



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

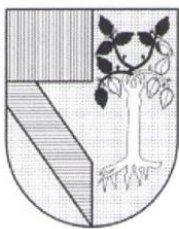
CAMPUS GUADALAJARA

“CONTENEDOR DESECHABLE DE HOJA DE PLÁTANO”

ANA LORENA ITURBE DESENTIS

Tesis presentada para optar por el grado de
Maestro en Ingeniería con
Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 2006098 con fecha 28-II-06.

Zapopan, Jal., Febrero del 2016



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

Febrero del 2016

DR. FRANCISCO ALEJANDRO OROZCO ARGOTE
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE EXÁMENES DE GRADO
P R E S E N T E.

Me permito hacer de su conocimiento que **ANA LORENA ITURBE DESENTIS**, de la Maestría en Ingeniería, ha concluido satisfactoriamente su trabajo de titulación con la alternativa de Tesis, titulada:

"CONTENEDOR DESECHABLE DE HOJA DE PLÁTANO"

Manifiesto que, después de haber sido dirigida y revisada previamente, reúne todos los requisitos técnicos para solicitar fecha de Examen de Grado.

Agradezco de antemano la atención prestada y me pongo a sus órdenes para cualquier aclaración.

ATENTAMENTE

Dr. Manuel Montenegro Fragoso
ASESOR DE TESIS



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO

SRA. ANA LORENA ITURBE DESENTIS

Presente.

En mi calidad de presidente de la Comisión de Exámenes de Grado, y después de haber analizado el trabajo de titulación presentado por usted en la alternativa de tesis, titulada:

"CONTENEDOR DESECHABLE DE HOJA DE PLÁTANO"

Le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado del Examen de Grado, por lo que deberá de entregar cinco ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

ATENTAMENTE

DR. FRANCISCO ALEJANDRO OROZCO ARGOTE
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN

DEDICATORIA

A mi marido por su paciencia, por su apoyo incondicional a pesar de que las ideas parecieran locuras en un inicio. Gracias por escuchar y tener el tiempo de analizar las propuestas, darme su opinión y sus observaciones. Gracias por motivarme a buscar mis sueños y a encontrar la manera de hacerlos realidad.

A mis padres por enseñarme a amar la vida, por darme la oportunidad de estudiar y enseñarme que el conocimiento es uno de los regalos más valiosos que se puede dar a un hijo porque permanece en el tiempo. Gracias por enseñarme la responsabilidad que con lleva el estudio, y que es parte de nuestro desarrollo como personas aplicar los conocimientos adquiridos en nuestra sociedad. Gracias por enseñarme a soñar lo imposible y a lograr día a día a poner los medios para hacerlo posible.

A mis hermanas por tener paciencia, por su tiempo y escuchar los sueños imposibles que llegue a plantear a lo largo de la tesis.

A mis abuelos por escucharme, por sus observaciones y por enseñarme con su ejemplo que siempre habrá una manera de lograr lo imposible.

A mis alumnos por enseñarme que cada día se aprende algo nuevo, que nunca es tarde para cambiar el mundo y que mi granito de arena se ve reflejado en cada uno de ellos.

AGRADECIMIENTOS

Al Mtro. Adolfo Cota Foncerrada por enseñarme sobre el diseño y abrir las puertas del diseño sustentable como un área de investigación.

A Emma Berber Iñiguez encargada del Centro de Manufactura y Diseño de la Universidad Panamericana por darme material para comenzar esta aventura.

Al Ing. Francisco Castro por contactarme con el Departamento de Madera, Celulosa y Papel del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, para encontrar un camino para hacerla realidad.

Al Tec. Jorge Fuentes Martínez del Departamento de Madera, Celulosa y Papel del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, por su tiempo, su apoyo en la realización de las pruebas para demostrar la viabilidad de la tesis. Gracias por sus ideas y por el conocimiento compartido sobre las fibras y su composición.

A la Ing. Jessica Chávez y Mtro. Josué Reynoso por su tiempo y ayuda al leer las propuestas, darme sus observaciones y comentarios para el desarrollo de la tesis.

Gracias a Iván y a Jochy por compartir su experiencia de vida sobre la hoja de plátano.

A Dr. Manuel Montenegro Fregoso por querer conocer e indagar las razones que me llevaron a la realización de la tesis. Por su tiempo y sus recomendaciones, por enseñarme que para que México llegue a ser un mejor país se necesita investigación y compromiso. Gracias por confiar en mí e invitarme a sus ponencias siempre con el objetivo de aprender y transmitirlo en el aula de clases.

RESUMEN

La presente investigación propone utilizar la hoja de plátano como una alternativa para la elaboración de contenedores desechables esto en respuesta a la problemática de la generación de basura. El objetivo es desarrollar un contenedor desechable a base de hoja de plátano que ofrezca una alternativa sustentable para la empresa que adquiera el producto así como para el consumidor final. La propuesta se enfoca en la industria de la repostería uno de los sectores que consume una cantidad considerable de contenedores desechables.

En las últimas décadas, se han presentado cambios en el estilo de vida del mexicano, esto ha ocasionado un incremento en el consumo de empaques desechables. No existe una relación proporcional entre los recursos utilizados para su elaboración y distribución y el tiempo que cumplen con su función básica (contener y proteger el alimento) antes de llegar a la basura. El uso de polietileno expandido (hielo seco) como materia prima actualmente tiene implicaciones en la salud del ser humano así como impactos ambientales para la flora y fauna.

Dentro de la investigación se enmarca la problemática de la generación de basura en la República Mexicana y específicamente en el estado de Jalisco, con el objetivo de plasmar las bases para el planteamiento del proyecto. Para ofrecer una alternativa sustentable, la metodología del análisis de ciclo de vida destaca los puntos clave a ser considerados dentro del desarrollo del contenedor desechable.

A través de la realización de experimentos se analiza el comportamiento de la hoja de plátano al ser expuesta a distintos aglutinantes, así como por dos procesos, la prensa de membrana y la técnica de elaboración de papel artesanal, los resultados son observados y descritos de manera detallada.

El contenedor desarrollado es una alternativa sustentable para las empresas de repostería que están comprometidas con su consumidor. El aporte de poli fenoles al alimento es benéfico para el consumo del ser humano. La resistencia es similar a la que ofrecen los empaques de plástico actualmente. Es un producto biodegradable en comparación con los elaborados a base de petróleo. La apariencia física del contenedor es artesanal, para ofrecer una función estética al producto con la posibilidad de ser valorada por el usuario final.

ÍNDICE

Capítulo 1	13
Introducción.....	13
1.1. Justificación	14
1.2. Antecedentes.....	16
1.3. Hipótesis y Objetivos.....	21
1.4. Alcance	21
1.5. Metodología	22
1.6. Descripción de la Tesis	23
 Capítulo 2	 26
Marco teórico	26
2.1. Introducción.....	27
2.2. México -Residuos Sólidos Urbanos	29
2.3. Jalisco -Residuos Sólidos Urbanos	33
2.4. Regulaciones y Dependencias relacionadas al tema de los Residuos.....	37
2.4.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	39
2.4.2. Normativas utilizadas para la generación de Base de Datos Estadísticos- Generación de Residuos Sólidos SEMARNAT.	40
2.5. Envases desechables.....	40
2.5.1. Definición de Envase	41
2.5.2. Materias primas para envases desechables	42
2.5.2.1. Plásticos.....	42
2.5.2.2. Materia Orgánica.....	44
2.6. Análisis de Ciclo de Vida	48
2.6.1. ACV contenedor de hoja de palma	48
2.6.2. ACV contenedor de EPS	50
2.7. La hoja de plátano y la gastronomía.....	50
2.8. Observaciones y Comentarios.....	53
 Capítulo 3	 54
Experimentación	54
3.1. Planteamiento del Experimento	55
3.2. Método de Medición	57
3.2.1. Hoja de Plátano características y propiedades	57
3.2.2. Prensa de membrana	61
3.2.3. Materiales Aglutinantes.....	64

3.2.3.1. Engrudo.....	65
3.2.3.2. Gel a base de linaza.....	66
3.2.3.3. Baba de Nopal.....	67
3.2.3.4. Pulpa de Sábila	68
3.2.4. Elaboración de Papel Artesanal.....	70
3.3. Diseño de Herramienta de Medición.....	71
3.3.1. Diseño del experimento	71
3.3.1.1. Experimento con la Prensa de Membrana.....	71
3.3.1.2. Experimento con papel artesanal	73
3.3.1.2.1. Prueba B1.....	73
3.3.1.2.2. Prueba B2.....	76
3.3.1.2.3. Prueba B3.....	79
3.3.1.2.4. Prueba B4.....	80
3.3.1.2.5. Prueba B5.....	82
3.3.1.2.5.1. Prueba B5-a	82
3.3.1.2.5.2. Prueba B5-b	83
3.4. Resultados	85
3.4.1. Resultados Prensa de Membrana	85
3.4.2. Resultados Papel Artesanal.....	86
3.5. Observaciones y Comentarios.....	86
Capítulo 4	88
Análisis de Resultados	88
4.1. Introducción.....	89
4.2. Método de Análisis	90
4.3. Análisis de la Muestra	91
4.3.1. Análisis Muestra: Prensa de Membrana.....	91
4.3.2. Análisis Muestra: Papel Artesanal	94
4.4. Observaciones y Comentarios.....	100
Capítulo 5	103
Conclusiones	103
5.1. Introducción	104
5.2. Conclusiones	105
5.3. Recomendaciones	108
5.4. Futuras Investigaciones A fines.....	110
Bibliografía	111

Anexos 117

Anexo 1..... 118

Anexo 2..... 118

Anexo 3..... 119

Anexo 4..... 120

Anexo 5..... 122

Anexo 6..... 123

Anexo 7..... 124

Anexo 8..... 125

Anexo 9..... 126

Anexo 10..... 127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de RSU generado en 1992, 2003, 2008 y 2012 porcentaje de crecimiento. (SEMARNAT, 2013)	32
Tabla 2. Generación de RSU en Jalisco 2001-2012 (SEMARNAT-SNIARN, 2013)	34
Tabla 3. Toneladas de RSU recolectadas en Jalisco de 2006 – 2013.....	35
Tabla 4. Toneladas de RSU generadas año con año en Jalisco	44
Tabla 5. Cuadro comparativo de Ambientah! Vs. Otros materiales (Ambientah!, 2012)	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Triángulo de Möbius (Universidad Autónoma de Nuevo León, 2015).....	18
Figura 2. Proyecto de Tal Marco empaque con hoja de (Barbero & Cozzo, 2009) .	18
Figura 3. Memoria Gráfica propuesta de Tal Marco Empaque (Barbero & Cozzo, 2009)	18
Figura 4. Composición de RSU por tipo de Residuo en México, 2012 (SEMARNAT, 2013)	31
Figura 5. Comparación entre generación de RSU y contribución del PIB (SEMARNAT, 2013)	33
Figura 6. Punto Verde Indicativo de que los envases se reciclan (Freitag, 2008)...	41
Figura 7. Platos de Hoja de Palma Ver Terra (Queen, 2009)	45
Figura 8. Vajilla de hoja de palma Ambianth! (Maubert Roura, 2011)	46
Figura 9. Plato de bagazo de caña (Packgreen)	47
Figura 10. ACV del plato de hoja de palma (Verterra, 2011)	49
Figura 11. ACV del contenedor de EPS	50
Figura 12. India uso de hoja de plátano como contenedor de alimentos	51
Figura 13. Tamales en hoja de plátano (Cocina y Vino , 2015)	52
Figura 14. Diagrama de elementos planta de plátano (Ramos Tovar, 2012).....	59
Figura 15. Etapas desarrollo hoja de plátano (Vézina & Baena, 2014)	60
Figura 16. Elementos de la hoja de plátano (Vézina & Baena, 2014)	60
Figura 17. Hoja de plátano vista frontal y de un costado (Cocina y Vino , 2015)	61
Figura 18. Prensa de Membrana (Sepúlveda, 2012).....	62
Figura 19. Moldes de madera utilizados en la prensa de membrana	62
Figura 20. Procedimiento para uso de prensa de membrana Felder	64
Figura 21. Proceso de elaboración del almidón de maíz (kiwilimon, 2010-2015)	66
Figura 22. Gel de Linaza Farelli (Atzziri Belleza, 2013).....	67
Figura 23. Nopal Mexicano (Agencias, 2015)	67
Figura 24. Ejemplo de baba de nopal (Notimex, 2015)	68
Figura 25. Proceso obtención gel de sávila.....	69
Figura 26. Procedimiento Elaboración Papel Amate	70
Figura 27. Charola en forma de almeja para hamburguesas	72
Figura 28. Charola en forma de almeja para hamburguesas	73
Figura 29. Bastidor con fibra de agave y fibra de papel reciclado	74
Figura 30. Bastidor con fibra de agave y fibra de papel reciclado con ondas	74
Figura 31. Prueba B1 en proceso de secado	75
Figura 32. Prueba B1 Fibra de agave, pulpa de papel reciclado, hoja de plátano verde y pulpa completa seca.	75
Figura 33. Prueba B2 Fibra agave, fibra de papel reciclado y pétalos de rosas con entramado de plátano	76
Figura 34. Prueba B2 cubierta con fibra de papel reciclado en ciertas áreas	77
Figura 35. Prueba B2 en proceso de secado	77
Figura 36. Prueba B2 en proceso de secado	78
Figura 37. Prueba B2 seca	78

Figura 38. Prueba B3 en proceso de secado	79
Figura 39. Prueba B3 seca	79
Figura 40. Proceso de cocimiento hoja de plátano.....	80
Figura 41. Mezcla de Sosa Cáustica con agua proceso de cocción.....	80
Figura 42. Fibra seca cocida con sosa cáustica.....	81
Figura 43. Amate de Hoja de Plátano	81
Figura 44. Prueba B5-a Seca Producto Final.....	82
Figura 45. Base de fibra de agave y papel reciclado con tiras de plátano cara superior	83
Figura 46. Base de fibra de agave y papel reciclado con tiras de plátano parte posterior	83
Figura 47. Prueba B5-b seco	84
Figura 48. Prueba B5-b seco base	84
Figura 49. Prueba B1 Seca (1 año 4 meses)	95
Figura 50. Prueba B3 doblada a lo ancho.....	96
Figura 51. Prueba B3 doblada a lo ancho.....	96
Figura 52. Prueba B5-a Soportando alimento	98
Figura 53. Prueba B5-a Soportando peso del molde de MDF	98
Figura 54. Prueba B5-b soportando peso	100
Figura 55. Prueba B5-a con panque de doble chocolate Panadería Kalimera soporte en dos puntos	106
Figura 56. Prueba B5-a con panque marmoleado.....	106
Figura 57. Prueba B5-a con panque marmoleado abierto.....	106
Figura 58. Prueba B5-b con orejitas Pan Bueno Vista lateral.....	107
Figura 59. Pan Bueno Vista Lateral	107
Figura 60. Prueba B5-b con orejitas de Pan Bueno	107

Capítulo 1

Introducción

1.1. Justificación

Existe una estrecha relación entre el consumo de bienes y productos y la generación de los residuos. En la actualidad es un tema que ha cobrado importancia para algunos países, quizás no como se quisiera, pero ya existen medidas concretas para disminuir la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) o acciones que promuevan la reutilización de los mismos, esto debido a la saturación que existe en la mayoría de los tiraderos de basura. (Bernache, 2015) Y en muchos casos el hecho de que la basura no sea depositada en su lugar ocasiona contaminación de ríos, mares, bosques, afectando de manera directa a la flora y fauna del lugar.

Analizando la problemática antes mencionada me di a la tarea de observar los procesos que siguen algunos establecimientos al momento de ofrecer los alimentos para llevar, dicha observación me hizo conocer la variedad de contenedores y usos, así fue como descubrí que hay un campo interesante de acción en los contenedores desechables de algunos tipos de productos para llevar, no se puede generalizar debido a las características del alimento, por ejemplo, no es lo mismo entregar unos sushis a un caldo tlalpeño. El usuario final busca tener un alimento listo para comer, y en muy pocas ocasiones se cuestiona el medio por el cual se entrega el alimento. Después de estas observaciones y la información sobre la problemática en la generación de residuos surgieron las preguntas: ¿Cómo poder entregar un alimento para llevar sin que se ponga en juego la salud del usuario al utilizar el polietileno expandido mejor conocido como hielo seco para la elaboración del contenedor?, ¿Qué hacer con la basura de la comida que nos entregan a domicilio, que pasa cuando es llevado por el servicio de recolección de basura?, ¿Qué

impacto tiene que el hielo seco se desintegre en pequeñas bolitas para el medio ambiente y los animales?, éstas fueron algunas de las preguntas generadas que motivaron la realización de esta investigación.

El mercado de los desechables es un mercado algo olvidado, porque se consideran productos con muy poco margen de utilidad y con pocas probabilidades de competir con los productos que se fabrican actualmente, a pesar de los daños en la salud que algunos de ellos pueden provocar en el usuario final, así como la problemática de generación de residuos.

Para lograr el diseño del contenedor desechable que sea biodegradable es necesario buscar una materia prima que pueda cubrir con las necesidades que requiere el usuario final considerando la repercusión en el medio ambiente.

Para ello se analizaron algunos productos que ya existen en el mercado como son los platos de hoja de palma y los platos de pulpa de papel, en los dos casos el producto en el mercado es caro en comparación a los productos que son derivados del petróleo, algunas de las causas son por el proceso de fabricación y en otras ocasiones porque son importados. Así mismo, la profundidad sobre el proceso de elaboración de los contenedores de palma es muy vaga exponiendo que la hoja se moja, ingresa a una prensa y se deja secar, pero no explica más sobre características que deben de tener las palmas, de que sección se toma el material para que el contenedor tenga la suficiente rigidez, entre otros.

Al desarrollar el producto se busca ofrecer una alternativa con menor impacto ambiental para las empresas que utilicen contenedores desechables, principalmente la industria de la repostería. Con esto, dichas empresas tendrán una herramienta que les ayude a estar más comprometidos con el medio ambiente y con la generación de residuos a través de la venta de sus productos.

Es una realidad que todas las compañías buscan disminuir costos para ser competitivos en el mercado, y en ocasiones se sacrifica la calidad de algunos de los insumos para poder permanecer en el mercado. Adicional a ello el tema de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) ha adquirido interés para ciertas compañías, en algunos casos solamente para ser reconocidos por ello y en otros porque realmente les interesa ofrecer una opción que tenga un menor impacto

ambiental y cumpla con los criterios de sustentabilidad definidos en el Informe Bruntland en 1987.

Como empresa de repostería el ofrecerle al cliente su producto en un contenedor que realmente sea biodegradable puede abrir las puertas a un mercado comprometido con el medio ambiente, a un consumidor informado que esté consciente del costo que puede generar pero a la larga sepa que es un beneficio para su salud y la sociedad. A la par de ello el diseño de la publicidad que se realice informando al consumidor del ahorro que se tendrá al consumir su producto ya que el desecho será biodegradado en un x periodo de tiempo o en su momento que el desecho no será parte de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), serán herramientas de distinción para la misma compañía en relación a su competencia.

Al ser la materia prima el desecho de otro proceso se están evitando cargas al medio ambiente, porque las hojas en lugar de desecharse en la producción del plátano se utilizarán como materia prima y posterior a su uso se reintegrarán al medio ambiente, alargando la vida de uso de un desecho que ya existe por la producción del plátano, utilizándolo como alternativa al uso de contenedores de plástico que no son reciclados y su desintegración tardará un promedio de 80 a 100 años.

Este proyecto surge de la necesidad de disminuir el impacto ambiental que genera el ser humano a través del consumo de los contenedores desechables, así como disminuir la generación de residuos por el consumo de alimentos en dichos contenedores.

1.2. Antecedentes

A nivel mundial el tema de la generación de residuos ha cobrado interés. La vida diaria cada vez tiene un mayor número de actividades, la sociedad propone un estilo de vida donde el tiempo está cronometrado, ya no hay tiempo de ir a comer a casa y en muchas ocasiones se compran productos para llevar, esto implica que el producto vaya empaçado para su traslado y después de su consumo sea desechado el empaque.

La relación de tiempo de fabricación de los empaques contra el tiempo de consumo de los productos que ellos contienen no es proporcional, se requiere mucho esfuerzo para la obtención de la materia prima, procesarla, empacarla y distribuirla mientras que el tiempo en que el usuario lo tiene en su poder y consume el producto que el empaque contiene es mínimo, adicional a ello el tiempo de degradación del material es desproporcional a los dos antes mencionados. En consecuencia a esto la cantidad de residuos sólidos generados va en incremento ya que el tiempo de degradación es en promedio alrededor de 80 años y el tiempo promedio del uso del material es máximo 4 días en poder del usuario para finalmente terminar en un vertedero.

La generación de residuos sólidos en Jalisco tuvo un incremento del 37% del 2001 al 2012, generando 830,440 toneladas de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Aunado a esto, algunas de las empresas que se dedican a reciclar los distintos plásticos comienzan a tener problemas de recursos, una de las causas es la baja de los precios del petróleo, lamentablemente, la respuesta es cerrar la recepción de material para reciclar y con esto que los materiales lleguen a los basureros y de ahí sean enterrados o quemados, como lo refiere el documento que presenta el proyecto Ecovia, Vías Verdes A.C. (Proyecto Ecovia, Vías Verdes A.C., 2015)

Actualmente se recicla solamente el 13% de la cantidad de plástico generado en México, siendo principalmente el tereftalato de polietileno conocido como PET y el polietileno de alta densidad por sus siglas en ingles HDPE, los plásticos que tienen mayor captación, de acuerdo con el presidente de la Asociación Nacional de Industriales del Plástico (ANIPAC). Los contenedores desechables para galletas o comida para llevar generalmente están hechos de polipropileno (PP) y poliestireno (PS) y muy pocos de polietileno de baja densidad (LDPE), como lo muestra la figura 1 en la clasificación del triángulo de Möbius 5, 6 y 4 respectivamente.



Figura 1. Triángulo de Mobius (Universidad Autónoma de Nuevo León, 2015)

En el libro de Ecodesign (Barbero & Cozzo, 2009) se muestra un proyecto realizado por Tal Marco de Israel en el cuál se propone un empaque de alimento utilizando una hoja de plátano, la imagen muestra una barra de alimento cubierta con la hoja de plátano (Figura 2) en la que el usuario final remueve una tira del empaque y comienza a consumir el producto (Figura 3), dicha propuesta fue uno de los principales motivadores para el desarrollo de la investigación.



Figura 2. Proyecto de Tal Marco empaque con hoja de (Barbero & Cozzo, 2009)



Figura 3. Memoria Gráfica propuesta de Tal Marco Empaque (Barbero & Cozzo, 2009)

El análisis de ciclo de vida es otra de las herramientas que interviene en el desarrollo de la investigación, en muchos de los casos sólo se analiza una porción del impacto que genera cualquier producto, por ejemplo, el uso de hielo seco para los contenedores alimenticios desde un punto de vista del establecimiento son los más económicos del mercado, pero la pregunta sería: ¿Sabes realmente cuánto contaminas al momento de su fabricación? ¿En dónde lo producen? ¿Qué hace tu cliente cuando ya se convierte en un residuo para él?, se nos olvida considerar los tres pilares de la sustentabilidad el social, el ambiental y el económico. Así es como el análisis de ciclo de vida mejor conocido como ACV interviene en el desarrollo de la investigación, porque para poder conceptualizar la propuesta es necesario considerar la procedencia de la materia prima para disminuir el impacto ambiental de los traslados como sucede con el plato de palma que viene de Asia.

Analizando los datos anteriores y considerando que cambiar los hábitos de los usuarios es un reto bastante complejo de atacar, se concluye que es muy importante desarrollar productos biodegradables para contener alimentos que serán trasladados y consumidos en un periodo menor a una semana, tomando en cuenta que el tiempo de vida del contenedor sea entre 6 meses y un año en las condiciones adecuadas para estar en contacto con el alimento.

En el mercado actual existe algunos productos elaborados a base de biopolímeros (combinación de un producto natural como el maíz y plástico) que dicen ser 100% biodegradables, lo que en realidad es un producto oxo-degradable (proceso en el que un agente químico acelera la fragmentación física del material) complicando la selección para el consumidor final. (European Bioplastics, 2009)

Algunas de las opciones que son biodegradables están elaboradas a base de fibra de caña de azúcar o papel reciclado, también existen los de hoja de palma, éstos últimos son elaborados en la India de manera artesanal, son 100% naturales, compostables y fabricados sin aditivos químicos, barnices o colorantes. (Vajilla hojas de palma, 2011). El consumo real es muy reducido debido a la diferencia que existe de precio con la competencia ya que estamos hablando de un 500% más, mientras un contenedor de hielo seco se vende en \$0.50 centavos uno de fibra de caña se consigue en \$5 pesos, complicando la cuestión de costos para el usuario final.

La naturaleza ha sido una herramienta para el ser humano en varios ámbitos entre ellos en el desarrollo de platillos tradicionales. La *“etnobotánica gastronómica (disciplina que estudia las plantas empleadas en la cocina tradicional de cierta región) constituye un amplio y fascinante campo de investigación.”* (Lascurain Rangel, Avedaño Reyes, Angeles Álvarez, Dávalos Sotelo, & Zarate Morales, 2013). Desde épocas prehispánicas son utilizados los tamales, su nombre proviene del náhuatl tamalli (que significa envuelto) (Guzmán Tena, 2013), de acuerdo con el documento *“Cocina y Biodiversidad: las hojas para envolver tamales en Veracruz”*, la hoja de plátano y la de maíz son las principales hojas utilizadas en la elaboración de tamales. El procedimiento al que se somete una hoja fresca es conocido como soasado y/o soasado con vapor esto para lograr flexibilidad. De acuerdo con el documento la principal razón para utilizar las hojas antes mencionadas es la resistencia de las mismas durante todo el proceso, es necesario soportar el fuego directo, contener la masa antes y después de su cocimiento, aportar flexibilidad y resistencia al momento de ser sometidas a la presión de ebullición o el cocimiento por vapor. En el documento se menciona sobre los estudios realizados a las hojas para envolver tamales:

...hemos estudiado sus propiedades físico-mecánicas, mediante pruebas de tensión con la finalidad de conocer la resistencia y rigidez que sufren algunas hojas durante la forma tradicional en que son preparados: soasado y/o vapor y soasado con vapor. Los resultados mostraron que el plátano presenta los valores mecánicos de resistencia y rigidez más altos..... (Lascurain Rangel, Avedaño Reyes, Angeles Álvarez, Dávalos Sotelo, & Zarate Morales, 2013).

Por otro lado en India es una tradición el utilizar la hoja de plátano como contenedor de alimentos ya sea de arroz, verduras, carne, etc., entre los beneficios obtenidos a la salud se encuentra el aporte de polifenoles (antioxidantes naturales que ayudan a prevenir enfermedades y eliminan radicales libres), la comida al estar en contacto directo con la hoja absorbe los polifenoles y así es como ingresan al cuerpo humano. Es una creencia la propiedad antibacterial de la hoja, reduciendo el número de gérmenes que pudiera existir por lo que se facilita el proceso de limpieza de la misma. La hoja de plátano posee una capa protectora que le permite ser

impermeable, esa misma capa protectora al estar en contacto directo con la comida le adquiere un sabor distintivo. (Gupta, 2015).

1.3. Hipótesis y Objetivos

La hipótesis propuesta para la presente investigación se describe a continuación:

“La hoja de plátano puede ser utilizada como materia prima para la elaboración de contenedores desechables para alimentos.”

El objetivo de la investigación es conocer de manera teórica y práctica las características de la hoja de plátano para destacar las propiedades que ayuden a cumplir con la función básica de contener alimento seco como lo son los productos de repostería.

Para lograr el objetivo mencionado será necesario:

- Conocer las características de la hoja de plátano y la razón de ser utilizada en la elaboración de los tamales oaxaqueños y chiapanecos. Así como el uso de la misma en otros países.
- Conocer métodos de elaboración de contenedores desechables utilizando materias primas biodegradables.
- Realizar experimentos para conocer el comportamiento de la hoja de manera natural y expuesta a ciertos aglutinantes ya sean naturales o químicos.
- Generar adhesión para moldear la hoja

1.4. Alcance

El alcance de la investigación es entregar en físico el prototipo inicial que corrobore que la hoja de plátano si puede ser utilizada como materia prima para la elaboración de un contenedor que sea biodegradable.

En cuanto a los antecedentes sobre generación de residuos la investigación se centrará en información de México y principalmente de Jalisco.

1.5. Metodología

Existe escasa información sobre el uso de la hoja de plátano en el desarrollo de contenedores para alimentos, por lo tanto la investigación planteada será de tipo exploratoria.

Los medios utilizados para la recolección de datos en este aspecto son a través del análisis de productos similares con materias primas biodegradables, investigación bibliográfica sobre las propiedades de la hoja de plátano, el proceso de deshoje de la planta, así como pruebas de laboratorio en el que se analiza el comportamiento que muestre la hoja de plátano al ser expuesta a las siguientes pruebas:

- Estado natural obtener forma a través de la prensa de membrana.
- Estado natural más aglutinante para adquirir forma a través de la prensa de membrana.
 - Engrudo
 - Gel a base de linaza
 - Pulpa de nopal
 - Pulpa de sábila
- Hoja de plátano en combinación con pulpa de papel.
 - Hoja natural en combinación con la pulpa del papel
 - Hoja expuesta al calor en combinación con la pulpa del papel
 - Hoja cocida con reactores químicos en combinación con pulpa de papel
- Hoja de plátano cocida con reactores químicos más aglutinante.

Dentro del análisis de los productos similares, se considera el contenedor hecho a base de palma y el contenedor de pulpa de papel como los dos contenedores que se venden en Guadalajara o Zapopan y cumplen con las características antes mencionadas. El objetivo es definir un parámetro sobre el cuál determinar las características principales que debe de tener un contenedor para alimentos que sea biodegradable.

El desarrollo de la propuesta es de forma experimental, por lo tanto, las muestras de las hojas de plátano se obtienen en la cadena de supermercado Chedraui, a través de la compra de paquetes con un aproximado de 2 a 3 hojas de plátano, de distintos largos y peso.

Quedan excluidas las partes secas, amarillentas o con algún daño generado por la manipulación de las mismas.

Para cada uno de los experimentos en estado natural el tamaño de las hojas es el mismo. Mientras para la combinación con la pulpa de papel la medida varía de acuerdo al bastidor utilizado para la elaboración de la hoja, esto en ningún momento afecta las conclusiones de la investigación.

El estudio se realiza en las instalaciones en el Centro de Manufactura y Diseño de la Universidad Panamericana para utilizar la prensa de membrana y en el Departamento de Madera, Celulosa y Papel del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara, con el apoyo del técnico académico Jorge Gabriel Fuentes Martínez siendo experto en el área de elaboración de papel artesanal.

El procesamiento de la información obtenida de manera experimental únicamente es informativo, para definir el comportamiento de la hoja de plátano al momento de exponerse a distintos tratamientos con el objetivo de lograr fijar una forma para el contenedor, por lo tanto, no se lleva ningún método estadístico para el análisis de la información obtenida de manera experimental.

El registro de datos está enfocado en la observación y el desempeño de la hoja, señalando la coloración, la rigidez de mantener una posición como la curvatura definida por un contenedor de plástico rígido ya existente, acabado interior el cual está en contacto con los productos de repostería y el acabado exterior mostrando las características presentadas.

1.6. Descripción de la Tesis

La tesis se encuentra organizada en cinco capítulos, a continuación se explica brevemente el contenido de cada uno de ellos.

El capítulo 1 (Introducción) describe las razones que originan la investigación, plantea información que existe en el mercado sobre el tema de la generación de residuos, el comportamiento de los consumidores y la problemática alrededor de este tema, genera las bases sobre los contenedores desechables biodegradables y presenta antecedentes en relación al uso de la hoja de plátano para contener alimento. Es en este capítulo donde se define la hipótesis, se plantean los objetivos y se marca el alcance y los límites que se llegará a tener en la investigación; así mismo se enmarca la metodología a realizar, los tipos de experimentos, los aspectos a incluir o excluir del análisis y la forma para registrar la información obtenida que serán las premisas eje de la investigación.

El capítulo 2 (Marco Teórico) define los cimientos para el desarrollo de la tesis, se plantea la problemática de la generación de residuos a lo largo de la historia, como se vive en México y Jalisco, así mismo se busca exponer en que consiste la composición de los residuos y las leyes que actualmente regulan este tema. Se definen los parámetros de un contenedor de alimentos que sea biodegradable, cuales son los contenedores desechables biodegradables que existe en el mercado, ventajas y desventajas. Es en este capítulo donde se plantea el uso que ha tenido la hoja de plátano como contenedor de alimentos a lo largo de la historia.

El capítulo 3 (Experimentación) tiene como objetivo demostrar la hipótesis planteada en la tesis, es por ello que antes de iniciar con la fase de experimentación es necesario conocer las características de la hoja de plátano, comprender el comportamiento de la hoja al momento de ser tratada con agua, soasada o cocida con algún agente químico; así mismo se realizarán los experimentos pertinentes para evaluar el comportamiento al ser expuesta a diversos aglutinantes y procesos para la obtener una forma que pueda contener el alimento.

El capítulo 4 (Análisis de Resultados) se detallan los resultados obtenidos en la fase de experimentación, entre ellos estará el cambio de color, la resistencia, la flexibilidad, la humedad, entre otras características. Se describe el comportamiento que tuvo la hoja a través de los distintos procedimientos, se plantea si es necesaria la combinación de algunos para el desarrollo de la propuesta del contenedor final.

El capítulo 5 (Conclusiones) presenta las conclusiones de la tesis, se plantean las aportaciones en base a lo obtenido en la investigación y generan recomendaciones para el desarrollo de futuras investigaciones en la misma línea temática de la tesis.

Posteriormente se presenta la Bibliografía y Anexos de la investigación, la información viene clasificada de acuerdo al tipo de publicación. Así mismo se presentan los anexos de las imágenes, gráficas y normativas analizadas.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Introducción

El ser humano desde sus orígenes identificó los recursos naturales como fuentes de materia prima para su consumo, ya sea en estado natural o a través de la transformación de los mismos.

La historia demuestra como al inicio el consumo de estos productos era poco y el nivel de transformación de los mismos era muy sencillo, los frutos podían ser obtenidos de árboles o arbustos y de la caza se abastecía la proteína, se utilizaban las cuevas como resguardo, por lo tanto, la cantidad de residuos generados se integraba a la tierra sin mayor desajuste, adicional a ello el ser nómadas permitió que la concentración de residuos no fuera en un solo lugar dando el tiempo necesario para su reintegración a la tierra.

Posteriormente comenzó el sedentarismo, y con ello el tema de los residuos y su manejo, de acuerdo a la línea del tiempo generada por la *Association of Science-Tecnology* (ASTC) y el Instituto *Smithsonian* (Association of Science-Tecnology Centers Incorporated, 1998), en el 400 A.C se estableció en Atenas el primer basurero municipal, pero fue hasta el 200 D.C. cuando los romanos crearon el equipo de recolección de basura en donde dos personas pasaban por las calles recolectando la basura a través de una carreta.

Mil cuatrocientos años más tarde en 1657 se generó una ley en New Amsterdam (actualmente Manhattam) para castigar a la persona que tirara basura en las calles. Se utilizaron distintos métodos para la eliminación de la basura entre ellos estaban

los cerdos y los buitres para comerse la basura mientras los esclavos fueron utilizados para trasladarla colina abajo.

En 1916 las principales ciudades estadounidenses determinaron que un ciudadano promedio generaba entre 453.59 y 793.79 kilogramos de basura al año, de las cuales el 80% era carbón o ceniza de madera. La falta de materia prima durante la primera *guerra* mundial en 1917 fue lo que dio inicio al servicio de recuperación de residuos con el slogan: No tires los residuos – guárdalos. (Wooddell, 2011).

Fue en 1965 que la gestión de los residuos se vuelve un problema importante por lo que el gobierno de Estados Unidos promulga la ley de disposición de residuos sólidos, la cual invitaba a los ciudadanos a buscar mejores prácticas para tratar la basura. Tres años más tarde el presidente Lyndon Johnson promueve la aplicación de la encuesta nacional para comunidades sobre las prácticas de residuos sólidos, proporcionando información comprensible sobre este tema. A partir de 1900's se tiene record de la cantidad y clasificación de los residuos generados.

1970 fue un año importante para la preservación del medio ambiente, a través de la ley para mantener el aire limpio se promovieron nuevas regulaciones para parar la incineración; el 22 de abril se celebró el primer día de la tierra reuniendo a millones de personas; finalmente fue creada la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos mejor conocida como EPA.

El problema de los residuos no es exclusivo de la tierra, los humanos a través de actividades, herramientas u objetos que diseñan o utilizan dejan una huella que va deteriorando el entorno como ocurrió en 1983, un transbordador espacial tuvo que salir de órbita para reemplazar una ventana que había sido severamente dañada por una hoja de pintura de basura espacial.

Durante los juegos Olímpicos de los Ángeles 1984, atletas, entrenadores, organizadores y espectadores, generaron 2,948.35 toneladas de basura en 22 días, más de 2.72 kilogramos de basura por persona por día.

En 1989 la EPA genera una agenda de acción para gestionar de manera integral los residuos sólidos, la cual buscaba resolver el problema a través de la prevención y el reciclaje. A partir de ello se decretaron en 1990, 140 leyes en pro del reciclaje en 38 distritos de Estados Unidos. Ese mismo año el 4 de diciembre, Coca Cola y Pepsi

anunciaron que comenzarían a utilizar PET reciclado para sus botellas, conteniendo un 25% de material reciclado.

Michael Jacobson del Centro de Estudio de Comercialización hizo referencia al tiempo dedicado a promover la compra de cualquier artículo y como no se menciona la responsabilidad de cuidar de ellos, reutilizarlos, repararlos o finalmente depositarlos en la basura. (Association of Science-Technology Centers Incorporated, 1998).

2.2. México -Residuos Sólidos Urbanos

Los residuos se definen en la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) como aquellos materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha y se encuentran en estado sólido, semi-sólido, líquido o gaseoso y se contienen en recipientes o depósitos; pueden ser susceptibles de ser valorizados, o requieren sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en la misma ley (DOF, 2003). En función de sus características se clasifican en tres grandes grupos: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP). (SEMARNAT, 2013, pág. 318).

Los residuos sólidos urbanos de acuerdo a la definición de SEMARNAT:

son los que se generan en las casas habitación como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas (p.e., productos de consumo, sus envases, embalajes o empaques) o los que provienen también de cualquier otra actividad que se desarrolle dentro de los establecimientos o en la vía pública, con características domiciliarias, y los resultantes de las vías y los lugares públicos siempre que no sean considerados residuos de otra índole (DOF,2003). (SEMARNAT, 2013, pág. 318)

En México los efectos de la industrialización se presentaron en la segunda mitad del siglo pasado de acuerdo con Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en su informe 2012, esto ocasionó un incremento en la demanda de

materias primas para satisfacer a una sociedad en crecimiento queriendo seguir un modelo de vida como su país vecino, de 2003 a 2011 la generación de RSU¹ creció 25%, *“se atribuye este incremento como resultado del crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las modificaciones tecnológicas, el gasto de la población² y el cambio en los patrones de consumo”* (SEMARNAT, 2013, pág. 318).

En el Anexo 1 se muestra la gráfica comparativa entre el crecimiento de RSU, Producto Interno Bruto (PIB) y Gasto de consumo final privado. Es importante destacar como la generación de RSU presenta un incremento a pesar de que los otros factores en 2009 y 2010 muestran una reducción en su desarrollo. La tendencia de la generación de RSU tiene un crecimiento constante y conforme pasan los periodos va acercándose más al comportamiento del PIB.

Al realizar una comparativa entre la cantidad de residuos sólidos generados por habitante al día, en 1950 y 2012, se determinó que en 1950 se generaban 0.3 kg de RSU por habitante por día (Rivera Flores, Montiel Martínez, & Pérez López, 2012, pág. 2), con el paso de los años esta cantidad aumento a 0.949 kg por habitante por día en 1998 y 1.096 kg por habitante por día en 2012, se puede constatar que existe un aumento significativo en el volumen de RSU por habitante, si se realiza una equivalencia se podría concluir que un habitante en 2012 genera lo que 365 habitantes en 1950. Al anualizar la información la comparativa entre 1998 y 2012 es 346 kg/hab/día³ a 400 kg/hab/día teniendo un incremento promedio de 4 kg por año, es importante destacar que entre 2006 y 2007 el incremento fue de 4% pasando de 368 kg/hab/día a 384 kg/hab/día (SNIARN, 2013).

Se ha dividido al país en 5 regiones (ver Anexo 2), entre ellas la generación per cápita muestra diferencias importantes, resultado de la influencia de factores culturales, nivel de ingreso y grado de urbanismo principalmente. (SEMARNAT, 2013, pág. 324). En 2011 el Distrito Federal generó 1.5 kg/hab/día, mientras que la región sur generaba un promedio de 0.76 kg/hab/día, en el Anexo 3 se muestra la

¹ Residuos Sólidos Urbanos

² Se refiere al gasto de consumo final privado, es decir, al valor total de todas las compras en bienes y servicios de consumo, individuales y colectivos, realizados por los hogares residentes, las instituciones sin fines de lucro residentes y el gobierno federal. Incluye los bienes duraderos y bienes y servicios no duraderos, tanto el gasto en el mercado interior, como las compras netas directas en el mercado exterior. (SEMARNAT, 2013)

³ Kilogramo por habitante por día

gráfica con el comportamiento de cada una de las regiones, es así como la región Centro se localiza en cuarta posición.

En las últimas décadas la composición de los residuos sólidos ha cambiado de manera importante. En general dicha composición depende principalmente de patrones de consumo de la población, en países pobres un gran porcentaje está compuesto por residuos orgánicos, mientras que en países con mayores ingresos la composición del RSU es principalmente residuos inorgánicos generados a partir de productos manufacturados y con un mayor porcentaje de desechos. En el caso de México se ilustra la transformación entre ambas economías ya que en la época de los 50's el residuo orgánico representaba un 70% de los Residuos Sólidos Municipales (RSM)⁴, mientras que para el 2011 y 2012 el porcentaje se redujo a un 52.4%. (SEMARNAT, 2013, pág. 325).

En el Anexo 4 se desglosan año con año la cantidad de miles de toneladas generadas a partir de 1992 por tipo de residuo, así mismo, el Anexo 5 muestra el concentrado de composición de RSU en 1992, 2003 y 2008 en porcentaje. A continuación se muestra la composición para el 2012 en porcentaje.

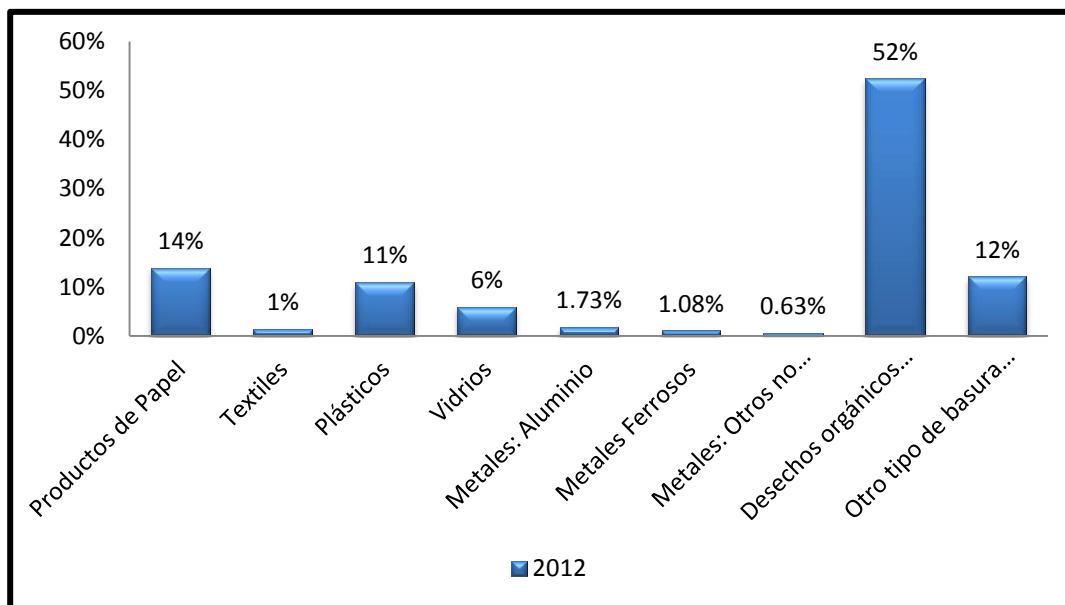


Figura 4. Composición de RSU por tipo de Residuo en México, 2012 (SEMARNAT, 2013)

⁴ Residuo Sólido Municipal conocido actualmente como Residuo Sólido Urbano (RSU)

De acuerdo a la información de SEMARNAT⁵, el incremento en la generación de residuos inorgánicos así como orgánicos, aumentó en un 92%, en 1992 se presentó una generación de 10'455,550 toneladas de inorgánicos y 11'511,970 toneladas de material orgánico mientras que en 2012 esta cantidad aumentó a 20'032,480 toneladas de residuos inorgánicos y 22'070,280 toneladas de residuos orgánicos, como se muestra a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Cantidad de RSU generado en 1992, 2003, 2008 y 2012 porcentaje de crecimiento. (SEMARNAT, 2013)

	1992	2003	2008	2012	% Crecimiento
Productos de Papel	3,090.83	4,904.50	5,199.40	5,822.82	88%
Textiles	327.32	497.00	537.60	602.06	84%
Plásticos	962.18	2,014.40	4,094.10	4,584.99	377%
Vidrios	1,296.08	2,156.00	2,210.60	2,475.66	91%
Metales total	635.96	1,046.70	1,293.20	1,448.25	128%
Desechos orgánicos (basura de comida, jardines y materiales orgánicos similares)	11,511.97	16,592.80	19,707.30	22,070.28	92%
Otro tipo de basura (residuos finos, pañal desechable, etc.)	4,143.17	5,704.30	4,552.80	5,098.70	23%
TOTAL RSU CLASIFICADO POR TIPO DE RESIDUO	21,967.51	32,915.70	37,595.00	42,102.76	92%

En relación a la información anterior se señala que el plástico es el residuo inorgánico con mayor incremento en un lapso de 20 años, siendo dicho incremento de 377%.

Analizar los avances en la generación de RSU en la República Mexicana ayuda a estructurar el marco de referencia desde un panorama global, en relación a la investigación realizada. El estado de Jalisco es el entorno de estudio, es por ello que en el siguiente apartado se analizará todo lo referente al estado y la generación de RSU en su localidad.

⁵ Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (<http://www.semarnat.gob.mx/>)

2.3. Jalisco -Residuos Sólidos Urbanos

La zona centro del país generó un 51% de dichos residuos (SEMARNAT, 2013, págs. 320-322) entre los estados que integran esta zona se encuentra Jalisco, el documento refiere que existe una relación directa entre el incremento de RSU con la aportación de las entidades al PIB nacional, de acuerdo a dicha relación Jalisco es una de las entidades que genera entre 2'001,000 y 6'000,000 toneladas de RSU al año, como se muestra en el Anexo 6. Es en la figura 5 donde se puede analizar el desglose por entidad en comparativa de contribución del PIB y la generación de RSU.

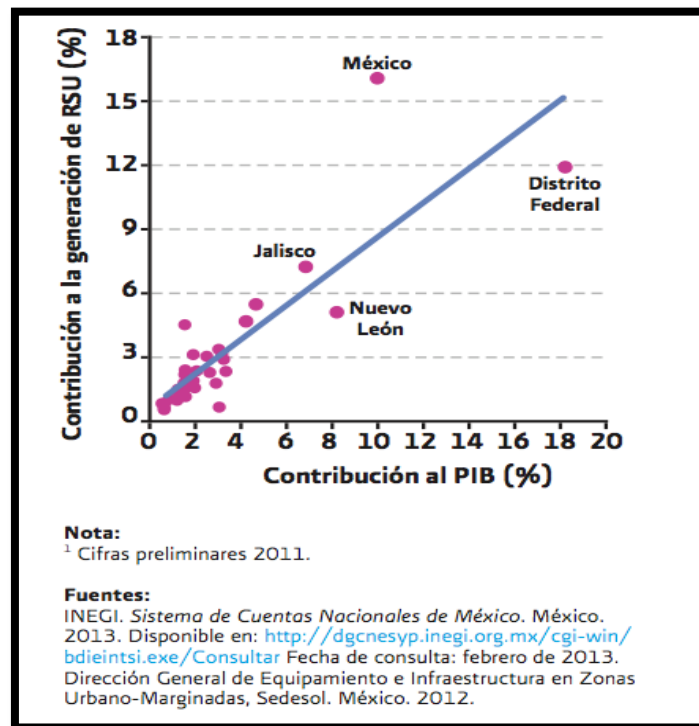


Figura 5. Comparación entre generación de RSU y contribución del PIB (SEMARNAT, 2013)

A continuación se muestra la generación de RSU en Jalisco a partir del 2001. (SEMARNAT-SNIARN, 2013).

Tabla 2. Generación de RSU en Jalisco 2001-2012 (SEMARNAT-SNIARN, 2013)

Año	RSU generado en Jalisco (miles de toneladas)
2001	2,220.96
2002	2,267.10
2003	2,317.75
2004	2,427.00
2005	2,482.00
2006	2,528.00
2007	2,654.00
2008	2,710.00
2009	2,767.00
2010	2,890.80
2011	2,971.10
2012	3,051.40

Como se puede apreciar el incremento del 2001 al 2012 es de un 37% correspondiente a 830,440 toneladas de diferencia en un periodo de 12 años. De acuerdo a los datos obtenidos el promedio de toneladas incrementadas año con año es de 75,490 ton/año, los años 2004, 2007 y 2010 tuvieron un promedio de incremento de 119,668 ton/año, si eliminamos el incremento en estos años, el promedio se reduce a 58,923.75 ton/año, aun así un número bastante importante para la ciudad y los programas para recolección de dichos residuos (véase, Anexo 7).

El estado de Jalisco utiliza la generación per cápita de residuos como indicador, el cual le permite obtener la información necesaria sobre la generación de residuos sólidos urbanos por habitante, dicha información es útil para los municipios ya que con esto se puede desarrollar programas de prevención y gestión integral de residuos, así mismo, esta información permite a los municipios proyectar las necesidades de infraestructura para el manejo integral de los mismos. Dentro de dicho manejo se incluye la separación, recolección, transferencia, acopio, reciclaje, disposición final entre otros. El indicador en su informe destaca que en 2006 se generaban 965 gramos por habitante teniendo una reducción en 2011 de 59 gramos esto pudiera ser resultado de los programas de gobierno, así mismo, la información que se presenta en 2012 hasta el día de hoy es una generación de 909 gr/hab, la meta es lograr que en agosto del 2013 se reduzca dicho promedio en 2 gramos por

habitante y en noviembre tenga nuevamente una reducción de 1 gramo por habitante logrando la meta del 2011, 906 gr/hab. (SMA y DT , 2013, págs. DS3-136).

La Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMA y DT) a través del programa de Preservación y Restauración del Medio Ambiente desarrolló un indicador: Toneladas de basura depositadas adecuadamente en cumplimiento de la norma “NOM-083-SEMARNAT-2003”, esto se refiere “ a la cantidad de toneladas de residuos sólidos que son depositadas en cumplimiento de la norma “NOM-083-SEMARNAT-2003”, así como la efectiva aplicación de las leyes ambientales” (SMA y DT, 2013, págs. DS3-137).

De acuerdo con el informe del indicador anterior, se han depositado 155,006 toneladas de RSU. Jalisco cuenta con 183 sitios de disposición final de los cuales 46 son rellenos sanitarios y en ellos se deposita el 74% de los residuos generados en el estado. En la Tabla 3. Toneladas de RSU recolectadas en Jalisco de 2006 – 2013.

Tabla 3. Toneladas de RSU recolectadas en Jalisco de 2006 – 2013
(SEMARNAT-SNIARN, 2013)

Año	Toneladas de RSU recolectadas
2006	2,378,705.00
2007	792,902.00
2008	792,902.00
2009	792,902.00
2010	1,610,516.00
2011	3,677,918.48
2012	1,772,116.00
2013 (valor actual)	284,178.00
2013 (meta)	2,045,879.00

Es importante destacar el comportamiento del 2011 debido a que la cantidad de RSU recolectado es 2.07 veces más que lo recolectado en 2012 y al considerar el valor actual que se lleva de recolección se puede concluir que no será posible cumplir la meta pronosticada.

De acuerdo al boletín de prensa generado por el INEGI, en Jalisco se recolecta un promedio de 6,524 toneladas diarias de RSU, representando el 7% de la recolección nacional. (INEGI, 2013, pág. 7). El 63% de los residuos son generados en seis municipios: Guadalajara con 1,590 toneladas (24%), Zapopan 1,282 (20%), Tlaquepaque 450 toneladas (7%), Tonalá 344 toneladas (5%), Puerto Vallarta 232 toneladas (3%) y Tlajomulco de Zúñiga con 210 toneladas (3%). En el Anexo 8 se muestra la comparativa entre la generación de RSU y la cantidad de habitantes por municipio así como la cantidad de RSU generado por habitante en cada uno de los municipios.

De acuerdo a lo obtenido la recolección diaria promedio por habitante a nivel estatal es de 0.888 kg por habitante, pero el indicador per cápita a nivel municipal presenta algunas variaciones, por ejemplo, si se compara la recolección del municipio de Zapopan y Guadalajara la diferencia es de un 3% entre dichos municipios pero si se realiza la misma comparación con el municipio de Tlajomulco de Zúñiga el incremento es del 111%.

La separación de los residuos desde que son generados es muy importante ya que facilita la valorización y reúso de los mismos, disminuyendo así el consumo de los recursos naturales involucrados en su producción, por lo tanto, se alarga la vida útil de los sitios de disposición final. Lamentablemente y de acuerdo a la información proporcionada por el INEGI solamente el 11% del RSU recolectado a nivel nacional es separado desde su generación, mientras que en Jalisco este porcentaje representa el 40%. (INEGI, 2013, pág. 8). Jalisco cuenta con 35 municipios con centro de acopio, entre los materiales que se reciben principalmente son papel, cartón, PET y vidrio.

En cuanto a la cantidad de vehículos utilizados para la recolección del RSU, Jalisco cuenta con 1,075 vehículos de los cuales representan el 7% a nivel nacional. Destaca el municipio de Zapopan por concentrar el 18% de dicho parque vehicular. En promedio un Jalisco un vehículo recolecta 6.06 toneladas diarias, el Anexo 9 muestra los municipios que concentran los vehículos recolectores de RSU en Jalisco.

2.4. Regulaciones y Dependencias relacionadas al tema de los Residuos

Fue en 1983 cuando se promulgó la octava reforma al artículo 115 en la Constitución Mexicana, proponiendo que los estados tengan una forma de gobierno republicano, representativo y popular, determinando la responsabilidad de los municipios de brindar distintos servicios entre los que destaca la limpieza **(Diario Oficial, 2006)** fracción III, en la cual especifica que la limpieza, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos es uno de los nueve cargos o servicios públicos que debe de ofrecer el municipio.

El 28 de enero de 1988 se promulgó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA), que en conjunto con la ley General de Salud y la Ley General para la Prevención Integral de los Residuos (LGPGIR), son las leyes que se encargan de cumplir con lo publicado en el artículo 4º de la constitución referente a los derechos de la salud y a un ambiente adecuado para lograr el desarrollo y bienestar de la población. (SEMARNAT, 2012, págs. 21,25).

En 1992 dentro de la Conferencia de las Naciones Unidas llevada a cabo en Río de Janeiro, Brasil, se desarrolló el documento llamado Agenda 21, en el cual la humanidad se planteó la pregunta: ¿Qué hacer para lograr el balance entre los factores sociales, medio ambientales y económicos?. La agenda está integrada por un conjunto de estrategias que tienen el propósito de detener y revertir las consecuencias generadas a partir de las actividades humanas, a través de la generación de líneas de acción para que los gobiernos puedan trabajar y dirigir sus esfuerzos en beneficio de su comunidad con un enfoque sustentable.

Una de las metas relevantes señaladas en este instrumento de carácter internacional no vinculatorio, es la necesidad de contemplar la minimización de la generación de residuos y su reciclaje como estrategias clave para reducir el problema básico y encauzar el aprovechamiento racional de los residuos, su recolección, tratamiento y disposición final de manera ambientalmente segura, como parte del principio de cooperación en el desarrollo y el medio ambiente (SEMARNAT, 2010, pág. 9).

Las directrices anteriores fueron el punto de partida en el que el gobierno de México a través de los principios de cooperación y buen manejo de residuos promulgara la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR), publicada

en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 08 de octubre del 2003 y su reglamento el día 30 de noviembre del 2006. Esta nueva regulación incorpora los principios de la gestión integral de los residuos y brinda las condiciones jurídicas propicias para el reordenamiento de las políticas en el manejo integral de los residuos ahora clasificados como sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso.

Es así como el gobierno federal desarrolla y publica el 02 de octubre del 2009, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012 (PNPGIR), en él propone y establece políticas para la prevención y gestión de los residuos en México. (SEMARNAT, 2010, págs. 9-11).

Así en cumplimiento con los artículos 7 y 25 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, conjuntamente con otras dependencias de la Administración Pública Federal, la Asociación Nacional de Autoridades Ambientales Estatales, representantes de autoridades municipales y de los sectores académico, social y privado preparó este documento, que establece la política ambiental en materia de residuos, al tiempo que plantea objetivos, acciones y metas. La presencia de basura en el territorio nacional, una constante en zonas urbanas y rurales, en regiones con distintos niveles socio económicos, en arroyos y ríos, a lo largo de caminos y carreteras y la queja y preocupación de numerosos grupos sociales fueron los motivos que fundamentaron el lanzamiento de la Cruzada Nacional por un México Limpio, en el año 2003. (SEMARNAT, 2012, pág. 17).

El estado de Jalisco a través de la propuesta para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos destaca la preocupación que tiene en el tema de la generación de residuos y las legislaciones existentes. Dentro del documento se externa la preocupación por la interrupción de los ciclos biológicos y el daño causado al ecosistema del estado por el mal manejo de los residuos; como dependencia municipal se está consciente de su labor como organismo regulador del manejo adecuado de los residuos.

En la propuesta se destaca la falta de infraestructura para el manejo adecuado de los residuos, así como una falta de conciencia del ciudadano por el cuidado ambiental, aunado a ciudadanos incrédulos de las acciones gubernamentales desarrollan un panorama desalentador, considerando que el estado se encuentra

sumido en una crisis ambiental que pone en riesgo tanto los recursos naturales como el desarrollo sustentable de la población en cuanto a sus necesidades actuales y futuras.

La política ambiental en el Programa de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PEPGIR) está orientada a la prevención y gestión integral de los residuos bajo un nuevo enfoque, que no se reduce a las etapas de recolección, transporte y disposición final de los residuos dispuestos en tiraderos a cielo abierto o en rellenos sanitarios que operan inadecuadamente, por lo que se encamina hacia una verdadera gestión sustentada en una planeación de corto, mediano y largo plazo que permita un manejo integral de los residuos de manejo especial y residuos sólidos urbanos que prevea su valorización a través de la aplicación del principio de responsabilidad compartida y mediante la aplicación de los instrumentos de política ambiental en dicha materia. (SEMARNAT, 2010, pág. 7).

2.4.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) contempla una serie de instrumentos de política en materia de residuos a fin de garantizar el derecho de toda persona a un ambiente adecuado para propiciar un desarrollo sustentable a través de la valorización y el manejo integral de residuos. Entre estos instrumentos destacan a cumplir los tres niveles de gobierno la elaboración del programa nacional así como de los programas estatales y municipales para la prevención y gestión integral de los residuos. (SEMARNAT, 2010, pág. 9). El 07 de julio del 2013 entraron en vigor los cambios en el artículo 17, 77 e inclusión del párrafo 68, la reforma está publicada en DOF 07-06-2013. (Diario Oficial de la Federación, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013).

La ley a través de sus artículos especifica la responsabilidad de los ciudadanos, las empresas y el gobierno en el tema del RSU. En el artículo 2 apartado XXXIII se define el RSU:

Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de

establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por la Ley como residuos de otra índole. (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003).

2.4.2. Normativas utilizadas para la generación de Base de Datos Estadísticos-Generación de Residuos Sólidos SEMARNAT.

De acuerdo con SEMARNAT es necesario llegar a conocer las características cuantitativas y cualitativas de los residuos, de acuerdo a la siguiente normativa se han generado una serie de estudios referentes al tema:

- NMX-AA-61-1985 Determinación de la generación
- NMX-AA-15-1985 Métodos de cuarteo
- NMX-AA-19-1985 Determinación del peso volumétrico in situ
- NMX-AA-22-1985 Selección y cuantificación de subproductos

La NMX-AA-61-1985 es utilizada para determinar la generación per cápita de los residuos sólidos provenientes de casa habitación y de otro tipo de fuentes, excepto las industriales. En el Anexo 10 se explica la metodología utilizada por SEMARNAT y SNIARN para el análisis de la información obtenida.

2.5. Envases desechables

La necesidad de almacenar, transportar y preservar los alimentos fue el inicio de los empaques. En un principio la naturaleza lo llegó a proveer, de acuerdo al documento sobre Cronología de los Empaques (Roberto, 2013) fue en 1,550 A.C. en donde los productos agrícolas fueron envueltos en hojas de palma y plátano con el objetivo de evitar la contaminación de los mismos. Nicolás Appert en 1809 comienza a investigar sobre métodos de conservación de alimentos a través del envasado, esto con el objetivo de alargar la vida útil de los mismos. Una combinación entre el diseño de la primera lata por Peter Durand y el proceso de esterilización del Dr. Luis Pasteur es lo que da inicio a la venta de producto enlatado. Con el paso de los años se desarrollan distintos materiales para envases como el vidrio, el cartón, la madera, el Policloruro de Vinilo (PVC), el aluminio, entre

otros, es hasta 1933 cuando la empresa BASF⁶ desarrolla el Poliestireno en su versión básica, después de análisis y procesos químicos desarrollan en 1950 lo que conocemos como Poliestierno Expandido reconocido como hielo seco o unicel. En 1959 se inventa el Polipropileno (PP) y en 1977 se comienza a utilizar el PET para envasar bebidas gaseosas. Es en 1980 cuando se desarrollan los empaques desechables para uso en microondas, unos años más tarde se presentan los empaques con atmósfera modificada MAP (*Modified Atmosphere Packaging*) por sus siglas en inglés.

La preocupación por la generación de desechos a raíz del uso de envases se da a inicios de 1990, es donde el vidrio y los empaques reciclables retoman importancia, así mismo comienzan los desarrollos de productos biodegradables. Los países europeos inician con este movimiento entre los que destaca la creación del punto verde para crear conciencia “*El que contamina paga*” (Roberto, 2013) una compañía que es contratada para recolectar los residuos generados por los usuarios finales en el área de empaque y embalaje.



Figura 6. Punto Verde Indicativo de que los envases se reciclan (Freitag, 2008)

2.5.1. Definición de Envase

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana “*NOM-251-SSA1-2009 Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios*” la definición de *Envase* es la siguiente:

“Todo recipiente destinado a contener un producto y que entra en contacto con el mismo, conservando su integridad física, química y sanitaria” (Secretaría de Gobernación, 2010).

⁶ Badische Anilin & Soda-Fabrik

La Asociación Mexicana de Empaque y Embalaje (AMEE) define las funciones de los envases:

“Contener y proteger al producto con una presentación digna, respetable y estéticamente agradable” (AMEE y Bancomext).

En el libro *“Regulaciones básicas de la producción y gestión de los residuos”* (Garrido de las Heras, 1998, pág. 98), se introducen la palabra desechable en la definición de envase. Es así como se atribuye la característica de uso en una sola ocasión, con el objetivo de prevenir enfermedades a raíz de la contaminación del alimento o de un mal manejo por falta de limpieza de los contenedores utilizados. Aunado a esto el mercado se enfoca en la comodidad del usuario final al no tener que preocuparse porque hacer al terminar su uso, con esto se destaca un ahorro en tiempo para realizar otras actividades ese tiempo destinado al lavado de trastes ya no es necesario.

2.5.2. Materias primas para envases desechables

2.5.2.1. Plásticos

Cada uno de los materiales utilizados para los contenedores desechables de alimento tienen ventajas y desventajas, en el caso del plástico las principales ventajas son la ligereza de los materiales y el comportamiento como aislante térmico ya sea para mantener el calor o frío.

Uno de los materiales más utilizados como envase desechable para alimento es el polietileno expandido (EPS) por sus siglas en inglés y conocido como unicel o hielo seco. Es definido por la Asociación Nacional de Poli estireno Expandido (ANAPE) técnicamente como:

Material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas pre-expandidas de Poli estireno Expandible o uno de sus co-polímeros, que presentan una estructura celular cerrada y rellena de aire. (Asociación Nacional de Polietileno Expandido, España).

Fue creado en 1954 (ANIPAC), su proceso de fabricación es muy sencillo, se utiliza como base el poli estireno rígido, éste es sometido a un gas generalmente pentano que forma burbujas reduciendo la densidad del material, se pasa por un proceso de pre expansión para seguir con la etapa de manufactura intermedia y finalmente el moldeo final. Sus aplicaciones son diversas, en el área alimenticia es un producto muy consumido porque combina características de inocuidad, impermeabilidad, ligereza, versatilidad en el diseño, protección térmica, mecánica y un precio muy económico. (Asociación Nacional de Polietileno Expandido, España).

La preocupación más grande en cuanto a salud ambiental asociada con el poli estireno es el estireno, su compuesto básico. Aquellos que están expuestos al estireno durante el proceso de manufactura tienden a tener irritación en la piel, ojos, vías respiratorias y efectos gastrointestinales. La exposición prolongada afecta al sistema nervioso central, mostrando síntomas de fatiga, depresión, dolor de cabeza y efectos menores en la función renal y en la sangre. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de Norteamérica y la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) lo han clasificado como un posible carcinógeno.

El hielo seco, al estar en contacto con comida o líquidos calientes (especialmente grasas, a temperatura aproximada de 110°C) alcohol o comida ácida, emite benceno y estireno hacia los alimentos y puede ser que residuos de pentano también. Estos químicos tóxicos son dañinos para la salud, especialmente para los sistemas reproductivos. En una prueba realizada por científicos de la EPA en 1986, se encontraron estireno en 100% de las muestras de tejido humano analizadas. (Proyecto Ecovia).

De acuerdo con la información proporcionada por Casa CEM y el proyecto Ecovía en Estados Unidos el EPS ocupa de un 25% a 30% del espacio en los tiraderos de basura. El grave problema de esto es que el material se desbarata en pequeñas bolitas que al ser ligeras pueden flotar y recorrer grandes distancias hasta llegar a ríos o mares. La flora y fauna la llega a confundir con alimento, ocasionando muerte por asfixia.

Como se mencionó anteriormente en los últimos 50 años el incremento de basura por habitante es alarmante y uno de los factores que detona esta situación es la aparición de productos y envases desechables. En particular el plástico se utiliza

hoy en día en diversos productos, sin embargo, al contrario de lo que ocurre con la madera, el papel, las fibras naturales o incluso el metal y vidrio, los plásticos no se oxidan, y es muy difícil su proceso de degradación. La tabla 4 muestra del 2000 al 2011 la cantidad de toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) generadas en Jalisco, señalando el incremento significativo que ha tenido el plástico.

Esta situación es uno de los principales detonantes del desarrollo de plásticos biodegradables, lamentablemente ninguno de ellos ha demostrado cumplir realmente con la característica de biodegradabilidad, entendiendo como un producto biodegradable aquél que es descompuesto por la acción biológica (Real Academia Española). Esto ha agravado la situación de los vertederos actuales en Jalisco saturándolos a una tasa mucho mayor de la proyectada, convirtiendo esto en un problema ambiental de dimensiones considerables.

Tabla 4. Toneladas de RSU generadas año con año en Jalisco
(SEMARNAT-SNIARN, 2013)

(Miles de toneladas)

Tipo de basura	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Total de residuos sólidos urbanos reciclables	8 833	9 050	9 247	10 619	11 166	11 415	11 657	11 903	13 335	13 594	14 209	14 565
Residuos varios	7 941	8 136	8 313	9 572	10 006	10 229	10 447	10 605	12 042	12 276	12 831	13 153
Papel, cartón, productos de papel	4 324	4 430	4 527	4 905	5 160	5 275	5 388	5 489	5 199	5 300	5 540	5 679
Textiles	458	469	479	497	520	530	542	552	538	548	573	587
Plásticos	1 346	1 379	1 409	2 014	2 116	2 162	2 208	2 223	4 094	4 174	4 362	4 472
Vidrios	1 813	1 858	1 898	2 156	2 210	2 262	2 309	2 341	2 211	2 254	2 356	2 415
Metales	891	913	933	1 047	1 160	1 186	1 210	1 298	1 293	1 318	1 378	1 413
Aluminio	492	504	515	586	606	620	633	650	650	663	693	710
Ferrosos	247	253	259	283	329	336	343	410	408	415	434	445
Otros no ferrosos a	152	156	159	178	225	230	234	238	235	240	251	257

Nota: Algunos totales no coinciden debido a que así lo publica la fuente.
Las cantidades indicadas como reciclaje, corresponden a los materiales recuperados en los sitios no controlados de disposición final.
El total que se recicla en el país es una cifra mayor ya que incluye también lo que se separa en diversas fuentes de generación y es llevada por los usuarios a centros de acopio (es aquí donde puede aumentar con los programas de separación en las fuentes), más lo que se recupera en contenedores y vehículos de recolección.
Para los datos del 2010 la fuente considera la información del Censo de Población y Vivienda, 2010.
a Incluye cobre, plomo, estaño y níquel.

Fuente: SEMARNAT. SNIARN. Módulo de Consulta Temática. Dimensión Ambiental. Residuos Sólidos Urbanos, 2012. www.semarnat.gob.mx (Consulta: 29 de junio de 2012).

Fecha de actualización: Viernes 29 de junio de 2012

2.5.2.2. Materia Orgánica

La naturaleza presenta diversas opciones para desarrollar productos innovadores que reduzcan las emisiones de CO_2 así como la generación de basura a través de los residuos sólidos y la contaminación al medio ambiente.

La hoja de palma ha sido utilizada a través de los años como techo de casas y materia prima para la elaboración de artesanías. En India existe un método antiguo de elaboración de platos para contener el alimento, fue así como Michael Dwork fundó VerTerra, compañía dedicada a la fabricación de platos a base de hoja de palma, con un diseño atractivo y cubriendo las medidas de higiene, así es como se vende esta colección.

Los platos no contienen ningún aditivo, ni cera, es sólo una hoja seca de palma con la forma de un plato. Las rayas que presentan los productos son marcas naturales de las hojas que se recolectan para hacer el producto.



Figura 7. Platos de Hoja de Palma Ver Terra (Queen, 2009)

Genaro Palacios fundador de Ambitentah! explica lo siguiente sobre los platos de hoja de palma:

“A diferencia de otros productos, pueden usarse en horno de microondas y convencional, tienen una dureza superior y son compostables, es decir, se degradan de manera natural en unos dos meses.”

Los platos se elaboran en India, país donde crece de manera abundante la materia prima. Luego de lavar las hojas (que miden de 2 a 3 m de largo), se introducen en prensas de termoformado, donde toman la forma deseada – ya sea platos redondos, cuadrados, rectangulares o hexagonales de diferentes tamaños – sin agregarle ceras o plásticos tóxicos. Posteriormente se esterilizan y empaican para su exportación. (Maubert Roura, 2011).

Las características de los productos que aparecen en la figura 8 son:

- ✓ 100% naturales, No químicos y cloro.
- ✓ No son tóxicos.
- ✓ No contienen plásticos ni ceras.
- ✓ 100% compostables.
- ✓ Hechos con plantas 100 renovables.
- ✓ Biodegradables (2 meses).
- ✓ Ningún árbol es talado, hechos con hojas secas ya caídas al suelo.
- ✓ Son esterilizados con rayos UV.



Figura 8. Vajilla de hoja de palma Ambianth! (Maubert Roura, 2011)

La fibra de Caña es otra de las materias primas orgánicas que se utilizan en la actualidad para fabricar envases desechables que sean biodegradables. La compañía packgreen señala en su página que el bagazo de caña es utilizado para dar apariencia de cartón al producto.

El bagazo es el desecho de la caña de azúcar después de ser procesada. El tiempo de recuperación es de un año. Dentro de las características que señalan son: (Greenhome, 2012).

- ✓ Resistencia al calor hasta 100°C
- ✓ Resistencia al agua
- ✓ Resistencia al aceite
- ✓ Uso seguro en Microondas
- ✓ Puede utilizarse en un congelador
- ✓ No concentra la humedad



Figura 9. Plato de bagazo de caña (Packgreen)

El uso de materiales alternativos como lo son la hoja de palma y el bagazo de caña, ha iniciado con un nuevo camino para el tema de los envases desechables. A pesar de los beneficios ecológicos que se presentan, el obstáculo principal al que se han enfrentado es la cuestión económica lo señala Genaro Palacios:

“Está el costo del producto en los anaqueles: un plato de unicel cuesta \$0.50 centavos la pieza, mientras que uno de palma va de \$3 a \$5 pesos” (Maubert Roura, 2011).

La compañía Ambientah! muestra en la tabla 5 una comparación en el desempeño de su producto en relación a envases desechables con otra materia prima ya sea orgánica o sintética

Tabla 5. Cuadro comparativo de Ambientah! Vs. Otros materiales (Ambientah!, 2012)

Cuadro comparativo de <i>ambientah!</i> vs. otros materiales						
	<i>ambientah!</i>	Bambú	Plástico reciclado	Papel reciclado	Caña de azúcar	Bioplástico de maíz
Biodegradable	★★★★	★★			★★★	★
Compostable	★★★★	★★				★★
Dureza	★★★	★★★	★★★★	★	★	★★
Material renovable	★★★★	★★			★★	★★
Resistente al sol	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★
Uso microondas	★★★	★★	★★★★	★★	★★	★
Alimentos calientes	★★★★	★★★	★★★★	★★★	★★	★
Líquidos calientes	★★★★	★★★	★★★★	★★★	★★	★
Uso horno	★★★	★★				★


 Todos los derechos reservados ambientah! 2010. Diseño Web Dao Comunicación.com
 Aviso Legal y Políticas de Privacidad

2.6. Análisis de Ciclo de Vida

El análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta que permite medir el impacto ambiental de un producto, servicio, proceso o sistema a lo largo de todo su ciclo de vida (desde la extracción de la materia prima hasta su disposición final). La principal característica es su enfoque integral, se analiza el sistema completo en cada una de sus etapas, con el objetivo de identificar los puntos claves de generación de impactos.

El Análisis de Ciclo de Vida de acuerdo con la Norma ISO 14040

Es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados con un producto: compilando un inventario de entradas y salidas relevantes del sistema; evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio. (ISO, 2006).

2.6.1. ACV contenedor de hoja de palma

El ciclo de vida de dicho producto inicia desde la obtención de la materia prima, su transformación y disposición final.

El proceso de fabricación es el siguiente:

1. **Obtención de Materia prima:** Recolección de la hoja seca de palma en el suelo, aproximadamente de 2 a 3 metros de largo.
2. **Proceso de Fabricación:**
 - a. Humectación: Lavado en agua de manantial de fuentes locales.
 - b. Prensado: Se pasa el material a las prensas de termoformado donde tomarán la forma deseada (cuadrado, redondo, rectangular o hexagonal).
 - c. Esterilización: El producto pasa por rayos UV para eliminar cualquier bacteria que pudiera tener.
 - d. Empaque: El producto es empacado para su exportación.
3. **Distribución:** Exportación a distintas partes del mundo.
4. **Uso:** No se consideran entradas de materia prima y energía o emisiones ya que el contenedor se utiliza en una sola ocasión.
5. **Fin de Vida:** Se considera que los contenedores se van en los residuos iniciando así su proceso de degradación en los vertederos.

A continuación la figura 10 muestra el diagrama del ACV para los platos de hoja de palma con el objetivo de clarificar el proceso.

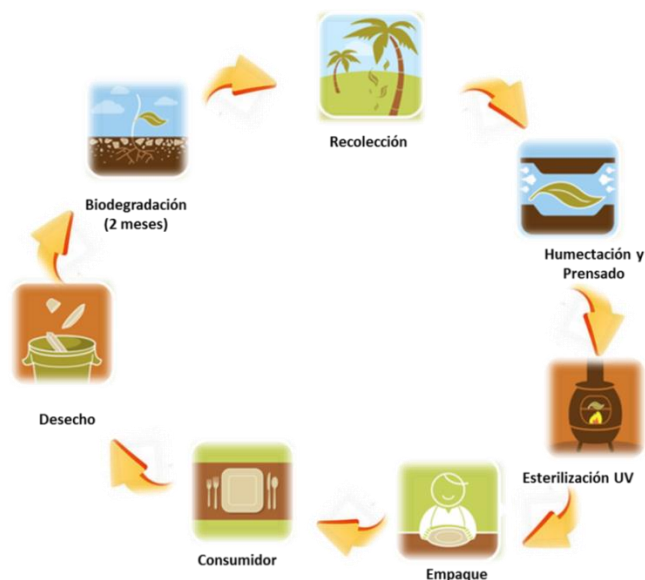


Figura 10. ACV del plato de hoja de palma (Verterra, 2011)

2.6.2. ACV contenedor de EPS

El proceso determinado en el Informe de Análisis de Ciclo de Vida de vasos desechables en México que sigue un contenedor elaborado con EPS es el siguiente:

- **Obtención de materia prima:** Perlas de EPS y material de empaque (Bolsas de PE y cajas de cartón corrugado), así como su transporte a la planta productiva.
- **Producción de contenedor EPS:** Generación y consumo de energía eléctrica y gas natural, emisiones y residuos correspondientes de la fabricación.
- **Distribución:** Transporte de los contenedores desde la planta productiva hacia los sitios de venta y hacia donde el consumidor final lo utiliza.
- **Uso:** No se consideran entradas de materia prima y energía o emisiones ya que el contenedor se utiliza en una sola ocasión.
- **Fin de vida:** Se considera los contenedores, después de su uso, se llevan al relleno sanitario o a reciclaje.



Figura 11. ACV del contenedor de EPS
(Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable, 2013)

2.7. La hoja de plátano y la gastronomía

Desde tiempos ancestrales la hoja de plátano se ha utilizado como plato para contener alimento en regiones de India, se acostumbra servir a los invitados la parte

superior de la hoja, mientras la familia toma la parte inferior, se sientan en el suelo y se consumen los alimentos, como se muestra en la figura 12.

Son reconocidos los beneficios que otorga el utilizar la hoja de plátano (Gupta, 2015) para contener los alimentos, entre ellos destaca el contenido de polifenoles con los que cuenta la hoja. Los polifenoles son compuestos que presenta una estructura molecular caracterizada por la presencia de uno o varios anillos fenólicos. (Quiñones, Miguel, & Aleixandre, 2012). Son conocidos como antioxidantes naturales y su función es reducir el número de radicales libres y prevenir enfermedades. Adquirir los polifenoles de la hoja de plátano sería bastante complicado de digerir, es por ello que al estar en contacto el alimento con la hoja de plátano se transfieren los polifenoles al alimento que será ingerido, de esta manera se obtiene el beneficio de los mismos. (Cocina y Vino , 2015).



Figura 12. India uso de hoja de plátano como contenedor de alimentos
(Cocina y Vino , 2015)

Se cree que las hojas de plátano tienen una propiedad anti-bacterial, lo que reduce la posibilidad de caer enfermo si se consumen los alimentos directamente de la hoja.

La hoja cuenta con una capa de cera, que al momento de estar expuesta al calor ya sea de la flama o comida caliente, sella la hoja impidiendo el escurrimiento o filtración de la comida, y aportando un sabor distintivo al alimento.

El proceso para limpiar la hoja y tenerla lista para colocar el alimento es sencillo únicamente utilizar agua para retirar la suciedad de la misma, así se evita llevar los residuos del jabón y otros químicos al organismo del consumidor.

En México se utiliza la hoja de plátano para envolver los tamales debido a su resistencia y a la manipulación de la misma en el proceso de elaboración. Adicional a ello la hoja proporciona un sabor distintivo al platillo. De acuerdo al Inecol la hoja debe de cumplir con las siguientes características:

Resistir el soasado a fuego directo y envolver completamente la masa antes y después de su cocimiento, ser flexibles y resistentes cuando son sometidas a la presión de ebullición o al vapor. (Lascurain Rangel, Avedaño Reyes, Angeles Álvarez, Dávalos Sotelo, & Zarate Morales, 2013).

El procedimiento que se sigue para tratar la hoja antes de iniciar con la preparación de los tamales es el siguiente:

“La mayoría de las hojas son empleadas en forma fresca que se someten a un soasado y/o soasado con vapor para poderlas suavizar y doblar.” (Lascurain Rangel, Avedaño Reyes, Angeles Álvarez, Dávalos Sotelo, & Zarate Morales, 2013).

Es en el proceso de soasado donde la hoja suelta la cera y se vuelve impermeable, no dejando que ningún tipo del líquido del guisado o la masa se filtre.



Figura 13. Tamales en hoja de plátano (Cocina y Vino , 2015)

2.8. Observaciones y Comentarios

Es así como ha cobrado importancia el tema de los residuos para la humanidad, existe una estrecha relación entre el consumo de productos y la generación de residuos.

La información proporcionada facilita la definición del estatus del estado de Jalisco en cuanto a la generación de RSU, así como el sistema de recolección del mismo y las herramientas utilizadas para lograr su objetivo. Tanto en Jalisco como en la República Mexicana el incremento en la generación de RSU ha sido bastante notable en los últimos años, lamentablemente la estructura de los sistemas de recolección no es la adecuada para cubrir dicho incremento, la realidad es que falta infraestructura y concientizar a la sociedad de la huella que día con día se va generando de acuerdo a nuestro consumo.

El esfuerzo realizado por personas que buscan desarrollar productos que impacten menos al medio ambiente se va dando como es el caso de Ver Terra, Ambientah!, Packgreen y Greenhome, la realidad es que son productos que se fabrican en otros lugares, por ejemplo, India a pesar de que su proceso de fabricación es bastante sencillo el costo se incrementa por los traslados del material al ser exportado y surge la pregunta: ¿Qué tan sustentable es traer los platos de palma de la India, la contaminación por los traslados contra el desarrollar un producto en México que quizás es más contaminante a primer instante pero genera fuentes de empleo en la región y no tiene tantas emisiones de CO_2 ?

Por otro lado, la realidad es que las características que ofrecen de algunos de estos productos a base de materia orgánica no es verdad, ocasionando costos extra a las personas que compran el producto. La compañía Sabor Gourmet utilizó los productos a base de bagazo de caña y no fueron funcionales para ellos a pesar de que en las características menciona que el material puede estar en el congelador, o refrigerador y permite que la comida no se humedezca, esto desde mi punto de vista limita el área de aplicación de estos desarrollos. El precio es intermedio entre los platos de hoja de palma y el unicel estando alrededor de los \$2.50 por pieza.

Capítulo 3

Experimentación

3.1. Planteamiento del Experimento

La presente investigación tiene como objetivo demostrar la hipótesis la cual consiste en analizar si la hoja de plátano pueda ser utilizada como materia prima para la elaboración de un contenedor desechable para alimentos.

Existe nula información sobre el uso de la hoja de plátano en el desarrollo de contenedores desechables para alimentos, es así como se determina que la investigación es de tipo exploratoria.

La investigación se realiza en el municipio de Zapopan, Jalisco. Las hojas son obtenidas en la cadena comercial Chedraui por la practicidad que esto representa. Los procedimientos son realizados dentro de las instalaciones de la Universidad Panamericana y del Departamento de Madera, Celulosa y Papel del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara.

Los experimentos que se realizan en los laboratorios tienen como objetivo analizar el comportamiento de la hoja de plátano. Las pruebas son:

- Uso de la prensa de membrana
 - Estado natural de la hoja
 - Estado natural más aglutinante
 - Engrudo

- Gel a base de linaza
- Baba de nopal
- Pulpa de sábila
- Hoja de plátano en combinación con pulpa de papel
 - Hoja de plátano en fresco más pulpa de papel
 - Hoja de plátano soasada más pulpa de papel
 - Hoja de plátano cocida con reactores químicos en combinación con la pulpa de papel.

Las características básicas del contenedor son determinadas a base de la investigación previa de contenedores elaborados con materiales biodegradables.

Los paquetes comprados en la cadena comercial Chedraui constan de tres a cuatro hojas de plátano de distintas medidas y peso. Son excluidas las partes secas, amarillentas o con algún daño generado por la manipulación de las mismas.

Para cada uno de los experimentos en estado natural el tamaño de la hoja es el mismo. Mientras para la combinación con la pulpa de papel la medida puede variar de acuerdo al bastidor utilizado para la elaboración de la hoja, esto en ningún momento afecta las conclusiones de la investigación.

La prensa de membrana se localiza en las instalaciones de la Universidad Panamericana Campus Guadalajara. Para las mezclas de pulpa de papel y hoja de plátano se pidió apoyo al técnico académico Jorge Gabriel Fuentes Martínez experto en el área de elaboración de papel artesanal dentro de las instalaciones del Departamento de Madera, Celulosa y Papel del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara.

La información obtenida del experimento es meramente informativa, con el objetivo de definir el comportamiento de la hoja de plátano al momento de ser sometida a distintos tratamientos buscando fijar una forma, por lo tanto no se lleva ningún método estadístico para el análisis de la información obtenida de manera experimental.

El registro de los datos es enfocado en la observación, plasmando el desempeño de la hoja, registrando coloración, rigidez al momento de darle una curvatura, acabado interior y acabado exterior.

Se determina el uso de la letra A para las pruebas realizadas con la prensa de membrana y la letra B para las pruebas realizadas en combinación con técnicas de papel artesanal.

3.2. Método de Medición

En este apartado se describen los elementos utilizados para la realización del experimento, entre ellos la materia prima en este caso la hoja de plátano, las herramientas o maquinaria que son utilizadas para la realización del mismo. De igual forma se describen los aglutinantes y los reactivos químicos, sus características, ventajas y desventajas que pueden presentar durante el proceso de la obtención del contenedor desechable.

3.2.1. Hoja de Plátano características y propiedades

Para lograr el desarrollo del contenedor a base de hoja de plátano es indispensable conocer el comportamiento de la hoja, sus características y propiedades, todo esto con el objetivo de aprovechar sus atributos y buscar soluciones para aminorar sus debilidades en el desarrollo de la propuesta planteada en la hipótesis.

El plátano proviene de Asia, en el siglo XV fue llevado a las Islas Canarias y de ahí en 1516 es cuando llega a América a través de la conquista. De acuerdo a la Secretaría de Ganadería, Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) el cultivo de plátano es el cuarto más importante del mundo y son los países Latinoamericanos y del Caribe los que producen la mayor cantidad para el comercio internacional. Existen una gran variedad de especies, son más de 100 las características morfológicas que los distinguen, entre las que destacan: la altura, el color del pseudo tallo, tipo y orientación del racimo; longitud del pedúnculo; forma

tamaño, número y curvatura de la fruta, entre otras. (Nadal-Medina, Manzo-Sánchez, Orozco-Romero, Orozco-Santos, & Guzmán-González, 2009).

Se clasifica como hierba debido a que todas sus partes aéreas mueren y caen al suelo al terminar el ciclo de cultivo. En la figura 14 se muestra un diagrama con todos los elementos que conforman la planta.

La hoja de plátano es el elemento principal con el que la planta realiza la fotosíntesis. De acuerdo a la información proporcionada por Promusa:

Cada hoja emerge desde el centro del pseudotallo como un cilindro enrollado (ver hoja cigarro). El extremo distal de la vaina foliar que se está alargando se contrae hasta formar un pecíolo, más o menos abierto dependiendo del cultivar. El pecíolo se convierte en la nervadura central, que divide el limbo en dos láminas medias. La parte superior de la hoja recibe el nombre de superficie adaxial mientras la parte inferior recibe el nombre de superficie abaxial.

Las primeras hojas rudimentarias producidas por un retoño en crecimiento se llaman hojuelas. Las hojas en estado maduro que se denominan hojas verdaderas, constan de vaina, pecíolo, nervadura central y limbo. En las láminas, las nervaduras van en paralelo en forma de s larga, desde la nervadura central hasta el margen. Como no se ramifican, las hojas se rasgan fácilmente. (Vézina & Baena, 2014)

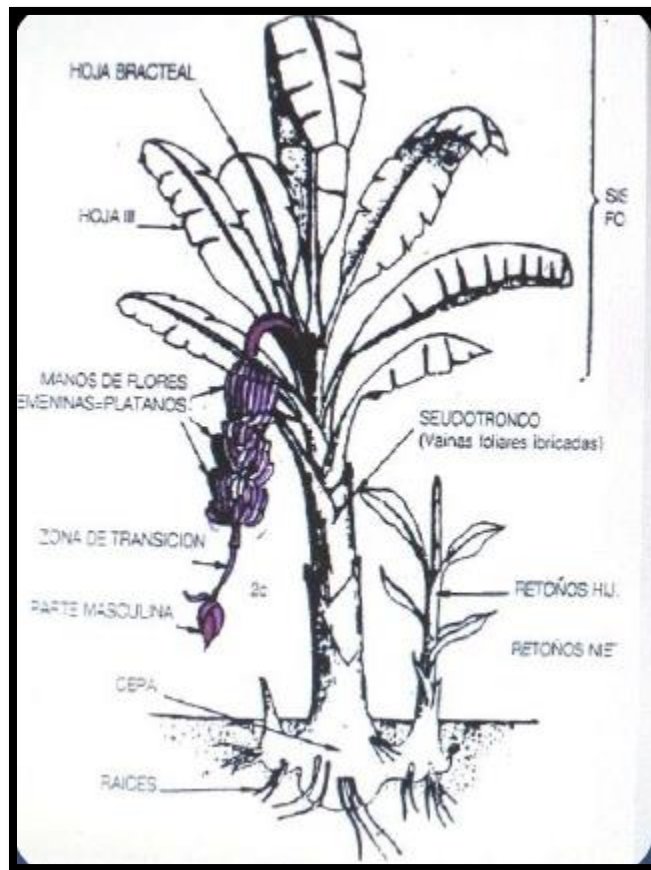


Figura 14. Diagrama de elementos planta de plátano (Ramos Tovar, 2012)

La hoja se desarrolla en cinco etapas, la primera consiste en comenzar con el brote pegado a la hoja anterior, la siguiente etapa va creciendo en tamaño, pero aún no ha alcanzado su longitud, posteriormente la hoja cigarro es independiente esto significa que ha alcanzado su longitud y se ha incrementado el diámetro.

La penúltima etapa consiste en el lado izquierdo se comienza a desplegar y vértice se comienza a abrir. Finalmente la parte superior de la hoja queda desplegada y la base queda en forma de cono, como se muestra en la figura 15.

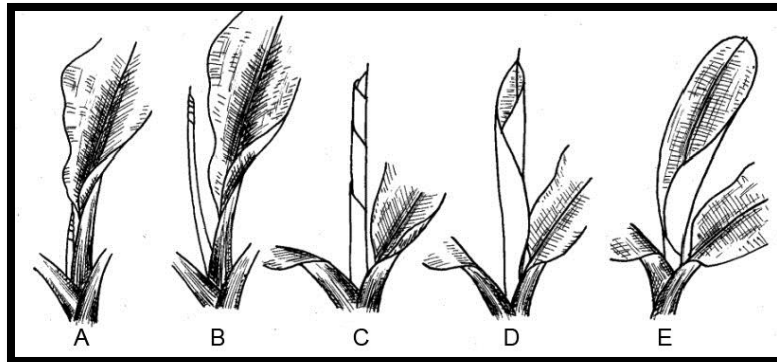


Figura 15. Etapas desarrollo hoja de plátano (Vézina & Baena, 2014)

En la figura 16 se muestra de manera más detallados los elementos que conforman la hoja de plátano:

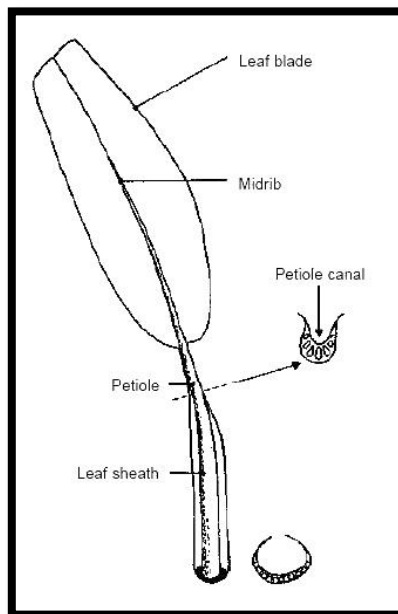


Figura 16. Elementos de la hoja de plátano (Vézina & Baena, 2014)

La longitud de la hoja (medida en su punto máximo), de acuerdo con Promusa :

- $\leq 170\text{ cm}$
- 171 a 220 cm
- 221 a 260 cm
- $\geq 261\text{ cm}$



Figura 17. Hoja de plátano vista frontal y de un costado (Cocina y Vino , 2015)

3.2.2. Prensa de membrana

El uso de la prensa de membrana es conocido para moldear láminas para enchapar la madera, de acuerdo con Carlos Elías Sepúlveda:

La prensa de membrana permite utilizar el material para laminar (foil, PVC, chapilla de madera, entre otros) en las medidas exactas de la pieza que se va a enchapar, gracias a que su membrana de caucho – cuando es aplicado el vacío – adopta la forma de la pieza y ejerce presión sobre ella, acción que combinada con una temperatura ideal, brinda un proceso de enchape rápido y efectivo que da como resultado piezas con características adecuadas para el mercado. (Sepúlveda, 2012).

Es de acuerdo a la definición anterior lo que determina el uso de la prensa de membrana mostrada en la figura 18 con el objetivo de darle forma a la hoja de plátano. Para lograrlo se elaboran unos moldes de madera sólida y de fibra de densidad media (MDF) con forma curva en sus extremos y una cara plana, como lo muestra la figura 19, esto con el objetivo de colocar la hoja de plátano sobre dicho

molde, siendo a través del calor y la presión generados con la prensa de membrada la adquisición de la forma.



Figura 18. Prensa de Membrana (Sepúlveda, 2012)



Molde 1

MDF Puntas rectangulares

Molde 2

MDF Puntas más suaves



Molde 3

Madera Sólida Puntas redondeadas

Figura 19. Moldes de madera utilizados en la prensa de membrana.

El procedimiento para el uso de la prensa de membrana es bastante sencillo, el primer paso es abrir la tapa, es importante considerar que dicha tapa se compone de dos partes, la tapa superior en donde se localizan las resistencias que transmitirán la temperatura y la membrana la cuál será la que esté en contacto con la base para generar el vacío, ésta última es la que estará en contacto con la pieza.

Una vez abiertas las dos tapas se coloca sobre la base de la prensa la pieza que se quiere procesar. Se prosigue con el cierre de la membrana y de la tapa y se asegura a través de unos cinchos localizados en la base de la prensa.

Se procede con encender la máquina, se prenderán los dos botones en verde, indicando que la máquina está lista para poder ejercer presión e incrementar la temperatura.

Se gira la perilla de off a on, y la máquina comienza a generar la presión así como a iniciar con el aumento de temperatura reflejándose en el display de la base. En la figura 20 se muestra un esquema sencillo con el procedimiento.

En el momento que se quiera retirar la pieza es necesario girar nuevamente la perilla de on a off y permitir que disminuya la temperatura y la presión hasta el nivel mínimo para posteriormente proseguir con la liberación de los cinchos y la apertura tanto de la tapa como la membrana.

La definición anterior integra el concepto de cuerpo compacto, característica que se busca en el desarrollo del contenedor desechable, esto se logra a través de la cohesión. Es así como se emplearán distintas sustancias como aglutinantes para analizar su comportamiento al ser procesados por la prensa de membrana y la elaboración de papel artesanal.

Existen aglutinantes algunos de origen natural, otros sintéticos y azúcares. En su informe de tesis Eder Flores (Flores Marroquin, 2010) menciona la importancia de la cantidad de aglutinante utilizado ya que puede complicar el proceso de desintegración o en nuestro caso degradación del contenedor.

3.2.3.1. Engrudo

Los granos de almidón de maíz al entrar en contacto con agua a una temperatura entre 60°C y 62°C se hinchan hasta destruirse integrando la sustancia sin conservar una forma establecida. A esta disolución de tipo gel se le denomina engrudo de almidón. (KLages, 1968, pág. 368).

En la revista de ingeniería de la construcción se menciona que el aumento de los granos de almidón al hincharse van directamente relacionados con la viscosidad del engrudo (Chanchí Golondrino, Bonilla Campos, Gaviria Rojas, & Giraldo López, 2008).

La receta definida para utilizarse en el experimento se detalla a continuación: (Kohl, 2005, pág. 75).

Ingredientes

- 1 ½ taza de harina
- 3 tazas de agua fría

Procedimiento:

- Mezclar los ingredientes

- Calentar a fuego lento la mezcla hasta que espese y adquiera una consistencia cremosa.
- Añadir más agua en caso de que resulte demasiado espesa
- Enfriar el engrudo

La figura 21 muestra las etapas de la elaboración del engrudo de almidón:



Figura 21. Proceso de elaboración del almidón de maíz (kiwilimon, 2010-2015)

3.2.3.2. Gel a base de linaza

El gel a base de linaza es de la marca Farelli (ver Figura 22), su característica es la extra fijación que da al cabello. Está compuesto de agua, carbomero, extracto de linaza, propilenglicol, trietanolamina, conservador y fragancia.

El aceite de linaza es muy utilizado como aglutinante en el arte para dar un acabado tipo esmalte a los pigmentos.



Figura 22. Gel de Linaza Farelli (Atzziri Belleza, 2013)

3.2.3.3. Baba de Nopal

La baba de nopal es utilizada desde tiempos de Teotihuacán, mejor conocida como mucílago, se utilizaba para dar un cierto grado de dureza e impermeabilidad a paredes y fachadas. (Universidad Autónoma de México , 2008).

El proceso de obtención es bastante sencillo (SEMA Edo. México) :

- Picar el nopal
- Colocar los nopales picados en un recipiente con poca agua
- Tapar el contenedor
- Dejar reposar durante tres días



Figura 23. Nopal Mexicano (Agencias, 2015)

La baba de nopal obtenida es la que se utilizará como aglutinante para el experimento. Un ejemplo de está lo muestra la figura 24.



Figura 24. Ejemplo de baba de nopal (Notimex, 2015)

3.2.3.4. Pulpa de Sábila

La sábila es una planta que ha sido utilizada desde la antigüedad por distintas civilizaciones. En México la sábila tiene diversas aplicaciones dentro de las cuales su proceso es artesanal y principalmente medicinal.

En el libro Los Bloques de Tierra Comprimida (BTC) en zonas húmedas (Salvador & Gutiérrez, 2010) se determinan diversos usos de la sábila y similitudes con el mucílago de nopal.

- Industria farmacéutica: catalizador en procesos celulares.
- Alimentos: elaboración de bebidas refrescantes y nutritivas.
- Agronomía: como repelente e insecticida en larvas presentes en algunas plantas tuberosas. En experimentos con papa ha presentado una acción inhibitoria de enfermedades virales presentes en el tubérculo.

Las similitudes en la composición química entre el mucílago de nopal y el de sábila radica en que ambos contienen macromoléculas compuestas por unidades de glucosa conocidas

como biopoliméricas, sólo que el mucílago de nopal contiene menor cantidad de biopolímero. Estos polímeros podrían mostrar efectos cohesivos entre partículas, a diferencia de diversas sustancias no poliméricas. (Salvador & Gutiérrez, 2010).

El proceso de extracción de la pulpa de sábila consiste:

- Cortar la hoja de sábila en cuadros más pequeños.
- Retirar los costados con un cuchillo.
- Abrir cuidadosamente la hoja dejando el gel interior pegado a uno de los extremos.
- Retirar el extremo rígido de la hoja del gel.
- En un contenedor ir almacenando el gel de sábila.
- Raspar con una navaja o cuchillo plano los extremos rígidos de la hoja de sábila para extraer la mayor cantidad de gel.

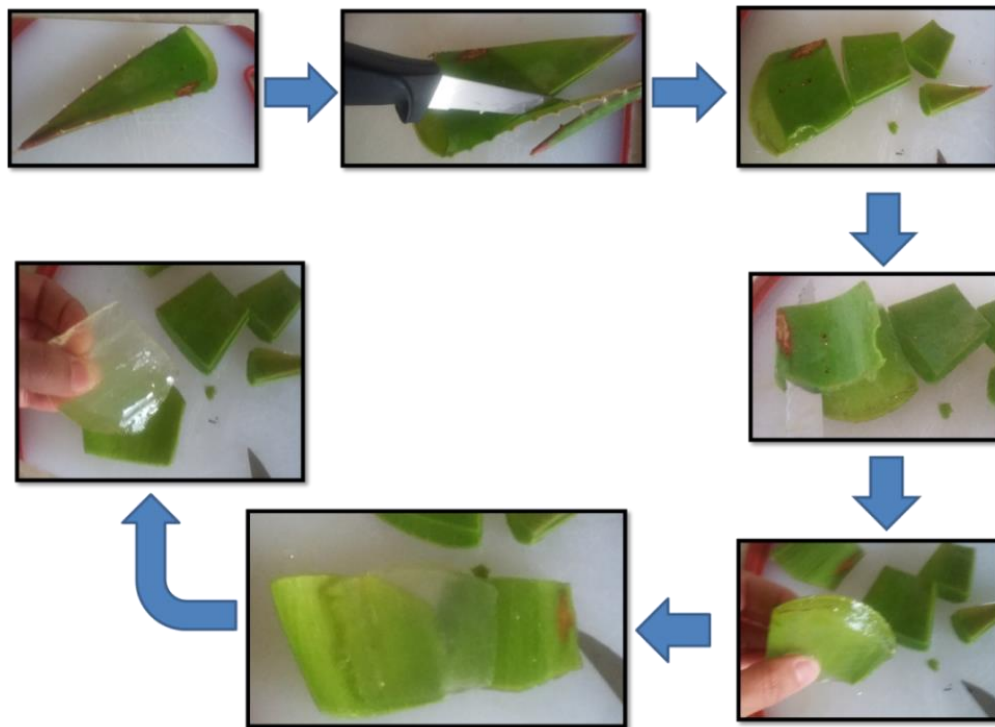


Figura 25. Proceso obtención gel de sábila

3.2.4. Elaboración de Papel Artesanal

La fabricación de papel artesanal viene de mucho tiempo atrás, en México el amate fue utilizado por los mexicas, quienes en el siglo XVI llegaron a dominar el territorio mesoamericano.

El procedimiento utilizado en la elaboración de papel artesanal, permite darle una forma al contenedor desechable que se está desarrollando.

La combinación de fibras cocidas y entrelazadas a través del golpe de una piedra volcánica es lo que se le conoce como amate, la plancha de fibra ya completamente cerrada, se pone a secar al sol, una vez seca se obtiene el amate. De manera general el procedimiento se muestra en la figura 26. De acuerdo a información del técnico académico Jorge Fuentes experto en el área de papel artesanal, no se puede denominar papel al amate, es más un protopapel o un pseudopapel.



Figura 26. Procedimiento Elaboración Papel Amate
(López, Quintana Isaías, & Meeren, 2009)

El proceso utilizado para la elaboración de papel artesanal es el siguiente:

- Cortar las hojas de la fibra que se utilizará en pedazos alrededor de 20 cm.

- Cocer las hojas de la fibra aproximadamente 2 horas, utilizar sosa cáustica (NaOH) o cal (CaO) para la eliminación de la lignina.
- Limpiar con agua los restos de la fibra cocida.
- Recuperar la fibra de las hojas.
- Moler la fibra.
- Colocar la fibra en tinas con agua.
- Utilizar un bastidor para dar forma plana a la fibra.
- Escurrir el agua excedente.
- Prensado.
- Proceso de secado.

3.3. Diseño de Herramienta de Medición

La investigación en curso es de carácter experimental por lo que las herramientas de medición dependerán de la realización del experimento para corroborar o refutar la hipótesis planteada en el capítulo uno.

Con la información obtenida en el marco teórico se determinó que no existe información sobre el uso de hojas de plátano en el desarrollo de contenedores desechables, por lo tanto, la investigación además de ser experimental es exploratoria. Basado en lo anterior las herramientas de medición son creadas con el propósito de analizar el comportamiento de la hoja y afirmar o desestimar la hipótesis planteada

3.3.1. Diseño del experimento

3.3.1.1. Experimento con la Prensa de Membrana

Para el desarrollo del experimento se tuvo la asesoría de la profesora Emma Cristina Berber Iñiguez encargada del Centro de Manufactura y Diseño de la Universidad Panamericana.

Se utiliza una pieza de rectangular de MDF o madera aproximadamente de 6.1" x 3.94" x 1.38" (15 cm x 10 cm x 3.5 cm) una de sus caras queda plana, la otra parte de la pieza es curvada simulando la forma de una contenedor para hamburguesas conocido como almeja, como se muestra en la figura 27.



Figura 27. Charola en forma de almeja para hamburguesas
(Ecodei S.A. de C.V.)

De la hoja de plátano completa, se corta un cuadro de aproximadamente 25 cm x 25 cm. Se coloca sobre el cuadro de madera posterior a ello dos hojas de papel tipo servilleta son colocadas una en la parte plana y la otra sobre la hoja de plátano.

Se introduce la pieza en la prensa de membrana, se asegura las dos secciones de la prensa y comienza el funcionamiento. La prensa de membrana trabaja con temperatura y presión al mismo tiempo, por lo tanto, es visible al levantar la sección exterior de la prensa, que las ventosas succionaron el aire y está la forma de la madera sometida a temperatura y presión.

Este mismo procedimiento es llevado acabo aplicando a la hoja completa los distintos tipos de aglutinantes con el objetivo de lograr que la hoja mantenga la forma de la pieza de madera.

La temperatura y presión de la prensa se mantiene para todos los experimentos 52°C y -5 bares de presión aplicada.

3.3.1.2. Experimento con papel artesanal

El proceso de elaboración de papel artesanal fue guiado por el técnico académico Jorge Gabriel Fuentes Martínez en las instalaciones del Departamento de Madera, Celulosa y Papel del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara.

Los tanques donde se encuentra la fibra de agave, pulpa de papel reciclado u otras fibras se muestran en la figura 28.



Figura 28. Charola en forma de almeja para hamburguesas (Ecodeli S.A. de C.V.)

3.3.1.2.1. Prueba B1

Se toma un bastidor y se llena con fibra de agave y fibra de papel reciclado (ver Figura 29), posteriormente se hacen unas pequeñas ondas para que se aprecie la hoja de plátano al momento de secado, como se puede ver en la figura 30.



Figura 29. Bastidor con fibra de agave y fibra de papel reciclado



Figura 30. Bastidor con fibra de agave y fibra de papel reciclado con ondas

Se coloca un pedazo completo de hoja de plátano fresca con la cara verde hacia abajo y se sumerge dicho bastidor en pulpa completa para cubrir toda la parte posterior de la hoja de plátano. Como se muestra en la figura 31.



Figura 31. Prueba B1 en proceso de secado

La hoja de plátano al momento del proceso de secado estaba separándose de la hoja base, por lo tanto, se procedió a aplicar pegamento blanco entre la hoja de plátano y la base de fibra de agave y pulpa de papel para lograr la integración en el contorno de la prueba.



Figura 32. Prueba B1 Fibra de agave, pulpa de papel reciclado, hoja de plátano verde y pulpa completa seca.

3.3.1.2.2. Prueba B2

En esta prueba se mezcla fibra de papel reciclado, más fibra de agave, más pétalos de rosas en un entramado de hoja de plátano y éste es cubierto finalmente por la mezcla de fibra para la cara posterior.

En el bastidor se coloca la fibra de papel reciclado con la fibra de agave y los pétalos de rosa, encima de esto se colocan las tiras de hoja de plátano verde con la cara verde hacia arriba formando un entramado (véase Figura 33).



Figura 33. Prueba B2 Fibra agave, fibra de papel reciclado y pétalos de rosas con entramado de plátano

Al tener ya el entramado se procede con colocar sobre el bastidor un poco más de fibra, no completa la capa sino en ciertas zonas permitiendo que se perciba el entramado de hoja de plátano como se muestra en la figura 34.



Figura 34. Prueba B2 cubierta con fibra de papel reciclado en ciertas áreas

El contenido del bastidor se voltea en una base lisa para su proceso de secado a temperatura ambiente. (Véase la Figura 35, 36, 37)



Figura 35. Prueba B2 en proceso de secado



Figura 36. Prueba B2 en proceso de secado



Figura 37. Prueba B2 seca

3.3.1.2.3. Prueba B3

Esta prueba es muy similar a la prueba B2, la diferencia es que las tiras de hoja de plátano han sido soasadas. La fibra que se utiliza es fibra de agave con fibra de papel reciclado y pétalos de rosa.

Como se puede observar en la figura 38, el color de la hoja de plátano en la tabla de secado es mucho más intenso y oscuro que el de la prueba B2.



Figura 38. Prueba B3 en proceso de secado



Figura 39. Prueba B3 seca

3.3.1.2.4. Prueba B4

Cocer la hoja de plátano con sosa cáustica, las cantidades fueron las siguientes:

- 500 grs de hoja de plátano
- 15% de sosa cáustica



Figura 40. Proceso de cocimiento hoja de plátano.



Figura 41. Mezcla de Sosa Cáustica con agua proceso de cocción.

Procedimiento:

- El tiempo de cocción es aproximadamente 2 horas.
- Se deja remojar durante 18 horas y media en la solución.
- Se limpia con agua las hojas cocidas para eliminar el reactivo.
- Las hojas limpias son separadas y colocadas en uno de los tableros de secado.
- Se acomoda en forma de tramado separada unos 2 cms cada una.
- Con una piedra volcánica y presión suave se golpea la fibra hasta lograr la unión entre las mismas y formar una superficie plana. Así es como se logra el amate de hoja de plátano (ver figura 43).



Figura 42. Fibra seca cocida con sosa cáustica



Figura 43. Amate de Hoja de Plátano

3.3.1.2.5. Prueba B5

3.3.1.2.5.1. Prueba B5-a

Se utilizan las tiras obtenidas en la prueba B4 y se mezcla con el almidón de maíz. La mezcla es una y media taza de maicena a granel más tres tazas de agua de la llave, se disuelven los granos de maicena y posteriormente se calienta hasta que espese.

Procedimiento:

- Las tiras obtenidas en la prueba B4, son colocadas en una base plana con forma de espiral y golpeadas con la piedra volcánica.
- Un recipiente plano de melamina, es cubierto con plástico transparente de cocina.
- Se coloca el engrudo en las piezas en espiral.
- Se van colocando alrededor de la parte posterior del recipiente los espirales unidos por mismas tiras de plátano ya en forma de amate.
- Se deja secar el recipiente hasta que esté totalmente seco. Una vez seco se retira la muestra del recipiente como lo muestra la figura 44.



Figura 44. Prueba B5-a Seca Producto Final

3.3.1.2.5.2. Prueba B5-b

Las tiras obtenidas en la prueba B4 mezcladas con el engrudo, más fibra de agave y pulpa de papel reciclado.

Procedimiento:

- Se cubre un contenedor hondo de melamina con plástico transparente de cocina.
- Se aplica engrudo en toda la parte posterior del contenedor.
- Se sumerge el bastidor en el tanque de fibra de agave con pulpa de papel reciclado, así se cubre el bastidor con la fibra.
- En la parte superior del bastidor se colocan las tiras de plátano ya cocidas en distintas formas. (Ver Figuras 45 y 46)



Figura 45. Base de fibra de agave y papel reciclado con tiras de plátano cara superior



Figura 46. Base de fibra de agave y papel reciclado con tiras de plátano parte posterior

- La mezcla del bastidor es colocada con la cara superior hacia la parte posterior del contenedor.
- Se repite el procedimiento del bastidor la diferencia es que la cara se colocará con las tiras de hoja de plátano hacia el exterior, para darle un diseño al contenedor.
- Se cubre el contenedor con engrudo aplicado con las manos a lo largo de todo el contenedor.
- Se procede a dejarlo secar el contenedor al sol y dentro de un espacio tapado con ventilación, el tiempo necesario para poder ser desmoldado. En este caso fueron 24 horas. (Ver Figuras 47 y 48)



Figura 47. Prueba B5-b seco



Figura 48. Prueba B5-b seco base

3.4. Resultados

3.4.1. Resultados Prensa de Membrana

De la prueba A1 con la hoja de plátano en la prensa de membrana, la hoja no logra adquirir la forma de la pieza de madera, se cuartea por la presión del vacío generado por las ventosas. La hoja sigue con algo de humedad, no queda completamente seca.

Los resultados obtenidos en la prueba A2 al utilizar el engrudo como aglutinante, fue que la hoja de plátano quedó demasiado hidratada, no quedó completamente seca y al momento del secado a la intemperie perdió la forma de la pieza de madera.

Los resultados obtenidos en la prueba A3 con el gel de linaza, fue que la hoja de plátano se fracturó en distintos puntos debido a la resistencia de la linaza y a la composición de la hoja en forma natural.

Al utilizar la baba de nopal en la prueba A4 no fue suficiente la adhesión generada y no se logró que la hoja de plátano adquiriera la forma de la pieza de madera.

Los resultados obtenidos en la prueba A5 con la pulpa de sábila son similares a los de la baba de nopal, en este caso la deshidratación de la sábila por el calor de la prensa fue bastante y no generó cohesión con la hoja de plátano, por lo tanto, al finalizar el experimento no se logró que la hoja permaneciera en una forma determinada.

Adicional a los resultados del experimento, en la mayoría de los casos la hoja quedó cuarteada por la presión ejercida por la prensa de membrana, complicando que pudiera contener un alimento sólido. Así mismo, la temperatura hizo que la hoja cambiara de color a un verde oscuro y arrugado debido a la deshidratación del procedimiento.

3.4.2. Resultados Papel Artesanal

El resultado en la prueba B1 fue que la hoja de plátano mantuvo la humedad por lo que tardó mucho en el proceso de secado, y comenzó a generar humedad reflejado en las hojas de papel. Así mismo, la humedad reaccionó con la rigidez del papel fragmentando la hoja de plátano.

El resultado de la prueba B2 es que las tiras de plátano quedan detenidas entre las dos capas de fibra pero no se integran a la fibra, se percibe flexibilidad en las tiras. El color de las tiras sigue siendo verde.

El resultado de la prueba B3 es que las tiras de plátano soasadas quedan detenidas entre las dos capas, tienen mayor flexibilidad para moverse con el papel, el color de la tira es verde oscuro.

El resultado de la prueba B4 es la elaboración de una hoja amate de plátano, las fibras quedan entrelazadas, la hoja es tan delgada que su manipulación es algo difícil de manejar ya que no cuenta con mucha flexibilidad.

El resultado de la prueba B5-a es una superficie plana unida el engrudo y las tiras de plátano en espiral, la forma quedó plana irregular a causa del engrudo, es lo suficientemente rígida como para sostener el alimento, así mismo, por la estructura quedaron huecos entre los espirales que complica la función de contener alimento con algo del líquido.

El resultado de la Prueba B5-b es una pieza rígida con la forma del plato hondo de melamina, tanto por dentro como por fuera queda la vista de las tiras de hoja de plátano. El contenedor si toma la forma del objeto, se mantiene rígida, no presenta signos de flexibilidad por parte de alguna de sus paredes.

3.5. Observaciones y Comentarios

Al ser una investigación exploratoria el diseño del experimento fue bastante complejo de plantear, en su momento se consideró que la prensa de membrana al

ser utilizada para recubrir piezas de aglomerado de fibra de madera MDF por sus siglas en inglés (Medium Density Fiberboard) podía llegar a ser una opción para darle forma a la hoja. Al comprender el funcionamiento de la hoja de plátano y al preguntar con distintos expertos entre ellos el Ing. Francisco Castro, fue quien recomendó y contactó con el experto en papel artesanal el Tec. Jorge Fuentes Martínez.

Al plantear el experimento comentó que no se había trabajado con la hoja de plátano debido a que tiene poca celulosa, fue así que recomendó la mezcla con fibra de agave y pulpa de papel reciclado para buscar darle la rigidez que planteada como una de las funciones que debe tener el contenedor.

El uso de la sosa cáustica en el experimento fue por practicidad debido a que era lo que en su momento se tenía en el laboratorio. El procedimiento se puede lograr utilizando cal, los tiempos de cocción serán más largos y la composición del reactivo debe de ser entre un 20% y 25%.

Al momento de enjuagar las hojas cocidas, se debe de eliminar cualquier resto de sosa cáustica, una futura línea de investigación podría ser analizar la reacción de esta hoja después del enjuague al ser sumergida en una solución de agua con bicarbonato de sodio para neutralizar los restos que pudieran quedar de sosa cáustica.

Por otro lado será interesante analizar una forma para aprovechar las bondades de la impermeabilidad de la hoja de plátano y la rigidez que pueda ofrecer alguna fibra como la fibra de agave.

Así mismo, se puede experimentar el comportamiento de las fibras utilizando otro tipo de aglutinante, para agilizar el proceso de degradación del producto.

En un futuro se pueden realizar la prueba de laboratorio que hacen en la UNAM para medir el tiempo de degradación del producto frente a distintos escenarios para corroborar la ventaja competitiva del contenedor.

Capítulo 4

Análisis de Resultados

4.1. Introducción

Este capítulo consiste en el análisis de la información obtenida de los experimentos realizados con la hoja de plátano, los distintos aglutinantes y procedimientos llevados a cabo con el objetivo de confirmar o desestimar la hipótesis planteada en el capítulo uno.

Como se mencionó anteriormente el desarrollo de esta investigación es exploratorio y experimental, por lo tanto, la observación es una de las herramientas utilizadas para explicar el resultado de cada uno de los experimentos.

El aspecto más importante a destacar es que la hoja pueda tener la suficiente rigidez para soportar alimentos, sin humedecerse o desintegrarse antes de cumplir la función básica. Aunado al objetivo principal, se analiza el color de la hoja y la flexibilidad de la misma.

Es este capítulo donde se detallan las observaciones de cada uno de los experimentos, como reaccionó la hoja, qué propiedades si se mantienen y qué desventajas se encuentran en el producto obtenido en cada una de las pruebas realizadas.

Por la definición de la hipótesis no es posible comenzar a medir con herramientas técnicas, temperatura, rigidez, tiempo de degradación, etc., debido a que el primer

paso es lograr que el recipiente conserve una forma para poder contener el alimento.

4.2. Método de Análisis

La observación es el instrumento para el análisis de los experimentos realizados en el capítulo anterior. Es uno de los métodos más antiguos de la recopilación de datos. La observación considerada científica es la que tiene como base una hipótesis previa a la cual se busca dar respuesta. De acuerdo al documento Introducción a la Psicología en el tema 4, el método observacional, se describen las características de la observación científica:

- *“Sirve a un objetivo ya formulado de investigación*
- *Es planificada sistemáticamente (¿qué se observa, cómo y cuándo?)*
- *Es controlada y relacionada con proposiciones más generales en vez de ser presentada como una serie de curiosidades interesantes.*
- *Está sujeta a comprobaciones de validez y fiabilidad” (Ramírez Fernández, 2014)*

La observación realizada en la investigación responde las siguientes preguntas:

- ¿Qué se observa? : Se observa el comportamiento de la hoja de plátano en cada uno de los experimentos realizados. Se analizan:
 - Cambio de coloración de la hoja.
 - Rigidez (capacidad para permanecer en la posición deseada).
 - Textura de la superficie.
 - Sinergia de la hoja y el aglutinante.
- ¿Cómo se lleva a cabo la observación? : Se realiza el experimento y se anotan las características observadas en relación a los puntos definidos a ser observados.

4.3. Análisis de la Muestra

4.3.1. Análisis Muestra: Prensa de Membrana

La prensa de membrana es el primer bloque de experimentos que se lleva a cabo y en relación a los resultados obtenidos es que se procede con la búsqueda de nuevos métodos para cumplir con el objetivo planteado en la hipótesis en el capítulo uno.

Prueba A1.- Hoja de plátano en estado natural

El color de la hoja sufrió cambios debido a la temperatura, por lo que presenta tonalidades verde oscuro y café.

La hoja intenta tomar la forma del molde, su rigidez no es suficiente como para contener peso de cualquier objeto. Pasado unas horas la forma del molde se pierde y queda una hoja arrugada con curvaturas desproporcionadas.

La textura de la hoja es seca debido a la temperatura de la prensa, esto ocasiona que la hoja se arrugue, presenta grietas a causa de la combinación de la presión ejercida y las esquinas del molde.

Prueba A2.- Hoja de plátano y engrudo

El color de la hoja sufrió cambios, debido a la temperatura, por lo que se presentan tonalidades verde oscuro y café. Así mismo, debido a la humedad del engrudo existen ciertas regiones con mucha humedad que destacan el color café amarillento.

Las tiras de hoja de plátano intentan tomar la forma del molde, su rigidez no es suficiente, la temperatura de la prensa no contribuye a que el engrudo llegue a secar, por lo que la pieza es retirada con bastante humedad. Después de un día secando la pieza sigue conteniendo humedad y pierde la forma original, queda una

especie de canoa mal formada y sin suficiente rigidez para soportar el peso de cualquier objeto en este caso alimentos.

La textura de la hoja es húmeda debido al engrudo, esto ocasionó que la hoja no se estirara de manera uniforme, quedando arrugas en ciertas zonas de la pieza. Así mismo, por la combinación de la presión ejercida, la resistencia del engrudo y las esquinas del molde, se presentan grietas en la parte central de la hoja impidiendo cumplir con la función principal de contener alimento.

La reacción de la hoja de plátano con el engrudo de almidón, se logra unir las tiras de hoja para dar una mayor estructura al contenedor.

Prueba A3.- Hoja de plátano y gel de linaza

El color de la hoja sufrió cambios, debido a la temperatura, por lo que se presentan tonalidades más cafés debido a la reacción con el gel de linaza.

Las tiras de hoja de plátano intentan tomar la forma del molde, su rigidez es muy poca, resiste objetos muy livianos pero no logra tener una base plana completamente, su base es flexible.

La textura de la hoja es seca y esto aunado a la presión ejercida por la prensa de membrana y las esquinas de la pieza ocasionó que se agrietara en varias ocasiones la hoja.

El comportamiento de las tiras de hoja de plátano con el gel de linaza fue que se pegaron muy bien las piezas pero al ser tan resistente el gel, agrieto la hoja.

La base de la hoja queda flexible, el gel no logra darle estructura a la hoja solamente unión y esto complica que se cumpla la primera función.

Prueba A4.- Hoja de plátano y sábila

El color de la hoja sufrió cambios, algunos debido a la temperatura del procedimiento, en este caso presenta tonalidades verde oscuro y en algunas zonas café.

La hoja intenta tomar la forma del molde, pero la sábila no logra interactuar con la hoja para unir las moléculas, por lo que se comporta como la hoja natural. La rigidez no es suficiente para contener el peso del alimento. La hoja queda arrugada en algunas partes.

La textura de la hoja es seca debido a la temperatura de la prensa, esto ocasiona que la hoja se arrugue, presenta algunas grietas a causa de la presión ejercida por la prensa de membrana.

Prueba A5.- Hoja de plátano y nopal

El color de la hoja sufrió cambios, debido a la temperatura y a la reacción del aglutinante, por lo que se presentan tonalidades café y verde oscuro. Así mismo, debido a la consistencia de la baba de nopal, algunas regiones permanecen húmedas y destaca así el color café amarillento.

Las tiras de hoja de plátano intentan tomar la forma del molde, pero el nopal no pudo integrarse con la hoja y la rigidez presentada es como si quedaran las tiras con un recubrimiento pero sin adherencia. No presenta rigidez suficiente para contener alimento.

La textura de la hoja es seca, esto debido a la temperatura de la prensa de membrana, con ciertas arrugas en la parte central de la pieza. La presión ejercida por la máquina ocasionó pequeñas grietas en la hoja de plátano, con esto no se cumple con la función principal que es contener alimento.

4.3.2. Análisis Muestra: Papel Artesanal

En relación a los resultados obtenidos en los experimentos con la prensa de membrana, se procede con la búsqueda de otro método el cuál pueda corroborar la hipótesis planteada en el capítulo uno. Es así como se explora el método del papel artesanal y se analiza el comportamiento de este utilizando la hoja de plátano.

Prueba B1.- Hoja de plátano completa y base de fibra de agave y pulpa de papel reciclado.

El color de la hoja es café con algunas tonalidades verdes. La hoja conservó la humedad por más de 3 meses, esto ocasionó que se generara salitre en la parte de la fibra de agave y pulpa de papel reciclado.

La hoja durante su proceso de secado al perder la humedad fue encogiéndose su tamaño arrugando la hoja, y al estar fija con el pegamento blanco, fue agrietándose en distintos puntos.

La textura de la hoja es impermeable, es suave en algunas partes y en otras está arrugada. En las partes donde se hicieron fibras más delgadas esas porciones están mucho más secas y frágiles.

La realización de esta prueba demuestra que la hoja de plátano completa no se integra con la fibra de agave y pulpa de papel, a pesar de dejar ciertos pedazos de fibra cubriendo la hoja, la humedad y la estructura de la hoja de plátano no funcionaron, el pegamento blanco funcionó para fijar la hoja a la superficie, a pesar de ello la hoja en su proceso de secado no conservó la forma propuesta en el experimento. (Ver Figura 49)



Figura 49. Prueba B1 Seca (1 año 4 meses)

Prueba B2.- Tiras de hoja de plátano fresca con fibra de papel reciclado, fibra de agave y pétalos de rosas.

El color de las tiras de plátano es café amarillento, esto debido al proceso de secado de la hoja.

La textura es impermeable, gracias al entramado y a la posición en horizontal de la prueba quedan en la misma posición pero tienen juego, así se demuestra que a pesar de estar en tiras más angostas la hoja de plátano no se integra de madera natural a la fibra de papel a pesar de secarse en el mismo proceso.

La fibra de agave y papel da mayor rigidez a las tiras de plátano, pero debido a que no logra integrarlas sería complicado tratar de darles forma de esa manera. La flexibilidad es otro aspecto a notar del experimento, en este caso las tiras no son tan flexibles y al momento de tratar de darle forma pueden llegar a fracturarse.

Prueba B3.- Tiras de hoja de plátano soasada con fibra de papel reciclado, fibra de agave y pétalos de rosas.

El color de las tiras de plátano es verde oscuro, debido al procedimiento del soasado.

La textura es impermeable, gracias al entramado y a la posición en horizontal de la prueba quedan en la misma posición pero tienen juego, se demuestra que la hoja de plátano soasada no logra integrarse con las fibras del papel a pesar de secarse en el mismo proceso.

Es notoria la flexibilidad de la hoja en comparación con la prueba B2, es más maleable la hoja y permite darle movimiento, a pesar de ello no es suficiente debido a que no se logra fijar con la fibra de papel y esto restringe los movimientos que se pueden realizar. (Ver Figuras 50 y 51)



Figura 50. Prueba B3 doblada a lo ancho



Figura 51. Prueba B3 doblada a lo ancho

Prueba B4.- Hoja de plátano cocida elaboración amate.

Las hojas después de ser cocidas tienen un color café oscuro. Durante el procedimiento el papel amate, se elimina todo exceso de humedad y queda una hoja bastante delgada y casi seca.

La textura es de hoja seca muy delgada, acanalada al momento de ser golpeada la fibra se abre y permite que haya espacios en la estructura de la hoja, se logra integrar una tira a otra. Debido a que es tan delgada no es tan flexible como para poder darle forma y que permanezca con ella.

Prueba B5.- Hoja de plátano cocida mezclada con engrudo y fibra de agave y papel.

Prueba B5-a.- Hoja de plátano cocida mezclada con almidón de maíz.

Las tiras cocidas quedaron pegadas una con la otra, no logran mezclarse entre ellas. La parte de las tiras que quedaron hacia el molde tienen un color café claro en distintas tonalidades, mientras que las fibras que quedaron recubiertas con el almidón de maíz tienen un color café verdoso oscuro.

La textura de la prueba es áspera y no uniforme, debido a que las fibras se fueron secando en distintos momentos y esto generó pequeños desniveles. En el lado del almidón la textura es plastificada, el almidón logra hacer una capa protectora, brillante, la cual no logra cubrir cada espacio de las tiras, es evidente que hay espacios sin el almidón.

La rigidez es más alta que en las pruebas anteriores, lograr soportar alimentos sólidos con peso como lo muestra la figura 52. En la figura 53 se presenta la pieza a una altura de un metro y medio con el peso del molde de mdf y únicamente sostenida en dos puntos, demostrando así que la pieza puede soportar un peso considerable de un producto alimenticio.

Durante su proceso de secado las tiras al perder agua permitieron que hubiera huecos entre ellas, complicando así el uso de alimentos con humedad o líquidos.



Figura 52. Prueba B5-a Soportando alimento



Figura 53. Prueba B5-a Soportando peso del molde de MDF

El acabado que se logra con la prueba B5-a es bastante atractivo a la vista, presenta un diseño artesanal, no muy claro de entender ya que se pierden en alguna medida el espiral plasmado con las hojas cocidas, a pesar el diseño denota un trabajo manual a destacar.

Prueba B5-b.- Hoja de plátano cocida mezclada con almidón de maíz, fibra de agave y pulpa de papel reciclado.

El resultado de la prueba es un contenedor desechable, el color que adquirieron las tiras mezcladas es café oscuro, un poco más claras en la parte interior del contenedor.

La aplicación del almidón de maíz genera una capa protectora dentro y fuera del contenedor, dando un acabado brillante y resaltando en la parte exterior una tonalidad más oscura de las tiras de plátano cocidas.

La textura es áspera las fibras no quedan acomodadas en orden y al secarse van generando desniveles que impide una superficie lisa, este fenómeno es más notorio en el exterior del contenedor que en el interior, debido a el plástico que se utilizó para proteger el molde durante el proceso. Su apariencia es rústica y más artesanal.

El contenedor mantuvo la forma del molde de melamina utilizado, a pesar del paso del tiempo (1 año, 4 meses), la forma del contenedor sigue intacta. La fibra de agave y pulpa de papel permiten que el contenedor tenga una superficie sólida sin huecos, así es posible que sea utilizado para soportar y transportar alimentos sólidos o con algo de líquido sin tener escurrimientos instantáneos.

La fibra de agave y pulpa de papel le aportan rigidez al contenedor, para que pueda soportar un alimento pesado como lo muestra la figura 54, sin llegar a deformarse. La imagen muestra el contenedor soportando tres plátanos, mientras que solo es sostenido por dos dedos en un solo punto.



Figura 54. Prueba B5-b soportando peso

4.4. Observaciones y Comentarios

Conforme cada prueba se realizaba se detectaban puntos a mejorar como lo fue en su momento los bordes de los moldes en la prensa de membrana, los cuales en combinación con la presión y la temperatura agrietaban la hoja de plátano utilizada para el experimento.

Durante el proceso fui comprendiendo cómo reacciona la hoja de plátano al ser expuesta a diversos procesos o materiales, es adentrarte en un mundo desconocido donde paso a paso se confirman ciertas creencias y en otras ocasiones no se logra el cometido porque la reacción fue distinta. Llega a existir momentos de desesperación por no saber el rumbo hacia donde ir pero platicando la idea y compartiendo con las personas adecuadas como lo fue el Ing. Francisco Castro, se llega a conocer a expertos como el Tec. Jorge Fuentes del Departamento de Madera, Celulosa y Papel del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara que escucharon mi propuesta y me ayudaron a la realización de los experimentos, recuerdo bien su comentario, se han hecho experimentos con otras partes de la planta del plátano pero no he sabido que con la hoja por su pobre contenido de lignina, pero vamos realizando los experimentos

para ver cómo reaccionan ayudando con la combinación de la fibra a darle una forma al contenedor que quieres realizar.

Hacer las comparativas entre uno y otro resultado permite resaltar las ventajas de cierto método, el utilizar sólo la hoja de plátano cocida y el almidón de maíz permite tener un producto sencillo a la vez pero que cumpliera la función de contener unas galletas o un panque en el caso de la repostería.

Durante la realización de los experimentos en el laboratorio del Departamento de Madera, Celulosa y Papel del CUCEI, fue bastante interesante ver como reaccionaba durante el proceso de secado cada uno de los elementos, llevó su tiempo, en algunos se veía la transformación más clara que otros y al final en el caso de la prueba con la hoja cocida y el almidón de maíz los resultados a primera instancia no eran los buscados al inicio perdió la forma plasmada en un principio, pero al paso del tiempo y al comprender la función principal que tiene el contenedor, puedo concluir que es una opción interesante para empresas panificadoras que buscan dar un plus en el aspecto sustentable a sus clientes y al medio ambiente.

Fue interesante desmoldar la prueba B5-b, la expectativa era grande se quería lograr el objetivo y no sabíamos si la mezcla se integraría o no al papel, teníamos ya una base en relación a los resultados anteriores, las pruebas no lograban estar completamente secas por lo que las llegamos a sacar al sol por unas dos horas, fueron momento interesantes de ver como reaccionaba la pieza, regresar y darle tiempo, tener paciencia, al finalizar quedamos muy satisfechos de los resultados.

Para futuras pruebas será interesante analizar el comportamiento de la hoja de plátano soasada en lugar de cocida en tiras, o llegarla a cocer sin sosa cáustica o cal, analizando si realmente lograría perder la lignina, y determinar hasta qué punto esto sería crucial para el desarrollo del contenedor, con el objetivo de aprovechar las propiedades que ofrece la hoja de plátano. Así mismo, analizar si dichas propiedades se pierden al momento de perder la lignina en el proceso de cocción.

Un aspecto importante para darle un seguimiento más cercano a la investigación a pesar de ser exploratoria es la toma de fotografías paso a paso del experimento así como la comparación en cantidades para poder medir avances o plasmar las bases para la realización de modificaciones que ofrezcan un resultado distinto al procedimiento realizado.

Capítulo 5

Conclusiones

5.1. Introducción

Una vez analizados los resultados obtenidos de la experimentación se procede con la elaboración de conclusiones con el objetivo de reafirmar o desmentir la hipótesis planteada en el capítulo uno.

Es en base a la premisa anterior que dentro de este capítulo se recordará la hipótesis planteada, ¿en qué consistía? y si los resultados obtenidos cubren los parámetros inicialmente marcados para la realización de la investigación.

Es el momento en donde el investigador reflexiona el camino recorrido, hacia donde deberá de seguir ese camino, si por la misma brecha que él inicio o si se deberán abrir distintas opciones para explorar nuevo conocimiento o nuevas premisas que surgieron al momento de la realización del mismo.

Finalmente es un compromiso del investigador la elaboración de recomendaciones para profundizar en otros estudios sobre el tema desarrollado, con el objetivo de evitar ir por el mismo camino y plantear procedimientos similares.

En la última sección del capítulo se plasman las distintas rutas que se pueden seguir para futuras investigaciones, esto en base a la experiencia con la que ahora cuenta el investigador en el tema desarrollado, en esta sección se plantean experimentos o procedimientos que por alguna cuestión no fue posible realizarse pero sería

interesante explorar, invitando así a otros investigadores interesados a analizar estos planteamientos para la realización de futuras investigaciones.

5.2. Conclusiones

La hipótesis planteada en el capítulo uno consiste:

“La hoja de plátano puede ser utilizada como materia prima para la elaboración de contenedores desechables para alimentos.”

El objetivo principal fue descrito como: *conocer de manera teórica y práctica las características de la hoja de plátano para destacar las propiedades que ayuden a cumplir con la función básica de contener alimento seco como lo son los productos de repostería.*

Los resultados obtenidos de la investigación exploratoria confirman que es posible utilizar la hoja de plátano como materia prima para la elaboración de un contenedor desechable para alimentos. El alcance de la investigación fue cubierto, ya que se logró elaborar un prototipo inicial con el que se corrobora la hipótesis.

Como se mencionó desde un inicio la investigación es exploratoria, por lo tanto, el primer paso se cubrió. Se logró encontrar un método o procedimiento en el cuál la hoja de plátano, un desecho del proceso de cultivo de plátano, pudiera ser integrado a otra cadena productiva en lugar de ser un residuo para los cultivos.

Son las pruebas B5-a y B5-b las que demuestran que la hipótesis es real. Cumplir con la función principal del contenedor, sostener alimento y a la vez ser de materiales orgánicos para lograr un menor impacto ambiental. Como lo muestran las figuras a continuación:



Figura 55. Prueba B5-a con panque de doble chocolate Panadería Kalimera soporte en dos puntos



Figura 56. Prueba B5-a con panque marmoleado



Figura 57. Prueba B5-a con panque marmoleado abierto



Figura 58. Prueba B5-b con orejitas Pan Bueno Vista lateral



Figura 59. Prueba B5-b con orejitas Pan Bueno Vista lateral



Figura 60. Prueba B5-b con orejitas de Pan Bueno

5.3. Recomendaciones

La presente investigación logró el primer paso en el desarrollo del contenedor desechable a base de hoja de plátano. Es a partir de dicha confirmación que se pueden desarrollar distintas variantes del experimento, así mismo es importante comenzar a profundizar en los aspectos económicos que implican el desarrollo de dicho contenedor, se sabe que la hoja de plátano es un residuo para el cultivo del fruto, por lo tanto su valor no está como tal establecido en el mercado, a pesar de ello se puede tomar como base el precio de venta de la hoja que ofrecen en la cadena Chedraui para la elaboración de tamales oaxaqueños. Con esto se podrá establecer las bases económicas para considerar si es viable la producción de este tipo de contenedores, partiendo de la triple línea base que tiene como eje la sustentabilidad.

Es importante comenzar a medir la cantidad de hoja utilizada en la elaboración del producto final, con el objetivo de aprovechar los beneficios de la hoja sin encarecer el producto, esto debido a lo mencionado en el documento en cuanto a la competencia que existe en el mercado actualmente con el contenedor de poliestireno expandido (EPS). Es una realidad que no se podrá competir en cuanto a precio, mi recomendación es modificar la estrategia y resaltar los beneficios que ofrece para el cliente y para el usuario final con el propósito de dar mayores herramientas para un consumo responsable.

Desde el punto de vista del cliente el poder ofrecer sus productos en un contenedor que realmente sea biodegradable en un periodo de tiempo determinado. Otro aspecto importante a resaltar será que su producto no llegará absorber algún tipo de toxina liberada por el contenedor, por el contrario en caso de adherirse algún componente los resultados son en beneficio de la salud del usuario final. Por otro lado se le darán herramientas o puntos a considerar al usuario final para escoger o distinguir a dicha marca de productos, al estar comprometidos con la protección de su salud y la disminución del impacto ambiental.

Dentro de las posibles campañas a realizar con el objetivo de que el usuario final deposite el contenedor en la tierra y así acelerar el proceso de descomposición del mismo, se encuentra la colocación de semillas de alguna flor y por la parte posterior del contenedor dejar una pequeña leyenda:

“No me tires, si me siembras te daré una linda y colorida sorpresa”

Son pequeñas acciones que pueden lograr un cambio en el comportamiento del consumidor final y que no requieren una inversión más allá de generar una conciencia en ellos. En caso de no lograr ese cambio de comportamiento el contenedor está contemplado que se reintegrará a la tierra en un periodo de tiempo determinado.

Será necesario determinar el mercado meta al que se quiere llegar en un principio, porque como se mencionó anteriormente, el cambio de actitud del usuario final será paulatino y principalmente motivado por la situación de los efectos o beneficios que el producto tenga en su salud.

A la par del análisis económico de la propuesta, es indispensable el desarrollo del diseño del producto, un diseño sencillo, atemporal que demuestre la esencia de la sustentabilidad. Para lograrlo es necesario integrar el tema del análisis de ciclo de vida inicialmente con el pensamiento de ciclo de vida como base para el desarrollo del mismo producto, considerando cada etapa que seguirá y como impactará al ser humano y al medio ambiente desde la extracción de su materia prima, producción, uso y disposición final. Se podrán desarrollar herramientas gráficas para mostrar cada una de las etapas y sus impactos a los usuarios finales que no han profundizado en estos temas, para que logre ser fácil la comprensión de los mismos.

Finalmente la propuesta es lograr establecer un modelo de negocio en el que se de trabajo a grupos vulnerables de la localidad (me gustaría que fueran personas de edad avanzada que buscan tener un sustento) con el objetivo de seguir creciendo en el aspecto humano, fomentar la creación de empleos y la generación de riqueza (económica y de aprovechamiento de los recursos de la localidad), disminuyendo el

impacto ambiental específicamente en la generación de residuos en Jalisco por el uso de los contenedores desechables, es este el planteamiento holístico que integra la triple línea base.

5.4. Futuras Investigaciones A fines

La realización de dicha investigación, abre distintas vertientes para continuar con futuras investigaciones similares o afines a la misma.

Si se considera la propiedad impermeable de la hoja de plátano, sería interesante investigar si permite conservar por mayor tiempo el agua de una planta así se puede llegar a reducir la filtración o la falta de nutrientes por disminución del estrato de minerales en la tierra de cultivo.

Será interesante realizar experimentación del tiempo que tarda en bio-degradarse el contenedor expuesto a diversos ambientes, esto con el fin de utilizar la información como herramienta de ventas y promover un cambio a nivel legislativo a futuro con datos duros que avalen el desarrollo de una nueva ley a nivel local.

Por otro lado se pueden analizar los cultivos de mayor producción en cualquier localidad para aprovechar los beneficios otorgados y desarrollar productos que tengan un impacto en la localidad, tanto de generación de empleos como para la disminución del impacto ambiental y obtener un beneficio económico.

Analizar la tasa de consumo versus la tasa de producción de un producto para el desarrollo de productos en el cuál la relación de tiempo sea más acorde con el tiempo de consumo del mismo.

Bibliografía

AMEE y Bancomext. (s.f.). *Envase y Embalaje para Exportación*. Ciudad de México .
Barbero, S., & Cozzo, B. (2009). *Ecodesign*. H F Ullmann.

Bernache, G. (25 de Junio de 2015). Basura lejana, problemática cercana. Guadalajara, Jalisco, México.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (08 de Octubre de 2003). Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (DOF 07 06 2013). Distrito Federal, México, México.

Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable. (2013). *Análisis de Ciclo de Vida de vasos desechables en México*. ANIQ . México : CADIS/ANIQ.

Chanchí Golondrino, J. C., Bonilla Campos, D. F., Gaviria Rojas, J., & Giraldo López, J. J. (Diciembre de 2008). Ensayos a compresión y tensión diagonal sobre muretes hechos a base de papel periódico reciclado y engrudo de yuca. *Revista Ingeniería de Construcción*, 23(3), 145-154.

Flores Marroquin, E. S. (2010). *Evaluación del efecto de la temperatura y el tiempo de calentamiento en la capacidad aglutinante de dos tipos de almidones para la formulación de comprimidos orales*. Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Garrido de las Heras, S. (1998). *Regulación Básica de la producción y gestión de residuos*. Madrid, España: FUND. CONFEMETAL.

Ibarra, M. A. (2008). Tesis de Doctorado, Similitud Semántica entre Sistemas de Objetos Geográficos Aplicada a la Generalización de Datos Geoespaciales. En C. d. IPN (Ed.). México: IPN.

INEGI. (10 de Abril de 2013). Estadística Básica Sobre Medio Ambiente datos de Jalisco . *INEGI Boletines de Prensa*, 136(13), 9.
ISO. (2006). *Manual de Usuario ISO 14000*.

KLages, F. (1968). *Tratado de Química Orgánica* (Vol. III). (J. Beltrán, Trad.) Barcelona, España: Reverté S.A.

Kohl, M. (2005). *Arte Infantil, actividades de expresión plástica para 3-6 años* (Vol. 1). (G. Solana Alonso, Trad.) Madrid, España: Narcea, A.A. de Ediciones.

Nadal-Medina, R., Manzo-Sánchez, G., Orozco-Romero, J., Orozco-Santos, M., & Guzmán-González, S. (2009). Diversidad Genética de Bananos y Plátanos (*Musa spp.*) Determinada mediante marcadores RAPD. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 32, 9.

Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, 76-89.

Salvador, R., & Gutiérrez, R. (2010). *Los Bloques de Tierra Comprimida (BTC) en zonas húmedas* (1era. ed.). México, Tamaulipas, México: Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

SEMARNAT. (2013). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México: Edición 2012.

Fuentes Digitales:

Eccologic.com. (2011). Recuperado el 21 de Agosto de 2015, de <http://www.ecoologic.com/vajillas-hojas-palmeras-palma>

Atzziri Belleza. (2013). Recuperado el 30 de Octubre de 2015, de <http://atzziri-belleza.com/farelli.html>

Agencias. (22 de Julio de 2015). *El imparcial el mejor diario de Oaxaca*. Recuperado el 30 de Octubre de 2015, de <http://imparcialoaxaca.mx/ciencia-y-tecnologia/4K2/universitarios-desarrollan-biopl%C3%A1stico-con-mucilago-de-nopal>

Ambientah! (2012). *Ambientah!* Recuperado el 14 de Noviembre de 2012, de www.ambientah.com

ANIPAC. (s.f.). *Asociación Nacional de Plásticos*. Recuperado el 08 de Octubre de 2015, de <http://www.anipac.com/images/UNICEL5.pdf>

Asociación Nacional de Polietileno Expandido, España. (s.f.). Recuperado el 20 de Noviembre de 2012, de <http://www.anape.es/pdf/EI%20EPS%20en%20el%20Medioambiente.pdf?publicacion=EI%20Poliestireno%20Expandido%20y%20el%20Medioambiente>

Association of Science-Technology Centers Incorporated. (1998). *The Rotten Turht (About Garbage)*. Recuperado el 20 de Marzo de 2013, de <http://www.astc.org/exhibitions/rotten/timeline.htm>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión . (11 de 06 de 2013). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Recuperado el 20 de 06 de 2013, de Cámara de Diputados LXII Legislatura: <http://diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf>

Cocina y Vino . (2015). Recuperado el 20 de Agosto de 2015, de <http://cocinayvino.net/gastronomia/especiales/4579-hoja-de-platano.html>

Diario Oficial. (2006). *Cámara de Diputados - Reforma 10° al artículo 115*. Recuperado el 30 de Mayo de 2013, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/dof/CPEUM_ref_147_23dic99_ima.pdf

Diario Oficial de la Federación, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales . (25 de Abril de 2013). *Secretaría de Gobernación*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5301688&fecha/07/06/2013

Ecodeli S.A. de C.V. (s.f.). *Ecodeli.com*. Recuperado el 30 de Octubre de 2015, de <http://www.ecodeli.com/catalogo-detalle.php?idproducto=1077>

European Bioplastics. (Julio de 2009). *European-bioplastics.org*. Recuperado el 21 de 08 de 2015, de http://en.european-bioplastics.org/wp-content/uploads/2011/04/pp/Oxo_PositionsPaper.pdf

Freitag, V. (12 de 10 de 2008). *Made of Minds*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2015, de <http://www.dw.com/es/alemania-insuperable-en-la-separaci%C3%B3n-de-basura/a-3636623>

Greenhome. (2012). Recuperado el 08 de Octubre de 2015, de <http://www.greenhome.co.za/raw-materials/sugar-cane/>

Gupta, S. (9 de Marzo de 2015). *Indiatimes*. Recuperado el 04 de Agosto de 2015, de <http://www.indiatimes.com/health/healthyliving/the-benefits-of-eating-food-on-banana-leaves-242512.html>

Guzmán Tena, P. (23 de Noviembre de 2013). *La cocina de Pily*. Recuperado el 20 de 08 de 2015, de <http://cocinamexicanadepily.blogspot.mx/2013/11/tamales-oaxaques.html>

kiwilimon. (2010-2015). *Kiwilimón* . Recuperado el 02 de Noviembre de 2015, de <http://www.kiwilimon.com/tips/tips-de-fiestas/como-hacer-engrudo>

Lascurain Rangel, M., Avedaño Reyes, S., Angeles Álvarez, P. G., Dávalos Sotelo, R., & Zarate Morales, P. (04 de 11 de 2013). *INECOL*. Recuperado el 20 de 08 de 2015, de El instituto de Ecología: <http://www.ecologia.edu.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/292-cocina-y-biodiversidad-las-hojas-para-envolver-tamales-en-veracruz>

Lexicoon. (2015). *Lexicoon Diccionario*. Recuperado el 29 de Octubre de 2015, de <http://lexicoon.org/es/aglutinar>

López, C., Quintana Isaías, A., & Meeren, M. (2009). *Biodiversidad Conabio*. Recuperado el 30 de Octubre de 2015, de <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv82art3.pdf>

Maubert Roura, I. (24 de Noviembre de 2011). *Soy Entrepreneur*. Recuperado el 17 de Marzo de 2012, de <http://www.soyentrepreneur.com/vajilla-biodegradable.html>

Notimex. (25 de Septiembre de 2015). *Plano Informativo*. Recuperado el 30 de Octubre de 2015, de <http://planoinformativo.com/nota/id/415471/noticia/jovenes-usan-baba-de-nopal-para-desarrollar-pintura-ecologica.html>

Packgreen. (s.f.). Recuperado el 21 de Marzo de 2012, de <http://packgreen.com.mx/ProductosBazago>

Proyecto Ecovia. (s.f.). Recuperado el 08 de Octubre de 2015, de <http://www.proyectoecovia.com/uploads/73c61c17cc20c499fec6a3e14f687fe6.pdf>

Proyecto Ecovia, Vías Verdes A.C. (10 de Abril de 2015). *Proyecto Ecovia, Vías Verdes A.C.* Recuperado el 10 de Abril de 2015, de http://www.proyectoecovia.com/actividades_desglose.php?id=73

Queen, B. (25 de Noviembre de 2009). *El Chiltepe*. Recuperado el 17 de Marzo de 2012, de <http://www.elchiltepe.com/2009/11/platos-hechos-de-hojas-de-palma.html>

Ramírez Fernández, E. (10 de Septiembre de 2014). *Universidad de Jaén*. Recuperado el 06 de Noviembre de 2015, de <http://www4.ujaen.es/~eramirez/Descargas/tema4>

Ramos Tovar, Y. G. (04 de Mayo de 2012). *SlideShare*. Recuperado el 09 de Octubre de 2015, de https://www.google.com.mx/search?q=Morfologia+del+banano&biw=1536&bih=777&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoATgKahUKEwiy2fzyhLbIAhVCM4gKHXFVBqs#imgrc=BCKUd0eNTz-Z5M%3A

Real Academia Española. (s.f.). Recuperado el 05 de Julio de 2015, de <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=biodegradable>

Rivera Flores, J., Montiel Martínez, M., & Pérez López, A. (Febrero de 2012). *Caracterización de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Teziutlán*. Recuperado el 30 de Mayo de 2013, de Instituto Tecnológico Superior de Teziutlan: http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/pdfs/2012/11/caracterización_lunes_23_de_abril.pdf

Roberto, A. (01 de Diciembre de 2013). *Historias de Empaques*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2015, de <https://historiasdeempaques.wordpress.com/category/cronologia/>

Secretaría de Gobernación. (01 de Marzo de 2010). *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado el 03 de Septiembre de 2015, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5133449&fecha=01/03/2010

SEMA Edo. México. (s.f.). *Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México*. Recuperado el 30 de Octubre de 2015, de Ecotecnias Pintura con Baba de Nopal: http://sma.edomex.gob.mx/pintura_con_baba_de_nopal

SEMARNAT. (2010). *Propuesta del programa para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos del estado de Jalisco*. Recuperado el 15 de Marzo de 2013, de Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales: <http://semarnat.gob.mx/temas/residuos/solidos/Documents/pepgir/PEPGIR%20Jalisco.pdf>

SEMARNAT. (2012). *Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Recuperado el 08 de 05 de 2013, de Programa Nacional de Prevención y Gestión Integral de los Residuos: <http://semarnat.gob.mx/temas/residuos/solidos/Documents/pepgir/PEPGIR%20Jalisco.pdf>

SEMARNAT-SNIARN. (Abril de 2013). *Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales-Base de Datos Sistema Nacional de Indicadores Ambientales y Recursos Naturales*. Recuperado el 05 de Mayo de 2013, de Módulo de Consulta Estructurada-Base de Datos Estadísticos-Residuos Sólidos Urbanos: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RSM01_04&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce

SEMARNAT-SNIARN. (30 de Mayo de 2013). *Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales-Servicion Nacional de Indicadores Ambientales y Recursos Naturales*. Recuperado el 06 de Junio de 2013, de Base de Datos Estadísticos-BADERSNIARN: <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/badesniarn/Pages/badersniarn.aspx>

Sepúlveda, L. C. (2012). *Prensas de Membrana: Proceos Simples, Económicos y Rápidos*. Recuperado el 13 de Octubre de 2015, de http://www.revista-mm.com/ediciones/rev75/maquinaria_membrana.pdf

SMA y DT . (30 de Abril de 2013). *Gobierno del Estado de Jalisco*. Recuperado el 05 de Mayo de 2013, de Monitoreo de Indicadores del Desarrollo del Estado de Jalisco, Prevención y Control de la Contaminación Ambiental: <http://seplan.app.jalisco.gob.mx/mide/indicador/consultarDatos/327?temald=>

SMA y DT. (30 de Mayo de 2013). *Gobierno de Jalisco*. Recuperado el 30 de Mayo de 2013, de Monitoreo de Indicadores del Desarrollo de Jalisco: <http://seplan.app.jalisco.gob.mx/mide/indicador/consultardatos/779>

SNIARN. (Abril de 2013). *Recección estimada de residuos sólidos urbanos y población beneficiada*. Recuperado el 30 de Mayo de 2013, de http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RSM01_05&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce

Universidad Autónoma de México . (28 de Mayo de 2008). *Boletín UNAM-DGCS-337 Ciudad Universitaria*. Recuperado el 30 de Octubre de 2015, de http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2008_337.html

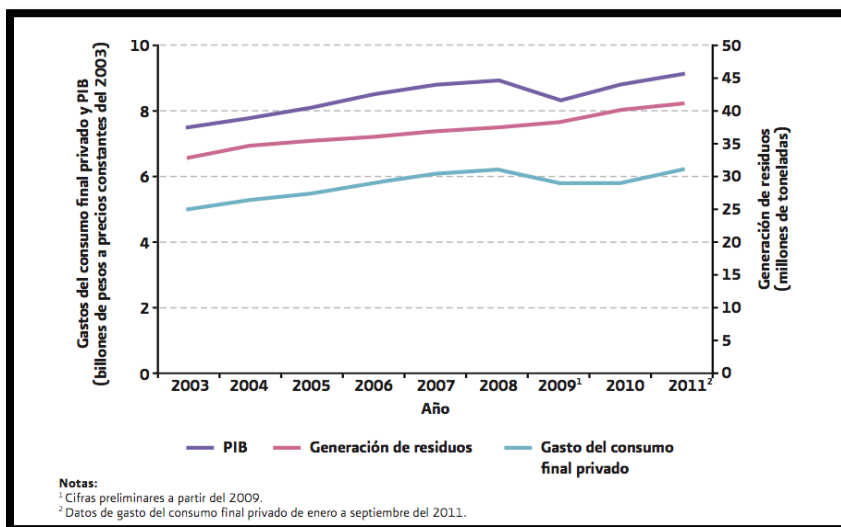
Universidad Autónoma de Nuevo León. (2 de Junio de 2015). *Secretaría de Desarrollo Sustentable*. Recuperado el 18 de Agosto de 2015, de Secretaría de Desarrollo Sustentable: <http://sds.uanl.mx/seguridad-sobre-el-uso-de-los-envases-plasticos-que-estan-en-contacto-con-alimentos/>
Verterra. (2011). *Verterra*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2012, de www.verterra.com

Vézina, A., & Baena, M. (06 de Agosto de 2014). *ProMusa Mobilizing banana science for sustainable livelihoods*. Recuperado el 09 de Octubre de 2015, de <http://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano>
Wooddell, D. W. (11 de Febrero de 2011). *National Geographic* . Recuperado el 03 de Septiembre de 2015, de GeoPedia: <http://ngm.nationalgeographic.com/geopedia/E-Waste>

Anexos

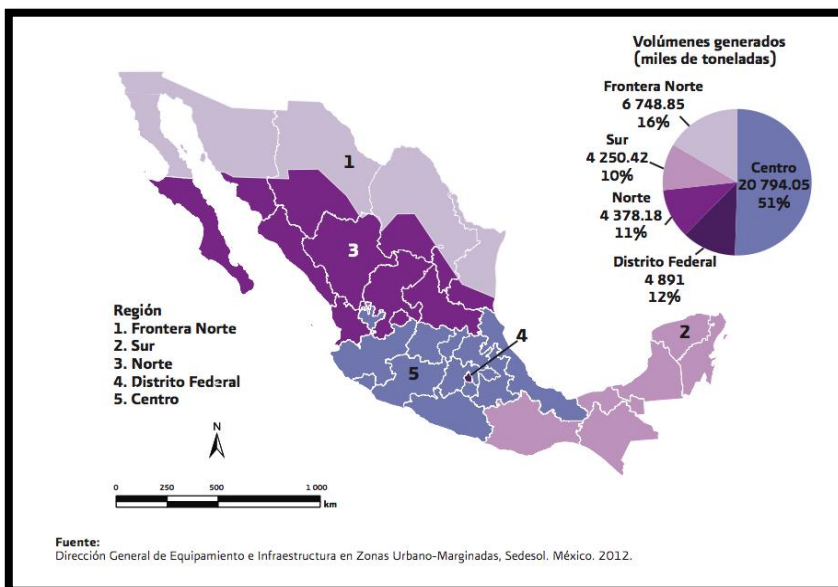
Anexo 1.

Generación de RSU, producto interno bruto y gastos del consumo final privado, 2003 – 2011 (SEMARNAT, 2013)



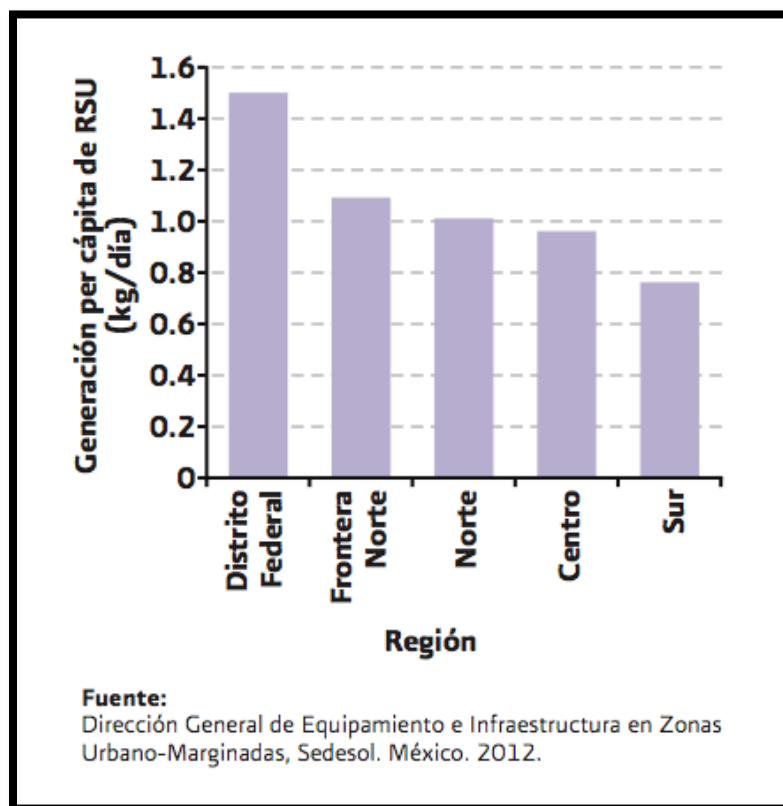
Anexo 2.

Generación de RSU por región, 2011 (SEMARNAT, 2013)



Anexo 3.

Generación per cápita de RSU por región (SEMARNAT, 2013)



Anexo 4.

Toneladas Generadas por Residuos 1992-2012 (SEMARNAT, 2013)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Productos de Papel	3,090.83	3,952.20	4,146.77	4,292.70	4,496.69	4,118.63	4,298.46	4,354.95	4,324.13	4,430.44	4,526.83
Textiles	327.32	418.53	439.14	454.59	476.20	436.16	455.20	461.18	457.92	469.18	479.39
Plásticos	962.18	1,230.32	1,290.89	1,336.32	1,399.82	1,282.13	1,338.11	1,355.70	1,346.11	1,379.20	1,409.20
Vidrios	1,296.08	1,657.28	1,738.87	1,800.07	1,885.62	1,727.07	1,802.48	1,826.17	1,813.25	1,857.82	1,898.24
Metales: Aluminio	0.00	0.00	0.00	488.15	511.35	468.36	488.81	495.23	491.73	503.82	514.78
Metales Ferrosos	0.00	0.00	0.00	245.60	257.27	235.64	245.93	249.16	247.40	253.48	259.00
Metales: Otros no ferrosos (incluye cobre, plomo, estaño y níquel)	0.00	0.00	0.00	151.02	158.20	144.90	151.22	153.21	152.13	155.87	159.26
Metales total	635.96	814.60	854.70	884.77	926.82	848.90	885.96	897.60	891.26	913.17	933.04
Desechos orgánicos (basura de comida, jardines y materiales orgánicos similares)	11,511.97	14,718.92	15,443.56	15,987.04	16,746.73	15,338.75	16,008.46	16,218.85	16,104.09	16,500.00	16,858.97
Otro tipo de basura (residuos finos, pañal desechable, etc.)	4,143.17	5,297.69	5,558.50	5,754.11	6,027.54	5,520.78	5,761.82	5,837.55	5,796.24	5,938.74	6,067.94
TOTAL RSU	21,967.51	28,089.54	29,472.43	30,509.60	31,959.42	29,272.42	30,550.49	30,952.00	30,733.00	31,488.55	32,173.61
CLASIFICADO POR TIPO DE RESIDUO	21,967.51	28,089.54	29,472.43	30,509.60	31,959.42	29,272.42	30,550.49	30,952.00	30,733.00	31,488.55	32,173.61

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Productos de Papel	4,904.50	5,160.00	5,275.00	5,388.00	5,489.30	5,199.40	5,300.40	5,540.20	5,679.00	5,822.82
Textiles	497.00	520.10	530.00	542.00	552.00	537.60	548.00	572.80	587.19	602.06
Plásticos	2,014.40	2,115.80	2,161.80	2,208.00	2,223.00	4,094.10	4,173.60	4,362.40	4,471.71	4,584.99
Vidrios	2,156.00	2,210.00	2,262.00	2,309.00	2,341.00	2,210.60	2,253.50	2,355.50	2,414.50	2,475.66
Metales: Aluminio	586.15	606.00	620.00	633.00	650.00	650.40	663.00	693.00	710.40	728.38
Metales Ferrosos	282.61	329.00	336.10	343.00	410.00	407.50	415.40	434.20	445.10	456.36
Metales: Otros no ferrosos (incluye cobre, plomo, estaño y níquel)	177.94	225.00	230.00	234.00	238.00	235.30	239.90	250.70	257.00	263.51
Metales total	1,046.70	1,160.00	1,186.10	1,210.00	1,298.00	1,293.20	1,318.30	1,377.90	1,412.50	1,448.25
Desechos orgánicos (basura de comida, jardines y materiales orgánicos similares)	16,592.80	17,440.80	17,968.00	18,335.00	18,576.00	19,707.30	20,090.00	20,998.80	21,524.90	22,070.28
Otro tipo de basura (residuos finos, pañal desechable, etc.)	5,704.30	5,995.80	6,022.00	6,143.00	6,385.70	4,552.80	4,641.20	4,851.20	4,972.70	5,098.70
TOTAL RSU CLASIFICADO POR TIPO DE RESIDUO	32,915.70	34,602.50	35,404.90	36,135.00	36,865.00	37,595.00	38,325.00	40,058.80	41,062.50	42,102.76

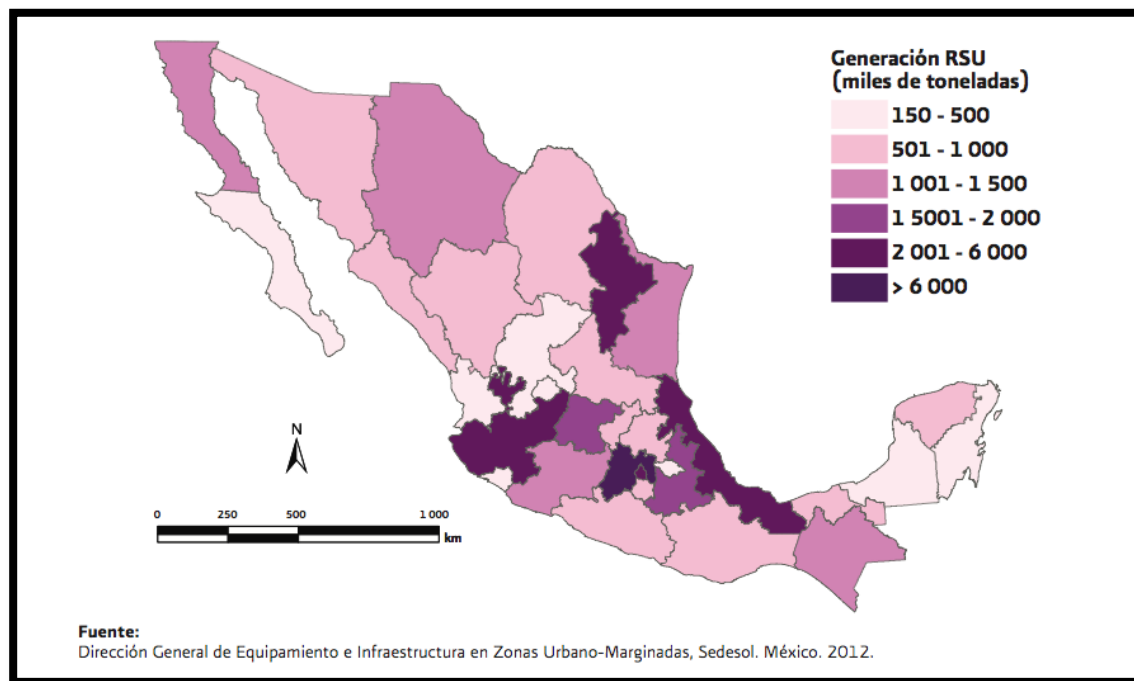
Anexo 5.

Concentrado de composición de RSU en Porcentaje (SEMARNAT, 2013)

	1992	2003	2008	2012
Productos de Papel	14%	15%	13.83%	14%
Textiles	1%	2%	1.43%	1%
Plásticos	4%	6%	10.89%	11%
Vidrios	6%	7%	5.88%	6%
Metales: Aluminio	0%	1.78%	1.73%	1.73%
Metales Ferrosos	0%	0.86%	1.08%	1.08%
Metales: Otros no ferrosos (incluye cobre, plomo, estaño y níquel)	0%	0.54%	0.63%	0.63%
Metales	3%	3%	3.44%	3%
Desechos orgánicos (basura de comida, jardines y materiales orgánicos similares)	52%	50%	52.42%	52%
Otro tipo de basura (residuos finos, pañal desechable, etc.)	19%	17%	12.11%	12%
TOTAL RSU CLASIFICADO POR TIPO DE RESIDUO	100%	100%	100%	100%

Anexo 6.

Generación de RSU, por entidad federativa 2011 (SEMARNAT, 2013)



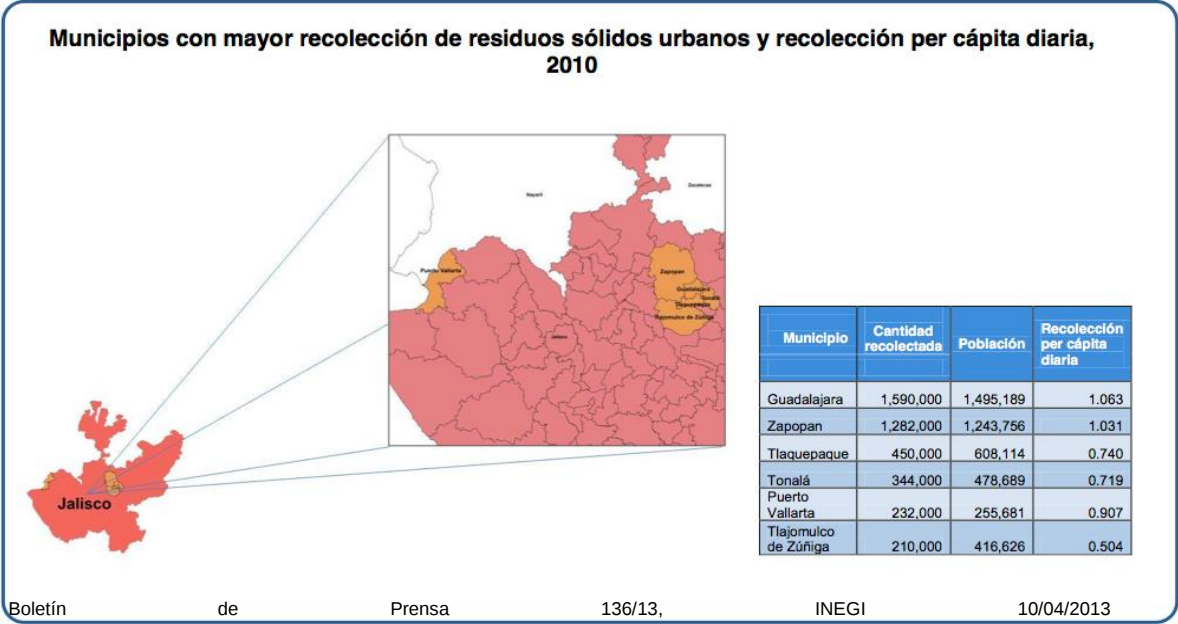
Anexo 7.

Generación de Residuos en Jalisco 2001 -2012 (SEMARNAT, 2013)

Año	RSU generado en Jalisco (miles de toneladas)	Año i+1 - Año i (miles de toneladas)
2001	2,220.96	
2002	2,267.10	46.14
2003	2,317.75	50.65
2004	2,427.00	109.25
2005	2,482.00	55.00
2006	2,528.00	46.00
2007	2,654.00	126.00
2008	2,710.00	56.00
2009	2,767.00	57.00
2010	2,890.80	123.80
2011	2,971.10	80.30
2012	3,051.40	80.30

Anexo 8.

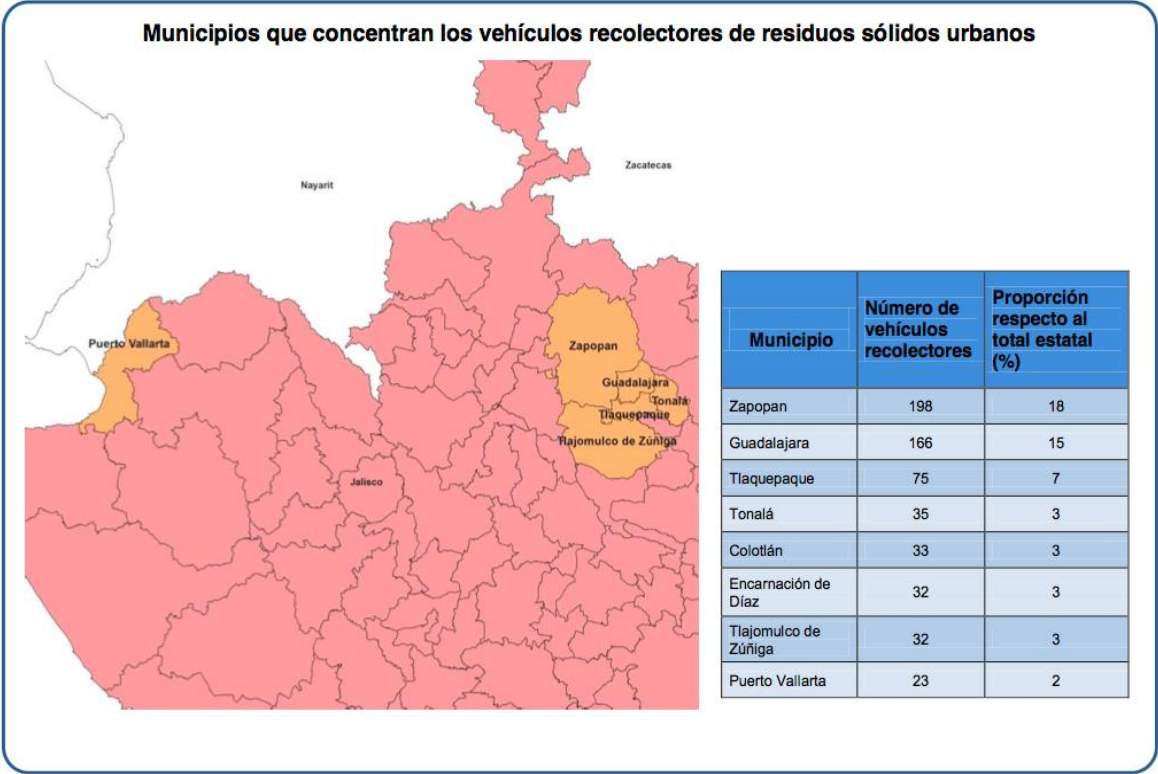
Municipios con mayor recolección de RSU y recolección per cápita diaria.
(SEMARNAT, 2010)



<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Especiales/2013/Abril/comunica17.pdf>

Anexo 9.

Municipios que concentran los vehículos recolectores de RSU (SEMARNAT, 2010)



Fuente: Boletín de Prensa 136/13, INEGI 10/04/2013

<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Especiales/2013/Abril/comunica17.pdf>

Anexo 10.

Metodología utilizada por SEMARNAT Y SNIARN

La metodología utilizada por SEMARNAT y SNIARN inicia con la planeación y determinación del objetivo, se determina el tamaño de la muestra representativa en relación con el nivel de confianza deseado. Posteriormente se identifican los estratos donde se realizará el muestreo y paralelo a dicha actividad se integran los equipos de trabajo para la recolección de la muestra, se recolectan muestras durante un periodo de ocho días consecutivos para ser trasladadas al cuarto de cuarteo de acuerdo a la norma NMX-AA-15-1985, este tiene el objetivo de contar con residuos de características homogéneas. Una vez registrados los datos se procede a determinar el peso volumétrico in situ procedimiento avalado por la norma NMX-AA-22-1985.

Para determinar el peso volumétrico de cualquier fuente, se pesan los residuos recolectados. La composición de dichos residuos se determina mediante las normas NMX-AA-15-1985 y NMX-AA-22-1985 (selección y cuantificación de subproductos) y finalmente las características físicas y químicas de los residuos sólidos generados en cualquier fuente (excepto las industriales) se identifican mediante las normas mexicanas siguientes. (SEMARNAT-SNIARN, 2013):

- NMX-AA-15-1985 Muestreo-Método de cuarteo.
- NMX-AA-52-1985 Preparación de muestras en laboratorio para sus análisis.
- NMX-AA-16-1984 Determinación de humedad.
- NMX-AA-25-1984 Determinación de pH- Método potenciométrico.
- NMX-AA-18-1984 Determinación de cenizas.
- NMX-AA-92-1984 Determinación de azufre.
- NMX-AA-68-1986 Determinación de hidrógeno.

- NMX-AA-21-1985 Determinación de materia orgánica.
- NMX-AA-33-1985 Determinación de poder calorífico.
- NMX-AA-24-1984 Determinación de nitrógeno total.
- NMX-AA-67-1985 Determinación de la relación carbón/nitrógeno.
- NMX-AA-80-1986 Determinación de oxígeno.
- NMX-AA-94-1985 Determinación de fósforo total.