como lo menciona el artículo publicado por *El Informador* sobre los residuos de la industria tequilera donde menciona “por cada litro de tequila se contaminan 10 de agua. En México, la producción promedio es de 200 millones de litros de esta bebida, lo cual se traduce en dos mil millones de litros de residuos en el proceso de la destilación, que generalmente se “vomita” a los afluentes y a los drenajes públicos.”

“Quemar los residuos de fibras naturales está ahora prohibido en la mayoría de los países occidentales y su uso en materiales propuestos ha de incrementar el beneficio ambiental.” (Wool, 2015).

1.6 Metodología de la investigación

La metodología utilizada para este estudio es de tipo cualitativo buscando obtener un conjunto de procesos secuenciales para así llegar a responder a las preguntas de investigación. Los pasos a seguir son los siguientes⁶:

1. Idea.
2. Planteamiento del problema.
3. Revisión de la literatura y desarrollo del marco teórico.
4. Visualización del alcance del estudio.
5. Elaboración de hipótesis y delimitación de variables.
6. Desarrollo del diseño de investigación.
7. Definición y selección de la muestra.
8. Recolección de los datos.

⁶ Tomado del libro de Metodología de la investigación de Roberto Hernández Sampieri

9. Análisis de los datos.
10. Elaboración del reporte de resultados.

1.7 Alcances del proyecto

Después de realizar una extensa investigación de cómo y de dónde proviene el bagazo del agave, se busca presentar un material comercial con el fin de desviar los desechos del agave durante la producción del tequila hacia un uso con mejor impacto ambiental.

“Hay razones económicas muy claras que le convienen a la industria de un país, de proteger al medio ambiente porque si no, sale más caro. Inclusive con el problema del cambio climático, si no lo resolvemos, le va a salir caro a la sociedad” (Molina, 2015).

1.8 Limitantes de la propuesta

Algunos de los limitantes que se presentan son que el bagazo hay que transportarlo desde Tequila Jalisco y además, en el caso de en un futuro, comercializar el producto. Se tiene que buscar el apoyo y negociar con alguna tequilera para poder obtener el bagazo de manera industrial. También, la producción del producto en cuestión, depende de la cantidad de bagazo emitido; es decir, si baja la producción del tequila, baja bagazo y por ende la materia prima del producto a presentar.

CAPITULO 2. Antecedentes

La presente investigación surge debido a la necesidad de fomentar la sustentabilidad tomando como materia prima algún desperdicio 100% mexicano. Desde un punto de vista socialmente responsable, es necesario tomar medidas drásticas para cuidar nuestro planeta, pues cada día su deterioro se ve cómo va incrementando: “Es nuestro deber ciudadano preocuparnos por nuestra comunidad, por nuestro país y por nuestro planeta.” (Villarreal, M., 2015)

Actualmente se pelletiza el bagazo del agave dándole uso para inyección y soplado solamente. Hay un potencial muy grande para dicho material que aún no está siendo explotado.

“Los residuos de bagazo de agave que cada año genera la industria tequilera en México ascienden a 644 mil toneladas, de las cuales pese a su potencial para generar combustibles naturales o energía, no se aprovechan, al igual que otros desechos orgánicos como los de las frutas y verduras.” (Cazares, M., 2015)

2.1 Tequila

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-2012⁷, el tequila es una bebida alcohólica que se obtiene gracias a la cocción, fermentación y destilación de los mostos o centros del agave. Para que sea denominada como tal. Ésta debe estar cosechada y preparada en las instalaciones de algún productor autorizado y su especie debe ser de la especie de planta suculenta agave tequilana weber. Localizado en 180 municipios de sólo 5 estados de la República Mexicana, el agave tequilana weber variedad azul se somete en aproximadamente entre 7 y 10 años para elaborar el tequila.

⁷ Obtenido de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5282165&fecha=13/12/2012

Algunos de los tipos de tequila son:

- a) Tequila blanco– se obtiene de la destilación agregando solamente agua para diluirlo.
- b) Tequila joven u oro – Es el resultado de una mezcla de algún tequila blanco con tequila reposados o añejos.
- c) Tequila reposado – Se deja madurar por lo menos 2 meses en contacto directo con la madera de roble o encino de su barrica
- d) Tequila añejo – Se deja madurar por lo menos 1 año en contacto directo con la madera de roble o encino de su barrica, con capacidad máxima de 600 litros.
- e) Tequila extra añejo – Se deja madurar por lo menos 3 años en contacto directo con la madera de roble o encino de su barrica, con capacidad máxima de 600 litros.⁸

La demanda del tequila es tanta, según las estadísticas del Consejo Regulador del Tequila, que su producción oscila entre los 200 millones de litros anuales (ver Fig. 3 y Fig. 4), solamente en lo que llevamos del 2015⁹. La producción de tequila ha sobrepasado los 190 millones de litros, por lo que se deduce que la cantidad de bagazo que resta de la producción del tequila es tanta que su uso sí puede abastecer las propuestas de uso como subproducto agroindustrial.

⁸ Consejo Regulador de Tequila

⁹ Tomando en cuenta los meses desde Enero hasta Septiembre.

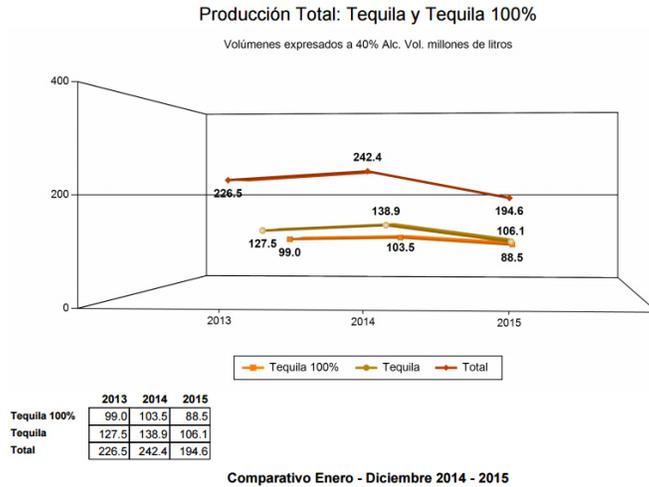


Fig. 3 Producción total: tequila y tequila 100%
Fuente: Consejo Regulador del Tequila <https://www.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/>

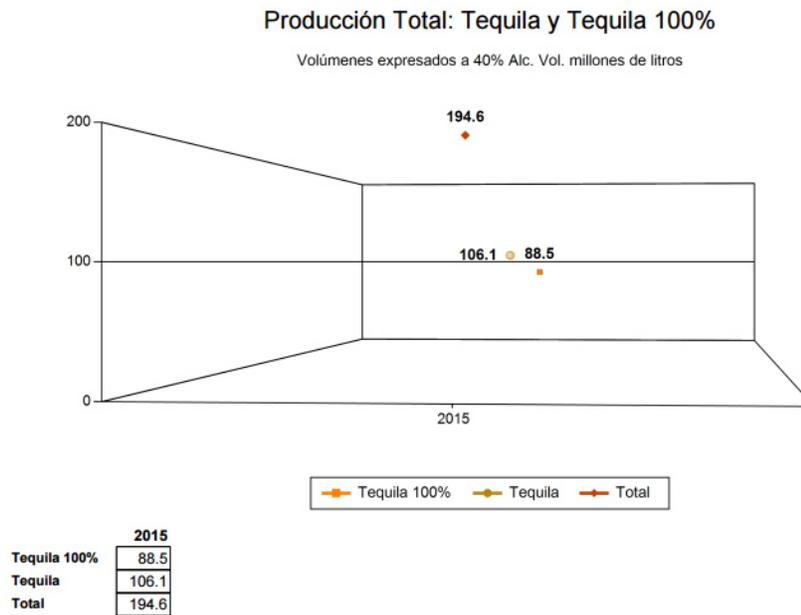


Fig. 4 Producción total: Tequila y tequila 100%
Fuente: Consejo Regulador del Tequila <https://www.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/>

El Secretario de Economía, Ildelfonso Guajardo Villarreal, menciona que: “después del sector automotriz mexicano, que exporta más del 82% de lo que produce, es la industria tequilera la que más exporta en materia de lo que elabora

nacionalmente. El 70% del producto que ustedes (tequileros) realizan va a más de 100 países en el orbe.” (2015).

2.1.1 Subproductos del tequila

Actualmente existen productos derivados del agave cuyo nicho de mercado busca diferentes opciones para desarrollarlas y llevarlas al consumo humano. Algunos de éstos son:

a) Mieles y néctares.

El principal uso que se le da a la miel de agave es para sustituir la azúcar refinada de manera orgánica, y tiene como beneficio la inulina que es una fibra que actúa como probiótico¹⁰ ayudando al sistema digestivo a realizar su función. La miel de agave actualmente se exporta a Europa, Asia y Estados Unidos.

“Las expectativas de crecimiento de esta industria son prometedoras, dada la creciente demanda de mercado, y que son pocas las compañías que elaboran productos derivados del agave 100% orgánicos.” (2014.)

b) Composta

En la última etapa de la fermentación del tequila, queda como residuo el bagazo del agave, o coloquialmente conocida como “la marrana”, éste es utilizado en algunos casos como composta o abono para la tierra.

c) Quiote

El quiote son las flores que salen cuando el agave ya se maduró, se desecha para evitar que la piña pierda nutrientes. Cuando el quiote se corta, se aprovecha para guisarlo ya que le da un sabor parecido al mezcal.

d) Productos medicinales

Algunos productos naturistas incluyen el jugo del agave, pues ayuda a cicatrizar

¹⁰ De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la definición de *probiótico* es: «Microorganismos vivos que, cuando son suministrados en cantidades adecuadas, promueven beneficios en la salud del organismo hospedador». Obtenido de: http://es.wikipedia.org/wiki/Alimento_probiótico

las heridas, además, es conocido que las mieles que se obtienen durante la cocción del agave pueden ayudar a personas que padezcan de enfermedades como presión alta, y diabetes entre otros.

e) Alimento para ganado:

Una vez triturado el tallo, las pencas o el quiote, se les pueden dar como alimento al ganado. Otra opción que se le puede dar como suplemento es el bagazo una vez que ya pasó por los molinos para la extracción de los jugos.

f) Papel

Gracias a las características propias del bagazo, una vez que ya pasó por la etapa del molino, éste se puede convertir en papel. A este producto se le puede dejar el detalle rustico que da la planta, o se puede trabajar hasta lograr algo más suave.

g) Vinaza

Obtenido como desecho durante la destilación del tequila, después de mucho estudiarlo e investigarlo, la vinaza se utiliza por las empresas tequileras para regar los campos de cultivo, pues así se reincorporan al suelo los nutrientes que lo caracterizan.

2.2 Subproductos agroindustriales

Se conoce como agroindustria a la actividad que se encarga de producir, industrializar y comercializar aquellos productos de origen agropecuario, forestal y biológico. Dentro de la rama alimentaria, una de sus funciones principales es de transformar productos de agricultura, ganadería, forestal y pesca para transformarlos y hacerlos de consumo alimenticio. Dentro de la rama no alimentaria, su principal función es transformar productos que se utilizan como materia prima, para después convertirse en productos industriales usando recursos naturales.

2.2.1 Derivados del maíz

El maíz es uno de los cereales que más se consume a nivel mundial (ver Fig. 5). Gracias a sus múltiples características, se puede usar como alimento tanto para humanos como para animales, como materia prima para producir almidón, elaborar edulcorantes, y aceites entre otros usos.

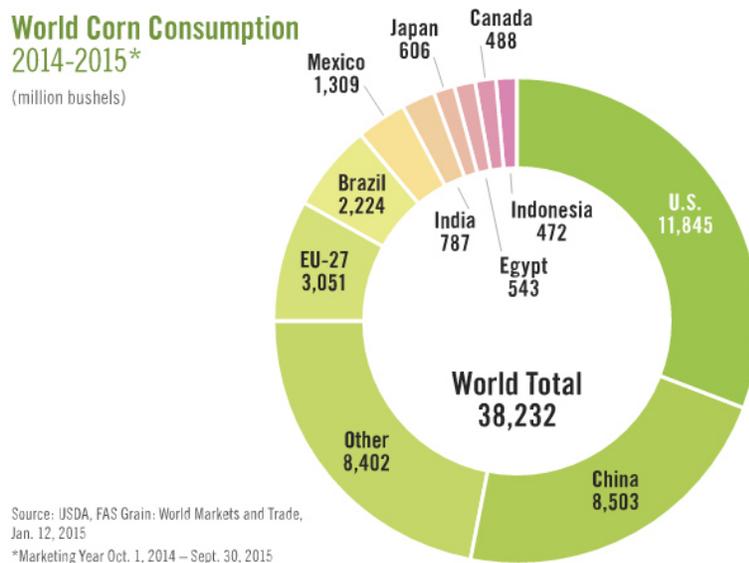


Fig. 5 World corn consumption 2014 – 2015

Fuente: World of Corn <http://worldofcorn.com/#world-corn-production>

De acuerdo con la Asociación de refinerías de maíz (Corn Refiners Association) en el 2011 la producción de maíz en México fue de 20,600 toneladas métricas, por lo tanto es uno de los cultivos más importantes para el país.

Gracias al almidón, subproducto del maíz, se obtienen los siguientes productos industriales:

Industria	Usos
Adhesivos	Producción de adhesivos.
Agroquímica	Pajotes, pesticidas, recubrimiento de semillas.
Cosméticos	Rostro y polvos de talco.

Detergentes	Surfactantes, constructores, decolorantes, activadores de blanqueamiento.
Alimentos	Modificador de viscosidad, agente de cristalización.
Medicina	Extensor de plasma, preservación para trasplantes de órgano, productos sanitarios absorbentes.
Petrolera	Modificador de viscosidad.
Papel	Encuadernación, tamaño, recubrimiento.
Farmacéutica	Diluyente, fármacos.
Plásticos	Relleno biodegradable.
Purificación	Floculantes.
Textil	Impresión y acabado, resistencia al fuego.

Fuente: Revista Científica Guillermo de Ockham. Vol. 11, No. 1. Enero - junio de 2013 - ISSN: 1794-192X

Además de las aplicaciones mencionadas anteriormente, con el maíz se pueden desarrollar bioproductos, tales como polímeros hechos a base de maíz como lo son el PLA y PHA, caracterizados por su alto rendimiento además de ser una alternativa de algún producto derivado del petróleo.

2.2.2 Derivados de la caña de azúcar

La caña de azúcar tiene un parecido notable con el maíz, pues tiene un tallo de entre 2 y 5 metros de altura y su diámetro oscila entre los 5 y 6 centímetros. Cultivado principalmente para obtener la producción del azúcar, la caña también aporta diferentes subproductos como papel, abonos y alimento animal, entre otros.

Actualmente gracias al incremento de residuos de la industria azucarera, se han investigado y propuesto nuevas tecnologías tales como el biocombustible, obtención de energía, y productos químicos.

La caña de azúcar es famosa por ser una de las mejores opciones para convertir energía solar en biomasa y azúcar, además de ser una fuente rica en alimento para elaborar azúcares y jarabes, gracias a su alto contenido en fibra (bagazo); ésta también resulta ser una excelente opción para desarrollar

subproductos como alimento para el ganado. (SAGARPA, 2014; Palma, J.M. CUIDA y FMVZ, 2015.)

2.2.3 Derivados del coco

Según José Luis Mungía Ramos (2015), presidente de la Unión Nacional de Productores de Palma de Coco y sus Derivados, México cuenta con por lo menos 10 estados de la República Mexicana contando con por lo menos 500 mil hectáreas con el clima necesario para poder plantar y cultivar palma de coco.

Actualmente, los estudios del coco han tenido inversiones millonarias para desarrollar subproductos, tan es así, que tras años de investigaciones han logrado desarrollar una máquina que rompe el coco para la extracción de su pulpa y liquido y así envasarlos. Este producto actualmente se exporta a Estados Unidos y Canadá, pues su contenido es puro, su sabor es rico, y su alto contenido de azúcares, sales y vitaminas han hecho que los atletas lo demanden.

Algunos otros conocidos subproductos derivados del coco son:

- a) Aceite de Coco – Con múltiples usos, es famoso en la industria de los cosméticos, pues se utiliza para el desarrollo de jabones y cremas; además es una excelente opción para sustituir el uso de mantequillas y margarinas en la cocina.
- b) Artesanías - Gracias a la alta fibrosidad de las hojas, con las palmas se hacen canastas, sombreros, mantas, escobas y alfombras entre otras cosas. Con la concha del coco se hacen botones, adornos, etc.
- c) Madera - Se utiliza para construir diferentes cosas, los troncos largos, o vigas, se usan como soporte en los techos.

d) Alimento - Gracias a su alto contenido energético, es una excelente opción como complemento alimenticio para los humanos. La pulpa es mayormente usada en la rama de la repostería, el agua utilizada como bebida refrescante y para la cocina.

e) Medicina – Además de destacar por ser un excelente antiséptico y bactericida, el coco es conocido en algunos países como remedio contra el asma, estreñimiento, y gripe entre otras cosas. (CEDRAGO, 2015; 2000Agro.com.mx, 2007).

2.3 Conclusiones

Se puede concluir que así como con el coco, el bagazo del agave es un material muy prometedor pues está ganando potencial en el mercado ya que es demasiada la materia prima que existe y son muchas las aplicaciones que tiene y aun no está del todo explotado por lo que es una buena oportunidad explorar para proponer nuevas aplicaciones.

CAPÍTULO 3. Marco Teórico

3.1 Sustentabilidad

Como ya es bien conocido, la ecología es quien se encarga de estudiar y analizar cómo se relacionan los seres vivos en su entorno, y como consecuencia, cómo éstos afectan el ambiente en donde se desenvuelven. (Wikipedia, 2016.)

Gracias al estilo de vida que hemos adoptado al pasar los años, las ciudades donde vivimos y los campos donde se cosechan nuestros alimentos, ya cambiaron a como era su ecosistema original. Con este comportamiento de explotación de recursos desmedida, muchas especies se han extinguido y la atmósfera está llena de contaminación que no hacen mas que dañar todo nuestro entorno.

“Los alimentos que consumimos, la madera que empleamos para la construcción, los muebles o el papel, los plásticos que envuelven los artículos de la vida moderna, o los químicos que se emplean en la industria, agricultura o el hogar, todos de alguna manera están relacionados con ligeras perturbaciones o severos daños al ambiente. No es exagerado decir que nuestro planeta ha cambiado, y en muchos casos de manera irreversible, con la expansión y el desarrollo de nuestra civilización - puedes ver algunas de sus consecuencias en el cuadro: grandes cambios ambientales en el mundo y en México.” (SEMARNAT, 2007)

Ese consumismo que nos rige hoy en día tiene grandes consecuencias en el medio ambiente, pues se ha notado un incremento desmedido en cuanto al tema de contaminación en: aire, agua y suelos. El constante cambio climático es más notable cada día, pues es evidente el tema de las sequías a nivel mundial, así como el descongelamiento de los polos. “El cambio climático constituye la mayor amenaza medioambiental a la que se enfrenta la humanidad.” (GreenPeace, 2015)

Como lo dice SEMARNAT, “Se ha perdido cerca del 37% de la cubierta forestal nacional. Más del 80% de las pesquerías nacionales han alcanzado su aprovechamiento máximo. Cerca del 45% de los suelos presenta algún tipo de degradación causada por el hombre. Dos mil quinientas ochenta y tres especies, entre plantas y animales, están consideradas dentro de alguna categoría de riesgo.” (SEMARNAT, 2007).

Las emisiones de dióxido de carbón (CO₂) de la combustión de materiales renovables de procesos industriales como metal y cemento, incrementaron en el 2013 generando un nuevo record de 35.3 toneladas de CO₂, que es 0.7 Gt. mayor que el record del año anterior.

Las 3 regiones con mayores emisiones en el año 2013, juntas son más de la mitad de las emisiones totales de CO₂ del mundo, éstos son:

- China con 29% equivalente a 10.2 billones de toneladas de CO₂.
- Estados unidos con 15% equivalente a 5.3 billones de toneladas de CO₂.
- Unión Europea con 11% equivalente a 3.7 billones de toneladas.

La Fig. 6 muestra una tabla comparativa de emisiones de CO₂, del mayor al menor índice, desde 1990 al 2013. Esto es importante para ver cómo se ha ido comportando incremento de las emisiones en diferentes a países a través de los años.

Tabla comparativa mundial de las emisiones de CO2:

Country	1990 Ktons CO2	1995 Ktons CO2	2000 Ktons CO2	2005 Ktons CO2	2010 Ktons CO2	2011 Ktons CO2	2012 Ktons CO2	2013 Ktons CO2
World Total	22667118	23618659	25360690	29345874	32991556	34008849	34576135	35274106
△ ▽	△ ▽	△ ▽	△ ▽	△ ▽	△ ▽	△ ▽	△ ▽	△ ▽
China	2473453.99	3479438.64	3520116.00	5810561.09	8692789.28	9540668.41	9868392.65	10281178.02
United States	4989245.28	5256738.07	5866987.32	5935203.58	5499995.77	5374600.18	5169736.33	5297581.20
EU28	4316027.65	4062471.43	4036003.87	4162897.87	3891624.92	3779768.63	3762588.29	3708773.87
India	659306.62	866194.60	1059134.84	1286981.59	1776372.89	1821715.31	1983435.25	2071514.36
Russian Federation	2439668.97	1753147.11	1663997.25	1723288.65	1710313.38	1799564.41	1818349.28	1803249.09
Japan	1162524.94	1248952.48	1276458.88	1314836.19	1236854.48	1284353.45	1368228.92	1360570.22
Germany	1021397.63	916958.41	867226.49	846455.21	821500.13	802548.13	825727.90	844980.81
Korea, Republic of	252500.42	399037.08	448393.60	504066.76	591148.69	614927.78	618523.85	626648.31
Int. Shipping	361987.00	409283.00	471689.00	527405.00	606233.88	605985.42	602332.98	610965.31
Canada	448105.22	478934.90	550202.34	572656.75	553492.06	555366.91	547592.94	551247.50
Brazil	218604.95	267390.91	345278.92	365374.03	435384.80	456587.89	481939.08	511981.95
Indonesia	158403.11	214038.54	294452.66	359539.41	451479.58	470461.39	476455.06	487282.53
Saudi Arabia	165459.38	214422.63	259561.28	323602.80	425988.29	444086.37	476799.68	478637.45
United Kingdom	588275.04	555800.26	545033.32	553868.21	508043.79	468544.05	487672.69	475118.67
Mexico	310681.83	328798.81	377594.86	419803.32	459916.00	468820.93	478828.00	474582.61
Int. Aviation	294618.00	308884.00	352767.00	425005.00	461171.15	459157.30	457432.30	463823.85
Iran, Islamic Republic of	204879.84	276764.80	341970.76	446250.53	385480.48	397055.28	399434.33	407362.97
Australia	274312.67	295186.09	356604.86	414280.40	433618.92	434427.12	406376.42	394843.49
Italy	425190.33	436908.30	460034.28	484447.28	417486.66	411481.79	412360.20	389674.86
France	392766.77	388345.98	407877.99	411328.82	391094.44	363808.37	362492.95	368085.12
Turkey	149126.64	177111.07	225793.94	246134.16	300177.99	319793.80	333923.34	330273.63
South Africa	269076.36	287871.63	308194.94	358574.34	330852.24	328834.26	329397.32	329782.06

Fig. 6 Tabla comparativa mundial de emisiones de CO2

Fuente: EDGAR <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2ts1990-2013>

El incremento de las emisiones:

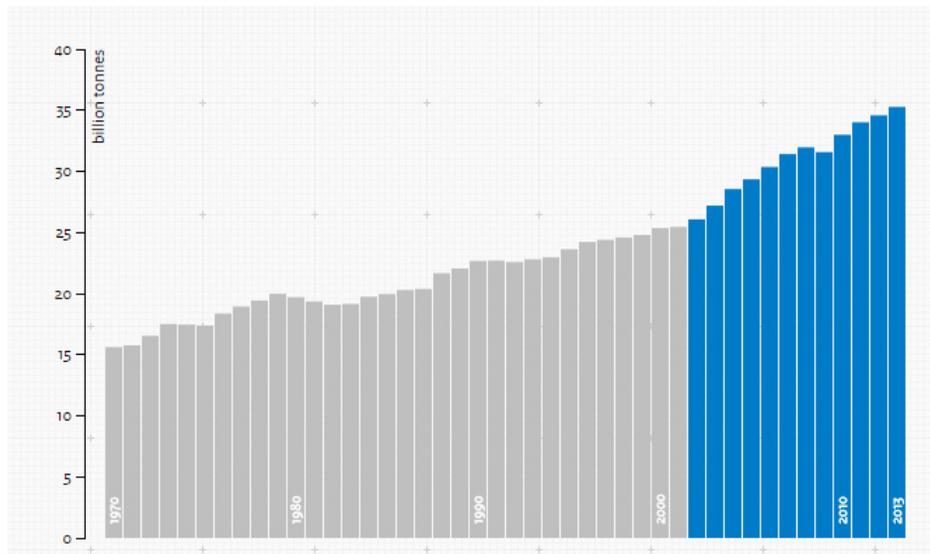


Fig. 7 Tabla de incremento de las emisiones de CO2

Fuente: PBL <http://infographics.pbl.nl/website/globalco2-2015/>

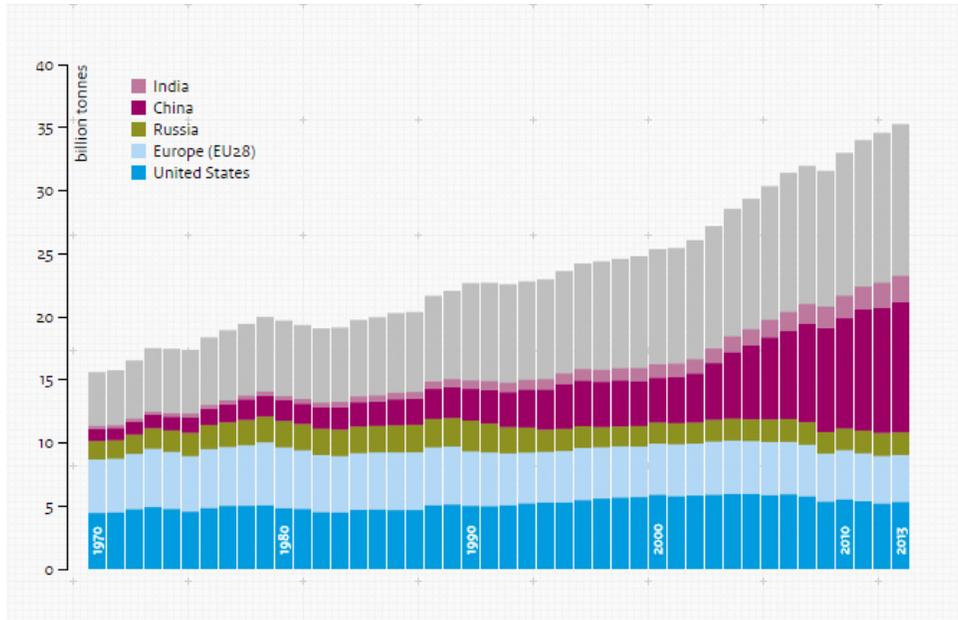


Fig. 8 Emisiones de CO2 de India, China, Rusia, Unión Europea y Estados Unidos

La tabla anterior (Fig. 8) representa al 66% de las emisiones de CO2 mundiales, lo que nos hace preguntarnos: ¿Quiénes son los que generan más emisiones de CO2 en el mundo? La respuesta depende de cómo se plantee la pregunta:



Fig. 9 Cantidad de emisiones de CO2 por país
Fuente: PBL
<http://infographics.pbl.nl/website/globalco2-2015/>



Fig. 10 Cantidad de emisiones de CO2 per cápita
Fuente: PBL
<http://infographics.pbl.nl/website/globalco2-2015/>

:



Fig. 11 Cantidad de emisiones de CO2 por ingreso por país
Fuente: PBL <http://infographics.pbl.nl/website/globalco2-2015/>

Viendo la comparación de emisiones de CO2 en las tablas anteriores es una alerta, pues bien se puede ver que México esta presente tanto en los países con más emisiones de CO2 por país, per cápita y por ingreso. Desde un punto de vista sustentable, es muy importante reducir esto para evitar el pronto deterioro de nuestro ambiente.

Comparación de cómo los países han ido disminuyendo su huella ecológica al pasar los años:

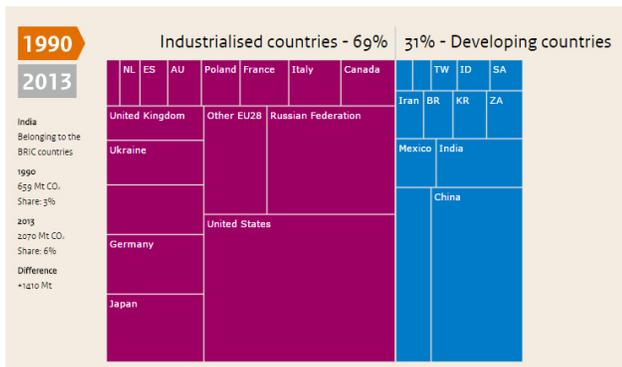


Fig. 12 1990- Países industrializados vs. países en desarrollo. Fuente: PBL
<http://infographics.pbl.nl/website/globalco2-2015/>

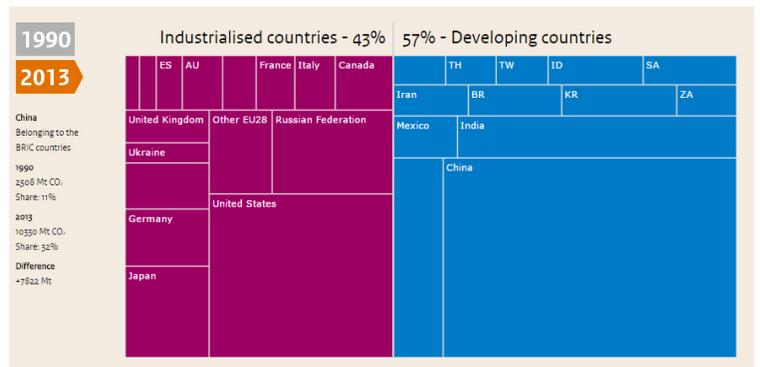


Fig. 13 2013- Países industrializados vs. países en desarrollo. Fuente: <http://infographics.pbl.nl/website/globalco2-2015/>

México en el 2013:

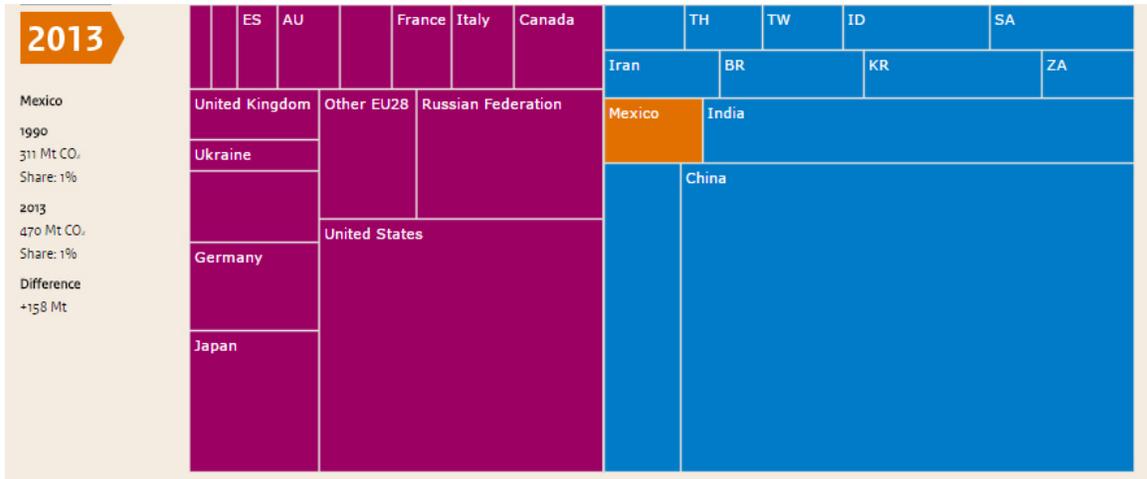


Fig. 14 Comparación de emisiones de CO₂ de México en el 2013
Fuente: PBL <http://infographics.pbl.nl/website/globalco2-2015/>

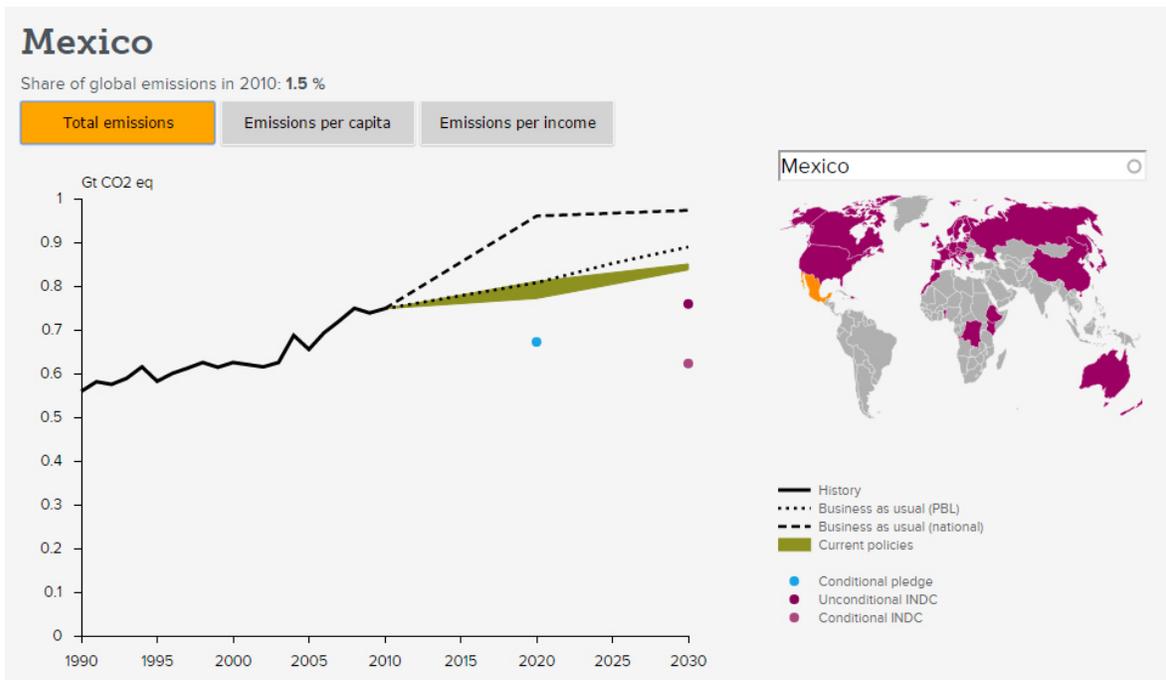
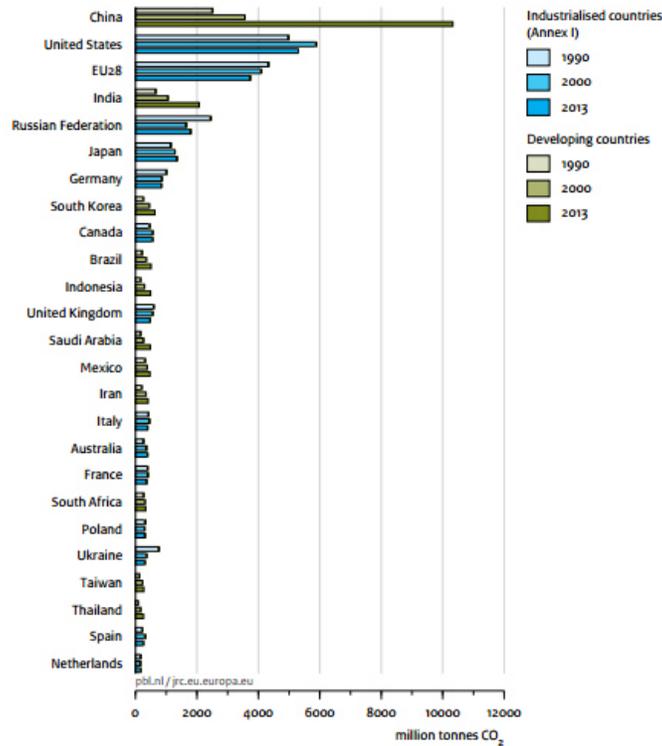


Fig. 15 Emisiones de CO₂ de México; comparación mundial
Fuente: PBL <http://infographics.pbl.nl/website/globalco2-2015/>

Emisiones de CO2 de países con producción de cemento:



Source: EDGAR 4.2FT2010 (JRC/PBL 2012); BP 2014; NBS China 2014; USGS 2014; WSA 2014; NOAA 2012

Fig. 16 Emisiones de CO2 de países con producción de cemento

Fuente: Trends in Global CO2 Emissions, reporte 2014

http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2014-trends-in-global-co2-emissions-2014-report-93171.pdf

Como conclusión del análisis de las tablas comparativas de emisiones de CO2 por países, se puede ver que aunque México es de los que emiten menos, a comparación con China, India y Estados Unidos, México esta presente en todas, eso quiere decir que es un contaminante fuerte pues esta entre los mas grandes.

El medio ambiente en México

Es de mucha importancia saber y tomar conciencia de como los recursos renovables se están acabando, y un claro ejemplo es el petróleo, pues de los recursos mundiales que hay, es evidente la escasez que esta teniendo. El petróleo es el recurso renovable más importante pues ya es muy reducido en algunas partes del mundo y esto ha llevado a investigaciones para buscar otra alternativa para este importante recurso.

Actualmente en México somos 125.235.000 habitantes, de los cuáles todos generamos basura todos los días. En el año 2005, se produjeron aproximadamente 35 millones de toneladas de basura, lo que equivale a 350 veces más el peso del cemento usado para construir el Estadio Azteca. (SEMARNAT, 2009)

“En México se recolectan diariamente 86 mil 343 toneladas de basura,...770 gramos por persona y son generadas principalmente en: viviendas, edificios, calles y avenidas, parques y jardines.” (INEGI).

Las siete entidades que producen más basura en México:

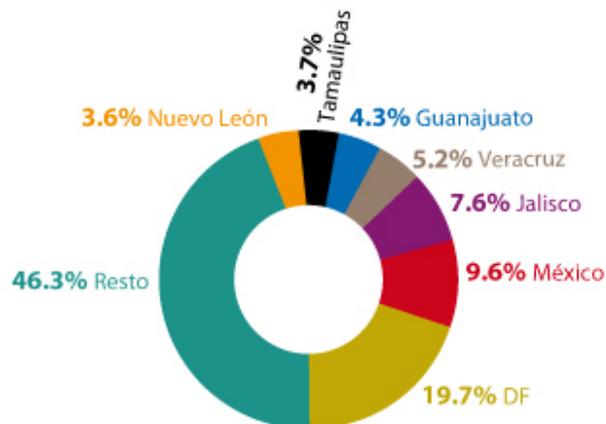


Fig. 17 Porcentaje de las 7 entidades que producen más basura en México
Fuente: INEGI <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/ambiente/basura.aspx?tema=T>

Entidad Federativa	Toneladas	Porcentaje
Distrito Federal	17,043	19.7%
México	8,285	9.6%
Jalisco	6,524	7.6%
Veracruz de Ignacio de la Llave	4,451	5.2%
Guanajuato	3,719	4.3%
Tamaulipas	3,175	3.7%
Nuevo León	3,077	3.6%
TOTAL	46,275	53.7%

Fig.18 Porcentaje de las 7 entidades que producen más basura en México
Fuente: INEGI Porcentaje de las 7 entidades que producen más basura en México

Toda generación de basura conduce a crear un contaminante. Éste es un tema sumamente importante pues los efectos negativos que tienen en el cuerpo y en la salud son infinitos, y como la contaminación va en crecimiento exponencial, así de exponenciales van en crecimiento todas las enfermedades y padecimientos de salud en crecimiento, como lo podemos ver en la Fig. 19. (SEMARNAT, 2009).

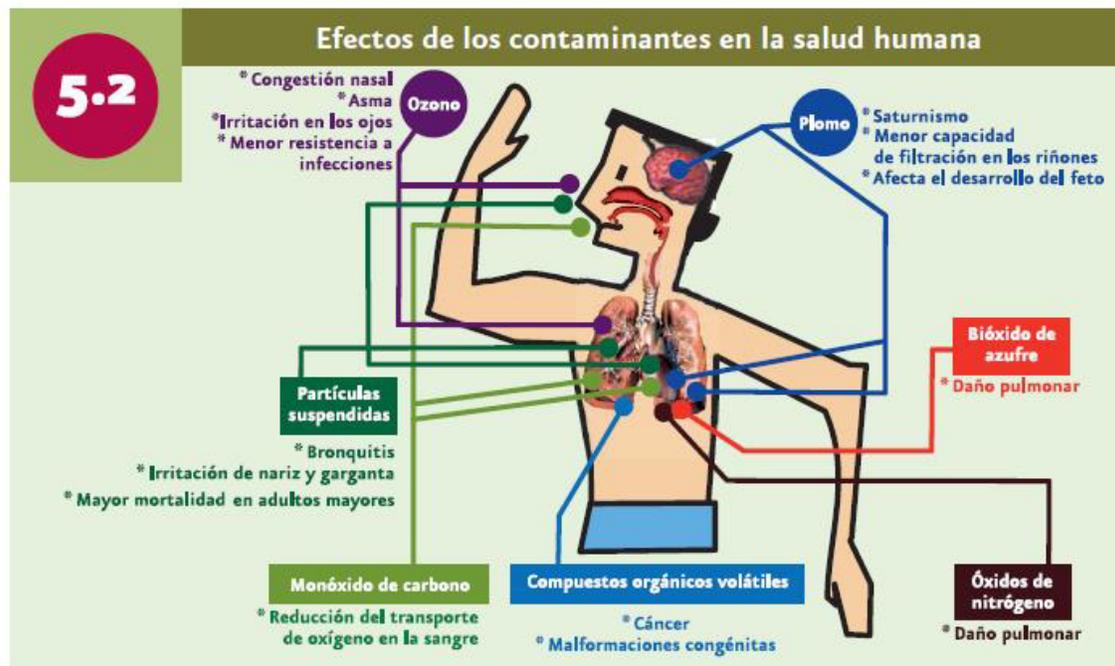


Fig. 19 Efectos de los contaminantes en la salud humana

Fuente: SEMARNAT

http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05_serie/yelmedioambiente/5_contaminacion_v08.pdf

3.2 Agave

El agave, no es un cactus como muchas personas lo creen, pertenece a la familia de las suculentas y se le conoce con diferentes nombres como maguey, mezcal y fique, entre otros. De origen mexicano, el agave se aprovechó desde hace diez mil años para obtener el aguamiel, gracias a sus jugosas y azucaradas fibras. Actualmente hay alrededor de 300 diferentes especies de agave con variación en tamaño, color, y forma. Para cultivar el agave, se requiere estar expuesto al sol, con un clima semiseco con una temperatura que oscile entre los 20°C y 22°C, con condiciones de suelo volcánico abundante en elementos derivados del basalto, con hierro, y arcilla; para que el agave obtenga la etapa de madurez éste pasa entre 8 y 10 años cultivándose. (ACADEMIA MEXICANA DEL TEQUILA, 2015)

Una vez que el agave llega a la etapa de madurez, se corta la jima o piña para producir el tequila.

Dependiendo del tipo de agave, de su edad y de cómo lo haya cortado el jimador¹¹, ésta puede llegar a pesar 100 kilogramos.

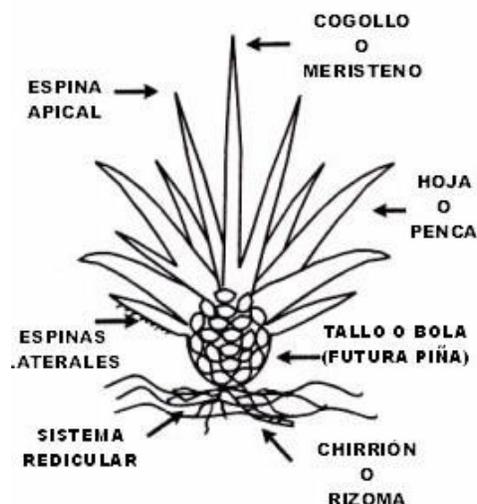
Algunos de los subproductos del agave son:

- Tejas
- Hilo para tejer
- Papel
- Las espinas de las pencas se usan como clavos o punzones
- Licor
- Azúcar
- Miel

(ACADEMIA MEXICANA DEL TEQUILA (2015); García (2007))

¹¹ Agricultor de origen mexicano dedicado a cosechar agave.

ANATOMIA DEL AGAVE



(ACADEMIA MEXICANA DEL TEQUILA, 2015)

Fig. 20 Anatomía del agave

3.2.1 Bagazo de agave

Se considera el bagazo de agave como un desecho agroindustrial, ya que es lo que resulta durante la producción del tequila cuando se ha quitado los azúcares del agave tequilana weber. Aunque con anterioridad el bagazo se utilizaba mayormente como alimento para ganado y para fabricar ladrillos, gracias a la popularidad que tiene el tequila a nivel mundial, la cantidad de bagazo que se reutiliza como materia prima para generar productos es mínima en comparación a la cantidad de desecho que se genera. (Iñiguez, Martínez, Flores y Virgen, 2010)

“Tradicionalmente el bagazo de agave había sido utilizado para la fabricación de ladrillos y colchones, pero para los grandes volúmenes que se generan, este aprovechamiento no representaba un impacto importante en la

utilización de este material, por lo que la industria del tequila se vio obligada en los últimos años a buscar alternativas de manejo en grandes volúmenes.” (Iñiguez, Martínez, Flores, y Virgen, 2009).

Por la composición química que tiene el bagazo, éste es considerado ser un residuo lignocelulósico. Como lo menciona Ramirez-Cortina y Alonso Gutiérrez: “En general, los residuos lognocelulósicos están compuestos principalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina. (Deysson, 1982; Hendriks & Zeeman, 2009; Hopkins, 2003).

Parámetro	Bagazo de agave
Humedad (%)	5
Fibra (% MS)	77
Celulosa (% fibra seca)	56*
Hemicelulosas (% fibra seca)	24.5*
Lignina (% fibra seca)	19.5*
Nitrógeno total (% MS)	3
Grasas (% MS)	1
Minerales (% MS)	6
Pectinas (% MS)	1
Azúcares reductores (% MS)	7
Digestibilidad (% MS)	36

DM: dry matter. *Percentage of the bagasse total fiber (77 %)
MS: Materia Seca. * Porcentaje de la fibra total del bagazo (77 %)

Fig. 21 Parámetros de porcentaje de bagazo de agave

Componente	Paja de trigo (% MS)	Desechos de aceite de girasol (% MS)
Materia mineral	5.5	2.0
Grasa	0.6	3.5
Nitrógeno	2.6	3.5
Azúcares libres	1.1	-
Celulosa	43	41
Hemicelulosas	28.7	20
Ligninas	12.7	25

Source: Bazus, 1991; Laberche, 1999; Magro, 1995; Monties, 1982. DM: Dry Matter.

Fig. 22 Componentes de las pajas de trigo y desechos de aceite de girasol

3.2.2 ¿Por qué es un problema?

Como se ha mencionado anteriormente la cantidad de bagazo generado durante la producción de tequila es un gran problema por la cantidad tan grande de residuos que se genera. Además como lo mencionó en una entrevista al Informador, Rafael González Pérez, ingeniero químico de la Dirección de Protección al Ambiente, dice que en la mayoría de los casos las sanciones son por el mal manejo del bagazo o de las vinazas, en la mayoría de los casos cuando se usan como riego agrícola; además que se generan gases peligrosos como bióxido de azufre, monóxido de carbono, y óxidos de nitrógeno entre otros.

El procurador estatal de protección al ambiente, Fernando Montes de Oca, menciona que las empresas que producen el 80% del tequila, que son 4, han invertido mucho en el tratamiento de sus residuos, y aún así, no se puede cumplir con el 100% de la normatividad¹² por que es muy difícil.

“En general la mayor parte de estos residuos se dispone por incineración, sin embargo, la biomasa residual es abundante y se ha demostrado que es factible convertirla en diferentes productos como biocombustible, alimento animal, compostas y químicos entre otros. Dentro de estos residuos agroindustriales mencionados anteriormente, se encuentra el bagazo de Agave Tequilana Weber, var. Azul. Éste es un desecho derivado del proceso para la producción del Tequila y del cual se generan miles de toneladas anualmente por lo que su disposición representa un problema para dicha industria.” (González, González, Nungaray, 2005).

3.2.3 Lo que se hace

Se están haciendo muchos esfuerzos por parte de diferentes personas para reubicar o reutilizar los residuos en el proceso del tequila. Además de reutilizar un desperdicio natural, el ciclo dentro de la cadena de producción sigue creciendo, pero ahora dirigiéndose hacia un objetivo sustentable. Algunas de las empresas que se han sumado a esta iniciativa son:

- **BioSolutions**

BioSolutions es una empresa mexicana que desarrolló y patentó la tecnología para producir biopolímeros sustentables mediante el uso de fibras con alto contenido en celulosa, una aplicación de esto es el bagazo de agave.

Algunos beneficios con los que cuenta la empresa Biosolutions, son:

1. Su producto cuenta con la certificación del Departamento de Agricultura de

¹² Norma Oficial Mexicana – NOM 001 ECOL 1996 – establece los parámetros permitidos en descargas de aguas residuales.

Estados Unidos – USDA.

2. Al utilizar pellet de Biosolutions, se reduce la huella de carbono, pues es una alternativa a la de los plásticos tradicionales.
3. Sus propiedades se mantienen (a la de los plásticos tradicionales).
4. Se reduce el uso del petróleo.

(Biosolutions, 2015).

Durante la investigación de la presente tesis, se entrevistó a Ana Elena Laborde, quien desarrolló la tecnología para pelletizar el bagazo del agave y fundadora de Biosolutions. Se propuso desarrollar un producto comercial, que actualmente no tenga presencia en el país, utilizando sus pellets. (Laborde, comunicación personal, 2015)

- **Carbón**

La empresa mexicana, Carbon Diversion America Latina S.A. de C.V., encontró un área de oportunidad en el mundo del carbón. Con su primera planta convertidora de energía, le permite tener tipos de combustibles orgánicos como el pellet y las briquetas, partiendo de residuos del agave, tal como el bagazo, la hoja y la piña. (Carbon Diversion, 2015)

Además, existe la empresa KAUIL, quien comercializan la briqueta de agave. Su objetivo como empresa es el de trabajar con un producto 100% mexicano que además, durante su fabricación, éste fuera amigable con el medio ambiente. (Kauil, 2015)

Investigadores de la UANL también han ahondado en el tema, pues gracias a la nanotecnología, y con el objetivo de reducir costos para generar mayor energía a partir del carbono, investigaron el bagazo del agave y generaron carbón. (Periódico Excelsior, 2013)

- **Papel**

Gracias a las fibras de diferentes tipos de agave, también se puede producir papel. El papel hecho con estas fibras presenta características que lo distinguen y lo hacen atractivo para su uso artesanal. La elaboración de papel mediante este método, en México es muy limitado, sin embargo hay quienes lo hacen de manera artesanal. Algunas aplicaciones que se le ha dado a producciones especiales de papel es para la elaboración de bolsas para contener tés, papel carbón, papel para Biblias, y papel para cigarros, entre otros.

- **Alimento para ganado**

Tratar biológicamente para convertir el bagazo del agave como complemento alimenticio de rumiantes¹³ es lo que han estado haciendo Investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). Esta nueva aplicación puede ser de gran ayuda como suplemento alimenticio en casos de emergencia donde por la sequía haya pérdidas de alimento que el ganado necesita.

- **Algunas empresas en México que usan agave en sus productos:**

1. Biocycle – bicicleta motorizada cuyo motor funciona con biodiesel y está hecha con desechos de la industria tequilera. Fomentando utilizar las bicicletas como principal medio de transporte, es muy atractivo que su motor ayude en tramos largos y hasta en inclinaciones donde el esfuerzo pueda ser mucho para la persona.
2. Eco-Disegno – empresa que se dedica a la producción y comercialización de productos ecológicos tales como papelería, envoltura, muebles de cartón, y empaques para regalos, entre otros. Dentro de su rama de papelería, sus productos están hechos con papel de agave. (www.eco-disegno.com)
3. Carbón Diversión - empresa enfocada a la disposición de desechos del

¹³ Rumiante: animal que digiere alimentos en dos etapas: primero los consume y luego realiza la rumia. Ésta consiste en [regurgitación](#) de material semidigerido, remasticación (que lo desmenuza) y agregación de saliva. Rumiantes son los [bovinos](#), [ovinos](#), [caprinos](#) y [cérvidos](#). Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rumiante>

bagazo convirtiéndolos en combustibles sólidos como pellet y briqueta de bagazo de agave.

3.3 Materiales Biobasados

Una opción a favor de la sustentabilidad es el uso de materiales biobasados. Los materiales biobasados son todos aquellos productos cuyo origen es de plantas o materiales que alguna vez fueron vivos; éstos se encuentran en la agricultura, en el mar, o en algún bosque. La característica más notoria de estos materiales es que son una alternativa a productos convencionales que provienen del petróleo.

Un material biodegradable no es lo mismo que uno biobasado, todo depende de la estructura de las moléculas del material. Un material biodegradable es cuando los microbios pueden romper por completo el material gracias a que lo usan como fuente de energía, mientras que uno biobasado no lo pueden descomponer en un 100%.¹⁴ (BPI, 2015)

Como hemos estado viviendo una explotación desmedida de petróleo, desde hace algunos años se pensaba que para el 2015 ya hubiera una escasez de petróleo; ésta es una razón más para buscar nuevas y mejores alternativas para materiales que sean amigables con el medio ambiente.

“Con la anticipada terminación de la industria del petróleo para el 2050 y la aceleración rápida de los efectos del calentamiento global por el consumo de combustibles fósiles, el desarrollo de rutas alternativas para hacer materiales amigables bio-basados, deberá ser bienvenida por presentes y futuras generaciones de científicos e ingenieros.” (Wool, 2005).

¹⁴ La USDA hace pruebas para determinar si el producto califica como biobasado, pues comprueban que en efecto, el material venga de una fuente renovable.

Gracias a las innumerables investigaciones que se han hecho sobre los materiales biobasados, actualmente existen muchas aplicaciones con materiales de este origen, algunas de éstas son: desechables, productos de limpieza, fertilizantes y bioplásticos entre otras.

Hay un área de oportunidad muy grande para este mercado, pues como se mencionó anteriormente en el punto 3., diariamente se recolectan 86 mil toneladas de basura. Además, este tipo de materiales tienen el potencial para ser utilizados en diferentes industrias como la automotriz, mobiliario, y empaque entre otras.

“En 2014, un estudio publicado en la revista *PLOS* estimó que un mínimo de 5.25 trillones de partículas de plástico flotaban en el océano, con un peso de 268,940 toneladas. Dicha estimación solamente incluyó el plástico flotando en la superficie y no incluyó el material que está hundido.” (Park, 2015). Tomando esto como referencia, es muy importante poner manos a la obra para evitar el uso innecesario de plástico, razón por la cual los materiales biobasados son una excelente opción.

Algunas marcas certificadas por el Instituto de Productos Biodegradables del Mundo, BPI World:

- 3M
- BASF
- Georgia Pacific
- Green Works (Clorox)
- Huhtamaki (Chinet)
- Solo Cup (Dart Container Corporation)
- Staples

3.3.1 Ejemplos de materiales biobasados

Actualmente, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, USDA, por si siglas en inglés, cuenta con el programa BIOPREFERRED, fundado en el 2002 para impulsar todos aquellos productos biobasados, y hasta el 2014 fue cuando se incorporó al Acta de Agricultura. Para que un producto sea catalogado como biobasado, deberá contar con la etiqueta de certificación como producto biobasado.

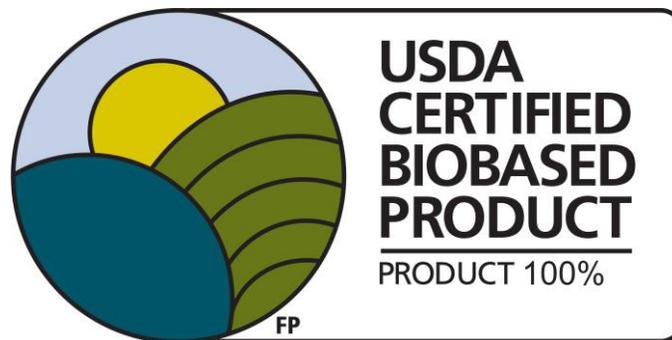


Fig. 23 USDA certified biobased product
Fuente: USDA <http://www.biopreferred.gov>

Los bienes efímeros como los son productos de higiene personal, así como equipos de alta tecnología, como lo son computadoras y gadgets, si se hicieran con los materiales correctos podrían ser completamente productos biobasados. Algunos ejemplos de productos biobasados que cuentan con esta certificación son:

- a) Artículos de limpieza.
- b) Empaque y cintas.
- c) Servicios de comida / cafeterías.
- d) Mantenimiento de jardines.
- e) Construcciones menores.
- f) Miscelánea.
- g) Artículos de oficina.
- h) Mantenimiento.

- i) Cuidado personal e higiene.
- j) Equipo de seguridad.
- k) Mantenimiento de equipos y vehículos.

3.4 Compuesto plástico de madera

La madera está hecha de 3 componentes: base, lignina, celulosa, y hemicelulosa. “En el caso de la composición de madera, los rangos más comúnmente encontrados son: celulosa 38-50%, hemicelulosa 23-32% y lignina 15-25% (Sustainable forestry for bioenergy & biobased products, 2007).

Como la lignina siempre ha sido considerada como un material económico, se usa mucho para productos como adhesivos y resinas, su estructura polimérica hace que sea un “material” que atrae a muchos investigadores pues es muy versátil. El término de lignina fue usada por primera vez por el botánico A.P. Candolle, y se usó para describir la partes disueltas que tiene la madera al tratarla con el ácido nítrico¹⁵. (Chávez-Sifontes, Domine, 2013)

“Solo el 2% de la lignina se explota comercialmente. Durante los próximos años éste será un campo prometedor para la obtención de productos con alto valor añadido (Mohamad, et al. 2012).”.

Algunos autores como Santana –Méridas, González- Coloma, y Sanches-Vioque estudian a varios autores para ver los diferentes usos de la lignina. Algunas propuestas de ellos son: alimento para animales, composta, productos industriales como páneles con base de madera, fertilizantes, biofibras, y absorbentes entre otros.

¹⁵ Utilizado en los laboratorios para hacer TNT – Wikipedia.

Con la información de este apartado, se hizo un artículo científico que fue presentado en octubre del 2015 en el Séptimo Seminario Internacional de Investigación del Diseño. (Garza, 2015)

Compuesto plástico de madera como producto biobasado

Actualmente la tendencia hacia el consumismo polimérico se está inclinando hacia todos aquellos plásticos cuyo origen sea mucho más noble con el medio ambiente; razón por la cual los plásticos bio-basados se han ido introduciendo gradualmente al mercado y éstos han ido ganado plaza poco a poco.

Estudiando al bagazo del agave productor de tequila, desperdicio del agave tequilana weber, (aproximadamente 400 toneladas por día, sólo de una casa tequilera, según el Consejo Regulador de Tequila, hay aproximadamente 100 marcas registradas de tequila) después de la extracción de sus jugos para la producción del tequila, se hizo notorio que algunos de sus componentes son aquellos que también se encuentran dentro de los árboles, y por ende, la madera. Con el descubrimiento de un polímero cuyo origen sea desecho agroindustrial, y además un compuesto plástico de madera, se busca reducir tanto el consumo de petróleo como la desmedida tala de árboles.

La popular bebida mexicana cuyo nombre lleva por el lugar de su origen Tequila, Jalisco, puede aportar más que sólo la bebida emblema del país. El bagazo es el residuo del agave una vez ya extraído su centro o piña para poder fermentarlo y producir la típica bebida mexicana conocida como *tequila*.

“La industria productora del tequila en Jalisco genera cada día cantidades considerables de bagazo de agave, que superan las 120 toneladas, con un 50 por ciento de humedad en promedio, y que bien podrían ser aprovechadas para elaborar dicha bebida.” (Tello, 2001)

Durante el año 2014 hubo una producción de 475.8 miles de toneladas de tequila, dejando en su línea de producción un aproximado de 800 miles de

toneladas de bagazo, además de la vinaza que también es un residuo de la producción.

Aunque durante mucho tiempo para las grandes compañías tequileras el bagazo ha representado ser un gran problema por ser el desperdicio de tequila y ser considerado como basura, hoy en día es una de las materias primas más prometedoras para México.

“Hasta hace poco más de 20 años, la acumulación de bagazo de agave representó un problema para las industrias tequileras que procuraban deshacerse de él, al venderlo a bajo precio o regalarlo.” (Tello, 2001)

Productos desde el biodiesel, diamantes, alcohol etílico y reducción de hasta un 50% de petróleo en la producción del plástico, son sólo algunas de las aplicaciones que dicho desperdicio tienen hoy en día.

Universidades, estudiantes, empresas y emprendedores han realizado diferentes investigaciones para evaluar que tan factible es el uso del bagazo del agave como materia prima. Se está en el proceso de contar con un proceso definitivo que sea económicamente viable y que sea un proceso del día a día para poder manejar estos residuos y convertirlos en sub productos.

Con esta investigación se busca encontrar diferentes aplicaciones a las ya mencionadas para el uso del bagazo del agave que van desde la producción de elementos que generen acústica en lugares amplios hasta un material de empaque para bienes transitorios.

“Según el Consejo Regulador del Tequila tan sólo en el 2011 se produjeron 261.1 millones de litros de tequila por lo tanto la generación de bagazo se puede calcular que fue de 783 300 toneladas...” (Prieto)

Gracias a las toneladas de bagazo deshecho con la producción del tequila, es necesario buscar una alternativa ya que dicho desperdicio se puede convertir de un problema a muchas soluciones.

“... estimamos que 12 de cada cien kilos que entra a una planta de tequila, se convierten en bagazo y en un problema para su correcta disposición” (González, 1998)

La constante búsqueda de innovación en la industria agrícola con aplicaciones de materiales para poder combatir el problema del desperdicio utilizándolo como materia prima principal para el desarrollo y propuesta de nuevos materiales y tecnologías.

El objetivo general al estar investigando el uso y propiedades del bagazo del agave así como las distintas aplicaciones que tiene en diversas áreas, así como la constante investigación de casos similares para usarlo como un detonador a nuevas áreas de investigación y de esta manera poder hacer una propuesta de valor.

Se busca generar innovación a través la investigación de la materia prima sometiéndola a diversas pruebas para la generación y el desarrollo de nuevos materiales. Como parte fundamental dentro del marco teórico de la investigación, se vieron y compararon distintos temas como: ecología, para ver desde un punto de vista ecológico el impacto que tiene el no deshacerse correctamente de los desperdicios agroindustriales. Esto no sólo afecta a nivel regional, sino que los índices de contaminación crecen a nivel estatal y afectan a la contaminación del país.

Desde el punto de vista sustentable, es importante ver y conocer las cadenas del ciclo del producto, desde que empieza hasta que el usuario se deshace del empaque. En este caso, el ciclo comienza con cómo se planta el agave, llegando hasta el deshecho de la botella de tequila. En el ciclo de vida del producto, se encontró un área de oportunidad en una etapa muy temprana, pues el bagazo nace a partir de la extracción de los jugos del agave, dejando un gran camino para seguir con la producción del tequila.

Para complementar la investigación se hizo y analizó el caso de estudio de productos bio-basados, pues estos materiales que provienen del desperdicio y que además su origen es vegetal son casos de éxito en muchas otras industrias y sirven como conocimiento para de ahí abrir un nicho con un nuevo mercado basándonos en el desperdicio del agave.

Los productos bio-basados tienen un alto potencial en el mercado no sólo mexicano, así como mundial también. Se detectó que en el mundo la tendencia

sigue creciendo y México no se puede quedar atrás. Actualmente la tendencia de consumir materiales con menor impacto ambiental está en crecimiento.

“Materiales y compuestos usados para la construcción, partes automotrices, mobiliario, empaque, impresión, acabados y textiles, representa un mercado grande (100 millones aproximadamente) que incluye una variedad de productos como: adhesivos, resinas, plásticos, fibras, pinturas, tintas, aditivos y solventes. Por ejemplo, aproximadamente 20 billones de libras de adhesivos son usados anualmente en USA.” (Wool, 2005)

Con los altos índices de producción agrícola, México tiene mucho potencial para desarrollar productos de calidad y además que contribuyan al medio ambiente como lo son los productos hechos con base a desechos, en este caso el bagazo del agave.

Se busca que con el producto realizado a lo largo de esta investigación, se pueda comercializar para reducir el índice de consumo de árboles en los casos donde se pueda usar alguna otra alternativa, en este caso la extrusión hecha con polímeros con bagazo de agave.

CONCLUSIONES

Durante la presente investigación se llegó a la conclusión que el bagazo de agave contiene un alto contenido de lignina (19.5%), resina polimérica de origen vegetal que también se encuentra en algunas plantas, con altos índices en árboles como el Abeto noruego, abeto oriental, y pasto varilla entre otros.

Poco menos del 2% de lignina es explotada y México, como el país productor agrícola que es, tiene un futuro prometedor al contar con tal materia prima. Con la investigación se descubrió que la lignina que contiene el bagazo del agave puede transformarse en un producto bio-basado, en este caso un compuesto plástico de madera o WPC (wood plastic composite) ya que las dos comparten que su contenido es alto. Usando el bagazo como materia prima y pelletizándolo, éste se puede extruir hasta darle un acabado como perfil de madera.

3.5 Tendencias

Actualmente hay un sinnúmero de iniciativas para ganar la batalla del consumismo y producción desmedida de basura. En su gran mayoría son materiales orgánicos, sin embargo el desecho del plástico juega un rol muy importante pues su índice de desecho es sumamente mayor al que nuestro planeta pueda digerir. En este año el plástico es responsable del 13% del total de la basura generada.

En el 2013, en Estados Unidos, se generaron aproximadamente 254 millones de toneladas de basura, de las cuales solamente 87 millones de toneladas se reciclaron o se hicieron composta.

Iniciativas como la Plastic Pollution Coalition¹⁶ tienen como misión el reducir la contaminación producida por el plástico y su impacto tóxico que tiene y afecta a todo el ecosistema. Esto se muestra a través de la siguiente figura: Ver Fig. 24.

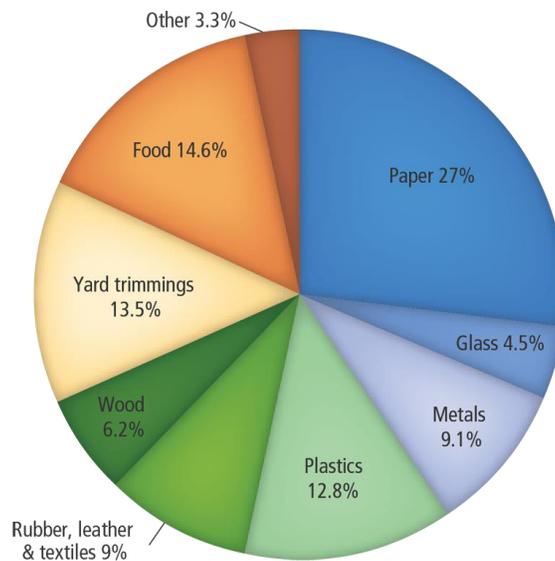


Fig. 24 Porcentaje de materiales que se encuentran en la basura
Fuente: *United States Environmental Protection Agency*
<http://www3.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/>

¹⁶ Fundada en el 2009, alianza mundial trabajando para un mundo libre de plástico.

La importancia de la composta es muy importante, pues en el 2013, gracias a los esfuerzos hechos para reciclar y hacer composta, se previno que 87.2 millones de toneladas fueran desechadas; esto es un gran avance ya que en los años 80's solamente se reciclaban o compostaban 15 millones de toneladas. Gracias a estos esfuerzos, se evitó que se emitieran aproximadamente 186 millones de metros cúbicos de dióxido de carbono en el 2013. (EPA, 2015).

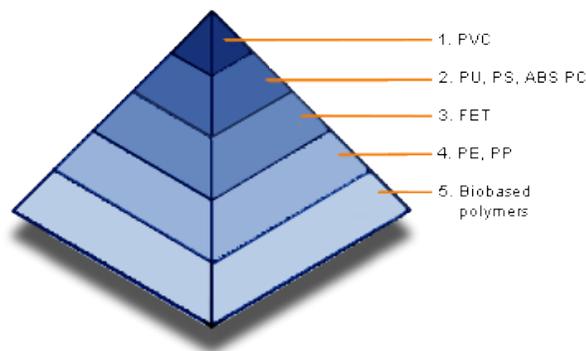


Fig. 25 Pirámide de toxicidad de polímeros
Fuente: Pplate Clips - <http://www.pplateclips.com.au/>

En términos de toxicidad y daño ambiental, los plásticos pueden acomodarse en una pirámide, empezando por el más dañino, o menos elegido, en la punta de la pirámide.

1. Polivinyl chloride (PVC) y otros plásticos halogenados.
2. Poliuretano (PU), poliestireno (PS), acrylonitrilo-butadieno-estireno (ABS) y policarbonato (PC).
3. Polietileno tereftalato (PET)
4. Poliolefinas (PE, PP, etc.)
5. Polímeros biobasados (bioplásticos)

(PPLATE CLIPS, 2015).

Existen investigaciones de la Universidad de Pittsburgh donde evaluaron a 12 polímeros y su impacto ambiental. Los polímeros evaluados son: PVC, PET, PC y polímeros biobasados.

El estudio arrojó como resultado (ver Fig. 26) que se prefiere utilizar productos biobasados, aunque estos materiales no reducen por completo el impacto ambiental, es mucho menos dañino a utilizar polímeros como PET o PVC.

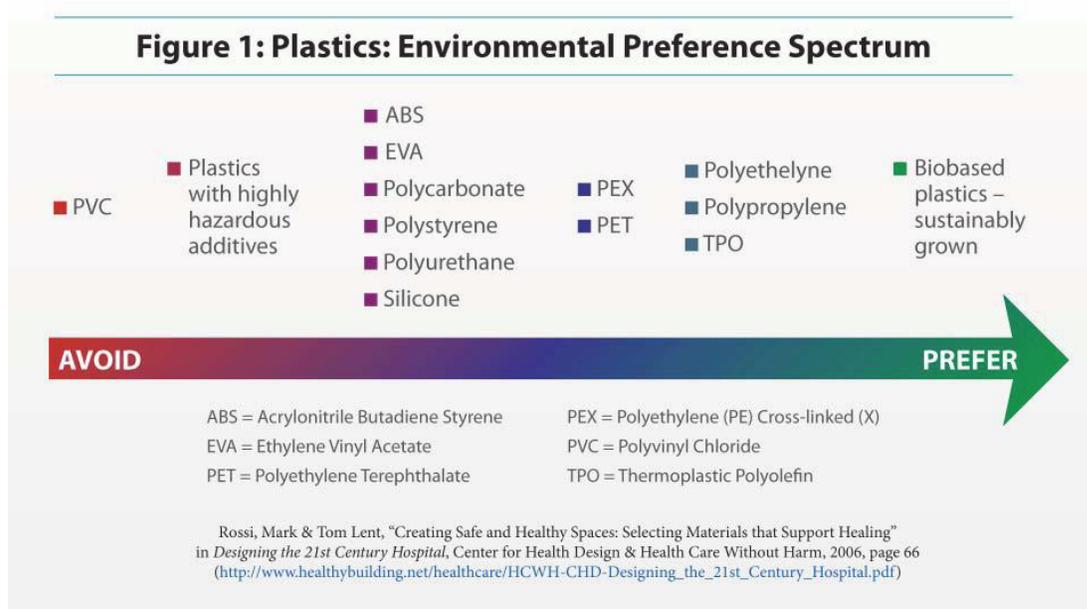


Fig. 26 Índice de preferencia ambiental de plásticos

Fuente: *Healthy building network* – <http://www.healthybuilding.net/news/2010/10/13/new-study-ranks-pvc-at-bottom-in-green-design-life-cycle-assesment>

Como dice un autor: “Los principios con respecto al uso de recursos renovables deberían ser redefinidos para prevenir intercambios relacionados con el uso de químicos dañinos en las tierras y que la energía / emisiones en la producción y uso de los fertilizantes y pesticidas.” (Walsh, 2010).

Con el incremento del petróleo, los bioplásticos han ganado popularidad en el mercado, y como resultado de esto, se verá un incremento en productos

biobasados, ya que esto, comparados con plásticos normales, reducen las emisiones de CO₂¹⁷ en un 30 a 70%. (ICIS Chemical Business, 2011).

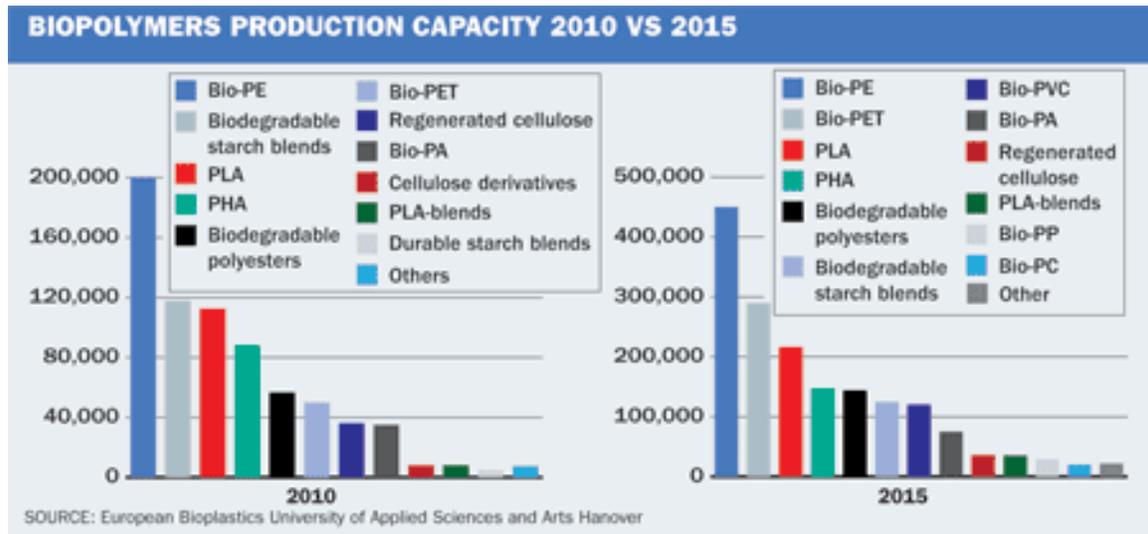


Fig. 27 Capacidad de producción de biopolímeros 2010 vs 2015

Fuente: ICIS Chemical Business - <http://www.icis.com/resources/news/2011/06/22/9471602/bioplastics-projects-set-to-prosper/#>

Aunque el Mercado del bioplástico predomina en Europa, en la Fig. 28, se muestran otros países como Estados Unidos, Brazil, Tailandia, etc. que le están invirtiendo a este nuevo fenómeno que se proyecta tenga un notorio incremento en los próximos años.

¹⁷ Dióxido de carbono



Fig. 28 Países invirtiendo en el mercado del bioplastico

Fuente: ICIS Chemical Business - <http://www.icis.com/resources/news/2011/06/22/9471602/bioplastics-projects-set-to-prosper/#>

ESTADOS UNIDOS

- Se espera abrir una planta para hacer ácido succínico.¹⁸
- Propanediol.¹⁹

BRASIL

- Polietileno (PE) de caña de azúcar.

TAILANDIA / MALASIA / SINGAPUR

- Acido poliláctico (PLA)
- Metionina
- Monómeros

¹⁸ Se utiliza en la fabricación de lacas, colorantes, en perfumería, en medicina, como aditivo alimentario (E-363) y como reactivo para la fabricación de plásticos biodegradables. (Wikipedia, 2015).

¹⁹ Es el monómero que se emplea para sintetizar los [polímeros Sorona®](#) entre otros.

“La capacidad de producción global de bioplásticos aumentó alrededor de 1.6 millones de toneladas en el 2013. (...) Conforme haya más facilidades, la producción de bioplásticos proyecta un incremento de aproximadamente 6.7 toneladas para el año 2018.” (s.n., 2014).

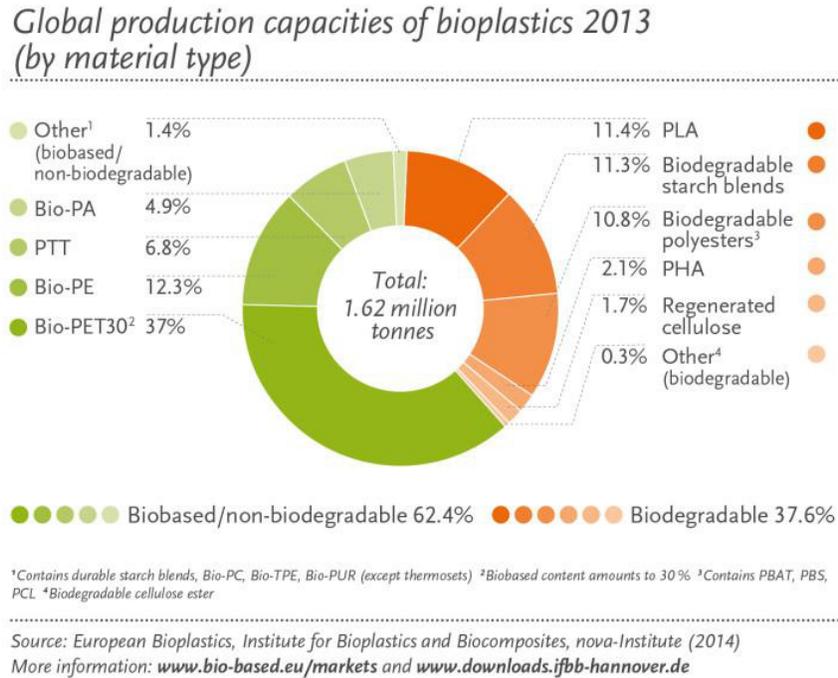
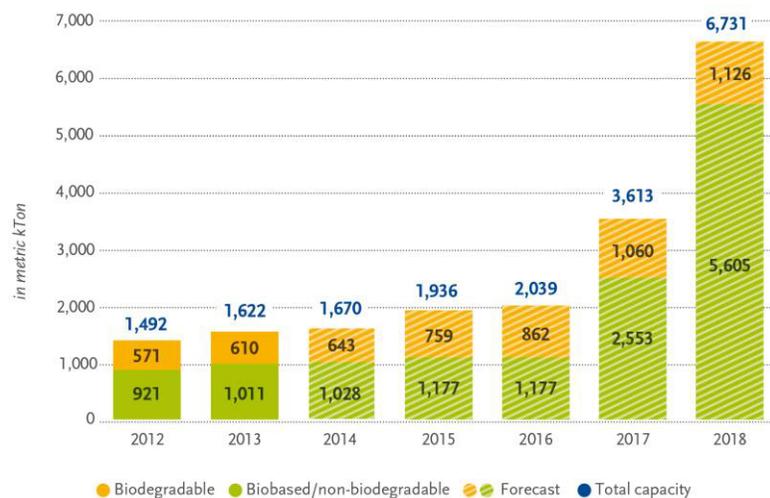


Fig. 29 Producción global de bioplásticos del año 2013

Fuente: European Bioplastics- <http://en.european-bioplastics.org/market/market-development/production-capacity/>

Global production capacities of bioplastics



Source: European Bioplastics, Institute for Bioplastics and Biocomposites, nova-Institute (2014)
More information: www.bio-based.eu/markets and www.downloads.ifbb-hannover.de

Fig. 30 Capacidad de producción global de bioplásticos

Fuente: European Bioplastics- <http://en.european-bioplastics.org/market/>

Al igual que la comunicación - que todos los días tiene grandes avances - el mercado de los materiales, sobre todo los plásticos siguen avanzando enormemente; y esto se debe en su gran mayoría a costos tan altos que actualmente tiene el petróleo. Un ejemplo que hemos vivido sobre este tema es que hace 40 años un envase de yogurt tenía aproximadamente 12 gramos, mientras que los actuales envases de yogurt con la misma capacidad cuentan con un peso no mayor a los 5 gramos. (CASTRO, 2011)

La industria del plástico ha sido un material muy utilizado, a pesar de las diferentes crisis económicas por las que ha pasado, y ha mantenido un crecimiento mundial el cual se ve reflejado en el consumo mundial de productos plásticos. En el Medio Oriente se ha visto un incremento agigantado ya que la capacidad del etileno está aproximadamente en 35 millones de toneladas anuales, mientras que la del polipropileno oscila alrededor de los 7 millones de toneladas anuales. (CASTRO, 2011)

“La industria del plástico ocupa el cuarto lugar de la industria manufacturara de los Estados Unidos, y emplea a más de 1.1 millones de personas.” (CASTRO,, 2011).

Países como México, India, China y Brasil son promotores del impulso que el mundo del plástico está teniendo actualmente. Con este agigantado crecimiento, es importante mencionar que se debería promover e impulsar un programa de certificación ecológica, pues es importante que las compañías, junto con la ayuda del gobierno, establezcan reglas o lineamientos para recolectar, reciclar y comercializar plástico para transformarlo y usarlo post - consumo.

Actualmente la producción de plásticos partiendo de materiales renovables va ganando popularidad en Europa occidental el objetivo es lograr un mejor desempeño y como sustituto de materiales pétreos como la cerámica.

Desde un punto de vista sustentable, es importante contar con alternativas que ayuden a minimizar los daños ecológicos que cada industria genera. Un ejemplo de esto es la industria automotriz, que gracias a su decisión de elegir una gran variedad de piezas de plástico para armar sus automóviles llevan a “ahorra 12 millones de toneladas de petróleo anuales,... esto equivale a 30 millones de toneladas de dióxido de carbono cada año. En la construcción, con 50 kg de espumas de plástico empleadas como aislamiento, se ahorra casi 150 litros de combustible para calefacción cada año.” (CASTRO, 2011).

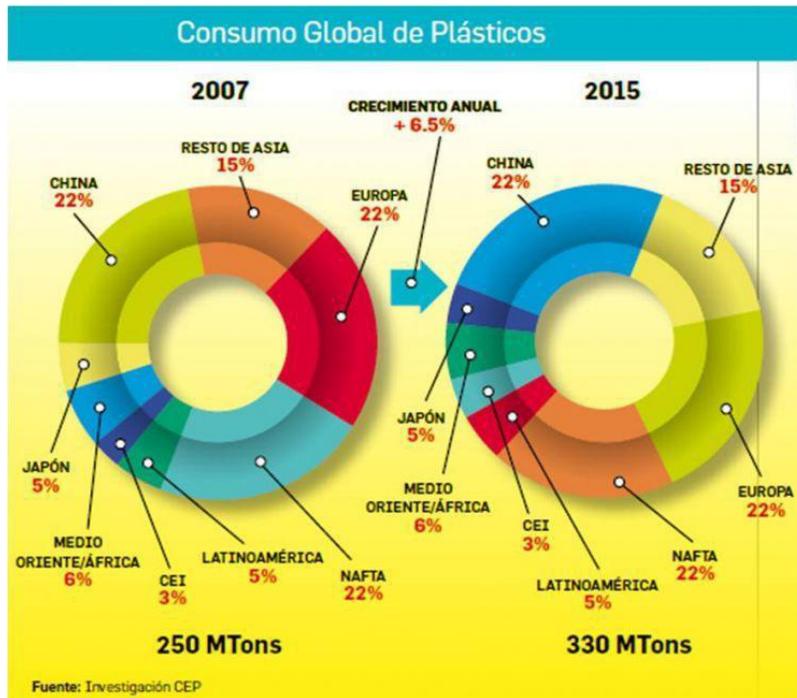


Fig. 31 Consumo global de plásticos

Fuente: *Los plásticos en el ámbito mundial*- <https://airdplastico.wordpress.com/2011/06/02/los-plasticos-en-el-ambito-mundial/>

“El consumo global creció de 1.5 millones de toneladas en el año 1950 a 250 millones de toneladas en el 2010 con una ligera caída en el año 2009, y se prevé que llegará a 330 millones en el 2015, lo que significa un crecimiento anual promedio de 6.5% los próximos cinco años.” (Castro, 2011).

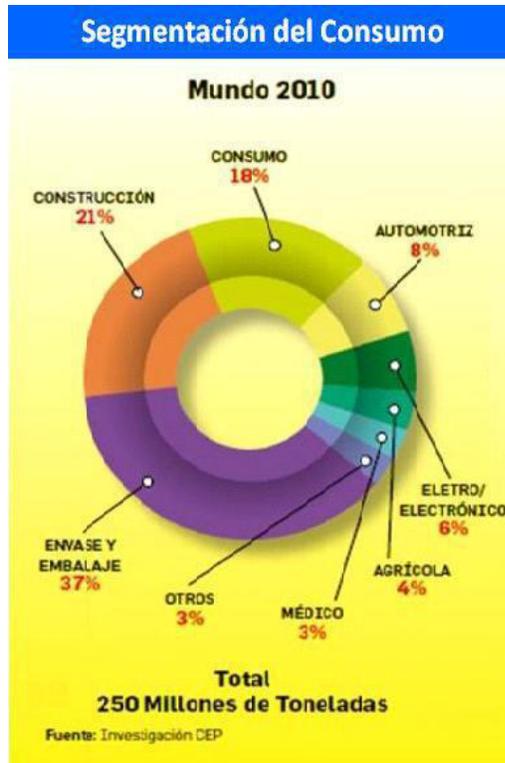


Fig. 32 Segmentación del consumo de plásticos por industria

Fuente: *Los plásticos en el ámbito mundial*- <https://airdplastico.wordpress.com/2011/06/02/los-plasticos-en-el-ambito-mundial/>

3.6 Conclusión

Como conclusión de las tendencias y crecimiento global de los bioplásticos se propone un material compuesto de madera, WPC²⁰ por sus siglas en inglés, ya que el bagazo contiene un alto índice de lignina (ver Fig. 21) y con esto se pueden hacer productos que sean usados para lo mismo que se utiliza la madera sin la necesidad de que sea madera 100% natural y de esta manera se evita la tala desmedida de árboles y además se utiliza el desperdicio de una de las industrias mas grandes de México.

²⁰ Wood Plastic Composite

CAPITULO 4. Investigación de campo

4.1 Evaluación comparativa

Se hizo un análisis comparativo con muchas grandes empresas quienes optan por elegir materiales mucho más amigables con el ambiente. En la figura X se muestra una tabla polimérica donde se presenta la tendencia a preferir un producto biobasado. Con esto se muestra el potencial que tiene el material que se propone.

Además, en el apartado 4.1.2 se hace un análisis de productos similares que fungen como competencia directa; éstos son: fabricantes de molduras y fabricantes de pisos que no son de madera pero tienen la apariencia.

4.1.1 ¿Por qué los fabricantes de Lego están gastando millones para dejar el plástico con base de petróleo?

El emporio de la empresa danesa de juguetes de plástico está invirtiendo millones para deshacerse del plástico con base de petróleo. Para el año 2030, los Legos ya no estarán hechos de ABS, pues quieren reducir su huella de carbono. (PETERS, 2015)

Alrededor de tres cuartos de la huella de carbono que Lego emite, proviene de la extracción y el refinamiento del petróleo usado en sus juguetes. La compañía tiene destinado aproximadamente \$150 millones de dólares en un centro de materiales sustentables para el 2016.

Se busca que el material sea completamente igual, pero que no tenga petróleo. “Estamos viendo a cada oportunidad que sea más sustentable a lo que tenemos ahora....puede ser de plástico reciclado, aunque están buscando algo biobasado por los desafíos que el reciclaje tiene.” (Tangbeak, 2015).



Fig. 33 Productos de la marca Lego

Fuente: FastCo. Exist - <http://www.fastcoexist.com/3048017/why-lego-is-spending-millions-to-ditch-oil-based-plastic>

4.1.2 Platos biodegradables hechos de desperdicio de comida.

Foodscapes, nombre del proyecto que lleva a la ejecución de hacer platos con desperdicio de comida. En lugar de hacer un esfuerzo por reducir el desecho de comida, éste se está reutilizando a través de sobrantes comestibles para usarlos como materia prima, reconstruirlos y hacer algo funcional: un plato para contener comida seca. Gracias a que el producto está libre de cualquier agente artificial como aditivos, colorantes, etc., una vez que éste ya se terminó de usar, se puede disolver en la tierra y también sirve como fertilizante. (WONG, 2015)





Fig. 34 Platos biodegradables hechos de desperdicio de comida

Fuente: Design Milk - [http://design-milk.com/biodegradable-bowls-made-food-waste/?utm_source=Design Milk Newsletter&utm_campaign=e3c3b76b1e](http://design-milk.com/biodegradable-bowls-made-food-waste/?utm_source=DesignMilkNewsletter&utm_campaign=e3c3b76b1e)

RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_1033d478fd-e3c3b76b1e-23386581

4.1.3 El Conacyt desarrolla madera líquida contra deforestación

Investigadores del CONACYT²¹ junto con investigadores del CIATEC²² desarrollan un material con el fin de combatir la deforestación en México. Dicho material, que es denominado como madera líquida, está hecho a base de PET, polietileno de alta densidad y aserrín. Es un producto resistente pero muy ligero debido a su densidad, además puede ser inyectado como cualquier otro plástico.



Fig. 35 Conacyt desarrolla madera líquida

²¹ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

²² Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas

Fuente: UnoTv- http://www.unotv.com/noticias/algo-bueno/detalle/conacyt-desarrolla-madera-liquida-contra-deforestacion-520285/?utm_source=Uno-Tv&utm_medium=link&utm_campaign=Modulo-Lo-Ultimo

4.1.4 CHAYR: Silla cómoda hecha de paja y zacate

Utilizando materiales como paja y zacate, la marca Henry & Co, diseñaron una silla mezclando estos dos materiales, producto de la tierra y del hombre.



Fig. 36 Sillas hechas de paja y zacate

Fuente: Design Milk- http://design-milk.com/chayr-cozy-seat-made-hay-grass/?utm_source=Design Milk Newsletter&utm_campaign=2b583309cc-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_1033d478fd-2b583309cc-23386581

4.2 Empresas que hacen molduras

Una moldura es un objeto ornamental que se usa en su gran mayoría en el diseño de interiores y en el diseño de fachadas arquitectónicas; éste elemento es un relieve que corre como un perfil enmarcando un espacio.

Hay muchos estilos y materiales con los que se puede fabricar una moldura, la mayoría vienen en maderas sólidas para diseño de interiores o prefabricadas en cemento para fachadas arquitectónicas.



Fig. 37 Tipos de molduras

Fuente: DIY Advice- <http://www.diyadvice.com/diy/built-ins/materials-and-hardware/molding-for-built-ins/>

Benchmark tipos de molduras

EMPRESA	Arte Mexicano Moulding & Frame	DISSA	HOME DEPOT	Maderera Tres Pinos
MATERIAL	Fabricante de molduras poliméricas	Molduras prefabricadas en concreto	Molduras diferentes materiales	Molduras de madera
FOTOS				
PÁGINA	www.mexmoulding.com.mx	http://prefabricadosdeconcretodissa.com	www.homedepot.com.mx	http://www.madereratrespinos.cl/

Se hizo un comparativo para ver fabricantes y sus estilos de molduras, en las páginas de las empresas cuentan con varias opciones en cuanto a estilo y materiales de molduras. Por la cantidad de oferta de productos de molduras que hay, se puede deducir que la demanda es alta, pues el uso que se le da es muy versátil para la industria de la construcción.

Benchmark pisos tipo madera

EMPRESA	Interceramic	Daltile	Lamosa	HOME DEPOT
MATERIAL	Cerámica	Porcelanico	Porcelanite	Varios
FOTOS				

PÁGINA	Interceramic.com	Daltile.com.mx	http://porcelanite.com.mx/	http://www.homedepot.com.mx/
---------------	------------------	----------------	---	---

Gracias a este comparativo, se puede ver que además de productos 100% de madera existen empresas que hacen réplicas con diferentes materiales como cerámicos, porcelanatos y laminados para poder abastecer la demanda tan alta que existe de madera en formato tablón como acabados en pisos, paredes, y muebles, entre otros, en la industria de la construcción.

Como conclusión general del capítulo, se hizo un estudio de caso de estudios biobasados, donde se presentan casos de éxito de esta tendencia.

Productos bio basados

INTRODUCCIÓN

Los productos que son caracterizados como biobasados son todos aquellos cuyo origen era “vivo”. Estos productos, casi siempre materiales, son también conocidos como eco materiales ya que gran parte de su composición química es biodegradable o evitan usar combustibles fósiles o con un considerable impacto ambiental por ejemplo, el petróleo.

“El uso de polímeros a partir de recursos renovables ha generado grandes expectativas en los últimos años, ya que los materiales obtenidos de estas fuentes ofrecen una alternativa para mantener el desarrollo sostenible con tecnologías ecológicamente atractivas”
(DIANA PAOLA NAVIA P.¹, H...CTOR SAMUEL VILLADA C.², ALFREDO ADOLFO AYALA A).

Algunos productos bio-basados incluyen:

- Adhesivos
- Materiales para construcción
- Fibras, papeles y materiales para empaque
- Aditivos
- Fertilizantes y materiales para áreas verdes
- Plásticos
- Pinturas y recubrimientos
- Solventes y detergentes
- Tintas vegetales

OBJETIVO:

El objetivo de la presente investigación de estilo cualitativa tiene como función el observar y detallar qué otros productos y materiales se han desarrollado partiendo de un desecho de origen vegetal. Esto para ver el potencial que se puede llegar a tener con la línea de investigación en curso.

PROCESO

El presente caso de estudio es una investigación cualitativa donde se describen algunos productos que han partido de algún desperdicio de origen vegetal. El objetivo de este análisis es analizar y determinar que tan probable es la hipótesis previamente planteada.

Se busca ver que otras aplicaciones y casos se han dado para estudiar su desarrollo y buscar alguna forma de aplicarlo al tema de estudio.

APLICACIONES DE MATERIALES BIOBASADOS

1. Bioplásticos elaborados con harina de yuca

Una de las mayores razones que incentivó a los investigadores a hondear en el tema de la elaboración de bioplásticos con harina de yuca, es debido a la gran cantidad de basura que se deriva del plástico, en su mayoría en la industria de comida rápida al desechar sus utensilios. Éstos al quedar en los vertederos de basura tardan años en descomponerse.

Los biopolímeros, o polímeros hechos de algún recurso renovable, han ido ganando mucho interés ya que éstos ofrecen una alternativa mucho más sustentable que los polímeros convencionales, además de la reducción del uso de petróleo y otros combustibles fósiles.

Se hicieron pruebas mezclando plastificante, harina de fique y la harina de yuca para posteriormente someterla a pruebas de tensión, flexión, e impacto y el resultado fue favorable, ya que gracias a esto sí es posible realizar algunos empaques, vasos, y platos con propiedades similares a las del poliestireno, reduciendo el índice de contaminación por su antecedente vegetal.

2. Poliuretano con base de soya

Ahora famoso porque la gigantesca marca de automóviles Ford lo usa para los asientos de algunos de los modelos de sus autos, el poliuretano con base de soya es una gran innovación para los productos bio basados ya que es hasta 24% más renovable que la espuma convencional con base de petróleo.

“Replacing the seat cushions may not sound like a huge technological leap, but the switch from polyurethane foam derived from petroleum to soybean oil-based foam in these vehicles has offset more than 5 million pounds of carbon dioxide

emissions, said to Cynthia Flanigan, a plastics expert in Ford's Research and Advanced Engineering department. It's another step toward reducing the United States' dependence on foreign oil.” (FORD).

“Reemplazar los colchones del asiento no parece ser un paso grande en tecnología, pero cambiar de un poliuretano derivado del petróleo a un poliuretano a base de soya en estos vehículos, ha impactado a más de 5 libras en emisiones de dióxido de carbono, le comenta uno de los expertos en plástico a Cynthia Flanigan. Es un paso adelante para reducir la dependencia de Estados Unidos al petróleo extranjero.” (FORD).

Algunas de las innovaciones que se han hecho a algunos productos basados en soya son:

- Adhesivos
- Productos para limpiar (detergentes, supresor de polvo, polish, productos de limpieza)
- Colchones
- Aditivos para diesel
- Lubricantes, aceites y grasas
- Pinturas

3. Almidón

La mayoría de los plásticos que son bio basados están producidos con almidón como su materia prima. Éste puede ser de diferentes fuentes como papa, arroz, y trigo, entre otros.

Hay diferentes tipos de plásticos biodegradables que provienen del almidón, por ejemplo, el PLA proviene de almidón de maíz fermentado. Esta alternativa de plástico se utiliza para muchas aplicaciones ya que sus características se ajustan fácilmente a las necesidades básicas del plástico. Algunos productos que se

hacen actualmente con este material son bolsas, recipientes, y vasos. A diferencia del CPLA que es una combinación de PLA y otros aditivos que pueden llegar a temperaturas más altas sin deformarse. Éste se utiliza en su mayoría en cubiertos desechables

CONCLUSIONES

Es evidente que los productos de origen vegetal son muy prometedores no sólo por la innovación de esto, sino por la reducción del impacto ambiental que pueden tener.

“The Worldwide demand for the biobased and biodegradable polymers has steadily grown over the last 10 years at an annual rate of between 10% and 20% per year”.

“La demanda mundial por polímeros biobasados y biodegradables ha crecido continuamente en los últimos los 10 años a un crecimiento anual entre el 10% y 20% anual”.

CAPITULO 5. Experimentación

Para entender el comportamiento del bagazo una vez ya peletizado, se hicieron diferentes pruebas para saber su comportamiento y sus reacciones según el ambiente al que se estuviera sometiendo.

5.1 Experimentación Casera

Se sometió el material a una serie de experimentos para observar su comportamiento, aunque la experimentación fuera a nivel muy básico, pudimos observar y detectar algunas características del material.



Fig. 38 Experimentación casera con el pellet de bagazo de agave



Fig. 39 Experimentación casera con el pellet de bagazo de agave



Fig. 40 Experimentación casera con el pellet de bagazo de agave



Fig. 41 Experimentación casera con el pellet de bagazo de agave

	
<p>Fig. 42 Experimentación casera con el pellet de bagazo de agave</p>	<p>Fig. 43 Experimentación casera con el pellet de bagazo de agave</p>

Como conclusión a esta experimentación casera, se puede ver que el material no soporta situaciones de temperaturas altas. Gracias a esto se descartó la posibilidad de fundirlo con materiales altamente contaminantes como el PET, pues su punto de fundición es suamamente alto como se pueden ver en la Fig. 43.

5.2 Prueba Industrial

Para la prueba industrial, se eligió mezcar el bagazo con polietileno de alta densidad, pues su punto de fundición no es tan alta. Una vez ya peletizado el bagazo del agave, éste se mando a México DF donde se realizaron pruebas de extrusión para replicar una viga de madera. Con esta prueba se busca comprobar que el origen de este producto no es de un árbol, su réplica puede funcionar igual, estéticamente hablando, y hasta mejor del punto de vista técnico donde su resistencia y propiedades mecánicas pueden llegar a ser mejor que la madera, además, gracias a su alto contenido de lignina en el bagazo, este material puede ser considerado como un plástico compuesto de madera (WPC – Wood plastic composite).

Prueba No. 1 – Junio 2015, México DF.



Fig. 44 Experimentación industrial



Fig. 45 Experimentación industrial



Fig. 46 Experimentación industrial

Como se puede observar en las fotografías anteriores, la prueba que se corrió no fue satisfactoria pues aunque si pudiera parecer madera, como ésta no se extruyó de la manera correcta, el resultado no es nada utilitario.

Se correrán otras pruebas disminuyendo la fluidez del material para así evitar que éste se “escurra” como se ve en la Fig. 44, ganando homogeneidad en la superficie.

Prueba No. 2 – Septiembre 2015, México DF.



Fig. 47 Prueba industrial 2 - tablón



Fig. 48 Prueba industrial 2 – moldura frente



Fig. 49 Prueba industrial 2 – moldura reverso

Como se puede ver en las fotografías de la segunda muestra corrida industrialmente, una vez que la fluidez del material se controló, los resultados son muy buenos pues se puede aplicar como moldura de tipo madera sin necesidad de que sea la madera física. Además es compatible con muchos otros procesos como por ejemplo laminado y extrusión donde se puede utilizar como tablón de madera y utilizarlo como otra alternativa de pisos y recubrimientos sobre todo en industrias como la de la arquitectura y diseño de interiores.

5.3 Otros Alcances

Otra importante aplicación que puede tener es el de extrusión como filamento para usarse como materia prima en impresoras 3D, así como se aplica dentro de la misma rama el PLA que contiene fécula de maíz.

“Hay diferentes tipos de plásticos biodegradables que provienen del almidón, por ejemplo, el PLA proviene de almidón de maíz fermentado. Esta alternativa de plástico se utiliza para muchas aplicaciones ya que sus características se ajustan fácilmente a las necesidades básicas del plástico” (GARZA, 2014)

CAPITULO 6. Conclusiones

6.1 Aportaciones

“El bagazo de agave por ser un material lignocelulósico, también contiene lignina, lo cual como se ha mencionado anteriormente, se remueve por medios físicos, químicos o biológicos para separarla de las fibras celulósicas que son el material de mayor interés. Sin embargo, debido a su naturaleza química, varios autores coinciden en que es factible obtener compuestos aromáticos y químicos de bajo peso molecular a partir de la lignina.” (González, González y Nungaray, 2005).

Como se demostró anteriormente, los productos biobasados tienen un alto potencial en el mercado no sólo mexicano, sino también mundial. Se detectó que en el mundo la tendencia sigue creciendo y México no se puede quedar atrás. Con los altos índices de producción agrícola, México tiene mucho potencial para desarrollar productos de calidad y además que contribuyan al medio ambiente como lo son los productos hechos con base a desechos, en este caso el bagazo del agave.

Se busca que con el producto realizado a lo largo de esta tesis, éste se pueda comercializar para reducir el índice de consumo de árboles en los casos donde se pueda usar alguna otra alternativa, en este caso la extrusión hecha con polímeros con bagazo de agave.

“Aunque los bioplásticos ocupan menos del 1% del uso total mundial de plásticos, los bioplásticos continúan a ganar fuerza en el mercado.” (Brice, 2011)

6.2 Trabajo a futuro

Con los hallazgos que se obtuvieron gracias a esta investigación, se busca potencializar el material, experimentar diferentes posibilidades de aplicación para su comercialización. Como lo menciona María del Carmen Villarreal: “Hoy por hoy,

la responsabilidad social en el ámbito de lo ambiental ha llegado a un alto desarrollo por parte de organismos de todo tipo, especialmente del sector empresarial y profesional, a nivel legal y social.” (2015). Todos somos responsables del deterioro de nuestro planeta, y tenemos que buscar áreas de oportunidad en problemas, como es el caso de este trabajo, era y es un gran problema la correcta disposición de residuos en muchas de las industrias, hay que buscar diferentes soluciones a esos problemas para así disminuir el deterioro ambiental que estamos viviendo día con día.

Con este material se busca reducir la tala desmedida de árboles, minimizar la cantidad de madera que se utiliza para fines estéticos o y en productos efímeros como lo son pallets de carga, empaque, aislamientos térmicos y de acústica, etc. De esta manera, se estaría reutilizando un residuo industrial que para unos es basura pero para nosotros es el material más importante, pues es nuestra materia prima.

“La tendencia creciente ha probado que está ocurriendo una reservada “revolución de plásticos”, en el sector de materiales. En referencia a los procesos de moldeo, extrusión absorbe el 36% del consumo de plásticos mundial, seguido por el de inyección, con 32%, soplado, con 10%, calandreo, con 8%, recubrimiento, con 5%, moldeo por compresión, con 3%, termoformado, con 3% y otros con 3%. Como parte de los esfuerzos del sector de los plásticos para ser más competitivos, las fusiones entre empresas se podrían considerar como opción para la procura de la eficientización de las operaciones. Asimismo, otra tendencia global importante es ahora la búsqueda incesante de disminuir costos a través del uso de nuevas fuentes de energía y generar ahorros para reducir la huella de carbono.” (Castro, 2011).

BIBLIOGRAFÍA

- (2012). NORMA Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-2012, Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones. 17 de octubre, 2015, de SEGOB Sitio web:
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5282165&fecha=13/12/2012
- (2013). Obtenido el 21 de octubre del 2015, de <http://www.eco-disegno.com>
- (2014). Más allá del tequila y el mezcal, los derivados del agave están en auge. 17 de octubre, 2015, de *México News Network* Sitio web:
<http://www.mexiconewsnetwork.com/es/gastronomia/agave-mexico/>
- 1,3-propanodiol. (2015, 6 de marzo). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 18:13, octubre 28, 2015 desde
<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=1,3-propanodiol&oldid=80430111>.
- Academia Mexicana del Tequila A.C. (s.f.). Recuperado el 20 de noviembre del 2013 de
<http://www.acamextequila.com.mx/amt3/normatividad.html>
- Ácido succínico. (2015, 6 de septiembre). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 18:09, octubre 28, 2015 desde
https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%81cido_succ%C3%ADnico&oldid=84928349.
- Agave. (2015, 7 de octubre). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 21:44, octubre 20, 2015 desde
<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Agave&oldid=85644808>.
- Agave tequilana. (2015, 22 de julio). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 16 de octubre del 2015, de:
https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Agave_tequilana&oldid=83949089.
- Agroindustria. (2015, 9 de septiembre). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 18:04, octubre 19, 2015 desde
<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Agroindustria&oldid=85007910>.
- Avanza industria tequilera con apoyo del Gobierno Federal. (febrero 26, 2015). Recuperado el 2 de noviembre del 2015, de:
<http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2015B151.aspx>
- Avanza la gira “Camino al Bienestar” por el territorio de Jalisco. (2014, Agosto 15). Accesado el 30 de octubre del 2015, de
<http://www.jalisco.gob.mx/es/presna/noticias/15424>
- Basura. (s.f.). Recuperado el 2 de noviembre del 2015, de
<http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/ambiente/basura.aspx?tema=T>
- Biosolutions México,. (2011). Biosolutions. Recuperado el 14 de enero del 2016, de
<http://biosolutionsmexico.com/noticias/?lg=es>

- Biopreferred.gov,. (2016). BioPreferred|Catalog. Recuperado el 20 de febrero del 2016, de <http://www.biopreferred.gov/BioPreferred/faces/catalog/Catalog.xhtml#>
- Brice, A. (2011, June 22). Bioplastics projects set to prosper. Recuperado el 28 de octubre del 2015, de <http://www.icis.com/resources/news/2011/06/22/9471602/bioplastics-projects-set-to-prosper/#>
- Bpiworld.org,. (2016). Biodegradable Products Institute - Certified Compostable. Recuperado el 20 de febrero del 2016, de <http://bpiworld.org/>
- Buscan diversificar subproductos del coco. (1 de Junio del 2007). Obtenido el 18 de octubre del 2015, de <http://www.2000agro.com.mx/agroindustria/buscan-diversificar-subproductos-del-coco/>
- Castro Puig, L. (Junio 2, 2011). Los plásticos en el ámbito mundial. Accesado el octubre 27, 2015, de: <https://airdplastico.wordpress.com/2011/06/02/los-plasticos-en-el-ambito-mundial/>
- Cazares, M. (2015). El agave, alma del tequila y de los biocombustibles. Notimex. Recuperado el 17 de octubre del 2015, a partir de <http://www.notimex.com.mx/acciones/verNota.php?clv=270882>
- Cedeño Cruz, M. y J.I. Del Real Laborde. Tequila. *In* Venturini, W. (ed.) *Bebidas Alcoólicas: Ciencia e tecnología* - Sao Paulo: Editora Blucher, 2010, volume 1. 461 pag. 331:363.
- Chávez-Sifontes, M., & Domine, M. (2013). Lignina, estructura y aplicaciones: Métodos de despolimerización para la obtención de derivados aromáticos de interés industrial. *Avances En Ciencias E Ingeniería*, 4, 15-46. doi:ISSN-e 0718-8706
- Choosing molding for your built-in. (n.d.). Recuperado el 6 de noviembre del 2015, de <http://www.diyadvice.com/diy/built-ins/materials-and-hardware/molding-for-built-ins/>
- Clasificación. (s.f.). Recuperado el 17 de octubre del 2015, de <https://www.crt.org.mx/index.php/es/el-tequila/clasificacion>
- Confederación Nacional Campesina, (2015). *Productores de palma de coco se afilian a la CNC*. [en línea] Disponible en: <http://www.cnc.org.mx/productores-de-palma-de-coco-se-afilian-a-la-cnc/> [Accesado el 20 de octubre del 2015].
- Consejo Regulador del Tequila,. Historia CRT. Recuperado el 12 octubre del 2015, a partir de <https://www.crt.org.mx/index.php/es/el-crt/fundamentos/historia>
- Daltile.com.mx,. (2016). Daltile México. Recuperado el 20 de febrero del 2016, de <http://www.daltile.com.mx/app>
- Ecología. (Octubre 19, 2015). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 21 de octubre del 2015 desde <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ecolog%C3%ADa&oldid=85953402>

- Empresa. (s.f.). Obtenido el 21 de octubre del 2015, de <https://carbondiversionamericalatina.wordpress.com/about/>
- Entregará SEMADET certificados a empresas inscritas al PCAV. (Junio 19, 2013).
Accesado el 27 de octubre del 2015 de <http://www.jalisco.gob.mx/es/prensa/noticias/5306>
- Estadísticas. (s.f.). Recuperado el 17 de octubre del 2015, de <https://www.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/>
- Fco Xavier Villaseñor Pérez-Verdía. (Enero – marzo 2010). Integración y aprovechamiento de los residuos sólidos del agave. *FIDE | Energía Racional*, Año 19 Num. 74, 3-8.
- Flores, M.L. (06 de diciembre del 2012). Cierra la producción de tequila el 2012 con 260 millones de litros. Tequila, Jalisco, México.
- Frenemos el cambio climático. (2015). Obtenido el 21 de Octubre del 2015, de <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Frenar-el-cambio-climatico/>
- Gallegos, A. (2015, Junio 18). Consejo Regulador del Tequila inicia proyecto de sustentabilidad. Accesado el 2 de noviembre del 2015, de http://www.ntrguadalajara.com/post.php?id_nota=7038
- García Mendoza, A. (2007). Los agaves de México. Ciencias – Universidad Nacional Autónoma de México, [en línea] pp. 14-23. Disponible en: http://www.alumno.unam.mx/algo_leer/AgaveMexico.pdf [Obtenido el 20 de octubre del 2015].
- Garza E.Gabriela. (2014, Octubre). *Materiales Biobasados*. Foro internacional de maestría en diseño gráfico con orientación en dirección creativa. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.
- Grande Tovar, C., Orozco Colonia, B. (2013, 06). Producción y procesamiento del maíz en Colombia. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 11, 97-110. SAGARPA, (2014). Caña de azúcar. [en línea] Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cana-de-azucar/> [Accesado el 20 de oct. 2015].
- González Reynoso, O; González García, Y; Nungaray Arellano, J; (2005). Potencial del bagazo de Agave tequilero para la producción de biopolímeros y carbohidrasas por bacterias celulolíticas y para la obtención de compuestos fenólicos. *e-Gnosis*, () Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73000314>
- González, V. (1998). En lugar de convertirse en basura, el bagazo de agave puede hacer un buen papel. *Gaceta Universitaria*, p. 18. Recuperado a partir de <http://www.gaceta.udg.mx/Hemeroteca/paginas/95/18-95.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (5th ed.). México, D.F.: Mc Graw Hill.

- Homedepot.com.mx,. (2016). Compra en Linea Molduras madera dura en <http://www.homedepot.com.mx/>. Recuperado el 20 de febrero del 2016, de <http://www.homedepot.com.mx/comprar/es/tepic/puertas-y-ventanas/molduras-madera-dura/>
- Ibarra, S. (2016). Mezcal y tequila. Elportaldemexico.com. Recuperado el 20 de febrero del 2016, de <http://www.elportaldemexico.com/cultura/bebidas/mezcaltequila.htm>
- Industria tequilera genera 70,000 empleos directos. (Febrero 27, 2015).El Economista. Recuperado el 14 de enero del 2015, de: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2015/02/27/industria-tequilera-genera-70000-empleos-directos>
- Informador, E. (marzo 3, 2012). Señalan a tequileras y a Conagua por contaminación con vinazas. Recuperado el 2 de noviembre del 2015, de: <http://www.informador.com.mx/jalisco/2012/361064/6/senalan-a-tequileras-y-a-conagua-por-contaminacion-con-vinazas.htm>
- Interceramic.com,. (2016). Interceramic | Pisos y azulejos para toda tu casa. Recuperado el 20 de febrero del 2016, de <http://interceramic.com>
- Jimador. (2014, 14 de septiembre). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 22:18, octubre 20, 2015 desde <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Jimador&oldid=76960859>.
- Kauil. (n.d.). Obtenido el 21 de octubre del 2015, de <https://briquetaskauil.wordpress.com/about/>
- Laborde Aguirre, A., Gallegos, J., Valdéz, J., & del Real Laborde, J. (2011). Proceso para preparar una mezcla termoplástica polimérica a base de fibras, residuos de agave y aditivos oxo degradativos para preparar artículos plástico biodegradables. México.
- Leopo Flores, M. (2012). La agenda ambiental de la Industria Tequilera muestra notables avances. Nuestro tequila. Recuperado el 12 de octubre del 2015, de: <http://www.nuestrotequila.com/verSeleccion.php?tipo=exito&idElemento=38>
- Leopo Flores, M. (2012). Cierra la producción de tequila el 2012 con 260 millones de litros. Foto Jalisco. Recuperado 28 January 2016, a partir de <http://www.fotojalisco.net/vernota.asp?qnode=2829>
- Madereratrespinos.cl,. (2016). Maderera Tres Pinos Ltda. - Fabrica de puertas y ventanas de madera. Molduras y pisos de madera - PRINCIPAL. Recuperado el 20 de febrero del 2016, de <http://www.madereratrespinos.cl>
- Mexmoulding.com.mx,. (2016). Fabricantes de Marcos y Molduras: Arte Mexicano - Moulding & Frame. Recuperado el 20 de febrero del 2016, de <http://www.mexmoulding.com.mx/>

- Moldura. (2015, 18 de mayo). Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 23:19, noviembre 3, 2015 desde <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Moldura&oldid=82517469>.
- Moreno García, D., Rodríguez Durán, N., N., & Bustos Vázquez, D. (n.d.). Optimización del proceso de hidrólisis química del bagazo de agave empleando ácido fosfórico. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.
- Municipal Solid Waste. (Junio 25, 2015). Accesado el 28 de octubre del 2015, de <http://www3.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/>
- Nuestrotequila.com,. (2016). Nuestro Tequila. Recuperado el 20 de febrero del 2016, de <http://www.nuestrotequila.com/verSeccion.php?tipo=investigacion&idElemento=37>
- Olivier, J.G.J., Jnssens-Maenhout, G., Muntean, M. Peters, J.H.A.W., Trends in global CO2 emissions – 2014 report, JRC report 93171 / PBL report 1490; ISBN 978-94-91506-87-1, December 2014
- Palma, J.M Cuida y FMVZ. (2015). Subproductos de la caña de azúcar. [en línea] Disponible en: <https://www.engormix.com/MA-ganaderia-arne/articulos/subproductos-cana-azucar-t6994/p0.htm> [Accesado el 20 de oct. 2015].
- Park, M. (2015, February 12). Especialistas alertan sobre la cantidad de plástico que termina en océanos. Recuperado el 3 de noviembre del 2015 de <http://mexico.cnn.com/planetacnn/2015/02/12/especialistas-alertan-sobre-la-cantidad-de-plastico-que-termina-en-oceanos>
- Parra Negrete, L., Del Villar Quiñones, P., & Prieto Rodríguez, A. (2010). Extracción de fibras de agave para elaborar papel y artesanías. *Acta Universitaria - Universidad De Guanajuato*, 20(3), 77-83. Obtenido el 21 de octubre del 2015, de <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/viewFile/63/50>
- Piramides de población del mundo desde 1950 a 2100. (n.d.). Recuperado el 2 de noviembre del 2015, de <http://populationpyramid.net/es/mexico/2015/>
- Plastic Pollution Coalition,. (2016). Recuperado el 20 de febrero del 2016, de <http://www.plasticpollutioncoalition.org/>
- Porcelanite.com.mx,. (2016). Porcelanite | Embellece tu espacio. Retrieved 20 February 2016, from <http://porcelanite.com.mx/>
- Prefabricados de Concreto DISSA,. (2010). Inicio. Recuperado el 20 de febrero del 2016, de <http://prefabricadosdeconcretodissa.com/>
- Prieto, F.V. (n.d.). Residuos de agave para producir bioaceite mediante priólisis. México
- Polypropylene (PP) and recycling. (s.f.). Accesado el 28 de octubre del 2015, de <http://www.pplateclips.com.au/content/recycling.htm>

- Production capacity. (2014). Retrieved October 28, 2015, from <http://en.european-bioplastics.org/market/market-development/production-capacity/>
- Pro México,. (2014). Productos Mexicanos. Recuperado 12 October 2015, a partir de <http://www.promexico.gob.mx/productos-mexicanos/la-exportacion-de-agave-mexicano.html>
- Ramírez Castillo, A. (2013). Producen en UANL carbón a partir del agave. Obtenido el 21 de octubre del 2015, de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Q3Mif9P-YH8J:elportaldemonterrey.com/?p=5717 &cd=5&hl=es-419&ct=clnk>
- Ramírez-Cortina, C. R., Alonso-Gutiérrez, M. S. & Rigal, L. (2012). Valorización de residuos agroindustriales del tequila para alimentación de rumiantes. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(3) 449-457. doi:10.5154/r.rchscfa.2011.08.059
- Residuos afectan paisaje agavero. (n.d.). Retrieved November 2, 2015, from <http://www.informador.com.mx/jalisco/2009/149312/6/residuos-afectan-paisaje-agavero.htm>
- Reveles, José A., Reveles, Oscar R. Método para la extracción de subproductos de bagazo de agave azul tequilana weber. PCT/MX2011/000023
- Revista Científica Guillermo de Ockham. Vol. 11, No. 1. Enero - junio de 2013 - ISSN: 1794-192X obtenido el 14 de enero del 2015 de <http://docplayer.es/10205005-Produccion-y-procesamiento-del-maiz-en-colombia.html>
- Santana-Méridas, O., González-Coloma, A., & Sánchez-Vioque, R. (2012). Agricultural residues as a source of bioactive natural products. *Phytochemistry Reviews*, 11(4), 447-466. <http://dx.doi.org/10.1007/s11101-012-9266-0>
- Santoyo, B. (enero 7, 2015). Mexicanos inventan bicimoto ecológica hecha con desechos orgánicos. Obtenido el 21 de octubre del 2015, de <https://www.veoverde.com/2015/01/mexicanos-inventan-bicimoto-ecologica-hecha-a-partir-de-desechos-organicos/>
- Secretaría del medio ambiente y desarrollo territorial,. (2013). *Cumplimiento ambiental voluntario*. Obtenido el de febrero del 2016, de <http://semadet.jalisco.gob.mx/normatividad-ambiental/cumplimiento-voluntario/cumplimiento-ambiental-voluntario>
- Semarnat. ¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo. Semarnat. México. 2007.
- Tello, A. (15 de Enero del 2001). Usos del bagazo de Agave. Guadalajara, Jalisco, México.

- The largest producers of CO2 emissions worldwide in 2014, based on their share of global CO2 emissions. (s.f.). Obtenido el 21 de Octubre del 2015, de <http://www.statista.com/statistics/271748/the-largest-emitters-of-co2-in-the-world/>
- Urushev, P. (2009, January 26). Liquid wood to replace plastic. Recuperado el 4 de noviembre del 2015, de http://english.pravda.ru/science/tech/21-01-2009/106988-liquid_wood-0/
- Vera Manjarrez, L. (noviembre 26, 2012). Estudio de la UAM permite el uso del bagazo de agave como alimento para ganado. *Seminario De La UAM*, 11-11.
- Villarreal Erhard, M. (2015). La responsabilidad social en la profesión del diseño industrial (maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Walsh, B. (octubre 13, 2010). New Study Ranks PVC “At Bottom” in Green Design, Life Cycle Assessment. Accesado el 28 de Octubre del 2015, de <http://www.healthybuilding.net/news/2010/10/13/new-study-ranks-pvc-at-bottom-in-green-design-life-cycle-assessment>
- Wool, R., & Sun, X. (2005). Bio-based polymers and composites. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- World of Corn,. World Corn Consumption. Recuperado 28 January 2016, a partir de <http://www.worldofcorn.com/#world-corn-consumption>
- Zepeda, K. (2015, Julio 15). Cumplimiento Ambiental Voluntario. Accesado el 2 de noviembre del 2015, de <http://semadet.jalisco.gob.mx/normatividad-ambiental/cumplimiento-voluntario/cumplimiento-ambiental-voluntario>

CAPITULO 7. Anexos

7.1 Tabla de fusión de polímeros

En la presente tabla se muestran los diferentes grados de fundición de diferentes polímeros, con esto se demuestra que no hay compatibilidad para fusionar estas resinas con la resina del bagazo del agave, pues la resina del bagazo tiene el punto de fusión alrededor de los 150° y resinas tales como la poliamida, pet, etc. sobrepasan dicho punto de fusión haciendo que el material se quemé.

[Previous Page](#)

Melting Points of Polymers VI/71

C. MELTING POINTS OF POLYMERS

In the following table of melting points, entries are alphabetical according to the basic structure of the polymer, ignoring substituents. Substituted polymers are listed alphabetically (according to the substituent) under the entry for the unsubstituted polymer. The molecular weight is that of the chemical repeat (the constitutional base unit) in the polymer. Melting points (in °C) are taken

from the reference cited. Melting points are presented in this table only for those polymers without (as yet) available crystallographic data: an asterisk (*) in the reference column signifies that the relevant melting point data is contained within the "Crystallographic Data" table of Section B.

Polymer	Molecular weight	Melting point	Refs.
Cellulose, see Poly (1,4-β-D-glucose)			*
Poly(acetaldehyde)			*
- , 2,2,2-trichloro-			*
Poly(acrylamide)	71.08		
- , N-docosyl-	379.67	68	1906
- , N-dodecyl-	239.40	- 8	1906
- , N-hexadecyl-	295.51	45	1906
- , N-isopropyl-			*
- , N-octadecyl-	323.56	68	1906
- , N-tetradecyl-	267.46	18	1906
Poly(acrylic acid)	72.06		
- , allyl ester			*

Fig. 50 Tabla de fusión de polímeros

Fuente:

http://nguyen.hong.hai.free.fr/EBOOKS/SCIENCE%20AND%20ENGINEERING/MECANIQUE/MATERIAUX/COMPOSITES/Polymer_Handbook/66286_38c.pdf

7.2 Patente Biosolutions

Imagen de evidencia de la patente de la empresa Biosolutions del proceso para preparar una mezcla polimérica basada en las fibras de residuo de agave.

Proceso para preparar una mezcla termoplástica polimérica a base de fibras, residuos de agave y aditivos oxo-degradativos para preparar artículos de plástico biodegradables

WO 2011155814 A1

ABSTRACT

La presente invención se ubica en la industria del plástico y más particularmente en la industria del plástico biodegradable. Consiste en un proceso para acondicionar fibras y residuos del Agave Azul Tequilana Weber (agave) en combinación con aditivos oxo- degradativos para preparar una mezcla madre con la intención de utilizarla en la producción de artículos plásticos biodegradables con características sobresalientes de biodegradabilidad y conservación de propiedades físicas de los objetos elaborados con dicha mezcla madre.

Publication number	WO2011155814 A1
Publication type	Application
Application number	PCT/MX2011/000069
Publication date	Dec 15, 2011
Filing date	Jun 2, 2011
Priority date 	Jun 11, 2010
Also published as	US20130099029
Inventors	Aguirre Ana Elena Laborde, 4 More »
Applicant	Soluciones Bioegradables De México.S.A.De C.V
Export Citation	BiBTeX , EndNote , RefMan
Patent Citations (11), Non-Patent Citations (3), Classifications (20), Legal Events (2)	
External Links:	Patentscope , Espacenet

Fig. 51 Patente Biosolutions

7.3 Anexo de guía de diagnóstico ambiental para la industria tequilera



Secretaría de Medio Ambiente
y Desarrollo Territorial

Dirección General de Protección Ambiental
Dirección de Cumplimiento Ambiental Voluntario

ANEXO DE GUÍA DE DIAGNOSTICO AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA TEQUILERA

NOTA: Además del presente anexo, deberá de contestar todos los puntos de la "Guía General de Diagnóstico de Cumplimiento Ambiental", además de los puntos del "Anexo de la Guía de Diagnóstico Ambiental para implementación de Planes de Manejo Integral de Residuos de Manejo Especial".

Es mundialmente conocida la importancia que tiene la industria del tequila en México, principalmente en el Estado de Jalisco. Su desarrollo ha ido en crecimiento a lo largo del tiempo con dos importantes problemas que resolver en el ámbito ambiental, siendo el primero el manejo del residuo líquido denominado vinazas (*producto de la destilación del tequila*) y el segundo, el manejo del residuo denominado bagazo de agave (*producto de la extracción de los azúcares fermentables de las cabezas de las plantas de ese tipo*).

Tradicionalmente, el bagazo de agave ha sido utilizado para la fabricación de ladrillos y colchones, pero por los grandes volúmenes generados, éste representa un impacto ambiental negativo cuando no se le da un manejo adecuado. Es por eso la importancia de realizar un tratamiento de ese residuo previo a darle destino final, ya que la cantidad de azúcares y alcoholes que el mismo contiene, genera un desequilibrio ecológico a los suelos, subsuelos, mantos freáticos etc.

Mientras tanto, las vinazas generalmente son descargadas a cuerpos receptores, lo cual representa un problema grave de contaminación por ser un residuo de efectos altamente contaminantes con componentes como: sales, alcoholes y azúcares que al momento de su descarga y a una temperatura elevada, representa un peligro al medio ambiente, generando así, un desequilibrio ecológico, al no realizarse un previo tratamiento de dicho residuo líquido.

Año con año, aumenta la cantidad de generación y acumulación de este tipo de residuos propios de la industria tequilera, sin que la mayoría se les de el tratamiento adecuado, ya que por ejemplo algunos de los establecimientos utilizan los suelos para la disposición final de las vinazas tequileras sin previo tratamiento, lo cual puede favorecer la presencia de organismos patógenos para algunos cultivos.

ANEXO DE GUÍA DE DIAGNOSTICO AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA TEQUILERA

NOTA: Además del presente anexo, deberá de contestar todos los puntos de la "Guía General de Diagnóstico de Cumplimiento Ambiental", además de los puntos del "Anexo de la Guía de Diagnóstico Ambiental para Implementación de Planes de Manejo Integral de Residuos de Manejo Especial".

SECCION I.- GENERALIDADES	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	N.A.	E.I./E.I. ¹	OBSERVACIONES Y DETALLES
1. ¿La recolección de su bagazo la realiza con vehículos propios?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. ¿En caso que realice la recolección y transporte de su bagazo, cuenta con autorización ante esta Secretaría, para realizar dicha actividad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. ¿La disposición final de su bagazo se lleva a cabo en algún sitio de disposición final autorizado por esta Secretaría?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4. En caso de haber respondido afirmativamente a la pregunta anterior, cuenta con comprobantes de la disposición final de su bagazo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. ¿Le da algún tipo de tratamiento al bagazo de agave que genera? ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. En caso de realizar la disposición final de su bagazo de agave en campos de composteo, mencionar a que campos los envía y si estos cuentan con autorización de la SEMADET para ese efecto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. ¿Presenta a SEMADET en la temporalidad establecida, los informes sobre la cantidad de bagazo que genera anualmente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8. ¿Le da algún tipo de tratamiento a las vinazas que genera? ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9. En caso de dar tratamiento a sus vinazas, ¿en qué las reutiliza?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10. ¿El traslado de las vinazas que genera lo realiza con un recolector autorizado por SEMADET?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11. ¿En que sitios esta depositando sus vinazas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

¹ Favor de especificar en la columna de "Observaciones y detalles" a qué sitio lleva a disposición final en caso de ser afirmativa o negativa la respuesta.

² De ser así, especificar cual en la columna de "Observaciones y detalles".

³ De ser así, especificar cual en la columna de "Observaciones y detalles" y además llenar la sección II del presente anexo.

ANEXO DE GUÍA DE DIAGNOSTICO AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA TEQUILERA

NOTA: Además del presente anexo, deberá de contestar todos los puntos de la "Guía General de Diagnóstico de Cumplimiento Ambiental", además de los puntos del "Anexo de la Guía de Diagnóstico Ambiental para Implementación de Planes de Manejo Integral de Residuos de Manejo Especial".

12. ¿Los sitios en que esta depositando finalmente sus vinazas cuentan con autorización para tales efectos por parte de SEMADET?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--

SECCION II.- TRATAMIENTO DE VINAZAS	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	N.A.	E.I.B.I.	OBSERVACIONES Y DETALLES
1. ¿Ha Ingresado a la SEMADET de manera periódica los resultados de estudios que demuestren la viabilidad de la operación de su planta de tratamiento de vinazas tequileras?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. ¿Cuenta con un inventario de la generación de subproductos del tratamiento de vinazas tequileras?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. ¿Cuenta con planos de las fases sólida, líquida y gaseosa del tratamiento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4. ¿Cuenta con perfil hidráulico a escala visible y manejable? De ser así, ¿ante que autoridad se tiene validado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. ¿Cuenta con informes de los análisis físico-químicos de las vinazas residuales procedentes de la planta de tratamiento de vinazas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. ¿Cumple con las especificaciones de los límites máximos permisibles de contaminantes básicos conforme a la NOM-001-SEMARNAT-1996 respecto al proceso de tratamiento de sus vinazas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. ¿Los niveles de ruido generados por el equipamiento de operación de la planta de tratamiento rebasan los límites máximos permitidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	



ANEXO DE GUÍA DE DIAGNOSTICO AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA TEQUILERA

NOTA: Además del presente anexo, deberá de contestar todos los puntos de la "Guía General de Diagnóstico de Cumplimiento Ambiental", además de los puntos del "Anexo de la Guía de Diagnóstico Ambiental para Implementación de Planes de Manejo Integral de Residuos de Manejo Especial".

<p>8.2 El área de almacenamiento de productos químicos para el tratamiento de efluentes en la planta de tratamiento de vinazas (gas cloro, hipoclorito de sodio, polielectrolitos, etc.) y reactivos de laboratorio, cuenta con la suficiente ventilación para evitar concentración de gases y malos olores, así como contaminación del suelo?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--