



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
INGENIERÍA**

**PROCESO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA
UN EMPAQUE RESELLABLE BIODEGRADABLE**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

INGENIERÍA DE SISTEMAS - INGENIERÍA INDUSTRIAL

P R E S E N T A :

ING. NORMA TORRES BENITEZ

TUTOR:

DRA. COZUMEL MONROY LEÓN

2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado Asignado

Presidente: M. en I. Wellens Purnal Ann

Secretario: Dr. Borja Ramírez Vicente

Vocal: Dra. Monroy León Cozumel Allanec

1er. Suplente: Dr. Bautista Godinez Tomas

2do. Suplente: Dr. Ramírez Reivich Alejandro Cuauhtémoc

Lugar donde se realizó la tesis:

Posgrado de Ingeniería Ciudad Universitaria México, D.F.

TUTOR DE TESIS
DRA. COZUMEL ALLANEC MONROY LEÓN

FIRMA

Agradecimientos

En especial a la Secretaría de Economía (SE), al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal (ICYTDF) por los fondos y apoyos otorgados para la realización de este proyecto.

A la UNAM, al Dr. Vicente Borja y al departamento de la Maestría en Ingeniería Mecánica por adoptarme como alumna de ese departamento, orientarme y fungir como parte de mis tutores de tesis. Al departamento de Ingeniería de Sistemas, a la Dra. Cozumel Monroy por sus valiosas enseñanzas y respaldo.

A mi familia por su apoyo, paciencia, comprensión y cariño. Es un logro de todos.

A mis amigos y a Hayu por apoyar mis locuras, sus consejos y su apoyo incondicional.

A Dios, por tantas bendiciones recibidas durante mi vida como estudiante.

PROCESO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA UN EMPAQUE RESELLABLE BIODEGRADABLE

Norma Torres Benítez

Resumen

El caso de estudio presentado es un proyecto de desarrollo de producto que corresponde a un nuevo diseño de empaque resellable biodegradable, propuesto por una empresa mexicana dedicada al envase y embalaje.

En este trabajo de tesis se aplicaron dos metodologías de manera conjunta para llegar al objetivo de desarrollar un nuevo producto: innovación tecnológica y diseño y desarrollo de producto. La metodología propuesta ayudó a definir las características técnicas, comerciales y económicas que permitan crear un producto innovador con el cual la empresa pueda entrar en el mercado de empaques resellables. El alcance de la tesis abarcó únicamente el proceso de desarrollo de producto y el proceso de innovación tecnológica para la creación del empaque.

Palabras clave: empaque, biodegradable, resellable, innovación tecnológica, desarrollo de producto.

Contenido

1. Introducción.....	1
1.1 Problemática.....	2
1.2 Objetivo.....	3
1.3 Metodología.....	4
1.3.1 <i>Diseño y desarrollo de producto</i>	5
1.3.2 <i>Teoría de innovación tecnológica</i>	6
1.3.3 <i>Integración de las metodologías</i>	7
2. Antecedentes.....	10
2.1 Empaques resellables.....	10
2.2 Plásticos biodegradables.....	12
2.3 Normativa.....	15
3. Identificación de necesidades de usuarios.....	22
3.1 Búsqueda de información del producto.....	22
3.1.1 <i>Recolección de muestras de empaques resellables</i>	22
3.1.2 <i>Materiales</i>	24
3.1.3 <i>Investigación de patentes</i>	25
3.2 Búsqueda de información de usuarios.....	27
3.2.1 <i>Encuestas</i>	27
3.2.2 <i>Entrevistas</i>	33
3.2.3 <i>Lluvia de ideas</i>	35
3.3 Definición de necesidades.....	36
4. Desarrollo del empaque.....	39
4.1 Diseño y desarrollo de producto.....	39
4.1.1 <i>Primera etapa de generación de conceptos</i>	39
4.1.2 <i>Segunda etapa de generación de conceptos</i>	47
4.1.3 <i>Desarrollo y diseño del concepto</i>	55
4.1.4 <i>Pruebas de concepto con usuarios</i>	64
4.2 Proceso de innovación tecnológica.....	77
4.2.1 <i>Objeto técnico</i>	77
4.2.2 <i>Tipo de innovación del empaque</i>	77
4.2.2 <i>Rupturas de innovación</i>	80
4.3 Especificaciones finales del empaque.....	91
4.4 Diseño sustentable.....	92
4.4.1 <i>Ciclo de vida del producto</i>	93
5. Conclusiones.....	97
Referencias.....	99
ANEXO 1. Muestras de empaques resellables.....	101
ANEXO 2. Materiales biodegradables.....	110
ANEXO 3. Patentes.....	119
ANEXO 4. Encuestas.....	128
ANEXO 5. Segunda búsqueda de información.....	138
ANEXO 6. Pruebas de concepto con usuarios.....	148
ANEXO 7. Patente empaque resellable biodegradable.....	154

Índice de Figuras

Figura 1.1 Proceso de desarrollo de producto	5
Figura 1.2 Proceso de desarrollo de concepto	6
Figura 1.3 Metodología conjunta	8
Figura 2.1 Cremallera con cierre deslizable	11
Figura 2.2 Vincotte	19
Figura 2.3 Din Certco	20
Figura 2.4 Eco Logo	20
Figura 3.1 Ficha de producto	23
Figura 3.2 Usos del PLA	24
Figura 3.3 Ficha de patente	25
Figura 3.4 Patente US 2009/0304875 A1	26
Figura 3.5 Patente US 4810103	26
Figura 3.6 Patente WO 2008/121851 A3	27
Figura 3.7 Cuestionario	28
Figura 3.8 Género	29
Figura 3.9 Ingreso	29
Figura 3.10 Pregunta 1	29
Figura 3.11 Pregunta 2	29
Figura 3.12 Pregunta 3	30
Figura 3.13 Pregunta 4	30
Figura 3.14 Pregunta 5	30
Figura 3.15 Pregunta 6	30
Figura 3.16 Pregunta 7	30
Figura 3.17 Pregunta 8	31
Figura 3.18 Pregunta 9	31
Figura 3.19 Pregunta 10	31
Figura 3.20 Pregunta 11	32
Figura 3.21 Entrevistas	34
Figura 3.22 Lluvia de ideas	35
Figura 3.23 Diagrama de polaridad para empaque resellable	37
Figura 4.1 Empaque con alambre con memoria de forma	40
Figura 4.2 Empaque semirígido	40

Figura 4.3 Empaque con marco rígido	41
Figura 4.4 Empaque con memoria de forma	41
Figura 4.5 Empaque con cierre magnético	42
Figura 4.6 Empaque con cremallera y sujetador	42
Figura 4.7 Prototipo 1	45
Figura 4.8 Prototipo 2.....	45
Figura 4.9 Prototipo 3.....	46
Figura 4.10 Prototipo 4.....	46
Figura 4.11 Lluvia de Ideas 2	48
Figura 4.12 Patente de diafragma US 2,369,199	50
Figura 4.13 Dibujo generación anillo actuador	51
Figura 4.14 Dibujo empaque de diafragma de 5 elementos	52
Figura 4.15 Dibujo empaque de diafragma de 3 elementos	52
Figura 4.16 Dibujo empaque de diafragma de 2 elementos	53
Figura 4.17 Dibujo bosquejo empaque vertical.....	53
Figura 4.18 Solución modelo vertical	54
Figura 4.19 Prototipos demostrativos de diafragma horizontal 2 y 3 elementos	56
Figura 4.20 Prototipo funcional 3 cm.....	59
Figura 4.21 Prototipo funcional 4 cm.....	60
Figura 4.22 Prototipo funcional 2 cm.....	60
Figura 4.23 Prototipo funcional botana 3 cm.....	61
Figura 4.24 Prototipo funcional detergente 2 cm.....	62
Figura 4.25 Prototipo funcional arroz 2 cm.....	62
Figura 4.26 Prototipo funcional crutones 3 cm.....	63
Figura 4.27 Prototipo funcional cereal 3 cm.....	63
Figura 4.28 Prototipo funcional croquetas 3 cm.....	64
Figura 4.29 Prototipo funcional azúcar 2 cm.....	64
Figura 4.30 Encuesta pruebas de concepto con usuarios	67
Figura 4.31 Pruebas de concepto con usuarios.....	68
Figura 4.32 Solución pregunta 2	69
Figura 4.33 Tipo de empaque	69
Figura 4.34 Relación producto/empaque.....	70
Figura 4.35 Flujo del producto	70

Figura 4.36 Apertura/cierre	71
Figura 4.37 Tamaño del dispositivo	72
Figura 4.38 Posición del dispositivo	72
Figura 4.39 Preguntas posteriores a la interacción con el empaque.....	75
Figura 4.40 Gráfica productos deseados	77
Figura 4.41 Tipos de innovación	79
Figura 4.42 Rupturas de los tipos de innovación	81
Figura 4.43 Diagrama de pastel para análisis interno.....	83
Figura 4.44 Cartel consumidor final.....	84
Figura 4.45 Gráfica de utilidad del comprador	86
Figura 4.46 Gráfica de elementos clave desde el punto de vista del OT.....	86
Figura 4.47 Prototipo PLA	89
Figura 4.48 Diseño final del dispositivo de resellado	92
Figura 4.49 Resultados LCA	96
Figura 4.50 Círculo de sustentabilidad.....	97
Figura A1.1 Clasificación de productos	109
Figura A1.2 Tipo de resellado	109
Figura A1.3 Contenido del empaque.....	109
Figura A1.4 Tipo de empaque	109
Figura A2.1 Yute	111
Figura A2.2 Bonote	112
Figura A2.3 Cáhano	113
Figura A2.4 Sisal	114
Figura A2.5 Usos del PLA	115
Figura A3.1 Tipos de cierre.....	119
Figura A3.2 Tipos de cremallera	119
Figura A3.3 Cremallera sencilla.....	119
Figura A3.4 Cremallera doble	119
Figura A3.5 Tipos de producto.....	120
Figura A3.6 Tamaño de producto.....	120
Figura A5.1 Bag in box	144
Figura A5.2 Tapa hermética para bolsas	144
Figura A5.3 Dosificador de café	145

Figura A5.4 Bolsa con dosificador	145
Figura A5.5 <i>Doypack</i> con tapa	145
Figura A5.6 Empaque para tostadas	146
Figura A5.7 Dosificador de spaguetti.....	146
Figura A5.8 Empaque con sujetador	146

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Metodología conjunta.....	9
Tabla 2.1 Normatividad internacional.....	18
Tabla 2.2 Comparativa de normas.....	18
Tabla 4.1 Matriz de selección de concepto 1.....	44
Tabla 4.2 Matriz de selección de concepto 2.....	55
Tabla 4.3 Evolución del diseño del diafragma de dos elementos.....	58
Tabla 4.4 Muestra pruebas de usuario	67
Tabla 4.5 Análisis ventajas/desventajas empaques	74
Tabla 4.6 Necesidades vs Empaques resellables	80
Tabla 4.7 Desglose analítico.....	88
Tabla 4.8 Estimación de ventas	90
Tabla 4.9 Utilidad de operación	90
Tabla 4.10 Necesidades vs <i>GBag</i>	98
Tabla A2.1 Productores de PLA.....	116
Tabla A2.2 Productores de PHA	118

1. Introducción

El desarrollo de producto es el conjunto de actividades que inician con la identificación de una oportunidad en el mercado y finalizan cuando el producto ha logrado las etapas de producción, venta y entrega (Ulrich & Eppinger, 2004). El éxito económico de las compañías de manufactura depende de su habilidad para identificar dichas oportunidades, crear rápida y eficientemente productos que cumplan con sus necesidades, y que éstos puedan producirse a bajo costo. Aunado a ello, desarrollar un producto competitivo exige innovar permanentemente, mejorar la calidad del producto y sus procesos, reducir precios, mejorar el servicio postventa, mejorar la adaptación del producto al mercado, *etc.* Sólo de esta forma será posible aumentar las ventas, ofreciendo productos cada vez más útiles e innovadores a los clientes.

La innovación es la habilidad para convertir creativamente el nuevo conocimiento en nuevos o mejores productos y servicios en respuesta a la demanda del mercado y a otras necesidades sociales. La innovación es el origen del crecimiento económico de los países y de su competitividad internacional e influye positivamente en el nivel de vida de los mismos y en los cambios experimentados por la sociedad (Rosenberg, 1992). Numerosas técnicas han sido diseñadas para asistir a las compañías que tienen problemas de innovación para probar su competitividad en el cambiante mercado actual (lluvia de ideas, TRIZ, *etc.*). Casi todas estas técnicas están basadas en el apoyo de una actitud innovadora dentro de la compañía, ya que la innovación es la mejor manera de tomar ventajas competitivas sobre las demás empresas. Aquellas que incorporen éstas prácticas con regularidad y empleen técnicas avanzadas para su gestión, serán mucho más estables que las que desarrollen su actividad en sectores tradicionales y poco innovadores, porque podrán ofrecer siempre lo que el mercado necesita y en el momento que lo necesita.

Para ampliar las líneas de producto, e incluso para sobrevivir, las empresas deben desarrollar e introducir nuevos productos. Dada la situación actual de globalización y competencia, cada producto que se desarrolla debe aspirar a ser innovador y exitoso. Debido a la competencia y a las preferencias cambiantes del consumidor, ninguna empresa puede contar con sólo un producto exitoso para vender siempre; incluso, los productos que han sido populares por varias décadas necesitan de constante renovación para mantenerse en el gusto del cliente (Griffin, 2005). Es por ello, que las empresas deben innovar continuamente, tanto en el desarrollo de nuevos productos, como en la renovación o actualización de los ya posicionados. Así, la innovación se encuentra estrechamente ligada al desarrollo de producto; las compañías que deseen triunfar en el ambiente competitivo actual deben comprender que el desarrollo de producto es sólo uno de los elementos principales en la fórmula del éxito, requieren de innovación en cada uno de los aspectos del negocio, en sus productos actuales y en los miembros del equipo (Kelley, 2005).

Esta necesidad de innovación no es ajena para los productores de empaques. Desde tiempos muy remotos, el hombre ha tenido la necesidad de prevenir la descomposición de sus alimentos debido a factores externos; y es en este punto en el que nace la necesidad de la conservación y la protección. Los envases son la solución que ha satisfecho la necesidad contra esta problemática. Estos han jugado roles diferentes e importantes a través de la

historia. Con la evolución de la sociedad, junto con su habilidad e ingenio, los envases han cambiado reflejando nuevos requisitos y características. Las funciones del empaque han evolucionado a través del tiempo; en un principio eran meramente funcionales, es decir, brindaban protección al producto y hacían más fácil su manejo a los consumidores. Pero en la actualidad, desde el punto de vista estratégico, el empaque ha tomado un nuevo rol como herramienta competitiva en el punto de venta y no sólo como utensilio de conservación.

La realidad es que no hay una segunda oportunidad para causar una buena impresión al consumidor, por lo que resulta evidente el papel que juega hoy en día el empaque como herramienta estratégica en mercadotecnia para los nuevos productos (Maquiavar, 2006). De acuerdo con Kotler (Kotler, 2003), un empaque es la cubierta o recipiente de un producto que le brinda protección, facilita su uso y conservación, y le proporciona una importante comunicación de *marketing*. El empaque debe de llamar la atención del consumidor, dado su diseño y funcionalidad; además de otras características que hacen más confiable al producto que contienen para el consumidor, como la información del producto y su compatibilidad con el medio ambiente, por citar algunas. Un empaque innovador puede conferir a una empresa una ventaja sobre sus competidores (Kotler, 2003). Por ello, la innovación en empaque es tan importante como la innovación en el producto mismo.

Dentro de los beneficios que ofrece un buen empaque destacan los siguientes:

- Contiene y protege al producto
- Proporciona información sobre el producto
- Sugiere beneficios del producto
- Sustenta el posicionamiento del producto
- Segmenta al mercado
- Proporciona publicidad gratuita en el punto de venta
- Permite diferenciarse con otros productos de la categoría
- Motiva al consumidor para comprar el producto: contacto directo con el consumidor

La innovación siempre resulta atractiva en el diseño de un empaque; sin embargo, es importante que el consumidor perciba el valor agregado del producto contra los de la competencia (Maquiavar, 2006). Es necesario innovar, pero innovar con creatividad, es decir, buscar nuevas aplicaciones, modificar el diseño mecánico del empaque, la colocación y exposición de las marcas en el diseño pero minimizando el costo incremental de la innovación para no tener que modificar el precio final al consumidor.

1.1 Problemática

El plástico se ha convertido en un producto indispensable para la vida cotidiana. Algunas de sus características como bajo peso, impermeabilidad, transparencia, sellado, impresión, resistencia y durabilidad, lo hacen altamente utilizable sobre todo en la industria del embalaje. Sin embargo, su eliminación del medio ambiente puede tardar cientos de años, debido a su lento proceso de degradación natural.

Según la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos, en 2008 fueron producidos entre 500,000 millones y un billon de bolsas y empaques de plástico en el mundo (epa, 2011). Debido al elevado número de empaques producidos por año, aunado a

que cerca del 90% de ellos acaban su vida en vertederos o como basura, no pueden ser considerados benignos para el medio ambiente. Por esta razón, algunos gobiernos, principalmente de Europa, imponen el pago de un impuesto especial por su uso, dado que lo consideran como un problema ambiental. Incluso en algunos países se les ha bautizado, como en el caso de China: la *contaminación blanca*.

Sudáfrica introdujo recientemente una ley que hace ilegal el uso de los empaques flexibles con menos de 30 micrómetros (0.003 mm de espesor), una medida destinada a fomentar su reutilización. A partir de la reutilización es de donde nace la resellabilidad en los empaques. Los envases resellables han venido a fomentar el reuso de los mismos, sobre todo en el ámbito relacionado con la industria alimenticia, dado que es el mercado en donde los consumidores muestran una mayor necesidad de la resellabilidad, ya que es una manera de proteger y alargar la vida del producto. Por esto, los fabricantes de productos no pueden ignorar la demanda cada vez más acentuada por la resellabilidad ligada con la protección al medio ambiente.

Actualmente sólo existen un par de marcas extranjeras que acaparan el mercado de empaques flexibles resellables en México. Las empresas que desean adquirir este tipo de dispositivos se ven obligadas a mantener un contrato de exclusividad con dichas marcas, ya sea para uso de tecnología o por uso del elemento de resellado. Por ello, la producción o venta de este tipo de empaque en México llega a ser costoso o difícil de adquirir para algunas empresas.

Por el lado medioambiental, actualmente existen empaques flexibles de plástico que contienen tecnología que permite que el proceso de degradación se realice en menor tiempo; pero ningún empaque resellable en la actualidad es 100% biodegradable debido al elemento de resellado, lo cual es una necesidad latente en el mercado de embalaje. Con base en esta problemática, una empresa mexicana dedicada a la fabricación de máquinas para envasado plantea la necesidad de crear un empaque que cubra ambos rubros: resellabilidad y medio ambiente.

1.2 Objetivo

Los objetivos de esta tesis son:

- Integrar las metodologías de diseño y desarrollo de producto con herramientas de innovación tecnológica, a través del caso práctico de desarrollo de un empaque resellable biodegradable con el fin de definir las características técnicas, comerciales y económicas que permitan el desarrollo del nuevo producto, con el cual la empresa pueda entrar en el mercado de empaques resellables de manera competitiva.
- Ofrecer a la industria un empaque que represente una ventaja competitiva en cuanto a sus beneficios ambientales y tecnológicos.
- Ofrecer al mercado un empaque con materiales y diseños alternativos, que resultan atractivos para los consumidores por ser amigables con el medio ambiente y funcionales.

Asimismo, la empresa ha señalado que dicho empaque debe cumplir con las siguientes características:

- **Flexible:** la película del empaque debe ser de material flexible.
- **Hermético:** el empaque debe encontrarse perfectamente sellado.
- **Resellable:** el empaque debe poder cerrarse nuevamente después de abierto.
- **Biodegradable:** el empaque debe estar hecho de materiales naturales que permitan que pueda reintegrarse a la naturaleza una vez colocado en su disposición final.
- **Novedoso:** el diseño del empaque debe resultar original e innovador tanto para usuarios como para empresas productoras.

1.3 Metodología

Este trabajo se presenta como respuesta a una necesidad de la industria del embalaje en México, cuyo objetivo es proponer la tecnología para la creación de un empaque resellable biodegradable. El proyecto fue realizado por alumnos de maestría y licenciatura de la Facultad de Ingeniería de la UNAM con la ayuda del CDMIT (Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica) de la misma facultad y con la colaboración de una empresa, cuyos datos no se mencionan por efectos de confidencialidad. El proyecto estuvo dividido en tres equipos de trabajo: diseño y desarrollo, moldes y producción. En particular y durante esta tesis se hablará del proyecto realizado por el equipo de diseño y desarrollo y es el equipo referido en el siguiente párrafo.

El equipo de diseño y desarrollo estuvo conformado por la “Empresa”, dos alumnos de maestría y dos alumnos de licenciatura de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, supervisados por el Dr. Vicente Borja Ramírez, Secretario del Posgrado en Ingeniería. Alfonso Reyes, estudiante de maestría en Ingeniería Mecatrónica, fue responsable de las actividades de búsqueda, análisis y síntesis de información obtenida de patentes; estudio de equipo y líneas de producción de envase automático; pruebas de materiales biodegradables seleccionados para envasado. Norma Torres (la sustentante), estudiante de maestría en Ingeniería Industrial, responsable del apoyo para la definición del proceso de innovación del proyecto; búsqueda, análisis y síntesis de información relacionadas con usuarios y patentes; generación y evaluación de opciones de empaque; construcción y prueba de modelos y prototipos; y colaboración en la elaboración de la documentación del proyecto. Omar Muñoz y Omar Zumaya, ambos estudiantes de la licenciatura en Ingeniería Mecánica, fueron los responsables de la búsqueda, análisis y síntesis de información de patentes, productos comerciales y materiales; generación y evaluación de opciones de empaque; desarrollo CAD del empaque; y construcción y prueba de modelos y prototipos.

Como se mencionó en el objetivo, para esta tesis se usarán dos metodologías para alcanzar los objetivos planteados: diseño y desarrollo de producto (Ulrich & Eppinger, 2004) y teoría de innovación tecnológica (Gaillard, 2000). Estas metodologías serán usadas a la par durante el desarrollo del proyecto y se explican a continuación. Asimismo, al final de

la sección se muestra una tabla resumen en donde se mostrarán los puntos que las complementan entre sí.

1.3.1 Diseño y desarrollo de producto

El desarrollo de producto es el conjunto de actividades que inician con la percepción de una oportunidad en el mercado y finalizan con la producción, venta y entrega del producto que satisface esa oportunidad. Un proceso de desarrollo de producto es de gran utilidad para la empresa, ya que asegura la calidad, tanto del producto final como de cada paso del proceso; coordina a los participantes en el equipo de desarrollo; ayuda a la planeación del calendario del proyecto; administra correctamente el proyecto al identificar posibles problemáticas; e identifica oportunidades para realizar mejoras (Ulrich & Eppinger, 2004).

El proceso general de diseño y desarrollo de producto (DDP) propuesto por Ulrich y Eppinger (2004), se muestra en la Figura 1.1. Cada empresa puede tener variantes de este procedimiento de acuerdo con su filosofía, giro, tecnología, *etc.*

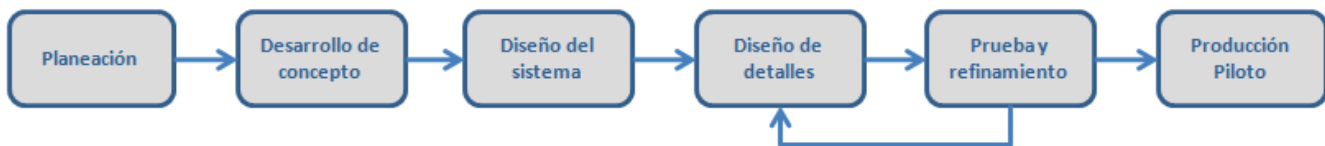


Figura 1.1 Proceso de desarrollo de producto (Ulrich & Eppinger, 2004)

La fase de planeación comienza con la estrategia corporativa e incluye la problemática a estudiarse o resolverse, la valoración de los desarrollos en tecnología y de los objetivos del mercado. El resultado de esta fase es la declaración de la misión del proyecto.

En el siguiente paso, desarrollo de concepto, se identifican las necesidades del mercado objetivo, se generan conceptos de productos alternativos y se seleccionan uno o más conceptos para selección y prueba.

El tercer paso, diseño a nivel sistema, incluye la definición de la arquitectura del producto y el desglose del producto en subsistemas y componentes; así como también, se define el esquema del ensamble final para el sistema de producción.

En la fase de diseño de detalles se define la especificación completa de la geometría, materiales y tolerancias; se establece un plan del proceso y se designa el herramental para cada parte que se va a fabricar dentro del sistema de producción.

La fase de prueba y refinamiento involucra la construcción y evaluación de múltiples versiones de producción previas del producto, aunque el ambiente que se utiliza para la

fabricación de prototipos no sea el que se utilizará en la producción. La evaluación está definida por el objetivo de diseño pretendido.

Por último, en la fase de producción piloto, el producto se fabrica utilizando el sistema de producción pretendido. Su propósito es resolver, a tiempo, cualquier problema en los procesos de producción, además de, evaluar funcionalidad y hallar defectos en el producto. Después de esta fase el producto puede ser producido y lanzado al mercado (Ulrich & Eppinger, 2004).

Es en el segundo punto, desarrollo de concepto, en donde se desarrolla la mayor parte del caso de estudio mostrado en esta tesis. La etapa de desarrollo de concepto sigue el procedimiento mostrado en la Figura 1.2, cuyos elementos serán explicados en la sección 4 de este documento.



Figura 1.2 Proceso de desarrollo de concepto (Ulrich & Eppinger, 2004)

Asimismo, se realizaron prototipos como parte de la etapa de prueba y refinamiento del proceso mostrado en la Figura 1.1, con la finalidad de realizar tanto pruebas con usuarios, como distintas pruebas físicas, a modo de verificar la factibilidad del nuevo producto.

Tanto el proceso de desarrollo de producto, como el de innovación, no son procesos estrictamente lineales, más bien toman una estructura ciclica, ya que deben revisarse constantemente los pasos anteriores, tomando en cuenta los resultados de las etapas posteriores. Por ejemplo, puede ser que se realicen nuevos conceptos después de la etapa de pruebas dados los resultados obtenidos en esa etapa.

1.3.2 Teoría de innovación tecnológica

La innovación tecnológica es una condición esencial para la expansión organizacional, de forma que el cambio tecnológico producido por la innovación es el impulso que está detrás de un crecimiento sostenido. La innovación va mucho más allá del proceso de investigación y desarrollo: consiste en la transformación de una idea en un producto vendible nuevo o mejorado, o en un proceso operativo en la industria o los servicios.

La innovación tecnológica es el resultado de un proceso complejo e interactivo en el que intervienen tecnologías, recursos humanos, formaciones profesionales, capacidades organizativas, diseños y otros factores intangibles de la actividad empresarial, que interactúan en la transmisión de conocimientos. Por ello, las empresas no pueden actuar como agentes aislados, es necesario superar aproximaciones parciales que lo vinculan sólo

a la demanda del mercado o al empuje de la oferta tecnológica y abordarlo de una forma integrada en lo que se puede llamar *sistemas de innovación*.

Por lo tanto, la innovación tecnológica comprende todas aquellas etapas científicas, técnicas, comerciales y financieras, necesarias para el desarrollo y comercialización de nuevos productos o con mejoras características, la utilización comercial de nuevos o mejores procesos y equipos, o la introducción de un nuevo servicio (Ruíz, 1989).

La innovación de producto, según la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), se considera realizada sólo cuando se introducen en el mercado tanto los productos enteramente nuevos (innovación radical), como los productos ya existentes, pero sustancialmente mejorados (innovación incremental). Esto incluye las mejoras significativas en las especificaciones técnicas, componentes o materiales. Las innovaciones incrementales provienen mayormante del trabajo de ingenieros y técnicos y de los estudios del mercado, mientras que las radicales se basan, principalmente, en la ciencia (OCDE, 2005).

Para esta tesis se definirán y usarán técnicas y conceptos relacionados con teoría de innovación tecnológica de algunos autores como Gaillard (Gaillard, 2000), Prax (Prax, 2005) y Dutheil (2003). Dichos conceptos serán explicados en la sección 4.2 de este documento y son:

- Objeto técnico (Gaillard, 2000). Es la primera forma tangible de la idea y, por lo tanto, la primera actividad de un proceso de investigación y desarrollo.
- Desglose analítico (Dutheil, 2003). Construye la cadena tecnológica del objeto técnico que se va a desarrollar.
- Rupturas de la innovación (Prax, 2005). Validan que el objeto técnico propuesto corresponda a una innovación, y son las siguientes:
 - ⇒ Ruptura de uso: Diferenciación del producto desde el punto de vista del consumidor.
 - ⇒ Ruptura tecnológica: Diferenciación del producto desde el punto de vista del innovador
 - ⇒ Ruptura económica: Si las dos mencionadas rupturas son válidas, existirá esta ruptura, siempre y cuando existan las condiciones financieras para desarrollar el proyecto.

Estos conceptos engloban que sólo se puede tener innovación si el producto o servicio cumple una necesidad y tiene un mercado. Ello se puede comprobar gracias a la realización de las rupturas de innovación antes mencionadas. Otras herramientas relacionadas con innovación tecnológica serán integradas a lo largo del documento.

1.3.3 Integración de las metodologías

Durante el desarrollo de esta investigación se llevarán a cabo de manera complementaria la metodología de diseño y desarrollo de producto de Ulrich y Eppinger (2004) y la teoría de innovación tecnológica antes mencionada. Esta forma de trabajo tiene como objetivo que

con la fusión de ambas se logre un resultado sistémico e integral para el desarrollo del producto del caso de estudio. A continuación, se muestra la metodología de manera gráfica (Figura 1.3), en donde se observan ambas teorías en conjunto para fines de este trabajo:



Figura 1.3 Metodología conjunta

La Figura 1.3 muestra cómo se integran las teorías propuestas por medio de tres bloques, para identificar cómo se complementan. En el bloque naranja se hace un análisis situacional del mercado, para identificar las necesidades del consumidor que se abordarán; corresponde a la identificación de necesidades en diseño de producto (Capítulo 3), y al análisis interno y externo del mercado, que es una herramienta de innovación tecnológica que se mostrará en el capítulo 4. En el bloque verde (Capítulo 4) se definen los conceptos y el diseño del nuevo empaque; así mismo, por la parte de innovación, se definen el objeto técnico, y se realiza el desglose analítico. Por último, el bloque azul es la parte de evaluación del nuevo producto desde el punto de vista del diseño sustentable y las rupturas de innovación, que definen si el producto es o no innovador; todo ello en el capítulo 4.

La siguiente tabla muestra una comparación de las teorías, donde se puede observar el aporte que realizará cada una a la metodología conjunta propuesta en este proyecto:

Tabla 1.1 Metodología conjunta

Diseño y Desarrollo de producto	Metodología Conjunta	Innovación Tecnológica
Identificación de Necesidades	Se identificarán necesidades de usuarios potenciales, además que se logrará hacer un análisis situacional del mercado, incluyendo competidores	Análisis interno y externo
Generación de Concepto	El concepto es una descripción aproximada de la tecnología, el funcionamiento y la forma del producto. El objeto técnico pretende ser una descripción de la tecnología y diseño final del producto	Definición de Objeto Técnico
Generación de Especificaciones	Las especificaciones son las necesidades traducidas a lenguaje ingenieril, que ayudaran a crear conceptos y el objeto técnico	Desglose Analítico
Creación de Prototipos	La creación de prototipos ayuda a aterrizar el objeto técnico, observar el funcionamiento y fallas y aciertos en el diseño	
	El desglose analítico aporta datos económicos de relevancia en cuanto a tecnología y recursos humanos que se requieren para elaborar el objeto técnico	Desglose Analítico
Pruebas de usuario	Las pruebas de usuario ayudarán a validar la ruptura de uso. La ruptura tecnológica y económica complementan las pruebas de usuario	Rupturas de Innovación

El alcance del proyecto comprende, en una primera etapa, el desarrollo del empaque incluido el material a elegir para éste, la propuesta de una nueva geometría de sellado y, en una segunda fase, el diseño de los dispositivos necesarios que puedan ser adaptados a máquinas envasadoras comerciales. Esta tesis abarca únicamente la etapa de investigación y desarrollo del empaque resellable. En el capítulo 2 de este documento, se muestra el marco teórico de la investigación; se hace una descripción acerca de empaques resellables, plásticos biodegradables y normatividad a nivel internacional en cuanto a plásticos y empaques biodegradables. El capítulo 3 muestra el proceso de identificación de necesidades de usuarios para el nuevo empaque; asimismo, se definen las especificaciones y se hace un análisis situacional del mercado por medio de una técnica de innovación tecnológica. El capítulo 4 muestra el desarrollo conceptual del empaque por medio de la metodología propuesta; es el capítulo clave en donde se definen las características del empaque, el proceso para llegar a él, se muestran los resultados por medio de prototipos y se analiza su factibilidad a través de las técnicas de innovación tecnológica. Por último, el capítulo 5 presenta las conclusiones y recomendaciones finales.

Por razones de confidencialidad, no se incluye en esta tesis información considerada *sensible* para la empresa para proteger el desarrollo del producto.

2. Antecedentes

2.1 Empaques resellables

Hasta comienzos del siglo XX, los envases de alimentos eran esencialmente rígidos (frascos, latas, bidones, barriles), y se fabricaban predominantemente de acero y vidrio. Aunque habían existido varias experiencias exitosas de envasado de caramelos y golosinas en papel y estaño, la técnica del envase flexible todavía no había demostrado su potencial para llevar un producto al mercado de manera segura y además atractiva al consumidor. En 1911 puede considerarse que nace la industria de los envases flexibles, cuando simultáneamente en Francia y en Alemania se desarrolla el proceso de fabricación de una lámina de celulosa regenerada: el celofán. Pero finalmente fueron introducidos en los años 70, y rápidamente se hicieron muy populares, debido a su poco peso, a su utilización como un medio de distribución de productos y por ser una manera barata de publicidad.

Se llaman empaques flexibles a los empaques que son obtenidos de rollos o bobinas de diversos tipos de plásticos. Generalmente, el equipo que forma el empaque es el mismo que lo llena y lo sella. Los envases flexibles son utilizados para casi cualquier producto, siendo su principal uso en la industria alimentaria. Estos empaques deben cumplir una misión fundamental: preservar el producto en su interior desde el momento en que es envasado, durante el transporte, almacenamiento, distribución y exhibición, hasta el momento en que es abierto por el consumidor.

Existen distintas maneras de sellar los empaques, la gran mayoría lo hacen por termosellado, pero también lo hacen por medio de ultrasonido. En el proceso de termosellado, el empaque es sometido a calor, y cuando una de las capas que componen el empaque consigue su fusión es mantenida en contacto con la superficie opuesta, de similar constitución, hasta que las dos capas solidifiquen formando una única capa. La manera en la que se sellan los empaques flexibles hace posible su clasificación:

- Almohada: hecho a partir de la unión de los extremos de la película, sellándolo en tres lados.
- Tres sellos con fuelle (almohada con fuelle): empaque con dobleces en ambos lados, con una aleta-sello funcionando desde la parte superior hasta el fondo de empaque y sellada horizontalmente en el fondo y la tapa. Empleado en aquellos productos en el que se desea que se mantengan parado el empaque en los estantes de los puntos de venta. De uso general en la industria del café.
- *Doy Pack*: Louis Doyen lo inventó en 1962, se caracteriza por tener fondo redondo y ser achatada en la parte superior. Esto permite que el empaque permanezca parado. Por lo general, se utilizan para contener líquidos y semi-líquidos.
- Microperforadas: los empaques microperforados son de uso muy específico tales como el empaque de verduras, frutas, pan fresco y vegetales.

- Courier: empaques conocidos en el mercado por ser inviolables y a la vez impedir que se vea su contenido. Empleado principalmente en los negocios relacionados al envío de información.
- Empaques de vacío: empaques de alta barrera a los gases que permiten hacer el vacío y empacar productos tales como quesos, carnes, *etc*, que permiten prolongar la vida del producto.
- Cuatro sellos: se usan en películas laminadas y se requieren dos películas para sellar en los 4 lados.

Los empaques flexibles son los que se usan para hacer los empaques resellables. Pueden adecuarse las diferentes configuraciones de máquinas (llenadoras-selladoras verticales y llenadoras-selladoras horizontales) para colocar el elemento de cierre a los envases. Las cremalleras utilizadas para cerrar las bolsas son de diferentes tipos y están hechas generalmente de polipropileno. El tipo de cierre depende en gran medida del producto que vayan a contener (polvos, *pellets*, líquidos). Para este trabajo, se realizó una clasificación de acuerdo con los empaques flexibles resellables encontrados en el mercado; los tipos de cierre se enlistan a continuación:

1. Cremallera simple: cremallera que cierra con presión, el empaque sólo tiene una cremallera para cerrar.
2. Cremallera doble: cremallera que cierra con presión formada por dos cremalleras simples para garantizar un mejor sellado.
3. Cremallera con cierre deslizante: parecido a los *zippers* tradicionales, al deslizar un dispositivo que cierra o abre el empaque a su paso. Este tipo de empaque se muestra en la Figura 2.1
4. Resellables de pegamento: utilizan pegamento para volver a cerrar el envase.
5. Empaques flexibles con rosca: tendencia actual, a la bolsa se le incorpora una taparroscas que cierra y dosifica.



Figura 2.1 Cremallera con cierre deslizante

Para la Asociación Mexicana del Envase y Embalaje (AMEE), los empaques resellables ofrecen ventajas tanto a envasadores y minoristas, como a consumidores (Cruz, 2006). Estas ventajas se enlistan a continuación:

- Ventajas para envasadores:

- Eficiencia para la línea de producción
- Aplicación en películas impresas y no impresas
- Unificación de películas en uso
- Cerrado evidente a alteraciones o violación al producto

- Ventajas para minoristas:

- Envase resellable de larga duración
- Marca visible durante la vida útil del producto
- Diseño de un envase compacto y conveniente
- Reciclable

- Ventajas para consumidores:

- Mejor dosificación y menor desperdicio del producto
- Mayor comodidad
- Mantiene la frescura de los productos
- Protege al producto después de abierto
- Reciclable

2.2 Plásticos biodegradables

Actualmente se generan 13,250 toneladas de desechos al día dentro del Distrito Federal, lo que equivale a decir que un habitante genera en promedio 1.52 kg de basura diariamente. De esa basura, aproximadamente el 9% corresponde a plásticos, los cuales tardan cientos de años en desintegrarse completamente, lo que representa un problema en cuanto a la gran cantidad de desechos generados hoy y en el futuro (Herrera Massieu, 2004).

Los plásticos sintéticos tardan cientos de años en degradarse, ya que su estructura es resistente y no permite que internamente se alteren las cadenas del polímero. Las condiciones ambientales en las que se encuentre el plástico, son determinantes para que la matriz interna del plástico vaya teniendo una reducción en su peso molecular.

Se han desarrollado alternativas de materiales para sustituir a los plásticos tradicionales, éstos son los plásticos ambientalmente degradables. Estos plásticos son polímeros tanto naturales como sintéticos que se transforman químicamente por la interacción de factores ambientales y se ven afectados por la acción enzimática de los microorganismos que allí se encuentran. Es decir, se biodegradan en un tiempo suficientemente corto que no producen una acumulación significativa de residuos que puedan afectar al medio ambiente.

Los bioplásticos, se definen como los plásticos que son biodegradables o el contenido de su base es biológico o ambos (Bioplastics Council, 2010). Los bioplásticos basan su estructura en recursos renovables, con monómeros, que de acuerdo con condiciones

ambientales (luz solar, humedad, erosión, bacterias), comenzarán a degradarse por sí mismos causando un deterioro general en la estructura total de plástico, lo que permite que se desintegre completamente después de un tiempo determinado. Polímeros como el almidón, celulosa, proteína de soya, ácido láctico, azúcar, *etc.*, que se encuentran en la naturaleza, sirven de materia prima para la elaboración de estos plásticos. Los bioplásticos, llegarán a una etapa de degradación cuando los enlaces primarios de las cadenas se hayan roto y el oxígeno haya entrado en contacto con los monómeros, ya que se liberarán elementos como agua, CO₂ e hidrógeno que son alimento de microorganismos que se encuentran en el ambiente.

Según las normas aceptadas por la industria a partir de 2008: ASTM D6400, ASTM D6868, ASTM D7081 y EN 13432, los plásticos biodegradables se definen como aquellos plásticos que se someten a la biodegradación (proceso en el cual la degradación proviene de la acción de origen natural de microorganismos tales como bacterias, hongos y algas) (Bioplastics Council, 2010). De acuerdo con Dermibas (2007), existen principalmente siete tipos de plásticos degradables de acuerdo con el catalizador que permite su degradación: biodegradable, compostable, hidrobiodegradable, bioerosionable, fotodegradable, oxodegradable e hidródegradable.

Los plásticos biodegradables toman el compostaje como el medio de degradación principal ya que reúne las características en un medio cerrado que asegura que el polímero comience a degradarse. El compostaje es uno de los medios más utilizados en la actualidad para procesar desechos orgánicos, donde mediante un medio controlado y cerrado se acomodan de manera alternada diferentes tipos de residuos orgánicos; en este sistema se controla la temperatura y humedad, lo que logra la degradación de estos desechos después de un determinado tiempo (INE, 2007). Así, este tipo de plástico debe ser tratado como un desecho orgánico. Algunos polímeros que se encuentran comercialmente como biodegradables sólo logran su degradación bajo este medio, de lo contrario, tardarán casi el mismo tiempo que los plásticos sintéticos tradicionales en degradarse. Los plásticos compostables, entonces, se definen como aquellos plásticos que sufren degradación por procesos biológicos durante el compostaje para producir CO₂, agua, compuestos inorgánicos y biomasa a un ritmo compatible con otros materiales compostables y que no dejarán residuos visibles y distinguibles o tóxicos (ASTM, 2010).

Asimismo, existen los plásticos con pro-degradantes (oxo-degradables), los cuales no necesariamente basan su estructura molecular en elementos biodegradables u orgánicos, sino que pueden ser plásticos sintéticos a los cuales se les incorporan aditivos pro-degradadores que permiten programar el tiempo de vida del producto que permanecerá intacto antes de comenzar su degradación. Los aditivos "oxo-biodegradables" son normalmente incorporados en los plásticos convencionales, tales como el polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), polietileno tereftalato (PET) y, a veces también de cloruro de polivinilo (PVC) durante el proceso de conversión de los polímeros a los productos finales.

Términos tales como *degradable*, *biodegradable*, *oxo-degradables* y *oxo-biodegradables* se utilizan para promover los productos hechos con plástico tradicional suplementada con aditivos específicos, pero esto no significa que los materiales realmente se desintegren en el

medio al final de su vida. Los productores de aditivos pro-degradantes utilizan el término *oxo-biodegradables* para describir los productos resultantes fabricados utilizando los aditivos. Este término indica que los productos pueden sufrir degradación rápida en virtud de las condiciones finales de vida. Sin embargo, el principal efecto de la oxidación es la fragmentación, no la biodegradación, en pequeñas partículas que permanecen en el ambiente por una cantidad indeterminada de tiempo, convirtiéndose en incontrolables en términos de su disposición final. Por lo tanto, el término *oxo-fragmentable* es más apropiado para describir el estado al final de la vida para estos materiales (Bioplastics Council, 2010). Actualmente, la mayor parte de las bolsas comerciales que se utilizan son pro-degradantes; es decir, contienen aditivos que favorecen la desintegración, más no la biodegradación.

La fragmentación de los *oxo-biodegradables* no es el resultado de un proceso de biodegradación, sino más bien el resultado de una reacción química. Los fragmentos resultantes se mantendrán en el medio ambiente en forma de pequeños trozos de plástico casi imperceptibles, cuya repercusión con la salud humana y animal está en investigación. La fragmentación no es una solución al problema de los residuos, sino más bien es una conversión de los contaminantes visibles (bolsas de plástico) en contaminantes invisibles (trozos de plástico). Esto no se considera como una solución factible para el problema de los residuos de plástico. Mientras que los productos de plástico pueden ser recogidos, reutilizados e incluso reciclados, fragmentos de plástico a nivel microscópico son imposibles de recoger o de controlar. Fragmentar no es lo mismo que biodegradar (Bioplastics Council, 2010).

Además de los aditivos que desencadenan el proceso de fragmentación, los "oxo-biodegradables" incluyen estabilizadores, que se añaden para limitar la fragmentación no deseada de las cadenas del polímero, mientras que el plástico es utilizado por el consumidor. Sin embargo, el efecto estabilizador de los aditivos es limitado. Los estudios de investigación han concluido que incluso con un cierto contenido de aditivos estabilizadores (película de PE con *oxo-biodegradables*), pierden sus propiedades mecánicas bastante rápido, sobre todo cuando se exponen a la luz del sol. Por esta razón, se requieren diferentes condiciones de almacenamiento a fin de prevenir el envejecimiento prematuro y la pérdida de propiedades mecánicas de los plásticos que contienen aditivos oxo-biodegradables (Bioplastics Council, 2010). Esto último hace igualmente complicado su reciclaje.

Por otro lado, para que un plástico pueda ser llamado "plástico verde" tendrá que cumplir con al menos uno de los siguientes requisitos (Stevens, 2002):

1. Ser biodegradable.
2. Estar hecho de materiales renovables.
3. Tener un proceso de producción amigable con el medio ambiente.

Debido a que diferentes compuestos pueden satisfacer todos o algunos de estos criterios en diferentes grados, es necesario realizar tres preguntas para evaluar qué tan "verde" es un material plástico (Stevens, 2002):

1. ¿Qué tan rápidamente el plástico puede ser re-integrado en el entorno natural después de su uso?
2. ¿Con qué rapidez se regeneran en el entorno los ingredientes que se utilizan para crear el plástico?
3. ¿Cuánta contaminación o residuos se generan durante el proceso de fabricación del plástico?

Los plásticos tradicionales fallan en estos tres puntos, ya que su reintegración al entorno natural puede durar hasta más de 500 años; la materia prima con la que se fabrican (derivados del petróleo) no es renovable, así que es imposible que se regeneren en la naturaleza; y por último, además de los residuos postconsumo del uso de plásticos tradicionales, su proceso de fabricación requiere de uso de energía desde la obtención de materia prima hasta su transformación, lo que implica contaminación.

Dadas las características anteriores, se necesita que el empaque a desarrollar sea bioplástico, que provenga de materiales renovables naturales y que su degradación sea biodegradable o compostable; así mismo, que el proceso de fabricación requiera menor energía y genere menores residuos que el proceso actual de fabricación de empaques de polímeros sintéticos (aunque éste último punto, no se valida en esta tesis). En la sección 3.1.2 se especifican con detalle las características de los materiales propuestos para el empaque a desarrollarse, así como también el material elegido para este fin.

2.3 Normativa

Resulta de importancia que las empresas productoras de plásticos biodegradables cuenten con certificaciones adecuadas que cumplan las pruebas estandarizadas necesarias para asegurar, tanto a productores de empaques y alimentos, y a los mismos consumidores finales, que se cuenta con un respaldo y una certificación que asegure la calidad de sus bioplásticos. Existen normas y certificaciones probadas y reconocidas a nivel internacional que sustentan las afirmaciones referentes a la biodegradación, bajo ciertas especificaciones de las condiciones de vida del producto y de su disposición final.

Las organizaciones más importantes que proporcionan los lineamientos para la certificación de estos plásticos son:

- ISO: *International Organization for Standardization*
- CEN: *European Committee for Standardization*
- ASTM: *American Society for Testing and Materials*
- DIN: *Deutsches Institut für Normung*

ISO es una organización no gubernamental que forma un puente entre los sectores público y privado. Es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional (ISO, 2010).

CEN, Comité Europeo de Normalización, es una organización no lucrativa privada cuya misión es fomentar la economía europea en el negocio global, el bienestar de ciudadanos europeos y el medio ambiente proporcionando una infraestructura eficiente a las partes interesadas para el desarrollo, el mantenimiento y la distribución de sistemas estándares coherentes y de especificaciones (CEN, 2010).

ASTM International es una organización de desarrollo de normas técnicas para los materiales, productos, sistemas y servicios. Las normas de ASTM International tienen un papel importante en la infraestructura de información que orienta el diseño, fabricación y comercio en la economía mundial. Las normas desarrolladas en ASTM son el trabajo de más de 30.000 miembros de ASTM. Estos expertos técnicos representan a productores, usuarios, consumidores, gobierno y académicos de más de 120 países (ASTM, 2010).

DIN es el organismo nacional de normalización de Alemania. Elabora, en cooperación con el comercio, la industria, la ciencia, los consumidores e instituciones públicas, estándares técnicos para la racionalización y el aseguramiento de la calidad. El DIN representa los intereses alemanes en las organizaciones internacionales de normalización como la ISO y la ASTM (DIN, 2010).

En la tabla 2.1 se muestra un compendio de las normas que deben cumplir los productores de plásticos que pretenden ser biodegradables.

Tabla 2.1 Normatividad internacional

Norma	Uso	Aplicación	Resumen
ASTM D543 - 95	Resistencia de materiales plástico a reactivos químicos	Todo tipo de plásticos	Método de evaluación de todos los materiales plásticos, incluidos los emitidos, moldeado en caliente, frío-moldeado, productos laminados de resina, y materiales de la hoja a la resistencia respecto a reactivos químicos. Incluyen disposiciones para informar cambios en el peso, dimensiones, apariencia y propiedades de resistencia.
ASTM D5271 - 02	Biodegradación aeróbica de los materiales plásticos en un sistema de aguas residuales y Tratamiento	Todo tipo de plásticos	Método de prueba que mide el grado y la tasa de biodegradación aeróbica de los materiales plásticos (incluidos los aditivos formulación que puede ser biodegradables) sobre la exposición a la biomasa de fangos activos en el rango de concentración de 0,1 a 2,5 g / L licor-mezcla sólidos suspendidos volátiles (MLVSS) bajo condiciones de laboratorio
ASTM D5338 - 98	Compostabilidad de Plásticos	Plásticos Compostables	Método de prueba estándar para determinar la biodegradación aeróbica de los materiales de plástico bajo condiciones controladas de compostaje. Este método de ensayo determina el grado y velocidad de biodegradación aeróbica de los materiales plásticos en contacto con el medio controlado de compostaje en condiciones de laboratorio. Este método de ensayo está diseñado para producir resultados de test reproducible y repetible en condiciones controladas que se asemejan a las condiciones de compostaje.
ASTM D5526 - 94	Biodegradación de Plásticos en rellenos sanitarios	Todo tipo de plásticos	Método de prueba estándar para determinar la biodegradación anaeróbica de los materiales plásticos bajo condiciones de relleno sanitario. Este método de ensayo también está diseñado para producir mezclas de residuos domésticos y materiales de plástico después de diferentes grados de descomposición en las condiciones que se asemejan a los rellenos sanitarios. Las mezclas obtenidas después de este método de ensayo puede utilizarse para evaluar los riesgos ambientales y de salud de los materiales plásticos que se degradan en un relleno sanitario.
ASTM D5988 - 96	Biodegradación aeróbica en el suelo de los materiales de plástico o de materiales residuales de plástico después de compostaje	Todo tipo de plásticos	Método que cubre la determinación del grado y la tasa de biodegradación aeróbica de los materiales sintéticos de plástico (incluidos los aditivos formulación que puede ser biodegradables) en contacto con el suelo, o una mezcla de suelo y la composta madura, en condiciones de laboratorio. está diseñado para ser aplicable a todos los materiales plásticos que no produzcan efectos inhibidores de las bacterias y hongos.
ASTM D6002 - 96	Compostabilidad de plásticos degradables	Plásticos compostables	Método que cubre criterios, procedimientos y un enfoque general para establecer la compostabilidad de plásticos degradables para el medio ambiente.
ASTM D6400 - 04 ASTM D6400 - 99	Identificación de plásticos compostables	Plásticos Compostables	Método que cubre los plásticos y los productos hechos de plásticos que están diseñados para ser compostados en instalaciones de compostaje aeróbico municipales e industriales.El propósito de esta especificación es establecer normas para la identificación de productos y materiales que puedan realizar el composteo de manera satisfactoria en las instalaciones de compostaje comerciales y municipales. La norma ASTM D6400 requiere 60% de biodegradación dentro de los siguientes 180 días.
ASTM D6868 - 03	Etiquetado para Plásticos Biodegradables	Plásticos Biodegradables	Método que establece los requisitos para el etiquetado de materiales y productos (incluido el empaado), en el que una película de plástico biodegradable o recubrimiento se adjunta (ya sea por medio de laminación o extrusión directamente sobre el papel) sobre sustratos compostables y todo el producto o paquete está diseñado para convertirse en abono en las instalaciones de compostaje aeróbico municipales e industriales. Esta especificación, sin embargo, no se describe el contenido del producto o de su rendimiento con respecto a compostabilidad o biodegradabilidad. Con el fin de que el composteo de lleve a cabo de forma satisfactoria, el producto debe demostrar cada una de las tres características de la siguiente manera: (1) la desintegración adecuada durante el compostaje, (2) nivel adecuado de biodegradación inherente, y (3) ningún impacto adverso en la capacidad de composteo para apoyar a la planta el crecimiento.
EN 13432 EN 14995 DIN V54900	Prueba de compostabilidad de productos plásticos	Plásticos compostables y biodegradables	Método que incluye una prueba de química: los valores límite para los metales pesados deberán ser observadas. Biodegradabilidad en medio acuoso (consumo de oxígeno y la producción de CO ₂): La prueba debe realizarse al menos el 90% de la materia orgánica se convierte en CO ₂ dentro de los 6 meses. Desintegración en la composta: Después de 3 meses de compostaje y posterior, no más del 10% de residuos pueden permanecer, en comparación con la masa original.

Norma	Uso	Aplicación	Resumen
ISO 14851	Biodegradabilidad aeróbica final de los materiales plásticos en un medio acuoso	Polimeros sintéticos y plásticos	Método para la determinación del grado de biodegradabilidad aeróbica de los materiales plásticos, incluidos los que contienen aditivos de formulación. El material de ensayo se expone en un medio acuoso en condiciones de laboratorio a un inóculo de fango activado, el composte o tierra. El estándar está diseñado para determinar la biodegradabilidad potencial de los materiales de plástico o de dar una indicación de su biodegradabilidad en ambientes naturales. El método permite la evaluación de la biodegradabilidad se mejora mediante el cálculo de un balance de carbono.
ISO 14855	Biodegradabilidad aeróbica final de materiales plásticos en condiciones controladas de compostaje	Polimeros sintéticos, naturales y plásticos	Método para determinar la biodegradabilidad aeróbica final de los materiales plásticos en condiciones controladas de compostaje mediante la medición gravimétrica de la cantidad de dióxido de carbono producido. El método está diseñado para producir una tasa óptima de biodegradación mediante el ajuste de la humedad, la aireación y la temperatura de la nave de compostaje. El método se aplica a los siguientes materiales: naturales y / o polímeros sintéticos y copolímeros y mezclas de estos y los materiales de plástico que contienen aditivos tales como plastificantes o colorantes.
RAL GZ 251	Garantías de calidad para la composta	Materiales compostables	Método que declara el contenido total de nutrientes (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO), el contenido de nutrientes solubles (N), el contenido de micro-nutrientes, CaO, impurezas: si el contenido total de impurezas el 0,1% de la masa el contenido visible de impurities no supere los 25 cm por litro de materia fresca

La Tabla 2.2 muestra una comparativa entre las normas principales, equivalentes entre las instituciones normativas, en lo referente a tiempo de biodegradación y desintegración:

Tabla 2.2 Comparativa de normas (Rudnik, 2008)

Norma	Biodegradación	Desintegración	Seguridad
ASTM D6400	Para los productos compuesto de un polímero único, el 60% del carbono orgánico debe ser convertido a dióxido de carbono dentro de 180 días. Para los productos consistentes en más de un polímero, el 90% del carbono orgánico debe convertirse en dióxido de carbono dentro de 180 días	No más del 10% de su peso seco original permanece después del tamizado en un tamiz de 2,0 mm de escala después del compostaje controlado de laboratorio.	Bajos niveles de metales pesados. Ausencia de efectos adversos sobre la capacidad de composta para apoyar el crecimiento de las plantas.
ISO 117088	Para los productos que son un homopolímero, el 60% del carbono orgánico debe ser convertido a dióxido de carbono dentro de 180 días. Para todos los otros polímeros, el 90% del carbono orgánico debe ser convertido a dióxido de carbono dentro de 180 días.	No más del 10% de su masa seca original permanece después del tamizado en un tamiz de 2,0 mm después de 84 días en un ensayo controlado de compostaje.	Bajos niveles de metales pesados. Un mínimo del 50% de sólidos volátiles. La evaluación ecotoxicológica (prueba de crecimiento de las plantas en dos especies diferentes de plantas siguientes modificada por directriz de la OCDE 208) .
EN 13432	Al menos 90% de degradación dentro de los siguientes 6 meses.	No más del 10% de los residuos de los residuos de envases deberá ser mayor a 2 mm.	Bajos niveles de metales pesados. Análisis físico - químico de composta resultante. La evaluación ecotoxicológica (prueba de crecimiento de las plantas en dos especies diferentes de plantas siguientes modificada por directriz de la OCDE 208).

Por otro lado, existen empresas certificadoras a nivel mundial, las cuales están encargadas de comprobar que los plásticos y empaques desarrollados que requieran la certificación de biodegradabilidad, puedan obtener un sello que garantice la funcionalidad del producto. La certificación es una herramienta que respalda la calidad y cumplimiento de normas de los procesos internos y de los productos que se ofrecen. Esto resulta una ventaja competitiva ante otros productores y un incentivo para los consumidores que preferirán productos que cuenten con un respaldo sólido.

Algunas de las empresas certificadoras a nivel mundial que cuentan con evaluaciones basadas en las normas internacionales de biodegradabilidad y compostaje son:

Vincotte

Empresa belga que otorga certificaciones basadas en las normas europeas y americanas. Otorga certificaciones de calidad, seguridad y manejo de sistemas ambientales. Cuentan con certificación ISO 9000. Vincotte otorga las etiquetas: *OK compost*, *OK compost home*, *OK biobased* y *OK biodegradable*, basadas principalmente en las normas europeas EN13423 (Vincotte, 2010). La Figura 2.2 muestra los sellos otorgados con la certificación.



Figura 2.2 Vincotte

Din Certco

Es una empresa de certificación alemana, ligada a la DIN (en español, Instituto Alemán para la Estandarización). Realizan diversos tipos de certificaciones, desde calidad de procesos para empresas, evaluación de prototipos, hasta aseosamiento para la calidad de sistemas ambientales. Cuenta con certificación ISO 9000 (Din-Certco, 2010).

Din Certco opera un esquema de certificación para productos compostables hechos a base de materiales biodegradables otorgando la etiqueta de compostable adoptada por la Asociación de Plásticos Europeos. Su certificación está basada en las normas EN 13432 y ASTM D600. La figura 2.3 muestra el logotipo otorgado a los que logran certificarse con Din Certco.



Figura 2.3 Din Certco

Eco Logo

Eco Logo Program es una empresa norteamericana fundada en 1988, dedicada a otorgar certificaciones ambientales. Sus certificaciones abarcan diferentes tipos de mercado, desde la industria de la construcción y la eléctrica, hasta el papel y los empaques. Cuentan con sus propios estándares de certificación y, específicamente al tema de esta tesis, certifican plásticos o empaques compostables. La figura 2.4 Muestra el sello otorgado con esta certificación (EcoLogo, 2010).



Figura 2.4 Eco Logo

La materia prima del empaque a desarrollar en este proceso de innovación debe cumplir con los estándares internacionales de calidad que se mostraron anteriormente, siempre y cuando puedan ser aplicadas a las condiciones de gestión de residuos sólidos en México.

En el caso de México y específicamente el Distrito Federal, el 18 de marzo de 2009, la Asamblea Legislativa del D.F. aprobó una iniciativa de reforma y modificaciones al artículo 11, fracción 18 bis de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal; donde se señala el uso obligatorio de materiales biodegradables en la transportación, contención, envase de materiales y manejo de residuos sólidos. Una vez publicada en la Gaceta Oficial, los establecimientos mercantiles tendrían que cumplir con el programa de sustitución de

plásticos en un tiempo no mayor a seis meses para evitar sanciones. Se tiene contemplado que la Secretaría de Medio Ambiente a través de campañas, fomente el uso de plásticos biodegradables y establezca las normas y reglas que deben de cumplir estos plásticos (IMPI, 2010). Por ello, es importante que el empaque a desarrollarse, cumpla con las reglas internacionales y se adelante a los futuros requerimientos de los plásticos y empaques en nuestro país.

Si bien actualmente ha sido exitoso el cumplimiento de la modificación a la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal que refiere a la adopción de bolsas elaboradas a base de polímeros degradables en establecimientos mercantiles, aún quedan aspectos que impiden la implementación total de esta tecnología en nuestro país, dado que:

1. El sistema de recolección de basura es deficiente, tanto por la infraestructura existente como por la poca cooperación de los ciudadanos para realizar acciones de separación de basura a pesar de existir una ley al respecto. Es necesario invertir en camiones recolectores con compartimentos para los desechos orgánicos e inorgánicos, así como los espacios para su disposición. Generar mayores plantas de compostaje para el procesamiento de los desechos orgánicos considerando como un beneficio potencial la obtención de energía a través del biogás.

2. El gobierno requiere trabajar en conjunto con los sectores de la industria involucrados en la implantación, adopción y generación de reglas acerca de los plásticos biodegradables. Todo esto para generar un ambiente adecuado y de cooperación entre ambas partes que considere las necesidades locales así como las normas y prácticas internacionales que permitan establecer estrategias adecuadas. Fundamentar todas las acciones a través de leyes, normas y reglamentos que permitan dar continuidad y obligatoriedad a estas directrices incluyendo las sanciones pertinentes para fomentar su cumplimiento. El establecimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en este tema podría definir lineamientos claros para el uso de este tipo de plásticos, sobretodo en la definición de “Plástico Biodegradable”, porque como ya se explicó en la sección anterior, algunos plásticos son biodegradables y otros sólo se fragmentan. Es importante establecer claramente los órganos de revisión y control que darán seguimiento a estas políticas.

3. La implantación en el proceso de manufactura depende del tipo de polímero que se quiere utilizar. Asociaciones dedicadas a la transformación del plástico en conjunto con las instituciones de gobierno correspondientes deben otorgar facilidades a las empresas que quieran cambiar de tecnología, al introducir plásticos biodegradables.

4. Se debe informar a la población mediante un lenguaje claro acerca de las disposiciones en materia de estos plásticos, desde su origen hasta su disposición.

5. Establecer un método de identificación de residuos mediante la utilización de símbolos comunes para clasificar a los desechos y saber qué destino tienen al separarlos, lo que facilitaría a los ciudadanos el llevar a cabo la segmentación de residuos de manera correcta y simplificada (Pineda, 2010).

3. Identificación de necesidades de usuarios

3.1 Búsqueda de información del producto

Como se comentó en la primera sección de este trabajo, el proyecto que se presenta tiene su origen en la petición de una empresa mexicana por crear un empaque resellable con característica biodegradable, por lo que fue necesario recabar información del mercado. La actividad de búsqueda de información se dividió en tres partes: búsqueda de productos comerciales en empaque resellable, investigación de posibles materiales biodegradables factibles de ser empleados en el empaque y búsqueda de patentes de este tipo de productos y de otros relacionados. A continuación se presentan cada una de ellas.

3.1.1 Recolección de muestras de empaques resellables

En esta primera parte de búsqueda de información, se recurrió a la investigación de empaques resellables comerciales directamente de centros comerciales y de autoservicio. La finalidad de esta actividad fue conocer la oferta de empaques resellables que hay actualmente en el mercado, los productos que se ofrecen en ellos y analizar sus características.

La actividad consistió en tomar fotografías de los empaques encontrados, observar la geometría de cierre, el tipo de empaque, el producto que contiene y los costos de los mismos, y documentar esta información en fichas de producto. El estudio consta de aproximadamente 60 empaques resellables, se eligieron al azar 15 fichas de producto que se encuentran recopiladas en el Anexo 1. La Figura 3.1 muestra una de estas fichas de la actividad:


Nombre del producto	País de origen	Longitud del elemento resellable	Folio
Pefect Fit	México D.F.	25 [cm]	0002
Marca	Capacidad del empaque [kg]	Tipo de empaque (Tres sellos, Doypack, Almohada, otros)	
Pedigree	0.907	Doypack	
Empresa	Capacidad del empaque [Núm de	Posición del elemento resellable	
Mars Incorporated		Superior	
Comercializadora (ubicación)	Tipo de Producto	Bolsa biodegradable	
Wal-mart	Alimentos y productos para mascotas	NO	
Producto dirigido a	Tipo de elemento resellable	Precio	Costo por gramaje
Todo Público	Doble cremallera	68	0.07555
Observaciones			
<p>- Cremallera de buen tamaño que permite la facil apertura de la bolsa. - La bolsa se mantiene parada. - Plastico grueso.</p>			

Figura 3.1 Ficha de producto

La ficha de producto mostrada en la figura anterior contiene nombre de producto, marca, empresa, tipo de empaque, longitud del elemento de resello, capacidad, tipo de producto, comercializadora, tipo de resello, precio, observaciones y fotografía. Esta información se recopiló para hacer diferenciación y estadísticas de los productos que se encuentran actualmente en el mercado. Estas estadísticas también se encuentran en el Anexo 1 de este documento, cuyos resultados son los siguientes:

- El 88% de los productos se refieren a alimentos y el 10% a la higiene personal
- El 64% de los empaques emplea cremalleras dobles
- El 44% de los productos empacados son piezas grandes, el 30% son pellets y el 26% polvos
- El 62% de los empaques son del tipo *Doypack* y el 33% bolsas tipo almohada.

Este estudio ayudó a conocer que los tipos de productos que los fabricantes prefieren vender en empaques resellables son principalmente alimentos; así como también, que el tipo de empaque que usan para este fin es principalmente tipo *doypack*; y que los tipos de cremallera o medio de cierre más utilizados en el mercado son principalmente cremalleras dobles.

3.1.2 Materiales

La búsqueda de materiales posibles para ser utilizados en la fabricación del empaque se enfocó a materiales biodegradables; con esa base se consideraron fibras naturales y bioplásticos. Luego de revisar distintas opciones, se ubicaron cuatro fibras naturales que se adaptaban mejor a las características para empaque: el yute, el bonote, el cáñamo y el sisal. Una descripción de estos materiales se presenta en el Anexo 2.

Los bioplásticos son plásticos de origen natural producidos por un organismo vivo y con carácter biodegradable (más información sobre estos materiales es presentada en el Anexo 2). Fueron considerados dos tipos de bioplásticos: PLA (Ácido poliláctico) y PHA (Polihidroxicanoatos).

Considerada la información sobre impacto ambiental y la posibilidad de procesamiento industrial se seleccionó inicialmente al PLA compostable como el material más apropiado para el empaque. El ácido poliláctico es un material altamente versátil, que se hace a partir de recursos renovables al 100%, como son la maíz, la remolacha, el trigo y otros productos ricos en almidón. Este ácido tiene muchas características equivalentes e incluso mejores que muchos plásticos derivados del petróleo, lo que hace que sea eficaz para una gran variedad de usos (UVA, 2011).

El PLA es aplicado en envases y empaques para alimentos con alta respiración y de vida de almacenamiento corto como vegetales, y algunos productos de panadería, bolsas y frascos, producción de hilo para sutura, implantes, cápsulas para la liberación lenta de fármacos y prótesis. Productos de higiene, juguetes ecológicos, bandejas termoformadas rígidas de PLA cristal con tapa, para productos de confitería, pastas frescas y otros productos frescos y productos lácteos (Textos Científicos, 2009).



Figura 3.2 Usos del PLA

El PLA es un polímero permanente e inodoro. Es claro y brillante como el poliestireno, resistente a la humedad y a la grasa. Tiene características de barrera del sabor y del olor similares al plástico de polietileno tereftalato, usado para las bebidas no alcohólicas y para otros productos no alimenticios. La desventaja de este polímero es su precio de venta; mientras que el PLA se vende aproximadamente en 6 dólares por kilogramo, el plástico convencional cuesta solo 1 dólar por kilogramo (UVA, 2011). Más información acerca del PLA se encuentra en el Anexo 2.

3.1.3 Investigación de patentes

La investigación de patentes se realizó en diferentes bases de datos del mundo (GooglePatents, 2010) e incluyó empaques resellables y dispositivos de cierre. Se analizaron aproximadamente 100 patentes mediante fichas descriptivas. La siguiente figura (Figura 3.3) muestra un ejemplo de estas fichas de análisis, de las cuales se eligieron al azar 14 que se localizan en el Anexo 3.

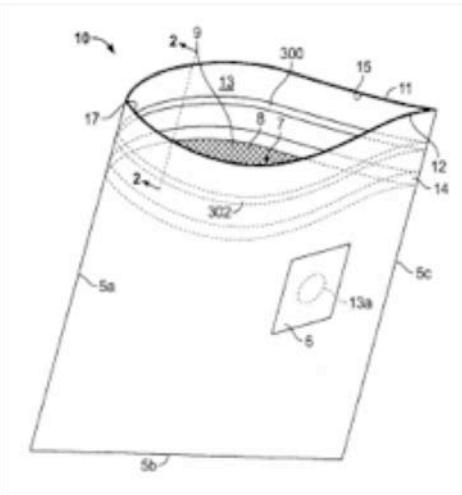
Título	Número de ficha
Closure Mechanism For a Reclosable Pouch	11
Inventores	Palabras clave
Davis, Brian C. Turvey, Robert R.	Cierre hembra-macho
Responsables	Año de publicación
	13/09/09
Número de patente	País de origen
CA 2652185 A1	US
Dibujos	Resumen
	<p>Un mecanismo de cierre para una bolsa resellable incluye un perfil hembra que tiene dos piernas que se extienden de una primera base de un primer elemento de cierre y una falange de cierre adherida a cada una de las piernas. Una ranura se extiende a través de la falange de sello que define una primera solapa de cierre que depende de la primera pierna y una segunda solapa de cierre que depende de la segunda pierna. Un perfil macho se extiende a través de la segunda base del segundo elemento de cierre. El perfil macho es adaptado para encajar una porción de al menos una de las solapas para formar un sello.</p>

Figura 3.3 Ficha de Patente

Del análisis (ver Anexo 3), se obtuvo que la mayoría de los empaques resellables usan cremalleras dobles de plástico duro y que en general se usan para artículos para la higiene personal. Entre las patentes localizadas se ubicaron varias que no emplean cremalleras, algunas de ellas influyeron en la decisión de ampliar el espectro de posibles medios de resello de empaque. En las figuras 3.4, 3.5 y 3.6 se muestran las imágenes de patentes representativas del estudio.

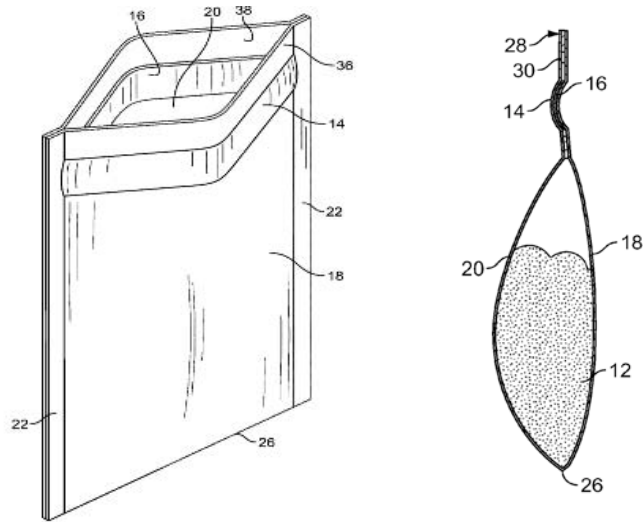


Figura 3.4 Patente US 2009/0304875 A1

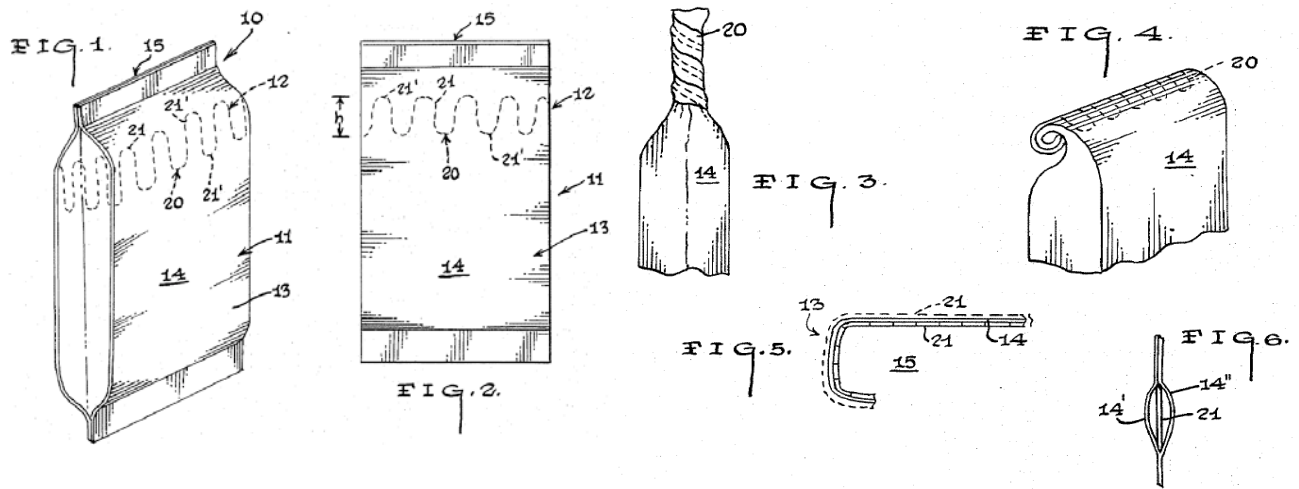


Figura 3.5 Patente US 4810103

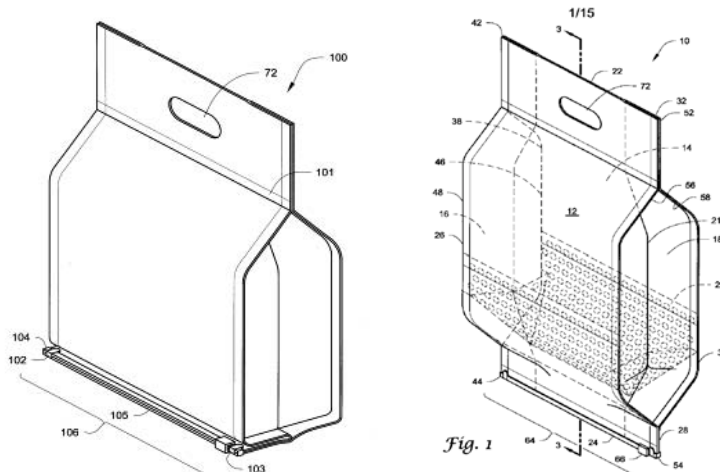


Figura 3.6 Patente WO 2008/121851 A3

3.2 Búsqueda de información de usuarios

Se realizaron tres actividades centradas en usuarios finales y posibles clientes potenciales: encuestas, entrevistas y lluvias de ideas. Dichas actividades se realizaron para definir las necesidades latentes en el mercado de este tipo de empaques, y así poder definir las especificaciones para el nuevo empaque.

Las actividades con usuarios finales se realizaron en autoservicios de la Zona Metropolitana y en Ciudad Universitaria, se buscó tener contacto con personas de distintos ingresos, edades y profesiones, con el fin de enriquecer la recolección de datos.

3.2.1 Encuestas

Con el fin de tener información respecto al consumo de empaque resellable, modo de uso y problemas frecuentes, se realizó una encuesta. El cuestionario de la encuesta consta de 11 preguntas relacionadas con empaques y con datos socioeconómicos. Fueron encuestadas 97 personas en un rango de edad de los 16 a los 63 años, con un promedio de 34 años. A continuación (Figura 3.6) se muestra el cuestionario realizado a clientes potenciales fuera de autoservicios:

Edad_____	Género: M F	Ubicación:	Encuestador:	Fecha:
1. ¿Quién realiza generalmente las compras del súper en tu casa? Yo _____ Otra persona _____ (pase a la pregunta 7)				
2. ¿El empaque (tipo, color, etc) es factor decisivo para la compra de un producto? Si _____ No _____ ¿Por qué? _____				
3. ¿Qué tipo de empaque prefiere comprar? Bolsa _____ Caja _____ Latas _____ Empaque resellable _____				
4. ¿Si observa que un producto de la competencia tiene empaque biodegradable cambiaría de marca? Si _____ No _____ Probablemente _____				
5. ¿Qué tipo de producto compra en empaques resellables? Alimentos _____ Artículos de Higiene Personal _____ Comida para mascotas _____ Otros (especifique) _____				
6. ¿Cuántos productos con empaque resellable compra al mes? 0 a 2 _____ 3 a 5 _____ más de 5 _____				
7. ¿Qué tipo de empaque resellable conoce? Tipo ziploc _____ Pegamento _____ Otro _____				
8. ¿Cuáles son los problemas más comunes que tiene con los empaques resellables? No sé como abrirla _____ Se rompe fácilmente _____ Una vez abierto, no vuelve a cerrar _____ No se abre fácilmente _____ Se abre sola _____ Otras _____				
9. Una vez terminado el producto, ¿reutiliza el empaque resellable? Si _____ ¿cuántas veces? _____ ¿para qué? _____ No _____				
10. ¿Compraría productos que estén empacados en resellables biodegradables? Si _____ No _____ ¿Por qué? _____				
11. ¿Qué productos te gustaría que estuvieran en empaque resellable?				
Ingreso Familiar: _____ menos de 5,000 _____ 5,000 a 10,000 _____ 10,000 a 15,000 _____ más de 15,000				

Figura 3.7 Cuestionario

Fueron elegidos al azar diez de los cuestionarios realizados, los cuales se encuentran en el Anexo 4. Las respuestas a las preguntas se sintetizan en las figuras 1 a la 11, y en las tablas 1 y 2, que se presentan a continuación.

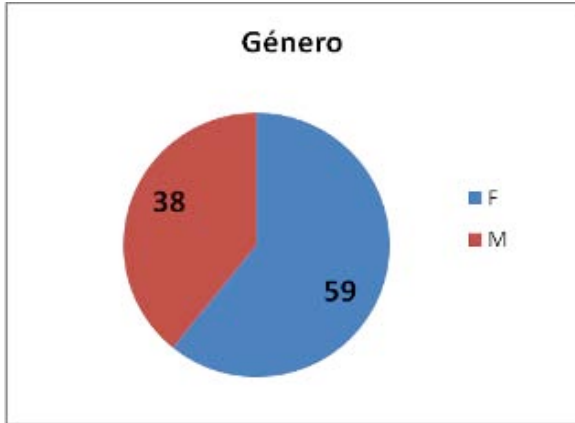


Figura 3.8 Género

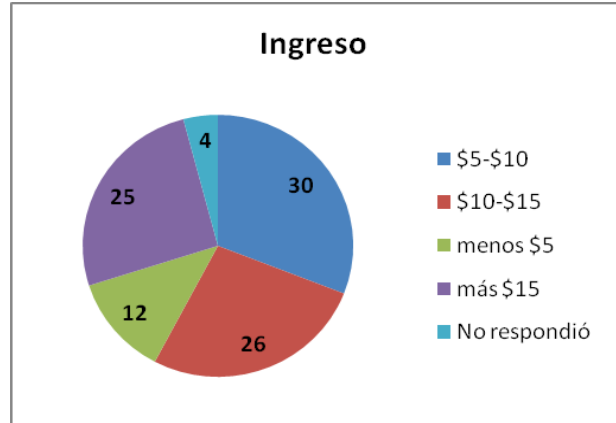


Figura 3.9 Ingreso

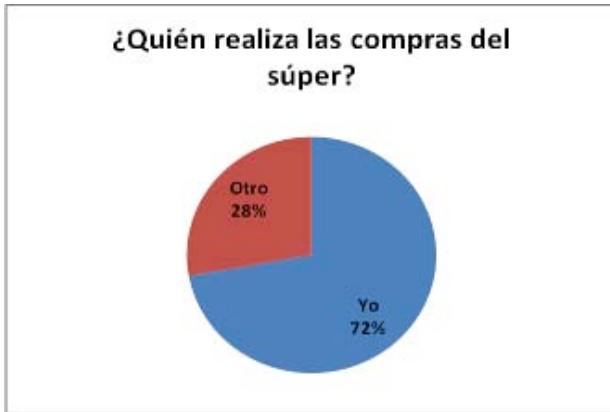


Figura 3.10 Pregunta 1

Tabla 3.1 Pregunta 2



Figura 3.11 Pregunta 2

¿Por qué el empaque es factor?	
confiable	2
conserva bien los alimentos	1
debe estar en buen estado	3
indica calidad	1
información producto	1
llamativo	1
orden en el dispensario	7
practicidad	1
presentación	14
reciclado	1
tamaño	2
utilidad	1
precio	3
calidad	2
reutilizable	1

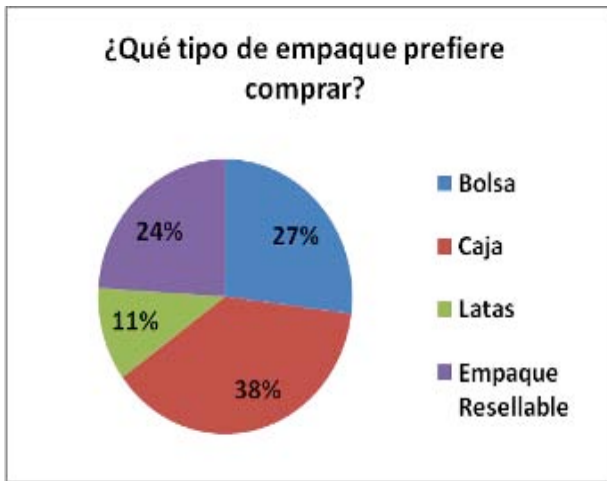


Figura 3.12 Preguntar 3



Figura 3.13 Preguntar 4

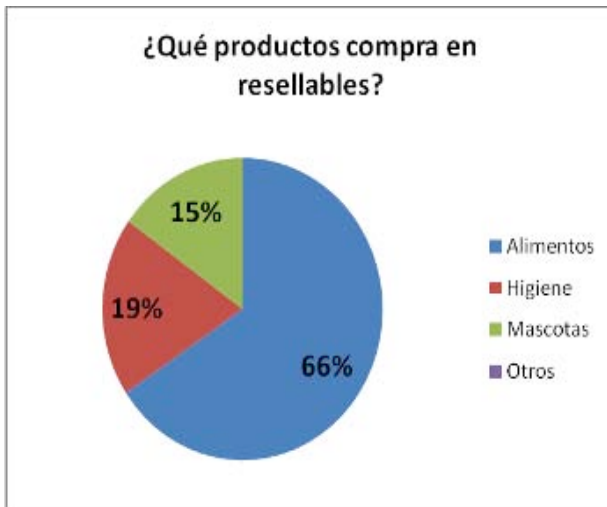


Figura 3.14 Preguntar 5

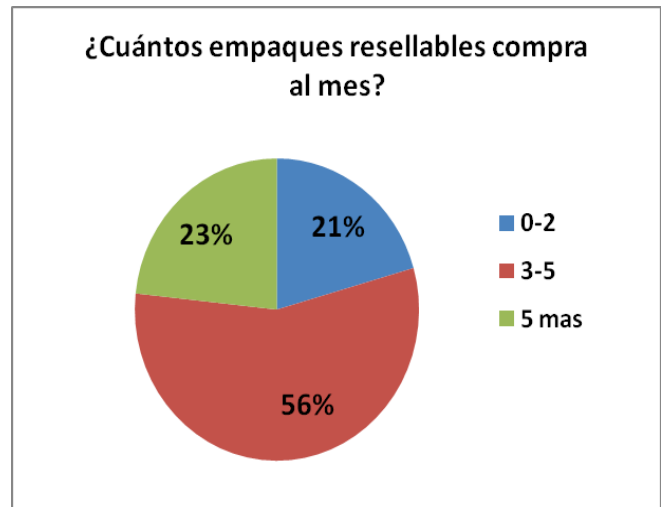


Figura 3.15 Preguntar 6

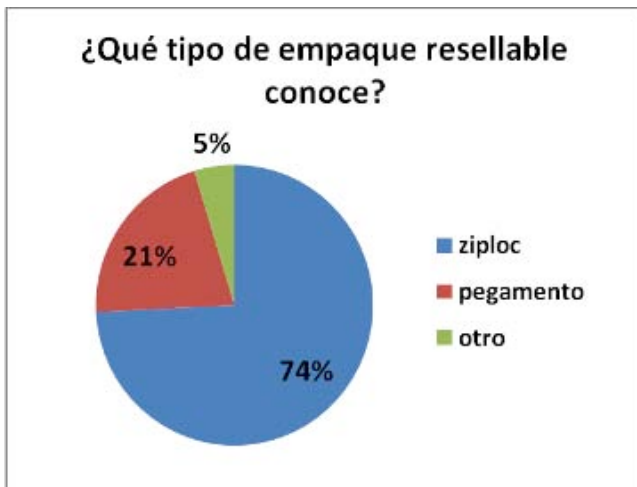


Figura 3.16 Preguntar 7

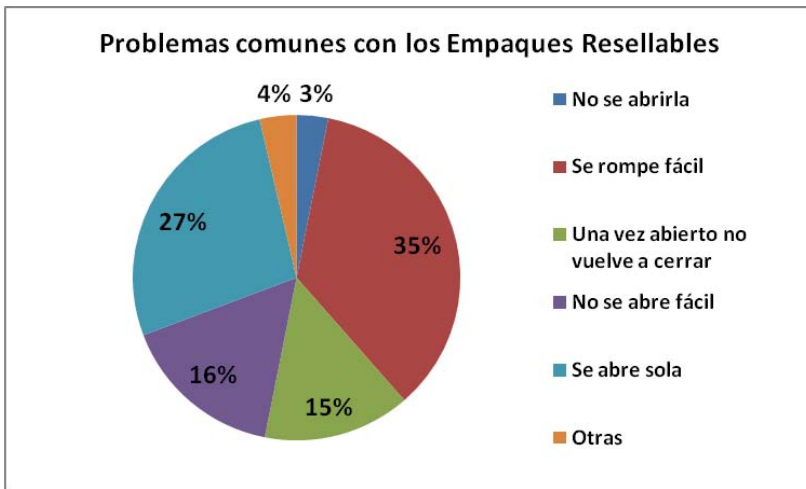


Figura 3.17 Pregunta 8

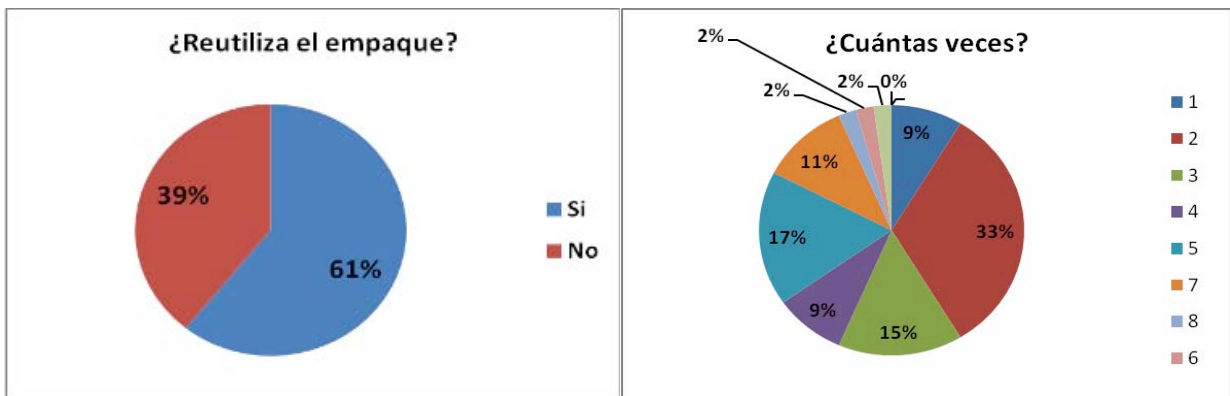


Figura 3.18 Pregunta 9

Tabla 3.2 Pregunta 10

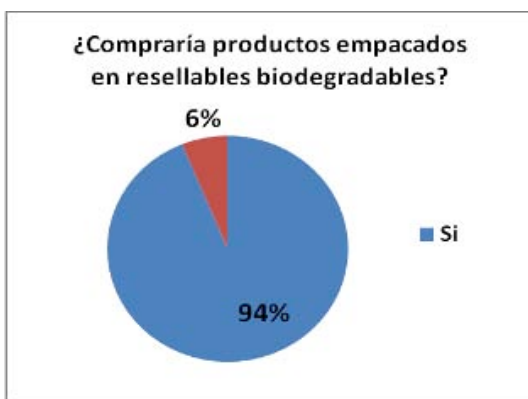


Figura 3.19 Pregunta 10

¿Por qué?	Total
amigable con el MA	8
ayuda al MA	26
beneficio social y económico	1
confiables	1
contamina menos	29
es bueno reciclar	1
la mayoría ya son resellables y no hay biodegradables	1
mantiene frescos los alimentos	1
no hay	2
prácticos	2
reusable	2
Sólo si es la marca de mi preferencia	1



Figura 3.20 Pregunta 11

De las respuestas a las preguntas se desprenden los siguientes resultados:

- La mayoría de las personas encuestadas que realizan compras en el supermercado son mujeres (Figura 3.8) y muy pocas tienen ingresos inferiores a los 5 mil pesos (Figura 3.9).
- El 72% de los encuestados tiene el poder de decisión de compra (Figura 3.10).
- Poco más de la mitad de las personas consideraron determinante para la compra de un producto a su empaque (Figura 3.11) sobre todo debido a la presentación y a la orden de dispensarlo (Tabla 3.1).
- La caja es el empaque preferido de los encuestados seguido de las bolsas y el empaque (Figura 3.12).
- Aún no hay una consciencia o compromiso claramente definido respecto a los empaques biodegradables (Figura 3.13).
- La gran mayoría de los productos en empaques resellables adquiridos por los encuestados son alimentos seguidos de artículos para la higiene (Figura 3.14).
- Cerca del 80% de los encuestados adquiere 3 ó más productos con empaque resellable al mes (Figura 3.15).
- El empaque resellable más popular es el tipo “ziploc”, es decir, los empaques que utilizan cremalleras (Figura 3.16).
- Los problemas más comunes de los empaques resellables adquiridos por los encuestados son el que se rompe o se abre solo (Figura 3.17).

- Cerca del 40% de los encuestados no emplea la función de resellable de este tipo de empaques y los que lo hacen la emplean entre 2, siendo éstos la tercera parte, y 7 veces (Figura 3.18).
- Aunque, como se dijo antes, poco menos de la mitad de los encuestados dijo que no cambiaría de una marca a otra que ofreciera empaque biodegradable, la gran mayoría de los encuestados, 94%, dijo que compraría productos en empaque resellable biodegradable (Figura 3.19) debido a que contamina menos y ayuda al ambiente (Tabla 3.2).
- Los productos que los encuestados desearían en empaques resellables biodegradables son: carnes y alimentos (25%), cereales (21%), frituras (16%), galletas y granos (14%) y pan (9%) (Figura 3.20).

Aunque la encuesta realizada no tuvo los mismos alcances que los de un estudio de mercado, debido a su tamaño y a que no contó con una gran cobertura, sí permitió identificar requerimientos y oportunidades en corto tiempo y con pocos recursos. La información obtenida de esta actividad fue considerada en la definición de necesidades del empaque en desarrollo.

3.2.2 Entrevistas

La segunda actividad del proyecto para obtener información de clientes fue la realización de entrevistas. Éstas se hicieron cerca de las instalaciones del Centro de Estudios y Lenguas Extranjeras de la UNAM ubicado en Ciudad Universitaria, Ciudad de México. El estudio se dirigió a personas de la comunidad universitaria de distintos perfiles. Las entrevistas tuvieron una duración de entre 10 y 15 minutos y fueron videograbadas. Su propósito fue identificar necesidades a ser consideradas durante el desarrollo del proyecto mediante la observación de la interacción de los usuarios con los empaques resellables existentes en el mercado nacional más comunes y el conocimiento de su experiencia de uso con ellos. Debido al procedimiento, tiempo y recursos económicos requeridos por las entrevistas, se realizaron únicamente cinco. Como se apreciará más adelante, la información obtenida de las entrevistas fue relevante y representativa al integrar los resultados obtenidos con las encuestas.

Cada entrevista incluyó dos actividades: prueba de usuario y cuestionario. Las pruebas de usuarios consistieron en la interacción con 5 productos diferentes con distintos tipos de empaque resellable como se describe más adelante. El cuestionario consistió en indagar sobre su experiencia con empaques resellables y su opinión con respecto a la actividad.

Los materiales utilizados para esta actividad fueron bolsas con cremallera doble, de cierre y de pegamento, además de que se compraron polvos, sólidos y un empaque de casi 4 kg para observar la interacción con empaques pesados. Se eligieron estos empaques y productos dados los resultados obtenidos en la actividad mostrada en el inciso 3.1.1. Asimismo, se proporcionaron utensilios como tijeras y cucharas para la manipulación de los productos. A continuación se describe el protocolo de la entrevista:

A- Edad, ocupación.

1- Preguntar sobre las preferencias actuales del tipo de empaque. ¿Cuántos compra al mes? ¿Cuál le gusta más?, ¿Qué tipos de empaque compra?, problemas comunes, *etc.*

2-Prueba de usuario

- Mostrar varios tipos de empaque resellable
- Pedir al usuario que abra el empaque, que saque el producto, que meta el producto al empaque y que cierre el empaque. Dependiendo del producto se realizará la actividad correspondiente a una interacción natural:

⇒ Polvo: sacar el producto con cuchara y ponerlo en vaso.

⇒ Tortillas, queso y jamón: hacer una sincronizada.

3- Imaginar que el producto ya se terminó, preguntar al usuario si reutilizaría el empaque del producto y, de ser el caso, qué objetos guardaría en él.

4- Preguntar sobre el empaque resellable.

- Qué le gusta del empaque resellable
- Qué no le gusta del empaque resellable
- Qué le cambiaría al empaque resellable



Figura 3.21 Entrevistas

Como muestra la Figura 3.21 los empaques existentes llegan a romperse antes de que pueda abrirse el elemento de resellado. En el caso de los polvos, el empaque no volvía a cerrar. Como resultado de las entrevistas, se obtuvo información sobre fallas en los dispositivos de cierre y preferencias de empaques. Asimismo, se identificaron áreas de oportunidad en los dispositivos de cierre y necesidades latentes en los empaques; además de obtener retroalimentación de los usuarios. Estos resultados fueron considerados en la definición de necesidades del proyecto.

3.2.3 Lluvia de ideas

Con el propósito de obtener propuestas que no necesariamente se centraran en una cremallera, se realizaron también dos sesiones de lluvia de ideas, cuyo tema fue: “Propón un empaque de plástico que pueda abrirse y cerrarse cuantas veces sea necesario para el producto que quieras”.

Cada sesión tuvo una duración aproximada de una hora. Se contó con la participación de 15 personas de diferentes disciplinas, con un rango de edades de 18 a 50 años. Cada participante debía dibujar o redactar la mayor cantidad de ideas posibles de acuerdo al tema propuesto en un tiempo de 20 a 25 minutos, para posteriormente exponerlas al grupo. Debían explicar el funcionamiento de su empaque y lo que se podía contener en él. Las exposiciones tenían una duración de 5 minutos por persona. Luego de cada exposición todos los participantes en la sesión eran invitados a dar retroalimentación a las ideas. Se obtuvieron alrededor de 25 ideas por sesión, de las cuales se sintetizaron 6 conceptos. La Figura 3.22 muestra fotografías de las sesiones de lluvia de ideas que se realizaron.



Figura 3.22 Lluvia de ideas

Es importante destacar que al inicio del proyecto, esta *lluvia de ideas* se planeó para buscar nuevas opciones de empaques que incluyeran un elemento de polímero extruido biodegradable, es decir, artículos semejantes a cremalleras de plástico. Sin embargo, cuando la actividad fue ejecutada, ya se tenía información sobre requerimientos de usuarios y se había iniciado la búsqueda documental de materiales biodegradables y patentes. Así pues, se decidió ampliar el horizonte de estas sesiones. Ello redundó en ampliar el alcance del proyecto eliminando la restricción del elemento extruido como esencia del concepto del empaque resellable.

Las sesiones de lluvia de ideas dieron como resultado conceptos que no incluían cremalleras como tapas, cierres y dispositivos electrónicos. Ello, aunado a los resultados de las actividades de encuestas y entrevistas, confirmaron la suposición del equipo de que al evitar la restricción del uso de cremalleras en el empaque, se ampliaría notablemente el espectro de soluciones posibles que permitirían la realización de un empaque innovador.

3.3 Definición de necesidades

Con base en los resultados obtenidos de las actividades mostradas en los apartados 3.1 y 3.2 de este capítulo, se definieron las necesidades del cliente con base en la metodología de Ulrich y Eppinger (2004). Las necesidades son frases que expresan lo que el producto es y debería hacer. Las necesidades identificadas para el empaque resellable biodegradable se enlistan a continuación:

1. El empaque es práctico
2. El empaque es funcional
3. El empaque tiene mayor superficie de sujeción
4. El empaque es fácil de abrir
5. El empaque cierra perfectamente
6. El medio de resello del empaque permanece libre de residuos durante todo el ciclo de uso de la bolsa
7. El empaque tiene indicaciones de apertura visibles
8. El empaque es atractivo a la vista
9. El empaque es de fácil apertura inicial
10. Las indicaciones de apertura son útiles
11. El plástico y el dispositivo de cierre permanecen unidos durante todo el ciclo de uso del empaque
12. El empaque se abre rápidamente por vez primera
13. El empaque se mantiene parado
14. El empaque es de fácil almacenaje
15. El medio de adhesión entre el resello y la película del empaque es resistente y durable

16. El empaque resellable puede almacenar alimentos
17. El plástico del empaque resellable es resistente a su manipulación
18. El empaque resellable puede reutilizarse para almacenar otro tipo de producto

La biodegradabilidad no se encuentra dentro de la lista de necesidades debido a que es un requerimiento que la empresa ha pedido para el empaque. Con base en dos de las necesidades fundamentales -facilidad de apertura y facilidad de almacenamiento - se realizó un diagrama de polaridad, (Figura 3.23), en el que se ubicaron las necesidades antes enlistadas. En esta misma figura se puede observar que la mayor parte de las necesidades están en el cuadrante de fácil almacenaje / fácil apertura; así como también, se observa que las necesidades admiten soluciones distintas al uso de cremalleras de plástico.

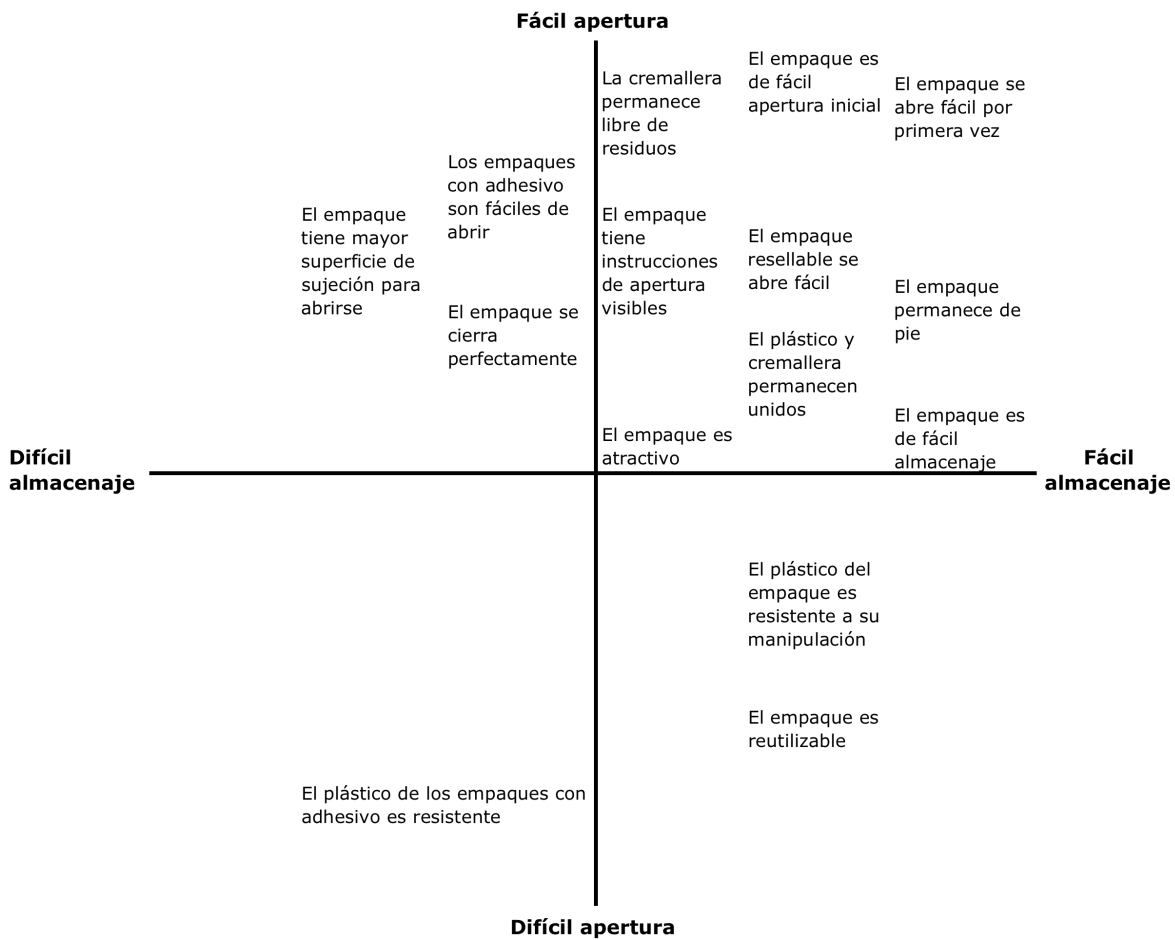


Figura 3.23 Diagrama de polaridad para empaque resellable

En la figura anterior (Figura 3.23) se observa que más de la mitad de las necesidades se encuentran en el cuadrante Fácil apertura/Fácil almacenaje, lo cual indica que el diseño final debe cumplir con éstas dos para que así pueda cumplir también con las otras necesidades.

Con base en la información de este capítulo, la empresa estableció que el empaque a desarrollar debía estar dirigido a tres tipos de productos a modo de definir el mercado y crear diseños enfocados a cumplir los requerimientos de este tipo de mercancía. Estos tipos de productos son: granos y semillas (frijol, arroz, *etc.*), polvos (harinas, chocolate, *etc.*), y cereales y botanas (hojuelas de maíz, cereales de sabores, avena, cacahuates, almendras, granolas, *etc.*). Es decir, el empaque a desarrollar debe cumplir con las especificaciones enumeradas anteriormente con la consideración que contendrá productos de cualquiera de los tipos mencionados.

4. Desarrollo del empaque

Este capítulo muestra la metodología propuesta en el capítulo introductorio. Se divide en la metodología de diseño y desarrollo de producto de Ulrich y Eppinger (2004) y la metodología de innovación tecnológica de autores como Gaillard (2000), Prax (2005) y Dutheil (2003). El detalle de cada una se muestra a lo largo del capítulo. Estas metodologías fueron usadas de manera conjunta y el orden presentado en este documento no muestra necesariamente el orden cronológico real de las actividades.

4.1 Diseño y desarrollo de producto

Como se mencionó con anterioridad, el desarrollo de producto y la innovación no son procesos lineales, tienden a retroalimentarse a lo largo del desarrollo de sus etapas. Es por ello, que se lograron dos etapas de generación de concepto durante el desarrollo del empaque, las cuales dieron como resultado diferentes alternativas de solución, que se describen a lo largo de esta sección 4.1.

4.1.1 Primera etapa de generación de conceptos

Un concepto de producto se define como una descripción aproximada de la tecnología, principios de funcionamiento, y forma del producto. Es una descripción concisa sobre cómo va a satisfacer el producto las necesidades del cliente. Por lo general, un concepto se expresa como un bosquejo o un modelo tridimensional tosco, y con frecuencia acompañado por una breve descripción textual (Ulrich & Eppinger, 2004).

Con base en los resultados obtenidos en la búsqueda de información y las necesidades encontradas de los usuarios, fueron desarrollados diferentes conceptos de empaque resellable, los cuales también fueron analizados y comparados mediante matrices de selección; y posteriormente, se realizaron prototipos demostrativos de los mismos. Todo ello con base en la metodología de Ulrich y Eppinger (2004). Así, este apartado se divide en las siguientes secciones:

- a. Generación de conceptos
- b. Selección de conceptos
- c. Desarrollo de prototipos demostrativos

a. Generación de conceptos

El proceso de generación de concepto comienza con un conjunto de necesidades del cliente y especificaciones objetivo, y da como resultado un conjunto de estos conceptos a partir de los cuales el equipo realizará la selección final (Ulrich & Eppinger, 2004). Con base en las necesidades y especificaciones del capítulo anterior y en la búsqueda de patentes, se

hicieron sesiones de generación de conceptos entre los miembros del equipo de trabajo. A continuación, se hace una descripción de los conceptos generados en la primera etapa.

1. Bolsa con alambre de memoria de forma

El alambre permite que la bolsa permanezca cerrada, ya que la bolsa toma la forma del mismo, como se muestra en el Figura 4.1. Las necesidades que se satisfacen con este empaque son: menor desperdicio de comida, económico, ligero, se mantiene en una posición vertical / fácil almacenaje, fácil apertura.



Figura 4.1 Empaque con alambre con memoria de forma

2. Empaque semirígido

Este empaque consta de dos partes, las cuales se unen al presionar la parte de arriba de cada una de las dos mitades para permitir que el aire salga y se forme una presión menor a la externa, el aire es liberado con una válvula, como se muestra en el Figura 4.2. Para abrir el empaque se presiona la válvula para que el aire vuelva a entrar y las mitades regresen a su forma original. Este empaque cubre las necesidades de conservación de alimentos, fácil almacenaje, fácil apertura, puede almacenar otro tipo de productos, es durable y resistente a la manipulación y es hermético.

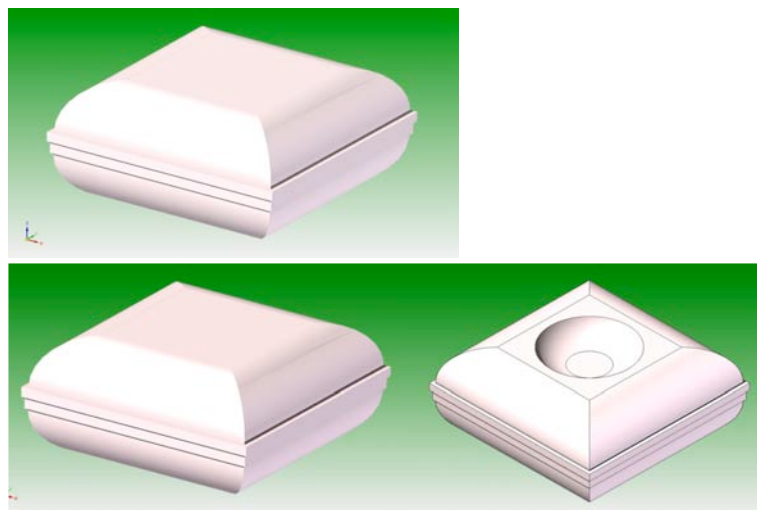


Figura 4.2 Empaque semirígido

3. Empaque flexible con marco rígido

Este empaque está formado por una parte de plástico flexible y un marco rígido que es la que permite el cierre. El marco está formado por dos partes en forma de C, las cuales tienen una geometría macho hembra donde una parte encaja dentro de la otra, como se muestra en la Figura 4.3. Las necesidades que cubre este empaque son: fácil almacenaje, el empaque permanece de pie, fácil apertura, puede almacenar otro tipo de productos, es resistente a la manipulación y hermético.



Figura 4.3 Empaque con marco rígido

4. Empaque con memoria de forma

Este empaque tiene dos tiras curvas semi rígidas que garantizan el cerrado. Estas tiras están hechas para que se cierren automáticamente (Figura 4.4). La bolsa debe ser tipo *doy-pack* para evitar que el producto pueda causar presión sobre el sistema de cierre. Las necesidades que cubre este empaque son: fácil almacenaje, se mantiene de pie, fácil apertura, permite almacenar otros productos.

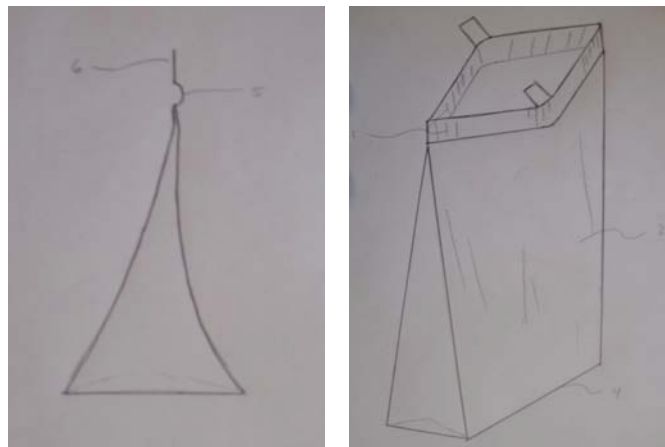


Figura 4.4 Empaque con memoria de forma

5. Empaque con cierre magnético

El empaque tiene dos tiras planas magnéticas que garantizan el cerrado. Estas tiras magnéticas están hechas para que se cierren automáticamente (Figura 4.5). La bolsa debe ser tipo *doy-pack* para evitar que el producto pueda causar presión sobre el sistema de cierre. Las necesidades que cubre este empaque son: fácil almacenaje, se mantiene de pie, fácil apertura, permite almacenar otros productos.

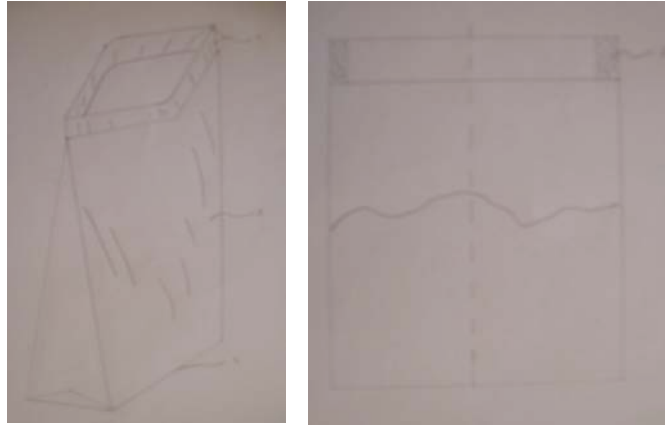


Figura 4.5 Empaque con cierre magnético

6. Empaque con cremallera y sujetador

La bolsa consta de dos partes: un sujetador y el elemento resellable en la base, como se muestra en la Figura 4.6. La bolsa es de tipo *doy-pack* y debe doblarse en la base para mantenerse de pie. Este concepto cumple con las necesidades de mantener la bolsa de manera horizontal, un fácil almacenaje, resistente a la manipulación, permite almacenar otros productos, fácil transporte y hermeticidad.

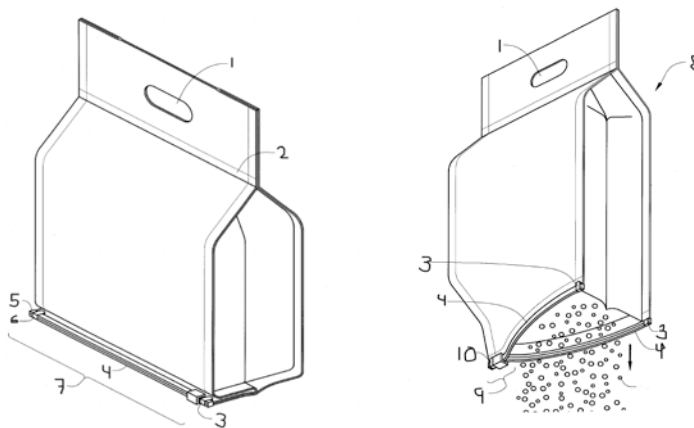


Figura 4.6 Empaque con cremallera y sujetador

b. Selección de conceptos

La selección del concepto, es el proceso de evaluar los conceptos con respecto a las necesidades del cliente, así como otros criterios, comparando las fortalezas y debilidades de los conceptos, y seleccionando una o más de ellos para desarrollo y prueba (Ulrich & Eppinger, 2004). Para seleccionar el concepto que cubriera de mejor manera las necesidades encontradas, se usaron matrices de selección de concepto, para las cuales se definieron seis criterios principales para calificar cada uno de los conceptos. Los criterios de selección para las matrices son los siguientes:

1. Facilidad de uso
2. Fácil apertura
3. Fácil almacenaje
4. Costo de manufactura (Basado en los supuestos de requerimientos de manufactura)
5. Resistencia a la manipulación
6. El dispositivo de cierre permanece libre de residuos

Los criterios tienen una ponderación de acuerdo con su prioridad (definidas por los miembros del equipo), de modo que la suma de la ponderación de como resultado 100%. Cada uno de los conceptos fue calificado contra los criterios por el equipo de trabajo, las calificaciones están en un rango del 0 al 10, donde 10 es la máxima calificación que puede recibir. Posteriormente se multiplica dicha calificación por la ponderación del criterio correspondiente para obtener una calificación de acuerdo a la prioridad, para después sumar todas estas calificaciones ponderadas y recibir la calificación total del concepto. El concepto con mayor puntaje es el que mejor cubre las necesidades que se están atacando. La Tabla 4.1 muestra la matriz de selección de concepto.

Tabla 4.1 Matriz de selección de concepto 1

		CONCEPTOS							
		Ziploc (referencia)		Empaque con alambre		Empaque con vacío		Empaque con marco rígido	
Criterio de Selección	% Peso	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado
Facilidad de uso	10%	7	0.7	9	0.9	7	0.7	6	0.6
Facilidad de apertura	25%	7	1.75	8	2	8	2	8	2
Facilidad de almacenaje	15%	9	1.35	9	1.35	7	1.05	8	1.2
Costo de manufactura	25%	6	1.5	8	2	7	1.75	7	1.75
Resistencia a la manipulación	10%	6	0.6	6	0.6	8	0.8	8	0.8
El cierre permanece libre de residuos	15%	5	0.75	7	1.05	6	0.9	9	1.35
Total	100%	6.67	6.65	7.83	7.90	7.17	7.20	7.67	7.7

		CONCEPTOS					
		Ziploc (referencia)		Empaque con memoria de forma		Empaque vertical con cremallera	
Criterio de Selección	% Peso	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado
Facilidad de uso	10%	7	0.7	8	0.8	8	0.8
Facilidad de apertura	25%	7	1.75	7	1.75	8	2
Facilidad de almacenaje	15%	9	1.35	8	1.2	8	1.2
Costo de manufactura	25%	6	1.5	8	2	6	1.5
Resistencia a la manipulación	10%	6	0.6	8	0.8	7	0.7
El cierre permanece libre de residuos	15%	5	0.75	9	1.35	7	1.05
Total	100%	6.67	6.65	8.00	7.90	7.33	7.25

Como se muestra en la tabla anterior, los conceptos de empaque con alambre y empaque con memoria de forma, resultaron con la mayor puntuación, ambos con 7.9, lo que indica que son los que mejor cumplen con los criterios seleccionados.

c. Desarrollo de prototipos demostrativos

Según Ulrich y Eppinger (2004), un prototipo se define como “una aproximación hacia el producto final junto con una o más dimensiones de interés”. En este caso, como primera aproximación, se crearon prototipos *demostrativos* que sirvieran para prueba y experimentación de los conceptos.

Con base en los resultados de la matriz de selección, se realizaron prototipos de los conceptos que obtuvieron mejores resultados: empaque con alambre y memoria de forma, empaque con cremallera y sujetador, empaque con memoria de forma y empaque con marco rígido. Estos prototipos fueron realizados con la intención de probar su

funcionamiento. El equipo de trabajo nombró a estas bolsas como *G-Bags*. A continuación, se muestran fotografías de los prototipos realizados.

El prototipo 1, se realizó con base en el empaque con alambre y memoria de forma y se muestra en la Figura 4.7.



Figura 4.7 Prototipo 1

El prototipo 2, está basado en el empaque con cremallera y sujetador, lo cual le permite mantenerse de pie, como se muestra en la Figura 4.8.



Figura 4.8 Prototipo 2

El prototipo 3 mostrado en la Figura 4.9 es un empaque con memoria de forma que consta de tiras curvas semi rígidas que garantizan el cerrado automático.



Figura 4.9 Prototipo 3

El prototipo 4 esta formado por una parte de plástico flexible y un marco rígido que es la que permite el cierre, se muestra en la Figura 4.10



Figura 4.10 Prototipo 4

4.1.2 Segunda etapa de generación de conceptos

Después de hacer revisiones de los conceptos anteriores con la empresa y el equipo de trabajo, se decidió realizar una segunda etapa de generación de conceptos, ya que se concluyó que los conceptos de la primera generación, no eran lo suficientemente atractivos (tanto comercialmente como en funcionalidad e innovación) para ser desarrollados.

Así, se comenzó esta segunda generación con nuevas sesiones de lluvia de ideas entre los integrantes del equipo de trabajo, con el fin de explorar posibles combinaciones y mejoras entre ellos. También se organizó una lluvia de ideas con personal externo, pero en esta ocasión se planteó hacerla con personas que hubiesen tenido relativamente poco contacto con empaques resellables existentes para aumentar la posibilidad de obtener propuestas originales.

La realización de una nueva lluvia de ideas externa, pretendía obtener ideas distintas a las de la primera etapa de generación, para la solución de la problemática del cerrado del empaque. Se decidió realizar la actividad en una escuela preparatoria con alumnos de área 1 (físico-matemáticas), ya que las personas con este perfil, pueden crear soluciones innovadoras a diversos problemas. Además, es una población que no está familiarizada con el tema y, a su vez, resolverían una situación similar al cerrado de empaque: cerrado de su mochila escolar; para que ellos mismos no pensarán directamente en empaques, como sucedió en las sesiones de lluvias de ideas anteriores.

Así, la nueva lluvia de ideas se realizó en la preparatoria Fundación Mier y Pesado el 13 de septiembre de 2010. El tema de esta nueva lluvia de ideas fue: “Propón una nueva forma de cerrar tu mochila de la escuela”, este tema tenía las siguientes restricciones: no existen los cierres, los cordones ni los claps. Se permitía todo, menos usar tecnología electrónica.

La actividad tuvo una duración de 1 hora y se contó con la participación de 30 alumnos. Se hicieron 5 equipos de 6 personas y se les otorgó material para cada actividad. Además, se entregó un incentivo (boletos para cine) para el equipo que resultara ganador, con el fin de hacer más interesante la actividad. Los equipos ganadores serían designados por el equipo de trabajo con ayuda del encargado del grupo o profesor en turno, con base en la idea más innovadora y creativa. Además, sería descalificado aquel equipo que no cumpliera con alguna de las restricciones. La lluvia de ideas se dividió de la siguiente manera: 5 minutos para presentación; 15 minutos para dibujar el concepto; 25 minutos para manufacturar el concepto; 12 minutos de presentación; y, 3 minutos de conclusiones y entrega del premio mencionado al ganador.

De esta actividad, se lograron obtener 5 ideas construidas y aproximadamente 15 dibujadas. Esta lluvia de ideas mejoró en coordinación y organización de los miembros del equipo de trabajo y fue más productiva que las sesiones de la sección de búsqueda de información con usuarios, presentada en la sección 3.2.3; ya que hubo un mejor control del tiempo destinado a cada actividad y se obtuvieron ideas más acotadas a lo que se buscaba con esta actividad; mientras que las primeras sesiones, fueron desorganizadas y no se tenía control adecuado del tiempo ni un objetivo claro de lo que se pensaba obtener. A continuación (Figura 4.11) se muestran fotos de la actividad y los conceptos ganadores derivados de la lluvia de ideas.



Figura 4.11 Lluvia de Ideas 2 (Cuadro superior derecho clip rotatorio. Cuadro inferior izquierdo bolsa con sistema de resortes)

Los conceptos que se seleccionaron como ganadores fueron el concepto “Clip rotatorio” y el concepto “Bolsa con sistema de resortes”. El primero, clip rotatorio, consiste en un sistema que permite que la bolsa pueda enrollarse en sí misma para obtener un cerrado casi hermético. Esto lo hace a través de un tipo clip con seguro que al momento de llegar al punto de cerrado mantiene la bolsa en esa posición, para abrirlo, se suelta el seguro y el clip gira en sentido inverso para desenrollar la bolsa. El segundo, bolsa con sistema de resortes, consiste en que el cerrado se realiza por la fuerza que imprimen una serie de resortes amoldados a una tapa flexible que permite un sellado casi hermético. Para garantizar el cerrado, cuenta con un seguro que se oprime al estar cerrado y para abrir solo se libera el seguro y automáticamente queda abierto. En la revisión de esta actividad, el equipo concluyó que la mejor idea era la del clip rotatorio, debido a su simplicidad y cerrado innovador; así que, se empezaría a trabajar sobre ésta idea en las juntas de combinación de conceptos que se realizarían posteriormente. No se muestran las imágenes detalladas por efecto de confidencialidad.

Durante las sesiones de combinación de conceptos se obtuvo la idea de que el elemento de cierre debía ser “algo giratorio que se guardara en sí mismo al hacer la función de abrir y cerrar”. Giratorio, por el hecho de su funcionalidad y comodidad de eso (es fácil abrir/cerrar un elemento giratorio), ya que este dispositivo debía formar parte del mismo empaque, y no algo que se tenga que quitar como una tapa, la cual consta de 2 elementos, el empaque y la tapa.

Con base en una nueva lluvia de ideas, entre los miembros del equipo y en la idea de cosas que se cierran y abran haciéndolas girar, se llegó al concepto de cerrado hermético mediante diafragmas similares a las de cámaras fotográficas. A partir de este punto, los esfuerzos del equipo se centrarían en encontrar diafragmas que mejor se adapten al empaque y a generar ideas que rondan sobre este concepto.

Asimismo, se hizo una nueva búsqueda de información en que se incluyeron empaques considerados novedosos para identificar tendencias en este mercado. La búsqueda abarcó patentes, internet y empaques presentes en supermercados. Del mismo modo, se buscaron patentes relacionadas con diafragmas de cámaras fotográficas. La información recolectada en esta búsqueda se encuentra en el Anexo 5. La siguiente figura (Figura 4.12) muestra una de las fichas de patente de esta sección:

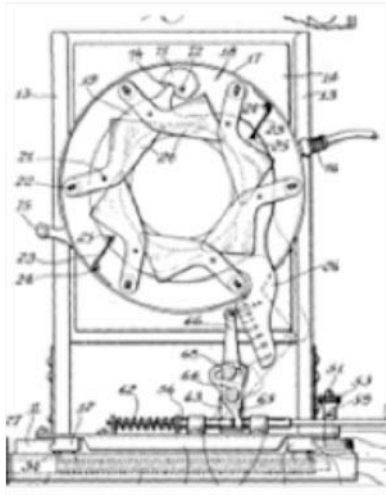
Título	Número de ficha
Camera Diaphragm	31
Inventores	Palabras clave
Thomas McG. Aiken, Pittsburg. Pa	6 paletas para cerrar
Responsables	Año de publicación
	Feb. 13, 1945
Número de patente	País de origen
2, 369,199	US
Dibujos	Resumen
	Se presenta el cierre del diafragma de una cámara y el enfoque de iluminación para tomar fotografías.

Figura 4.12 Patente de diafragma US 2,369,199

Una vez que se logró visualizar el concepto, se comenzaron a crear dibujos de las posibles adaptaciones de este tipo de dispositivos a la bolsa flexible. El concepto se basa en la utilización de diafragmas (del tipo de cámaras fotográficas) de diferentes tamaños (relacionado con el número de paletas que lo componen) y un “anillo actuador” que permitirá hacer la función de abrir y cerrar gracias al desplazamiento de las paletas. La Figura 4.13 muestra uno de los dibujos hechos durante una sesión de generación de concepto. En esta figura se plasmó la primera interacción del anillo actuador con la base del dispositivo, el dispositivo está conformado por tres partes principales: la base, en donde se apoyan las paletas; las paletas, que son las que permiten la salida o la contención del producto y; el anillo actuador, que es la parte que está en interacción con el usuario, el cual será girando por éste para desplazar las paletas y abrir el empaque.



Figura 4.13 Dibujo generación anillo actuador

Asimismo, se pensó en la realización de un diafragma vertical, de manera que se pudiera tener un mejor aprovechamiento del espacio y que también funcionara como un dosificador de polvos. Así, el diafragma horizontal se pensó para los granos y semillas, y cereales y botanas; y el diafragma vertical para polvos.

De la misma forma que el apartado anterior, para esta segunda generación de conceptos se muestran a continuación tres secciones siguiendo la misma metodología: a. Generación de conceptos, b. Selección de conceptos, y c. Desarrollo de prototipos demostrativos.

a. Generación de conceptos

Los conceptos generados en la segunda etapa se describen a continuación:

1. Cierre tipo diafragma de 5 elementos para empaque

Este empaque contiene un elemento de cerrado tipo diafragma. Consta de un elemento actuador que se gira para mover 5 paletas a la vez, el cerrado del empaque se hace el giro contrario. Este diseño garantiza una mayor área de apertura gracias a las 5 paletas móviles. La figura 4.14 muestra el dibujo del posible empaque con este dispositivo.



Figura 4.14 Dibujo empaque de diafragma de 5 elementos

2. Cierre tipo diafragma de 3 elementos para empaque

Este empaque contiene un elemento de cerrado tipo diafragma. Consta de un elemento actuador que se gira para mover 3 paletas a la vez. El área de apertura que se genera con este diseño es adecuado para granos y cereales. Su funcionamiento de apertura es girar el elemento actuador hacia el lado correspondiente y el cerrado para el contrario. La figura 4.15 muestra un dibujo de cómo sería el empaque con este tipo de diafragma.



Figura 4.15 Dibujo empaque de diafragma de 3 elementos

3. Cierre tipo diafragma de 2 elementos para empaque.

Este diseño contiene un elemento de cerrado tipo diafragma. Consta de un elemento actuador que se gira para mover 2 paletas a la vez. Para abrir el empaque se gira el

elemento actuador para que se muevan las paletas hacia un costado del anillo actuador, para el cerrado se gira en dirección contraria hasta embonar las dos paletas en una configuración de hembra-macho. Este diseño garantiza hermeticidad y nos ofrece un área de apertura adecuada para granos, semillas, cereales, entre otros productos. Este dispositivo se muestra en la Figura 4.16.



Figura 4.16 Dibujo empaque de diafragma de 2 elementos

4. Cierre tipo diafragma vertical

La idea del diseño de diafragma vertical consiste en que las paletas abran hacia arriba y no hacia los lados, de modo que se optimice el espacio del empaque, la cavidad de salida sea más amplia y funcionen las paletas a su vez como dosificador. La siguiente figura (Figura 4.17) muestra un bosquejo del este empaque.



Figura 4.17 Dibujo bosquejo empaque vertical

A continuación, se muestran también algunas imágenes de solución para el dispositivo vertical en la Figura 4.18:



Figura 4.18 Solución modelo vertical

b. Selección de conceptos

Para la elección del dispositivo se tomaron en cuenta criterios basados en la eficiencia del diseño del nuevo dispositivo y su relación con el empaque. Los criterios seleccionados se enlistan a continuación:

- Número de elementos
- Eficiencia del área
- Hermetismo
- Facilidad de uso
- Tamaño del dispositivo
- Acoplamiento para los productos para el cual será destinado

Así, por medio de una lluvia de ideas entre los miembros del equipo se completó la matriz de selección mostrada en la siguiente tabla (Tabla 4.2):

Tabla 4.2 Matriz de selección de concepto 2

		CONCEPTOS							
		Diafragma de 5 elementos		Diafragma de 3 elementos		Diafragma de 2 elementos		Diafragma Vertical	
Criterio de Selección	% Peso	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado
Número de elementos	25%	5	1.25	7	1.75	8	2	6	1.5
Eficiencia del área	25%	5	1.25	7	1.75	8	2	10	2.5
Tamaño del dispositivo	20%	5	1	7	1.4	9	1.8	8	1.6
Hermetismo	15%	9	1.35	8	1.2	8	1.2	9	1.35
Facilidad de uso	7.50%	10	0.75	10	0.75	10	0.75	8	0.6
Productos	7.50%	10	0.75	9	0.675	9	0.675	10	0.75
Total	100%	7.33	6.35	8	7.53	8.67	8.43	8.5	8.3

El diseño seleccionado fue el **diafragma de dos elementos en horizontal**, es el diseño que obtuvo mejor puntuación en número de elementos, tamaño del dispositivo y facilidad de uso; y la segunda mejor calificación en eficiencia del área, hermetismo y productos que puede almacenar.

c. Desarrollo de prototipos demostrativos

Para comprobar y seleccionar conceptos, también se desarrollaron algunos dispositivos demostrativos elaborados con cartón y plástico. Con ellos, se pudo comprobar la movilidad y la apertura del dispositivo, así como la importancia del anillo actuador. Algunos prototipos demostrativos se muestran en la Figura 4.19.



Figura 4.19 Prototipos demostrativos de diafragma horizontal 2 y 3 elementos

4.1.3 Desarrollo y diseño del concepto

Para el diseño del diafragma horizontal de dos elementos, que fue el elegido para ser desarrollado por la empresa solicitante de esta investigación, se recurrió al uso de los programas de CAD (*Computer Assistent Design*) *Solid Edge* y *NX5*, durante toda la etapa

de desarrollo. Posteriormente, se realizaron prototipos funcionales impresos directamente del CAD.

Debido a la naturaleza del proceso de diseño, se realizaron modificaciones a lo largo de éste con el fin de optimizar el uso del material y mejorar el funcionamiento del dispositivo. Las decisiones de las modificaciones surgieron a partir de la observación de la funcionalidad de los prototipos y puntos de mejora propuestos por los miembros del equipo de trabajo. La Tabla 4.3 muestra la evolución que tuvo el diseño del dispositivo a lo largo de un periodo aproximado de 8 meses. Más información acerca del diseño virtual del dispositivo se encuentra en la tesis de Muñoz y Zumaya “Creación de un mecanismo de cerrado innovador para empaque resellable” (Muñoz & Zumaya, 2012).

De la última modificación al diseño, se realizaron posteriormente prototipos inyectados del material biodegradable propuesto y, con base en esa modificación se logró la patente en trámite MX/E/2011/071875, la cual se encuentra en el Anexo 7.

Tabla 4.3 Evolución del diseño del diafragma de dos elementos (Patente en trámite MX/E/2011/071875)

CONFIDENCIAL

a. Desarrollo de prototipos funcionales

Como se mencionó con anterioridad, los prototipos son una aproximación hacia el producto final. Como segunda aproximación, el equipo desarrollo prototipos “funcionales” cuyo objetivo fue realizar pruebas de funcionamiento con productos reales y con usuarios, verificar posibles fallas y encontrar áreas de oportunidad que permitieran mejorar y optimizar el diseño final.

En una primera etapa, los dispositivos fueron realizados con plástico ABS en una de las máquinas prototipadoras de la UNAM. Fueron desarrollados sólo dispositivos de dos elementos de 4, 3 y 2 centímetros de apertura de salida del producto. En los diseños 1 y 2 de la Tabla 4.3, se muestran ejemplos de los dispositivos prototipados en la primera etapa. Estos dispositivos fueron colocados en algunos empaques comerciales para probar su funcionalidad. Dichos empaques se muestran a continuación:



Figura 4.20 Prototipo Funcional 3 cm.

La Figura 4.20 muestra un empaque de cereal de tamaño mediano, al cual se le colocó el dispositivo de 3 centímetros de apertura. Esto con la intención de comprobar el flujo de salida del cereal, lo cual se puede ver en la parte derecha de la misma figura.



Figura 4.21 Prototipo Funcional 4 cm.

La Figura 4.21 muestra un empaque de cereal de tamaño mediano, al cual se le colocó el dispositivo de 4 centímetros de apertura. Esto con la intención de comprobar el flujo de salida del cereal en contra el flujo de salida del dispositivo de apertura de 3 centímetros. Como se anticipaba, este dispositivo tuvo una mayor eficacia en el flujo de salida, pero en cuanto a estética, se concluyó que el dispositivo era demasiado grande para los empaques medianos y grandes existentes para este tipo de productos.

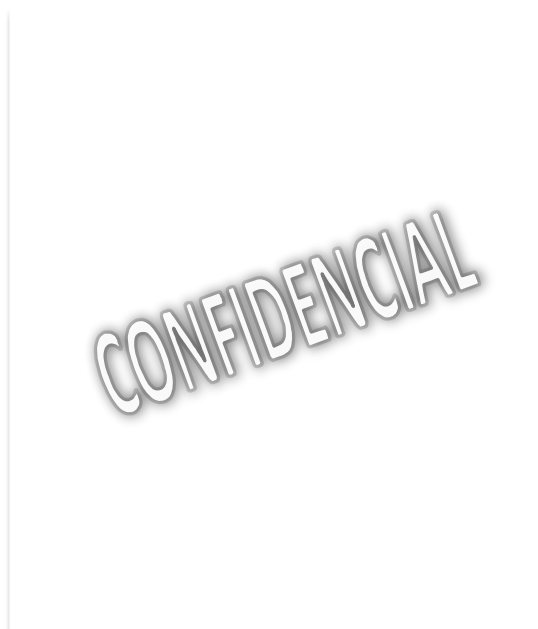


Figura 4.22 Prototipo Funcional 2 cm.

La Figura 4.22 muestra un empaque de azúcar de tamaño chico, al cual se le colocó el dispositivo de 2 centímetros de apertura. Como se había mencionado con anterioridad, el dispositivo de este tamaño, sería para polvos. Con este empaque, se pudo comprobar el buen funcionamiento del dispositivo en cuanto a la salida del producto; aunque se observó que se podía mejorar en cuanto a que no quedara atascado producto en el dispositivo, y así se mejoró en las siguientes modificaciones.

En una segunda etapa, fueron desarrollados en una máquina de prototipado rápido de mayor precisión dispositivos de 3 y 2 centímetros únicamente; esto debido a que observamos que el dispositivo de 4 centímetros ocupaba un área grande respecto al tamaño de los empaques, lo que lo hacía menos atractivo a la vista. Estos dispositivos están hechos de plástico Objet FullCure 720 y fueron desarrollados a partir de la última modificación del diseño. De la misma manera, fueron adaptados a algunos empaques comerciales para realizar con ellos las pruebas de usuario (ver sección 4.1.4). Los empaques prototipo que se utilizaron para dicha actividad se muestran y explican en las siguientes figuras:



Figura 4.23 Prototipo Funcional Botana 3 cm.

La Figura 4.23 muestra un empaque de botana tipo *doy pack* de tamaño mediano, al cual se le colocó el dispositivo de 3 centímetros de apertura con dosificador. Este empaque está más a mediada de las necesidades de usuario.

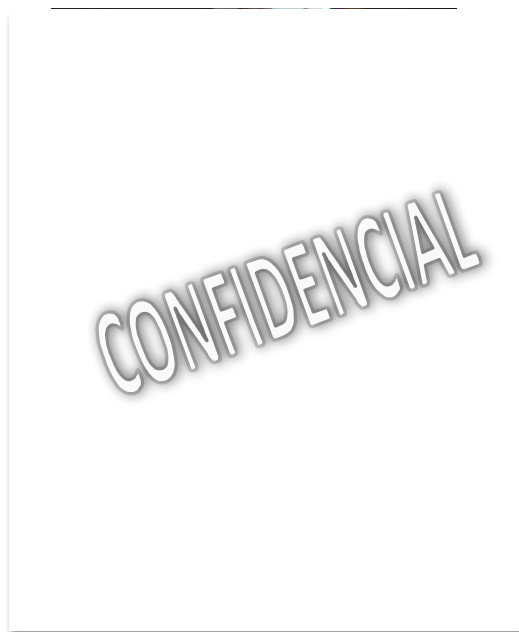


Figura 4.24 Prototipo Funcional Detergente 2 cm.

La Figura 4.24 muestra un empaque de detergente de tamaño chico, al cual se le colocó el dispositivo de 2 centímetros de apertura con dosificador. Se eligió el detergente por estar dentro de los productos tipo polvo. Los dispositivos de los empaques de la segunda etapa presentaron un mejor desplazamiento y apertura de las paletas; y la nueva disposición del diseño de la base se hizo para evitar que el producto se atasque en el interior del dispositivo, como ocurría con los anteriores.



Figura 4.25 Prototipo Funcional Arroz 2 cm.

La Figura 4.25 muestra un empaque de arroz de tamaño mediano (2 kg), al cual se le colocó el dispositivo de 2 centímetros de apertura sin dosificador. El arroz pertenece a los productos de grano, los cuales fluyen adecuadamente a través del dispositivo.

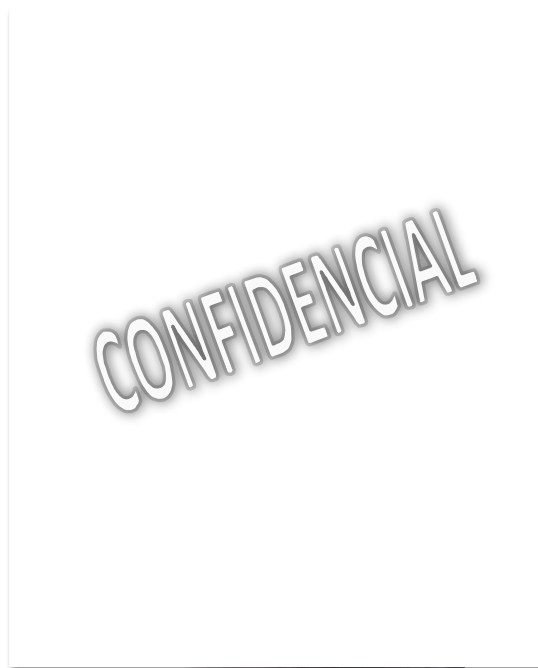


Figura 4.26 Prototipo Funcional Crutones 3 cm.

La Figura 4.26 muestra un empaque de crutones de tamaño mediano, al cual se le colocó el dispositivo de 3 centímetros de apertura. Se eligió este producto por su tamaño, porque puede pertenecer a las botanas y porque requiere de resellabilidad.



Figura 4.27 Prototipo Funcional Cereal 3 cm.

La Figura 4.27 muestra un empaque de cereal de tamaño grande, al cual se le colocó el dispositivo de 3 centímetros de apertura con dosificador. Se eligió este producto por ser el cereal más común en el supermercado a modo de validar el tamaño y la forma de la hojuela con respecto al área de salida del dispositivo.



Figura 4.28 Prototipo Funcional Croquetas 3 cm.

La Figura 4.28 muestra un empaque de croquetas de tamaño grande, al cual se le colocó el dispositivo de 3 centímetros de apertura. El objetivo de este empaque sería explorar la interacción de los usuarios con empaques de mayor tamaño con respecto al dispositivo.



Figura 4.29 Prototipo Funcional Azúcar 2 cm.

La Figura 4.29 muestra un empaque de azúcar de tamaño grande (4 kg), al cual se le colocó el dispositivo de 2 centímetros de apertura con dosificador. Perteneció al grupo de polvos y el azúcar es un producto que no se consume de una sola vez y requiere resellabilidad, sobre todo en empaques de este tamaño.

4.1.4 Pruebas de concepto con usuarios

En una prueba de concepto, el equipo de desarrollo solicita una respuesta a una descripción del concepto del producto a los clientes potenciales en el mercado meta. Este tipo de prueba se puede utilizar para seleccionar entre dos o más conceptos, para recopilar información de los clientes potenciales, y para obtener información de cómo mejorar el concepto para evaluar el potencial de ventas del producto. La prueba de concepto está basada en los datos recopilados de manera directa de los clientes potenciales y se basa en menor grado en los juicios hechos por el equipo de desarrollo (Ulrich & Eppinger, 2004).

Ulrich y Eppinger (2004) presentan un método para realizar pruebas de concepto con usuarios, el cual fue usado para realizar las pruebas de usuario para el empaque. El proceso que consta de seis pasos se detalla a continuación:

1. Definir el propósito de la prueba de concepto

En este paso se definen de manera explícita las preguntas que se desean contestar con la prueba. En nuestro caso, las preguntas principales a las que se avoca la prueba de concepto son:

- ¿Cómo puede mejorarse el diseño del dispositivo?
- ¿En qué tamaño del dispositivo se debería de enfocar?
- ¿Qué tipo de productos pueden almacenarse en el empaque?
- ¿Cuántas unidades se venderán?
- ¿Se deberá continuar el desarrollo del producto?

2. Seleccionar la población a encuestar

En teoría, la población de clientes potenciales encuestados refleja el mercado objetivo del producto, aunque con frecuencia un producto está dirigido a múltiples segmentos del mercado. Como se explicará más adelante en la sección de innovación tecnológica (sección 4.2) de este documento, aunque el producto se venderá a los fabricantes de los productos que contendrá el empaque, las pruebas de usuario se enfocaron a los usuarios finales del empaque: amas de casa y adultos jóvenes que viven solos. Fueron realizadas quince pruebas a usuarios potenciales, dados los recursos materiales para este propósito y a la naturaleza de los prototipos utilizados. Las encuestas se realizaron a personas de clase media – alta (dado que el empaque implicará un costo extra), con edades entre 25 hasta 55 años.

3. Seleccionar el formato de la encuesta

Existen diferentes formatos para hacer pruebas de concepto: persona – persona, teléfono, correo electrónico, Internet, *etc.* (Ulrich & Eppinger, 2004). En este caso, el formato que se usó fue la interacción personal. En este formato, el entrevistador interactúa de manera directa con el entrevistado. Pueden tener la forma de intercepciones (detener a las personas en el centro comercial, calle, *etc.*), o por medio de entrevistas previamente preparadas con clientes en un mostrador o por medio de grupos de enfoque (Ulrich & Eppinger, 2004). Se eligió este formato debido a que los clientes potenciales harían interacción con el prototipo del empaque, para observar sus reacciones y su interacción con el empaque; además de poder solicitar ideas para mejorar, entre otras.

4. Comunicar el concepto de producto

Una vez definido el formato de la encuesta, en este caso interacción personal, el concepto es comunicado a los consumidores potenciales durante las pruebas en el siguiente orden:

1. Descripción verbal del concepto

G Bag es una innovación para el mercado de empaques. Consiste en un dispositivo hermético, flexible, resellable y 100% biodegradable. El empaque resulta atractivo por su impacto social, ambiental y su diseño. Resultará muy útil y práctico para el hogar al ser resellable, de fácil apertura y de fácil almacenamiento. Tiene dos presentaciones por el tamaño de apertura del dispositivo, según el producto que contengas: 2 y 3 cm de diámetro. Algunos dispositivos cuentan con diferentes aperturas para dosificar el producto.

2. Interacción con prototipos de funcionamiento

Los prototipos que se utilizaron en las pruebas de usuario fueron mostrados en la sección 4.1.3 a. Estos empaques fueron utilizados debido a las respuestas en cuanto a necesidades y especificaciones de producto (Sección 3.3 y 3.4): el empaque permanece de pie, es fácil de almacenar, tiene mayor superficie de sujeción, abre fácilmente, es resistente a la manipulación, entre otras. Asimismo, los productos que contiene el prototipo son los que pretenden almacenarse en el empaque final.

Para las pruebas, se le pidió a los usuarios que utilizaran los empaques como en la vida diaria: abrir, servir, cerrar, almacenar. Después de la interacción, se les preguntó acerca de sus impresiones con los empaques en seis rubros, a través de las calificaciones muy malo, malo, regular, bueno, excelente. Los rubros a calificar fueron: tipo de empaque, relación producto/empaque, flujo del producto, apertura/cierre del dispositivo, tamaño del dispositivo, y posición del dispositivo. Todo esto dentro de la encuesta para medir la respuesta del cliente que se explicará en el punto 5. Es importante señalar que el prototipo de croquetas sólo pudo ser utilizado en seis de las quince pruebas de usuario, ya que el prototipo se deterioró muy rápidamente con el uso.

Tabla 4.4 Muestra pruebas de usuario

Datos	Sexo		Total general
	Hombres	Mujeres	
Contar Sexo	4	11	15
Promedio Edad	35	35	35
Máx de Edad	55	58	58
Mín de Edad	27	24	24

La población de la encuesta realizada se enfocó a amas de casa de clase media alta y jóvenes independientes que viven solos y que gozan de un trabajo estable e ingresos fijos. La edad promedio de los encuestados fue de 35 años, siendo el más joven de 24 años y 58 años el de mayor edad. Los resultados se muestran a continuación.

6. Interpretación de resultados

Las siguiente figura (Figura 4.31) muestran algunas fotografías de la interacción de los usuarios con los prototipos:



Figura 4.31 Pruebas de concepto con usuarios

De los encuestados, el 87% dijeron ser usuarios regulares de empaques resellables, mientras que el 13% restante eran poco consumidores, pero conocían los empaques y sabían su

funcionamiento. Conocer la interacción de los usuarios con otro tipo de empaques resellables, permitiría que existieran comparaciones entre *G Bag* y los empaques resellables existentes en el mercado.

La Figura 4.32 corresponde a la respuesta de segunda pregunta de la encuesta. Como puede observarse a 14 de 15 personas definitivamente les agrada que productos que actualmente no se envasan en resellables, tuvieran esta presentación. A la persona restante le daría lo mismo si se empacan o no en resellable.

¿Te agrada que productos como cereales, botanas, cafe y chocolate en polvo, vinieran en empaques resellables?

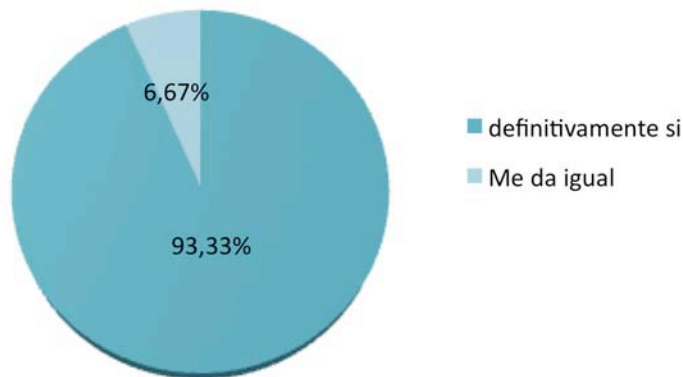


Figura 4.32 Solución pregunta 2

La siguiente parte de la encuesta consistió en recabar las impresiones de los usuarios acerca de la interacción con los prototipos. Las siguientes figuras muestran el análisis de la encuesta variable contra empaques prototipo.

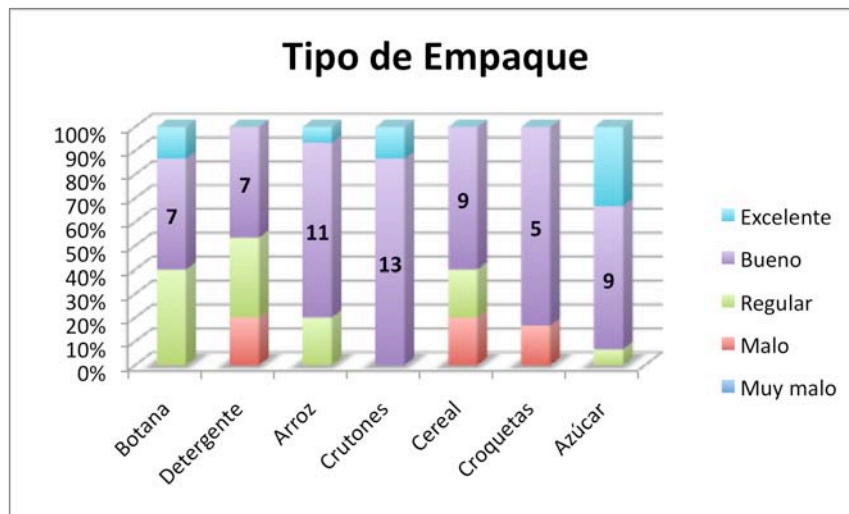


Figura 4.33 Tipo de empaque

La Figura 4.33 muestra que el tipo de empaque en todos los casos tiene su media en la respuesta “Bueno”, es decir, que a la mayoría de las personas les gusta la forma del empaque: almohada, *doy pack* o tres sellos. Como se puede observar, los empaques de arroz y de crutones resultaron con mayores puntajes, ya que a la gente le resultaba atractivo la facilidad de almacenamiento y el plástico resistente de estas bolsas.

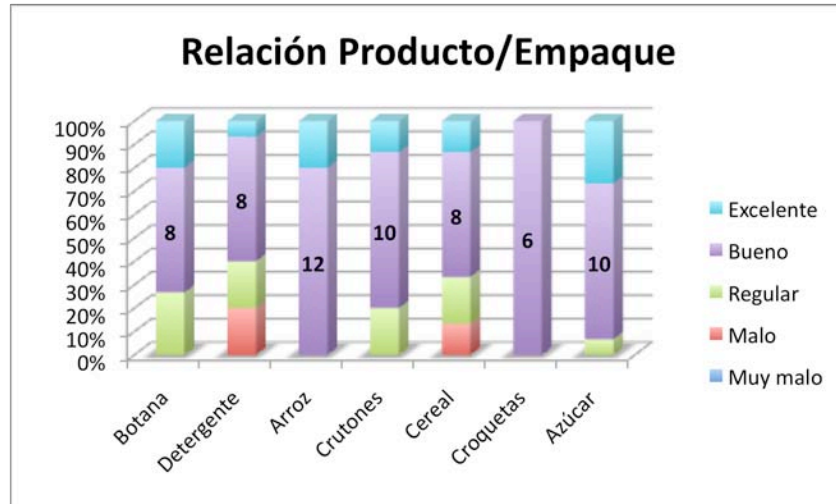


Figura 4.34 Relación producto/empaque

La relación producto/empaque mostrada en la Figura 4.34 tenía la intención de averiguar que tanto les agradaba o les resultaba eficiente a los encuestados que productos como semillas, granos, polvos y botana fueran empacados en este tipo de presentación. Así, como se puede observar, la media cae en “Bueno”, los mayores puntajes los tienen los prototipos de arroz (el más alto con 12 “buenos” y 3 “excelentes”), crutones, croquetas y azúcar; que según la percepción de los encuestados eran los productos más funcionales para el empaque.

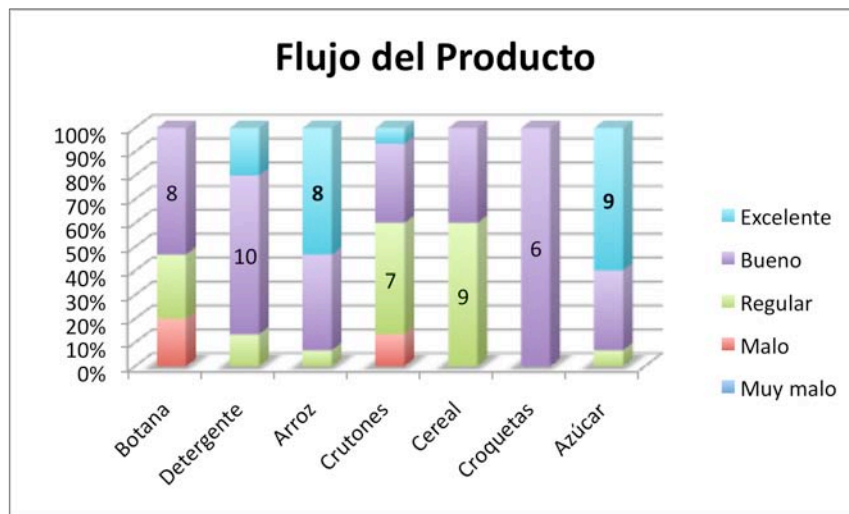


Figura 4.35 Flujo del producto

Las mejores puntuaciones en flujo del producto (Figura 4.35), las obtuvieron el arroz, con 8 menciones en “Excelente” y el azúcar con 9 menciones en la misma calificación. Los crutones y el cereal resultaron con las calificaciones más bajas, con 9 menciones para el cereal en “Regular” y 7 para los crutones, esto debido a que los crutones no tenían espacio suficiente para salir y el cereal se aglomeraba en la apertura del dispositivo y no permitía el libre flujo del producto.

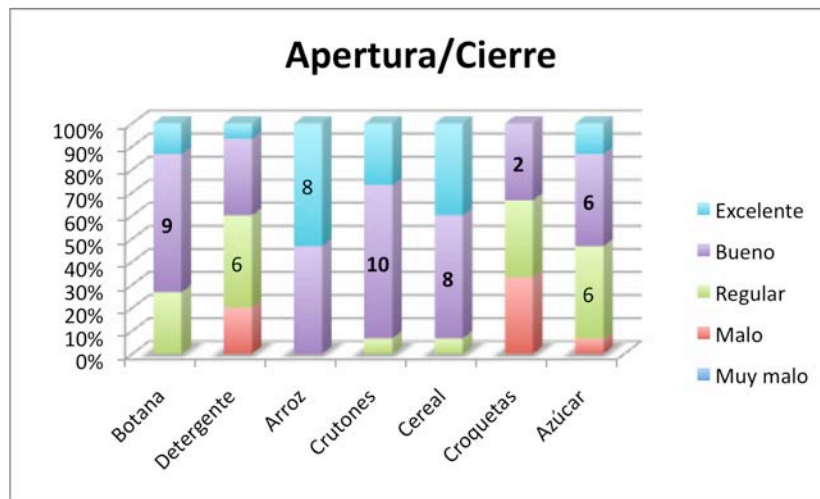


Figura 4.36 Apertura/cierre

En apertura/cierre del empaque mostrada en la Figura 4.36, el dispositivo que tuvo mayor puntuación fue el del arroz. Este dispositivo consta de dos pasos, es decir abre completo y cierra completo sin dosificador; por lo que a los usuarios les pareció sencillo de manipular. Sin embargo, en las mejoras sugeridas que serán mostradas más adelante, a la gente le parecía mejor que los dispositivos tuvieran dosificador para algunos productos. Las puntuaciones más bajas las obtuvieron el detergente y el azúcar. Se observó que el dispositivo del detergente comenzó a tener problemas con el uso, debido a que el producto se aglomeraba y acumulaba en el contorno del dispositivo con el uso; dada la naturaleza del detergente, éste tiende a absorber humedad del ambiente. Por otro lado, aunque el azúcar es igual un polvo, éste no se aglomeraba en el dispositivo, sin embargo, se tuvieron problemas con las paletas del prototipo con el uso, debido a que el dispositivo contaba con dosificador, por lo que las personas debían aplicar mayor fuerza para abrirlo completamente.

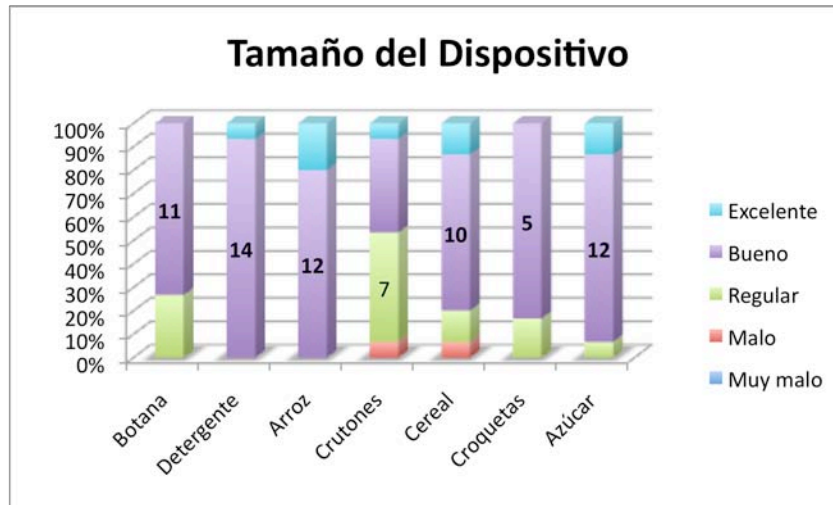


Figura 4.37 Tamaño del dispositivo

Los usuarios consideraron el tamaño del dispositivo adecuado o “bueno” en la mayoría de los casos, a excepción de los crutones, que por el tamaño de los mismos, el diámetro de apertura no resultaba suficiente, como se puede observar en la Figura 4.37.



Figura 4.38 Posición del dispositivo

En cuanto a posición del dispositivo mostrada en la Figura 4.38, el mejor resultado fue para el empaque de detergente con 14 menciones “buenas”, aunque el empaque de botana, crutones, cereal y azúcar tuvieron dos menciones “excelentes” cada uno. A pesar de estos resultados, los usuarios consideran la mejor posición en el costado del empaque.

En la siguiente tabla (Tabla 4.5) se muestran un análisis de ventajas y desventajas de prototipo de empaque contra las variables usadas en la encuesta con los usuarios potenciales, derivadas de las opiniones vertidas durante el desarrollo de las pruebas con usuario. Este análisis permite observar con mayor claridad qué empaque, tipo de producto y dispositivo resultan más atractivos para los usuarios.

Tabla 4.5 Análisis ventajas/desventajas empaques

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

Derivado de este análisis, la bolsa tipo *Doy Pack* de plástico grueso es el mejor empaque para los consumidores potenciales. Del mismo modo, los productos que parecen empatar mejor con *G Bag* son los granos y polvos grado alimenticio. Los usuarios prefieren los dispositivos con dosificador aunque también les agrada que el dispositivo sea suave de abrir. El tamaño predilecto es el de 2 centímetros porque permitía flujo y dosificar, aunque el tamaño depende del producto. Para el caso de la posición (para las pruebas en costado o de frente), los usuarios prefieren la posición del costado por la comodidad que implica al servir el producto.

Posterior a la interacción, los usuarios continuaron con la siguiente sección de la encuesta, las preguntas y sus resultados se pueden observar en la Figura 4.39 mostrada a continuación:

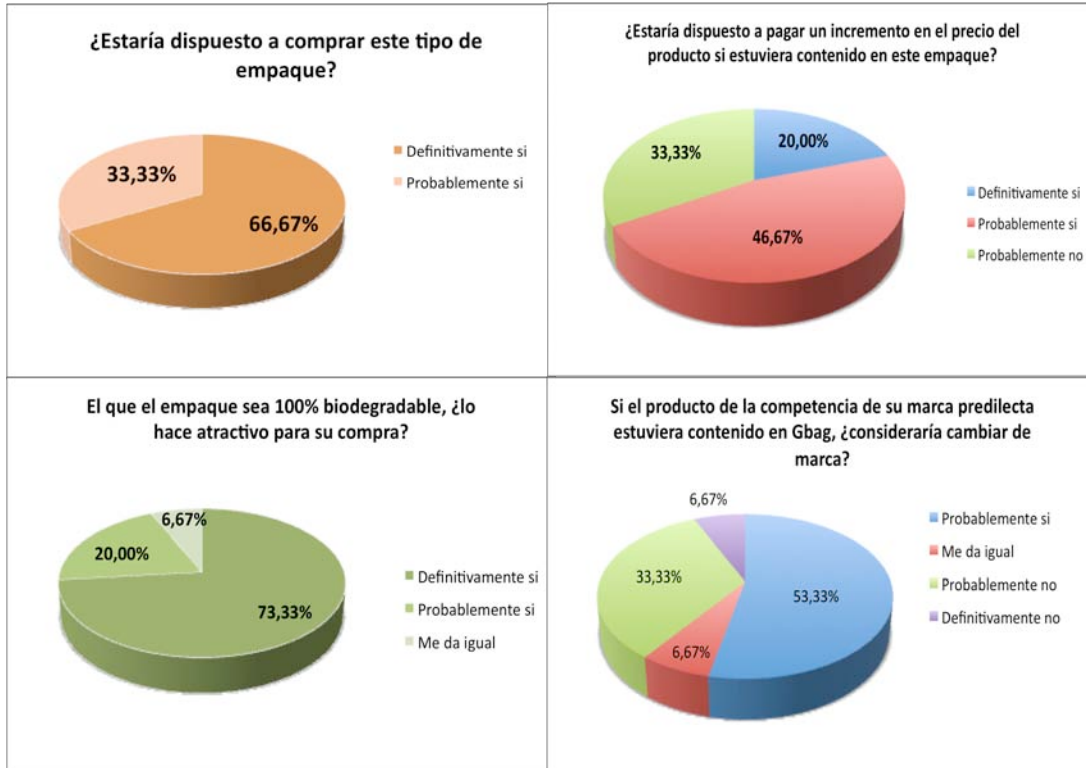


Figura 4.39 Preguntas posteriores a la interacción con el empaque

Estas preguntas tenían intención de medir el potencial de ventas dado el mercado meta al que se está dirigiendo. Cabe resaltar que el 100% de los encuestados comprarían el empaque, de los cuales 66.67% lo haría definitivamente, mientras que el resto probablemente lo haría. Un dato interesante es que el 20% de los encuestados definitivamente pagaría un incremento en el precio del producto si estuviera contenido en *G Bag* y más del 45% probablemente lo haría. El atributo ecológico del producto lo hace atractivo para casi el 74% de los encuestados. Por otro lado, más de la mitad de los encuestados probablemente cambiarían de marca y sólo el 6.67% definitivamente no lo harían. Estas respuestas dejan ver que el empaque resultó agradable y práctico para los usuarios potenciales entrevistados, además de que según los resultados, el empaque tiene factibilidad de venta, lo que da un preámbulo de que el equipo de trabajo debe continuar con la etapa de producción.

Por otro lado, se preguntó a los usuarios si mejorarían el producto y cómo lo harían. A continuación se numeran los comentarios más relevantes:

1. Mejorar la presentación (color, diseño, estética).
2. Colocar dosificador sólo en los productos polvos y granulados que necesiten medición para ser utilizados; o hacer un dispositivo de menor tamaño para estos productos.
3. Hacer que el dispositivo abra en sentido contrario a las manecillas del reloj como en la mayoría de las taparrosas, y no al contrario como en los dispositivos.
4. Poner una base en la esquina superior para que el dispositivo tenga mayor soporte.
5. Empacar en bolsas de plástico grueso y en *doy pack* ya que ellos le dan soporte al dispositivo y permite un mejor almacenamiento.
6. Colocar el dispositivo en la parte inferior en ciertos productos como el cereal, pasta y sopas, con el objetivo de que el producto salga con mayor eficiencia, no se atasque y no se tenga que cargar para servir.
7. Mejorar la durabilidad, para que no se rompa antes de que se termine el producto.
8. Poner el dispositivo en las cajas de cereales y no en la bolsa, ya que la bolsa es muy frágil y el peso del dispositivo muy grande. Ahorraría a las empresas el costo de la bolsa si empaican el cereal directamente en cajas con grado alimenticio con el dispositivo.

Asimismo, las personas hicieron comentarios positivos del empaque prototipo como:

- El empaque tiene muchas ventajas para restaurantes sobre todo para productos a granel, evita el desperdicio y mantiene los alimentos por más tiempo, además de que es práctico y funcional.
- El empaque es muy conveniente porque no es una tapa que pueda perderse y evita el trasvasado de los alimentos.

La siguiente gráfica (Figura 4.40) muestra los productos que a los encuestados les gustaría adquirir en *G Bag*. Como se puede observar, el cereal es el más solicitado con siete menciones, pero también resultaron altos los granos, el azúcar y los cacahuates. Aunque el cereal resultó con mayor puntuación en esta pregunta, se puede observar que en la sección de pruebas fue el que agrado en menor medida a los usuarios. Esto debido al tamaño del empaque, el tipo de plástico de la bolsa y a que el flujo del producto no era óptimo. Por lo tanto, el empaque de cereal es el que tiene una mayor área de oportunidad.

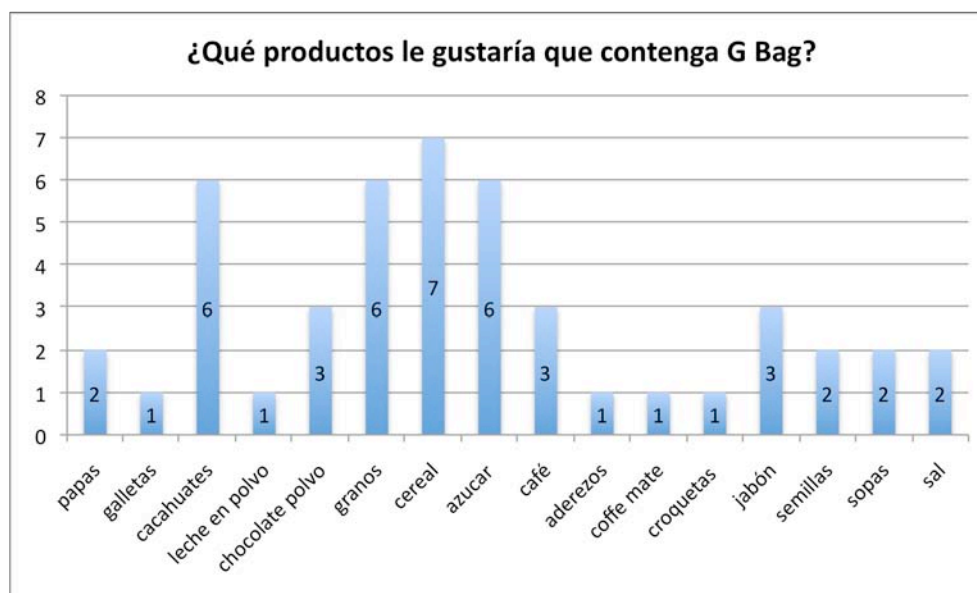


Figura 4.40 Gráfica productos deseados

Con base en las encuestas realizadas y a la observación y análisis de la interacción de los usuarios con los prototipos, y de acuerdo a las preguntas que se esperaban responder al final de esta actividad, se concluye que:

- *G Bag* tiene oportunidades de mejora en cuanto a la resistencia del plástico y a la posición del dispositivo dependiendo del tipo de producto que se empaque.
- *G Bag* debe enfocar sus esfuerzos en el dispositivo de 2 centímetros con dosificador, y el de 3 centímetros para productos grandes sin dosificador.
- *G Bag* podría almacenar productos como botanas, cereales, semillas y granos, según las opiniones vertidas en las pruebas realizadas, aunque el mejor calificado fueron los granos y semillas para los usuarios.
- *G Bag* tiene potencial en ventas ya que el 67% de los encuestados definitivamente compraría productos contenidos en este empaque, y el 33% restante probablemente lo haría. Asimismo, el 50% de los encuestados probablemente estarían dispuestos a pagar un incremento en el precio del producto, además de que el mismo porcentaje probablemente cambiarían a la marca de la competencia si estuviera empacado en *G Bag*. Por otro lado, el 74% de los encuestados afirma que la biodegradabilidad es un atributo que lo hace atractivo para su compra.
- *G Bag* es un producto atractivo para el mercado de acuerdo a las pruebas y encuestas realizadas, por lo tanto, la empresa debe continuar con la etapa de producción del empaque.

Estas conclusiones indican que los usuarios se sintieron cómodos y les agrado el producto, lo cual da pasó a la ruptura de uso del concepto (ver Sección 4.2.4) en cuanto a la teoría de innovación tecnológica que se mostrará en la siguiente sección.

4.2 Proceso de innovación tecnológica

El proceso de innovación tecnológica es el conjunto de las etapas técnicas, industriales y comerciales que conducen al lanzamiento con éxito en el mercado de nuevos o mejorados productos manufacturados, o la utilización comercial de nuevos o mejorados procesos técnicos (Pavón, 1997). Este capítulo combina algunas herramientas usadas en teoría de innovación de los autores mencionados en el capítulo introductorio: Gaillard (2000), Prax (2005) y Dutheil (2003). Estas herramientas fueron utilizadas durante la realización del caso práctico, para lograr un desarrollo de producto sistémico, es decir que el desarrollo tomara en cuenta aspectos económicos, sociales y medio ambientales; además de verificar que el nuevo producto se trata de efectivamente de una innovación, ello se comprobará gracias a las rupturas de innovación, que se explicarán en el apartado 4.2.3.

4.2.1 Objeto técnico

El objeto técnico es la primera forma tangible de la idea (Gaillard, 2000) y por lo tanto, la primera actividad de un proceso de investigación y desarrollo. Su definición es la primera etapa del proceso de innovación tecnológica. Para nuestro caso de estudio, el objeto técnico se definió en etapas tempranas del proyecto, inclusive, antes de la etapa de generación de concepto mostrada en la sección 4.1. Así, la definición del objeto técnico de este proyecto es la siguiente: “empaque de plástico flexible hecho de material biodegradable, el cual cuenta con un dispositivo que lo hace resellable”.

Asimismo, el objeto técnico cuenta con *elementos clave* que hacen que dicho objeto, y futuro producto, se diferencie de otros similares y concrete así la innovación (Gaillard, 2000). Los elementos clave para nuestro caso son el PLA, material elegido para el empaque, y el diafragma, que funciona como elemento de resellado del empaque. Como se mencionó con anterioridad, el PLA es el material que se eligió debido a sus características compostables y biodegradables, ideales para las condiciones de composta en México y que cumple con los requerimientos de la empresa. El dispositivo de cierre es prácticamente una nueva forma de resellar los empaques que, hasta la fecha de la realización de esta tesis, no se tienen registros de algo similar en el mercado. Por ello, ambos son los elementos clave del producto y son los que lograrán la diferenciación de la competencia. En la Tabla 4.7 del análisis de Ruptura Tecnológica, se mostrará la tabla de elementos técnicos, en la cual se observará la importancia de los elementos clave en la arquitectura del empaque.

4.2.2 Tipo de innovación del empaque

Existen varios tipos de innovación que impactan, en distintos niveles, la competitividad de las compañías. Los tipos de innovación se diferencian entre ellos en dos aspectos: el nivel de impacto en los usuarios y en nivel de investigación y desarrollo que se requirió para el nuevo producto (Prax, 2005). Estos tipos de innovación son:

- **Innovación incremental o de desarrollo:** existen pequeños cambios en el producto actual, explota el potencial del diseño y generalmente refuerza el producto. La arquitectura del producto generalmente permanece. Tiene un bajo nivel tanto en impacto en el consumidor como en investigación y desarrollo.
- **Innovación mayor o modular:** existen cambios en los componentes pero no en la arquitectura del producto. Tiene un fuerte impacto en los hábitos del consumidor, pero no requiere de una fuerte inversión en investigación y desarrollo.
- **Innovación estratégica o de arquitectura:** existe una reconfiguración en el diseño de la arquitectura del producto, es decir, la forma en la que están relacionados los componentes del sistema. Este tipo de innovación conlleva implicaciones competitivas. Aunque hay nivel alto en cuanto a investigación y desarrollo, los hábitos de los usuarios no sufren modificaciones considerables.
- **Innovación radical:** existe un nuevo diseño dominante y los componentes forman una nueva arquitectura. Este tipo de innovación abre nuevos mercados para las compañías. Requiere de un nivel alto de investigación y desarrollo y, además, representa un cambio en los hábitos de los consumidores (Prax, 2005).

La Figura 4.41 muestra de forma gráfica los tipos de innovación explicados.

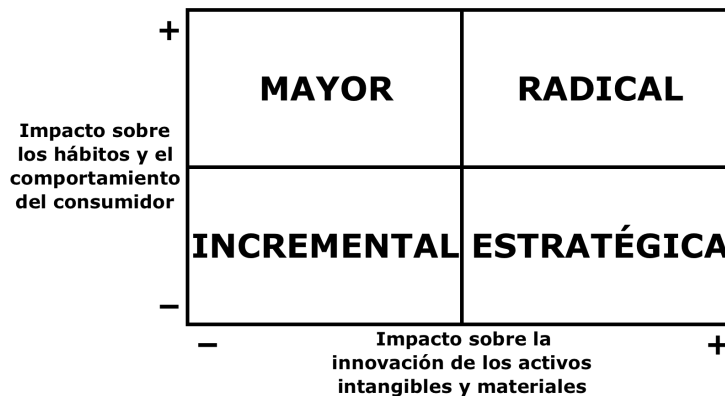


Figura 4.41 Tipos de innovación (Prax, 2005)

Por las características de nuestro empaque, *G Bag* es una **innovación estratégica**. No existe un empaque de sus características en el mercado. Requirió de un nivel alto de investigación y desarrollo (desde la concepción del modelo de dispositivo de resellado, que es una nueva forma de abrir y cerrar un empaque; así como también, en la investigación de inyectado, sellado y envasado en materiales biodegradables), y tiene un bajo impacto en el comportamiento del consumidor, como se observa en la ubicación en el cuadrante donde se ubica este tipo de innovación en la Figura 4.41.

Aunque también existe un impacto en el comportamiento del consumidor, como evitar el trasvasado y la manera de desechar el empaque, no podría llegar al nivel de considerarse como una innovación radical, ya que los usuarios seguirán utilizando el empaque de manera

tradicional. Por lo anterior, se retoma información del capítulo tres a fin de fundamentar los requerimientos de activos intangibles y tangibles, así como las necesidades del consumidor. La siguiente tabla (Tabla 4.6) muestra las calificaciones del 1 al 5 (donde 1 es no cumple y 5 es cumple) de las necesidades detectadas en el estudio de mercado del capítulo tres de los empaques resellables más representativos del mismo estudio, así como también, los empaques que representarían la competencia más directa de *G Bag*.

Tabla 4.6 Necesidades vs Empaques resellables

EMPAQUES	Ziploc Evolve	Tapa Bosch	Empaque con Alambre	Empaque con memoria de forma	Empaque vertical con cremallera
Medio Ambiente	3	1	1	1	1
Flujo de producto	4	3	4	4	4
Facilidad de apertura/cierre	1	4	1	1	3
Hermeticidad	3	5	1	1	3
Almacenamiento	3	3	3	3	5
TOTAL	14	16	10	10	16

De igual manera, existen otros tipos de innovación que dependen de la forma en la que el producto es distribuido al mercado: innovación negocio a negocio e innovación negocio a consumidor. Como sus nombres lo indican, estos tipos de innovación indican a quién se ofrecerá el producto. A continuación se enlistan las ventajas que cada uno ofrece (Prax, 2005):

- La innovación negocio a negocio (BtoB), esta enfocada a aumentar la satisfacción del cliente final. Puede estar dada entre proveedor/empresa, empresa/empresa o empresa/distribuidor. Sus ventajas son:
 - 1) Mejor control de los costos de producción
 - 2) Mejor calidad del producto final
 - 3) Reducción del tiempo de desarrollo de nuevos productos
 Sus desventajas son:
 - 1) Una relación fuerte genera dependencia
 - 2) Vulnerabilidad tecnológica.
- La innovación negocio a consumidor (BtoC) permite acelerar el proceso de aceptación del nuevo producto o servicio. Sus ventajas son:
 - Permite captar y adaptar mejor las necesidades del cliente
 - Permite entrar con eficacia a los grupos de consumidores y mejorar las ventas.

El diagrama de pastel del análisis interno, una de las herramientas de innovación que se mostrarán más adelante en el apartado de ruptura de uso, permite observar de manera gráfica si el empaque corresponde a una innovación BtoB o BtoC.

4.2.2 Rupturas de innovación

Para que pueda existir innovación, es necesario cubrir una necesidad, definir un mercado y diferenciarse con respecto a su competencia (Dutheil, 2003). Para ello es necesario obtener las tres rupturas de innovación: ruptura de uso (RU), ruptura tecnológica (RT) y ruptura económica (RE) (Prax, 2005).

La identificación de las rupturas permite conocer el tipo de innovación que trate el producto o servicio en cuestión. Si la innovación es incremental, no existe ruptura de uso ni ruptura tecnológica, ya que los niveles de impacto en este tipo son bajos en ambos rubros, como se observa en la Figura 4.41, la diferenciación de este tipo de innovación se logra a través de la ruptura de uso. Si se trata de innovación estratégica, hay ruptura tecnológica, pero no existe ruptura de uso. Si es innovación mayor, sólo hay ruptura de uso. Y por último, si la innovación es radical, es necesaria la ruptura de uso y la ruptura tecnológica, ya que el nivel de impacto en el consumidor y en la tecnología es alto en este tipo. En todos los casos debe existir ruptura económica, para que pueda darse la innovación del producto o servicio (Prax, 2005). De forma que, las rupturas se pueden entender como el punto de factibilidad en el rubro que corresponde: si no es factible significa que no se ha logrado la ruptura y, por lo tanto, no existe innovación. La siguiente Figura (Figura 4.42) muestra gráficamente los tipos de ruptura de acuerdo a la matriz de los tipos de innovación:

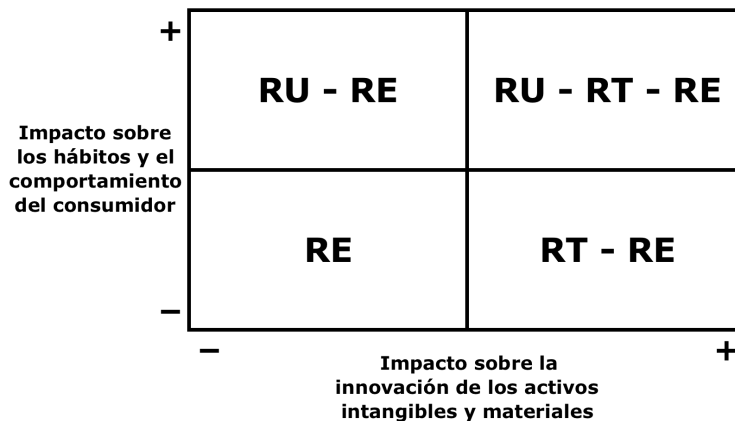


Figura 4.42 Rupturas de los tipos de innovación (Prax, 2005)

a. Ruptura de uso

La ruptura de uso implica la identificación de las necesidades actuales de los consumidores y la solución y adaptación de estas soluciones con la nueva tecnología. Significa la diferenciación del nuevo producto con respecto a los de la competencia desde el punto de vista del consumidor. Esa diferenciación hará que los consumidores acepten y compren el

nuevo producto y no el de los competidores (Prax, 2005). A continuación se muestran herramientas usadas en teoría de innovación tecnológica para validar esta ruptura:

Análisis interno y externo

Como parte del estudio de mercado y con base en una de las técnicas de innovación tecnológica mencionadas en el capítulo introductorio, se realizó el análisis interno y externo (Gaillard, 2000) del empaque que se desarrolló durante el proyecto aquí mostrado. Estas herramientas tienen como objetivo identificar tanto el mercado meta como la competencia de la innovación.

El análisis interno tiene como objetivo identificar el mercado objetivo para el producto. Esta herramienta utiliza un diagrama de pastel (Gaillard, 2000) que se construye a partir de las respuestas a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué producto o servicio se va a ofrecer? Su respuesta corresponde al objeto técnico.
- ¿En qué puede ser útil? Su respuesta corresponde a la aplicación del producto en cuestión.
- ¿Cómo se va a ofrecer? Su respuesta corresponde al segmento al que se va a ofrecer.
- ¿A quiénes puede ser útil? Su respuesta corresponde a los clientes o consumidores finales del producto.

Cuando las respuestas han sido obtenidas, se construye el diagrama por niveles, comienza en el interior hacia el exterior del diagrama de la siguiente forma: objeto técnico, utilidad/aplicación, segmento global y consumidor final. En el caso que se presenta en éste trabajo, las respuestas correspondientes a las preguntas anteriores son las siguientes:

1. Objeto técnico: empaque flexible hecho de material biodegradable, el cual cuenta con un dispositivo que lo hace resellable (*G Bag*).
2. Posibles aplicaciones del producto: granos y semillas, cereales, polvos, productos de higiene personal y detergentes.
3. Posibles segmentos globales para el producto: empaque para alimentos, empaque de productos de higiene.
4. Clientes potenciales: empresas de alimentos e higiene, empresas de máquinas envasadoras, venta directa a consumidores finales.

El diagrama muestra los distintos nichos a los que está dirigido el empaque. En este caso, la parte sombreada indica el nicho seleccionado por la empresa, dados sus nexos con el mercado: productores de alimentos y envases para alimentos (granos y semillas, cereales) a quienes se les ofrecerá la máquina envasadora adaptada y el empaque con la medida para el producto que fabrican. Aunque las necesidades que satisface el producto estén enfocadas a los consumidores finales, es decir, a las personas que adquieren los productos de los

fabricantes de alimentos, según los resultados arrojados de las pruebas de usuario, la empresa puede tomar como ventaja competitiva el ahorro de trasvasado de alimentos para los usuarios finales si introduce el empaque directamente con las empresas productoras. En este caso, no es factible ofrecer el empaque a productos en polvo y detergentes, ya que como se vio en las pruebas de usuario, los prototipos aún tienen fallas para este tipo de productos. La Figura 4.43 muestra el diagrama de pastel para el análisis interno del empaque.



Figura 4.43 Diagrama de Pastel para análisis interno

Como se vio en el análisis interno, *G Bag* es una **innovación negocio a negocio (BtoB)**, ya que el empaque se ofrecerá a los productores de alimentos o maquiladores de empaque a quienes en una primera etapa, la empresa envasará sus productos o bien la empresa dará capacitación acerca de la manera en la que se coloca el empaque. Esto con el objetivo de agilizar la comercialización del mismo y para que los clientes (productores) no incurran en gastos extra de compra de maquinaria y equipo (Prax, 2005).

Una vez que se seleccionó que la empresa en cuestión generará su innovación estratégica con una relación BtoB y el segmento de mercado al que ésta ofrecerá su producto – empaque y máquina empacadora- se realizó un cartel que definiera al consumidor final, así como también palabras clave que identificaran los valores del empaque. Así, se establecieron como consumidores a los adultos jóvenes que viven solos y a las amas de casa activas, preocupadas por el medio ambiente y por el desperdicio; que gusten de lo novedoso y deseen estar a la vanguardia (las pruebas de usuario realizadas en la sección 41.4, estuvieron basadas en esta población). Asimismo, las palabras clave fueron: revalorar,

reduce, recicla, retorna, reutiliza, restaura, respeta, revoluciona. Así, el cartel del consumidor final para el nuevo empaque se muestra en la Figura 4.44.



Figura 4.44 Cartel consumidor final

El análisis externo tiene como objetivo identificar a la competencia del producto o servicio en cuestión. Es una comparación de mi producto contra la competencia, en donde se observan las fuerzas y debilidades de cada uno. Este análisis se basa en dos diagramas: la gráfica de utilidad del comprador con el objeto técnico y la gráfica de elementos clave (Dutheil, 2003).

La gráfica de utilidad del comprador califica seis rubros fijos, cuyos resultados se utilizan para comprender lo que el segmento de mercado seleccionado busca en la competencia. De ese modo se obtienen las características que generan la diferenciación de los productos existentes y las características, desde el término del consumidor, que el objeto técnico requiere para generar la ruptura de uso. En la gráfica se colocan las marcas o productos competidores en la intersección rubro-objetivo que mejor defina su fortaleza o diferenciación en el mercado. Los rubros fijos que se califican son:

- a. **Compra:** tiempo de adquisición, accesibilidad, facilidad y seguridad de la transacción.
- b. **Entrega:** tiempo entre venta-entrega, desempaque y armado.
- c. **Utilización:** requiere de formación suplementaria, facilidad de uso, facilidad de almacenaje, funciones eficaces.
- d. **Complementos:** requiere productos o servicios adicionales, costo.
- e. **Mantenimiento:** requiere mantenimiento, costo, frecuencia.
- f. **Reciclaje:** facilidad de la disposición final, cumple las normas nacionales e internacionales, facilidad de reciclado.

Los objetivos contra los que se calificarán los rubros, se obtuvieron de seis necesidades primordiales que los usuarios buscan satisfacer al adquirir tanto empaques resellables como biodegradables. Estas necesidades son:

1. Practicidad
2. Funcionalidad
3. Facilidad de apertura
4. Facilidad de almacenaje (el empaque permanece de pie)
5. Grado de hermeticidad
6. Grado de biodegradabilidad (aunque no es considerada como una necesidad, se ha incluido aquí como parte de lo que el producto debería ofrecer)

Los competidores más directos son los empaques Ziploc Evolve, y los empaques flexibles con taparrosca de Bosch. Ambos corresponden al rubro de empaques resellables. Ziploc Evolve es uno de los productos de la marca Ziploc cuya característica principal es que es más amigable con el medio ambiente que sus otras líneas de productos. Ellos debido a que utiliza 25% menos plástico para su fabricación, utiliza energías renovables y el empaque esta hecho de cartón reciclado (Johnson, 2011). Bosch introdujo recientemente la línea de empaques flexibles con taparrosca, aunque existen otras en el mercado, las taparrosca de esta marca son las que más parecido tienen con las *G Bags* en cuanto a funcionalidad. Tanto el plástico utilizado para el empaque, como la taparrosca, están hechos de materiales derivados del petróleo. La Figura 4.45 muestra la gráfica de utilidad del comprador en donde se observa la diferenciación de cada producto en el mercado.



Figura 4.45 Gráfica de utilidad del comprador

Asimismo, la gráfica de elementos clave compara estos elementos que corresponden a nuestro producto en contra de los productos de los competidores, a través de la calificación alta, media o baja, respecto a qué tan bien cumple el producto en cuestión con cada elemento a calificar. La intersección de las curvas mostrará el punto en dónde se diferencian los productos contra los otros.

Como se mencionó anteriormente, los elementos clave de *G Bag* son el material con el que estará fabricado y el dispositivo de resello, correspondientes al PLA y diafragma respectivamente. Basado en las necesidades, para este análisis se colocan en el eje de las x los elementos clave: comodidad y efectividad, por el diafragma; y medio ambiente, por el material de fabricación de los productos. Igualmente se incluyó al precio como parte de éste análisis. La Figura 4.46 muestra la gráfica de elementos clave.

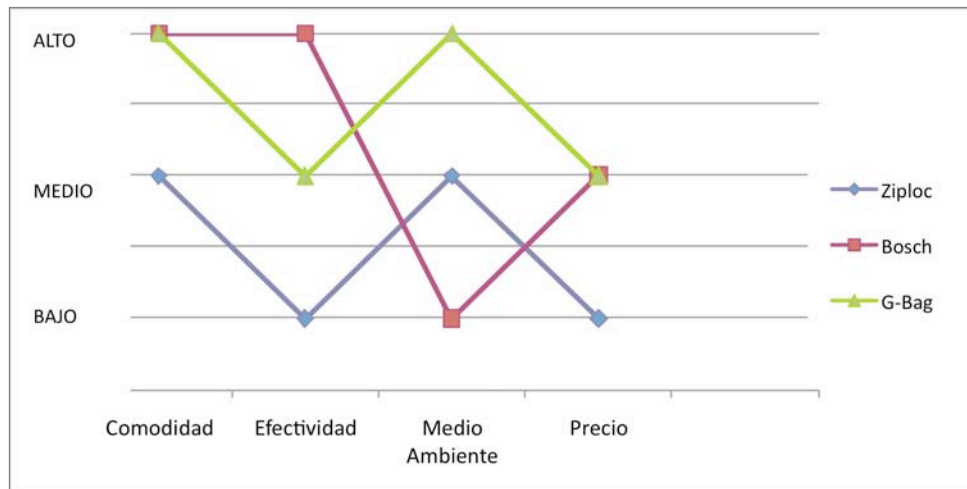


Figura 4.46 Gráfica de elementos clave desde el punto de vista del OT

Como se observa en la figura anterior, *Ziploc Evolve* no representa competencia directa contra *G Bag*, ya que sus curvas no interseccionan; sin embargo, la gráfica muestra que el empaque de *Bosch* comparte una calificación alta con *G Bag*, además de que resulta mejor

calificado en efectividad, dado su elemento 100% hermético. El punto de intersección *Bosch/G Bag* se encuentra en efectividad-medio ambiente, lo que significa que *G Bag* tiene su diferenciación en la efectividad del dispositivo y en el material más amigable con el medio ambiente, lo que da paso a la ruptura tecnológica que se mostrará más adelante. Desde el punto de vista del consumidor, se observa en la gráfica que los puntos más altos de *G Bag* se encuentran en los elementos de comodidad y medio ambiente, rubros en los cuales el cliente notará la diferencia con los otros productos y pueda elegir el empaque sobre los otros, lo cual da paso a la ruptura de uso.

Aunque la ruptura de uso no se da en innovación estratégica, ya que los hábitos del consumidor no cambian radicalmente, en cierta medida los consumidores de *G Bag* deben adoptar la “nueva forma” de resellar los empaques y el beneficio ambiental que ofrece. De acuerdo con el análisis hecho con los consumidores finales potenciales y a las herramientas usadas, la ruptura de uso esta dada en los aspectos de comodidad de uso: dosificación, facilidad de cierre y apertura, eliminar el trasvasado y el desperdicio; así como también, el atributo ecológico del producto resulta atractivo para su compra sobre la competencia.

b. Ruptura tecnológica

La ruptura tecnológica implica que el nuevo producto es técnicamente viable, y que existe adaptación de los elementos clave en él. Es la diferenciación del producto desde el punto de vista del innovador (a diferencia de la ruptura de uso, que como se mencionó, se da desde el punto de vista del consumidor), aquella tecnología que puede hacer que el producto sea exitoso y que puede derrocar a la tecnología dominante actual (Prax, 2005). La herramienta utilizada para verificar esta ruptura es el desglose analítico, el cual se muestran a continuación.

Desglose analítico

El desglose analítico es una herramienta propuesta por Gaillard (2000), la cual tiene intención de construir la cadena tecnológica del objeto técnico que se va a desarrollar. La tabla de desglose analítico esta dividida en cuatro segmentos: conocimientos teóricos, experiencia, componentes y bienes y equipo. Estos segmentos se desarrollan contra los siguientes componentes:

- A. Elementos técnicos
- B. Características técnicas
- C. Características económicas
- D. Elementos clave (elementos que diferencian el producto)
- E. Elementos básicos (elementos del productos que no son clave)



Figura 4.47 Prototipo PLA

Dadas las rupturas tecnológica y de uso, se logró hacer el trámite de la patente de la innovación del dispositivo de resellado (por su diseño y el material utilizado). La patente se titula “Dispositivo de cierre biodegradable para empaques”, y hasta el momento de la realización de esta tesis, se encuentra en trámite en el IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual) con el número MX/E/2011/071875.

c. Ruptura económica

Una vez obtenidas las rupturas de uso y tecnológica, es necesario hacer el análisis financiero que pueda dar paso a la ruptura económica que validará la viabilidad del producto que se desea comercializar. Dado que es un producto viable desde el punto de vista del consumidor y del innovador (dadas las rupturas de uso y tecnológica), se espera que la empresa logre obtener los fondos necesarios para comenzar la producción, así como también que el costo de producción logre los niveles necesarios para ofrecer el producto a un precio competitivo y que pueda representar utilidad para la empresa. Igualmente, dadas las rupturas, se estima que los clientes potenciales adquieran el producto y, por lo tanto, exista un retorno de la inversión y que el precio se establezca en el corto plazo (Prax, 2005), lo que daría paso a la ruptura económica. El análisis financiero mostrado es un caso hipotético distinto al real para cumplir con los objetivos de la tesis y se muestra a continuación.

Costo y ventas estimadas

El costo de producción estimado es \$5.01 pesos por empaque en la producción del primer año, de acuerdo con el cálculo realizado en la tesis de Julio Guevara (2012), quien estuvo encargado de los costos de producción del proyecto (Guevara, 2012). El precio de venta máximo calculado es de \$6.90 por empaque, y el precio mínimo es de \$6.26 por empaque.

Suponiendo únicamente el mercado del Distrito Federal, en dónde según datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en el 2010 habitaban 8,851,080 personas (inegi, 2010), de las cuáles aproximadamente el 25% de ellas pertenecen a la clase socioeconómica C+ y B- (media alta y alta). Se eligió esta clase social dado que el precio del empaque es elevado en comparación con el de la competencia; por lo cual, será ofrecido para productos tipo gourmet o productos con precio elevado. Del mismo modo, según datos del INEGI la familia promedio se compone de 4 integrantes (3.6 integrantes en promedio); si se hace la suposición de que el 60% de ellas consumen empaques resellables, en el DF existe un mercado de 331,915 familias que compran este tipo de empaques con una regularidad promedio de 4 adquiridos al mes (por los datos recabados en las encuestas), lo que da un total de empaques resellables vendidos de 1,327,662 al mes. Ahora bien, si el 15% de los empaques vendidos corresponden a productos caros y si la empresa estima una participación moderada del 15% de este mercado en el primer año, se tendrían las ventas potenciales que se muestran en la siguiente tabla (Tabla 4.8):

Tabla 4.8 Estimación de ventas

VENTAS	Precio mínimo	Precio máximo
Mercado Total	\$1,246,675	\$1,374,130
15% Participación	\$187,001	\$206,120

En la tabla anterior se muestra el escenario pesimista y optimista de acuerdo con la participación del mercado proyectado y al precio de venta inicial del empaque. Así, las ventas mensuales por la venta de *G Bag* son de \$187,001 al mes en el escenario pesimista y \$206,120 al mes en el escenario optimista sólo en el Distrito Federal. Si se sigue el esquema optimista, se tendrán ventas anuales que ascienden a los \$677,505.92. Si se supone como único gasto el costo de producción (5.01 pesos por empaque), la utilidad de operación mensual para los dos escenarios se muestra en la siguiente tabla (Tabla 4.9).

Tabla 4.9 Utilidad de operación

UTILIDAD	Pesimista	Optimista
Ingresos	\$187,001	\$206,120
Costos	\$149,661	\$149,661
Utilidad de Operación	\$37,340	\$56,459

Análisis financiero

Se realizó un análisis financiero básico para verificar que la ruptura económica pueda darse para el proyecto y que pueda invertirse en él. Se utilizaron las herramientas de Valor Presente Neto (VPN) y la tasa del Retorno de Inversión (ROI). En un horizonte de 3 años, suponiendo que no hay inflación ni cambio en el precio, que la utilidad de operación en el escenario optimista mostrada en la Tabla 4.9 corresponde a la utilidad neta durante esos 3 años (por lo tanto al Flujo Neto de Efectivo), y que la participación del mercado del empaque se incrementa 15% al año durante ese periodo; el valor presente neto del proyecto y el retorno de inversión con una tasa de interés del 12%, tomando en cuenta la inversión inicial mostrada en la Tabla 4.7 de desglose analítico \$1,009,596.00 son los siguientes:

VPN = \$ 854,196

ROI = .85%

Tiempo de recuperación = 17.88 meses

El VPN positivo indica que el proyecto es rentable, y la ROI de .85% indica que por cada peso que se invierta en el proyecto, se recuperarán .85 pesos. Asimismo, la inversión se recuperaría en un tiempo aproximado de un año y medio, suponiendo todo lo demás constante. Los números pueden ser más saludables si se mejora el precio de la materia prima, lo que bajaría el costo de producción; además de si el empaque logra colocarse en otros mercados más accesibles para otro estrato social, a modo de aumentar su participación de mercado. Con estos datos, se comprueba la ruptura económica que da paso a la innovación del empaque. Se espera que la empresa invierta en el proyecto, o bien, que existan inversionistas interesados en él.

4.3 Especificaciones finales del empaque

De acuerdo con las impresiones surgidas de las pruebas de usuario y debido al diseño para manufactura (más información sobre diseño para manufactura en la tesis de Muñoz & Zumaya (2011)), el último prototipo virtual mostrado en la Tabla 4.3 sufrió algunas modificaciones para que se adaptará mejor a dichas necesidades. La siguiente figura (Figura 4.48) muestra imágenes del diseño final:



Figura 4.48 Diseño final del dispositivo de resellado

Como se pudo observar en las imágenes, los ángulos fueron mas redondeados y se estilizó el diseño ya que hubo un adelgazamiento del mismo. Asimismo, el dosificador quedó en dos pasos, dadas las preferencias del futuro consumidor, además de que el diseño mecánico que hace la función de dosificar se alargó a lo ancho de la base del dispositivo, para que funcionara adecuadamente y asimismo mejorar la manufactura durante el proceso de inyección. De la misma manera, el ángulo de la cara interior de las paletas se hizo unos grados más obtuso para mejorar la hermeticidad. Las especificaciones finales del dispositivo para el resellado del empaque de 3 y 2 cm de diámetro de apertura no se muestran en esta tesis por razones de confidencialidad.

4.4 Diseño sustentable

El diseño sustentable no implica solamente crear productos “verdes”, implica el control del proceso de diseño desde la obtención de materia prima, todo el proceso de producción, el control de su disposición final e incluso la manera en la que impacta a la sociedad. La forma en la que está definido el programa de diseño es fundamental para el diseño sustentable y la planificación de producto. Esto implica incluir requerimientos en el proceso de energía, materiales, proceso de manufactura, transporte, vida más larga y eficiente del producto y una disposición final que permita que el producto retorne a la naturaleza o sea la cuna para un nuevo producto.

Típicamente, la sustentabilidad es representada por la intersección de tres círculos: sociedad, economía y medio ambiente. Los problemas de sustentabilidad sólo pueden resolverse en estas tres dimensiones de manera espacial o sistemática. El diseño “verde” es un elemento de diseño sostenible, el hecho de crear este tipo de productos de manera aislada, no resuelve de el problema de sustentabilidad (Williams, 2007).

El diseño sostenible se diferencia de diseño ecológico en que es aditivo e inclusivo, esto incluye continuación, sobrevivencia, prosperidad y adaptación. El diseño ecológico incorpora materiales ecológicamente sensibles y crea edificios saludables y procesos que no afectan negativamente el medio ambiente antes, durante o después de la fabricación, construcción, y la deconstrucción. El diseño ecológico incorpora de forma eficiente los sistemas mecánicos y tecnologías de alto rendimiento, pero sigue funcionando principalmente a través del uso de combustibles fósiles. El diseño sostenible integra los principios del diseño ecológico y va más allá de convertirse en una estructura pasiva y activa que está diseñada para maximizar el uso de los recursos naturales renovables (Williams, 2007).

El diseño sostenible mejora la calidad de vida al tiempo que elimina la necesidad de energía no renovable. Cuando energías naturales son integradas al diseño, la energía que se necesita para que el producto funcione es “gratis”. Además, los diseños propulsados por energías sostenibles sin requerir ningún combustible fósil son capaces de proporcionar un nivel saludable de confort y una mejor calidad de vida para la sociedad. Asimismo, en la consecución de esta conexión con las energías locales libres, el diseño sustentable reduce o elimina el consumo diario de no renovables, reduce los costos de proyecto y gastos de mantenimiento, incrementa la posibilidad de aprobación de los usuarios, así como su productividad y reduce el total de la energía incorporada proyecto. El diseño sustentable es diseño ecológico impulsado por energías renovables y esto, a su vez, se refleja en una reducción de costos y una mejor calidad de vida para la comunidad y los usuarios (Williams, 2007).

A lo largo de esta tesis se han trabajado en dos de los tres círculos de sustentabilidad: sociedad y economía. En el siguiente apartado se explicará la relación del empaque con el medio ambiente; así como también, la relación de los tres círculos de sustentabilidad con el empaque desarrollado.

4.4.1 Ciclo de vida del producto

LCA (*Life Cycle Assessment*, por sus siglas en inglés) es una manera de investigar, estimar y evaluar las cargas ambientales causadas por materiales, productos, procesos o servicios a lo largo de su ciclo de vida. Las cargas ambientales incluyen los recursos materiales y energéticos requeridos para crear un producto, así como también los desperdicios y las emisiones generadas durante el proceso. Los resultados del LCA pueden ser usados para identificar las áreas con alto impacto ambiental y para evaluar y mejorar los diseños de productos (LCA Calculator, 2011). Para esta tesis, se utilizó esta herramienta de manera demostrativa para evaluar al medio ambiente en los círculos de sustentabilidad.

Generalmente, el ciclo de vida del producto es lineal y tiene el siguiente proceso:

- Primero, las materias primas son extraídas de la tierra.
- Segundo, las materias primas son procesadas hasta que son materiales terminados.
- Tercero, los materiales son manufacturados y ensamblados en productos finales.
- Cuarto, el consumidor tiene el control del producto.
- Quinto, el producto se encuentra en sus disposición final y se realiza el manejo de desperdicios: cuando el producto es separado en sus componentes materiales, es re-manufacturado, reciclado o descartado.

Asimismo, se agregan pasos de transporte y distribución entre cada uno. Durante cada uno de estos pasos, se requieren recursos materiales y energéticos y se producen desperdicios y emisiones al medio. LCA proporciona información acerca de la cantidad de estos recursos y desperdicios para cada etapa del ciclo de vida.

La información recabada en LCA puede ser usada para:

- Hacer comparaciones de los impactos ambientales entre dos productos.
- Analizar diferentes opciones de diseño para el mismo producto.
- Identificar en que parte del ciclo de vida deben ser modificados o reducidos los impactos (LCA Calculator, 2011).

Se realizó el ejercicio del cálculo del ciclo de vida del empaque *G Bag* hecho con la calculadora gratuita de LCA de la página de internet lccalculator.com. Así como ésta, existen muchas otras calculadoras gratuitas en la red, y dada esa naturaleza, tienen algunas restricciones. Se hicieron las siguientes consideraciones para el cálculo:

- Debido a que el material usado para el empaque es novedoso, algunas calculadoras aún no lo consideran en sus bases de datos, por ello, se utilizó PET virgen para las partes del diafragma y polipropileno virgen para la película; debido a que sus características físicas son similares a las del PLA, salvo el impacto en la obtención de materia prima, ya que el PLA se obtiene del maíz y los otros plásticos del petróleo.
- Debido a que la materia prima es importada de Canadá, se consideró el transporte vía terrestre.

- Se consideraron 3 ensambles: base/paletas, diafragma (base/paletas/anillo actuador) y diafragma/bolsa.
- Se consideró el uso del producto de un año sin uso de energía de ningún tipo.
- No se consideró el reciclaje en la disposición final, ni otro tipo de procedimiento, ya que el empaque será compostado.

La Figura 4.49 muestra los resultados del ejercicio:

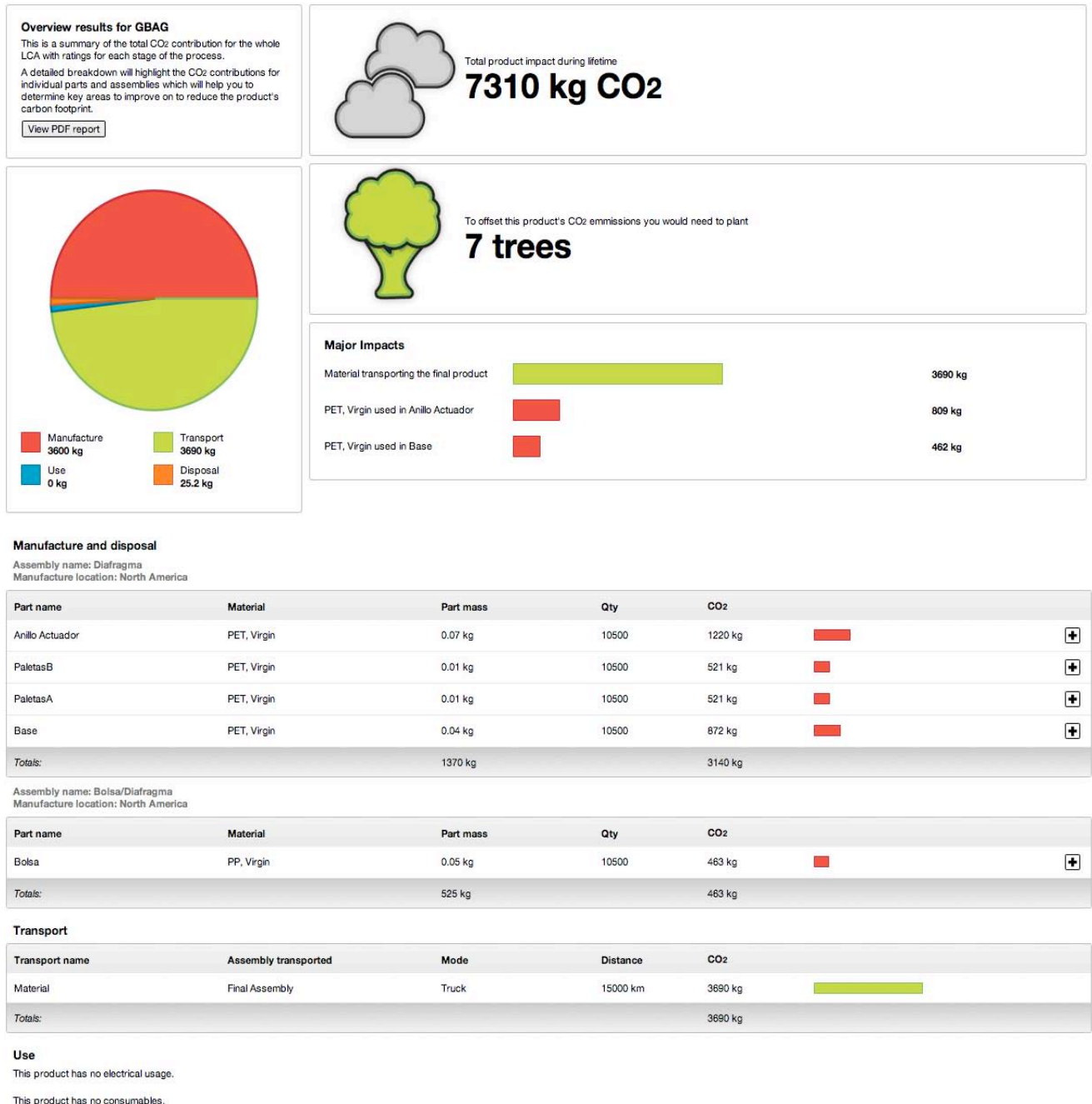


Figura 4.49 Resultados LCA

Como se mostró en la figura, LCA es un ejercicio que da como resultado el impacto ambiental del producto, desde la obtención de las materias primas, hasta su disposición final. Muestra el impacto ambiental en cada rubro, de manera que el usuario pueda apreciar en cuál de éstos puede hacer modificaciones para reducir su huella de carbono. Suponiendo que el cálculo correspondiera fielmente a *G Bag*, se tendrían que plantar 7 árboles por cada lote de producción de 10,500 unidades. Se observa que el área de oportunidad, en cuanto a sustentabilidad se refiere, es en transporte de materia prima debido a que el PLA es importado de Canadá. El impacto ambiental de transporte corresponde a la mitad del impacto total del producto al ambiente. Si se logrará conseguir materia prima nacional, la huella de carbono del empaque bajaría notablemente, se reducirían costos de transporte y de material, además de generar beneficios para la economía local al adquirir productos hechos en México, lo que igualmente se deriva en un beneficio social.

La siguiente figura (Figura 4.50) muestra de manera gráfica cómo se relacionan de manera sistémica el diseño sustentable y el desarrollo e innovación de producto. Como se puede observar en la figura, se encuentran los 3 círculos de la sustentabilidad: economía, medio ambiente y sociedad. Asimismo, los círculos naranja y verde de cada uno de ellos indican las herramientas que se usaron para evaluarlos. A lo largo de esta tesis, se ha mostrado que el diseño de éste producto ha integrado y tomado en cuenta cada uno de estos aspectos, de modo que se lograra crear un producto integral que no sólo beneficie a la sociedad al crear productos acorde a las necesidades encontradas; si no también, que tomara en cuenta el impacto ambiental que puede ocasionar la producción y comercialización del nuevo producto, de modo que dicho impacto fuese el menor posible, sin perder de vista la cuestión económica, ya que si el producto no es económicamente viable, el esfuerzo que se realizó en los otros aspectos carecería de sentido.



Figura 4.50 Círculo de sustentabilidad

A manera de conclusión, se retomó la información de la Tabla 4.6, para finalmente hacer una comparación de los empaques resellables que representan competencia contra *G Bag*, se calificó igualmente nuestro producto en contra de las necesidades del mercado y el resultado se muestra en la Tabla 4.10.

Tabla 4.10 Necesidades vs *G Bag*

EMPAQUES	Ziploc Evolve	Tapa Bosch	Empaque con Alambre	Empaque con memoria de forma	Empaque vertical con cremallera	GBAG
Medio Ambiente	3	1	1	1	1	4
Flujo de producto	4	3	4	4	4	3
Facilidad de apertura/cierre	1	4	1	1	3	5
Hermeticidad	3	5	1	1	3	3
Almacenamiento	3	3	3	3	5	3
Precio	3	2	4	3	2	1
TOTAL	17	18	14	13	18	19

Como se muestra en la Tabla 4.10, el empaque biodegradable desarrollado en este proyecto obtuvo la mejor calificación en cuanto a la satisfacción de las necesidades de usuario, siendo los puntos clave o fortalezas de la marca la biodegradabilidad o medio ambiente y la facilidad de apertura y cierre resellable. También se muestra que la debilidad del producto se da en el alto precio del empaque comparado con los de la competencia. Si se toman en cuenta las sugerencias del ciclo de vida del producto, en cuanto a obtener materia prima nacional, los costos relacionados a la producción del empaque, pueden bajar considerablemente, lo que lograría tener un precio competitivo y entrar a otros mercados, no sólo el *gourmet*. Asimismo, si se mejora el diseño en cuanto al grado de hermeticidad del empaque, tendría otra fortaleza, lo que lo haría más competitivo en el mercado.

5. Conclusiones

Como se mencionó en el capítulo introductorio, el mercado de envases es altamente competitivo sobretodo en lo relacionado a alimentos. Los productores deben estar en constante renovación y a la vanguardia en cuanto a sus empaques para poder tener ventajas competitivas. El hecho de que exista monopolio en cuanto a envases resellables se refiere, dificulta esta tarea. Por ello, era prioridad para la empresa mexicana de envase que lo solicitó, desarrollar un producto innovador y competitivo que beneficie a los usuarios y al mercado de empaques resellables.

Así, con base en los objetivos planteados, se concluye que la metodología de diseño y desarrollo de producto e innovación tecnológica propuesta logró obtener un resultado satisfactorio, ya que se llegó a la elaboración de un nuevo empaque que cumple con las características tecnológicas, comerciales y económicas que lo hacen un producto innovador desde el punto de vista del usuario y desde el punto de vista tecnológico. Ambas metodologías aportaron herramientas que ayudaron al desarrollo sistémico del nuevo producto. El proceso de innovación planteado logró el cometido de identificar las necesidades, crear un objeto técnico y posteriormente desarrollarlo y lograr una innovación estratégica. Este nuevo empaque logró generar la patente MX/E/2011/071875 (mostrada en el Anexo 7), lo cual abrirá nuevas opciones de envase resellable para productores de alimentos y maquiladores de empaques, lo que dará oportunidades de negocio para la empresa en cuestión.

Por otro lado, los resultados obtenidos de los prototipos desarrollados y las pruebas de usuario realizadas de acuerdo a la metodología de Ulrich y Eppinger (2004), permiten tener un escenario favorable en cuanto a la aceptación del consumidor final hacia el nuevo empaque. Con base en ellos, se sabe que los atributos del producto, tanto en el diseño innovador que presenta como en su característica ambiental biodegradable, resultan atractivos para los consumidores potenciales, lo cual es un aliciente para que los productores y fabricantes elijan *G Bag* para empacar sus productos sobre otros empaques resellables, ya que otorgará ventajas competitivas a los productores al no existir otro empaque con sus características actualmente en el mercado de resellables. Para tener resultados de mayor confianza en las pruebas de usuario, se recomienda hacer un estudio con una muestra mayor de personas, ya que por razones de presupuesto y para propósito de la tesis, los estudios realizados se hicieron con grupos reducidos.

El material elegido para el nuevo empaque, el PLA de la fécula de maíz, cumple con las características y certificaciones necesarias para empacar alimentos, es 100% biodegradable a través de composta a corto plazo, cumple con las certificaciones internacionales de biodegradabilidad, y sus características físicas y químicas permiten su utilización de forma integral para todo el empaque (película y dispositivo), de acuerdo con los prototipos realizados en la última parte del proyecto. Aún así, desde el punto de vista económico, se debe hacer un replanteamiento acerca del material de fabricación del dispositivo de acuerdo a los volúmenes y familia de los productos a empacar para reducir costos de producción y se logre así un precio más competitivo.

Por otro lado, existe área de oportunidad en el campo de sustentabilidad para este producto. No basta con crear un producto verde, se puede lograr la sustentabilidad del empaque a través de la adquisición de materias primas nacionales, que generaría un beneficio a la sociedad; a la vez que se obtiene un beneficio económico al reducir costos de transporte; que a su vez generaría un beneficio al medio ambiente, al reducir emisiones en el mismo transporte de la materia prima, además del beneficio de utilizar materiales amigables con el medio ambiente. Del mismo modo, existe área de oportunidad en lo referente al diseño del dispositivo, la naturaleza de la innovación es crear o mejorar los productos existentes. Todos los productos están sometidos a constantes cambios de acuerdo a las exigencias del mercado. Para este caso, se puede desarrollar un producto con mejor aprovechamiento de los materiales para reducir costos de producción y optimizar los procesos de manufactura. Un proceso de innovación no puede darse por terminado, debe mantenerse activo para responder con rapidez y eficacia a las necesidades del mercado.

El trabajo futuro del proyecto consistirá en crear las adaptaciones para la maquina envasadora que pueda integrar el dispositivo de resellado a los empaques, además del desarrollo de un dispositivo resellable para líquidos y viscosos, el cual se logrará al mejorar el grado de hermeticidad del dispositivo y así aumentar la cartera de clientes para la empresa al envasar un mayor número de productos. Ambos trabajos pueden, de igual manera, otorgar patentes y aumentar el mercado de dicha empresa mexicana.

El desarrollo de nuevos productos es crucial para el crecimiento de las empresas. La innovación de producto debe abarcar todas las áreas de la compañía. Sin un pensamiento sistémico es difícil que se logre una innovación y más aún, que un producto llegue a ser exitoso. Así, en esta tesis se incluyeron aspectos técnicos, sociales, comerciales y económicos para lograr la innovación estratégica del empaque. Se requiere un estudio más detallado de mercadotecnia para el lanzamiento del producto, análisis FODA, análisis de precios y canales de distribución. Se comprobó que la metodología utilizada en este proyecto puede lograr innovación de producto para las empresas; aunque existen otros métodos para hacer procesos de innovación, es importante tener en cuenta que sea cual sea la metodología a la que las empresas recurran, es recomendable optar por un método sistémico que acerque los nuevos o mejorados productos al éxito.

Referencias

- ASTM. (2010). *ASTM International Standards Worldwide*. Recuperado el 2010, de www.astm.org
- Bioplastics Council. (2010). Position paper on oxo-biodegradables and other degradable additives. (S. o. industry, Ed.) *Bioplastics Council* .
- Borja, V., & Torres, N. (2011). *Diseño y desarrollo de cremalleras o zipper innovador biodegradables herméticas de última generación con diversas aplicaciones líquidos, sólidos y polvos (Empaque resellable biodegradable)* . UNAM, DF.
- Borja, V., Reivich, A., & Torres, N. (2012). *Diseño y desarrollo de cremalleras o zipper innovador biodegradables herméticas de última generación con diversas aplicaciones líquidos, sólidos y polvos*. UNAM, DF.
- CEN. (2010). *European Committee for Standardization*. Recuperado el 2010, de www.cen.eu.
- Científicos, T. (2009). *Textos Científicos*. Recuperado el 2011, de www.textoscientificos.com
- Cruz, H. (2006). Envases Resellables: tendencia en auge. *Mundo Alimentario AMEE* .
- Dermibas, A. (2007). *Biodegradable plastics from renewable resources*. Taylor and Francis Group.
- Din-Certco. (2010). *Din Certco*. Recuperado el 2010, de www.dincertco.de.
- DIN. (2010). *Deutsches Institut für Normung e. V.* Recuperado el 2010, de www.din.de.
- Dutheil, A. (2003). *Les meilleurs articles de la Harvard Business Review sur l'innovation*. Paris: Editions d'Organisation.
- EcoLogo. (2010). *EcoLogo Program*. Recuperado el 2010, de www.ecologo.org
- Fibres, N. (2009). *Natural Fibres*. Recuperado el 2010, de www.naturalfibres2009.org
- Gaillard, J. (2000). *Marketing et gestion dans la recherche et développement* (2a. Edición ed.). Paris: Economica.
- Google. (2010). *Google Patents*. Obtenido de www.google.com/patents
- Griffin, R. (2005). *Negocios* (7a. Edición ed.). Pearson Education.
- Guevara, J. (2012). Producción de un empaque sustentable. México, México: Tesis UNAM.
- Herrera Massieu, R. (2004). *Cómo y por qué separar la basura: una solución al problema de los residuos sólidos en la Ciudad de México* (2a. Edición ed.). México: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría de Medio Ambiente.
- IMPI. (2010). *Instituto Mexicano del Plástico Industrial*. Recuperado el 2010, de www.plastico.com.mx

- INE. (2007). *Instituto Nacional de Ecología*. Recuperado el 2011, de www.iecologia.com
- ISO. (2010). *International Organization for Standardization*. Recuperado el 2010, de www.iso.org
- Johnson, S. (2011). *Ziploc Brand*. Recuperado el Junio de 2011, de www.ziploc.com
- Kelley, T. (2005). *The ten faces of innovation*. USA: Doubleday.
- Kotler, P. (2003). *Dirección de Mercadotecnia* (8a Edición ed.). Prentice Hall.
- LCA Calculator. (2011). *LCA Calculator*. Recuperado el 2011, de www.lcacalculator.com
- M. Ruíz, E. M. (1989). *La innovación tecnológica y su gestión*. Barcelona, España: Editorial Marcombo.
- Maquiavar, B. (2006). *El empaque como herramienta estratégica*. México: Revista Expansión, ITAM.
- Muñoz, O., & Zumaya, O. (2012). Creación de un mecanismo de cerrado innovador para empaque resellable. México, DF, México: Tesis UNAM.
- Natural Fibres. (2009). *Natural Fibres*. Recuperado el 2010, de www.naturalfibres.org
- OCDE. (2005). Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. En *Oslo Manual* (3a Edición ed.). París, France: OCDE.
- Pavón, J. H. (1997). *Gestión e Innovación: Un enfoque estratégico*. Madrid, España: Pirámide.
- Pineda, L. (2010). *Polímeros Biodegradables. Investigación documental*. México, DF, México: Tesina ITAM.
- Prax, J.-Y. (2005). *Objectif: Innovation*. Paris: Polia Editions.
- Rosenberg, N. (1992). *Technology and the Wealth of Nations*. Stanford, CA, USA: Stanford University Press.
- Rudnik, E. (2008). *Compostable polymer materials*. UK: Elsevier.
- Stevens, E. (2002). *Green plastics: An introduction to the new science of biodegradable plastics*. USA: Princenton University Press.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2004). *Diseño y desarrollo de productos* (3a. Edición ed.). México: Mc Graw Hill.
- UVA. (2011). *Biopolímeros UVA*. Recuperado el 2011, de <http://www.eis.uva.es/~biopolimeros>
- Vincotte. (2010). *Vincotte Ok Compost*. Recuperado el 2010, de www.okcompost.be.
- Williams, D. E. (2007). *Sustainable Design: Ecology, Architecture and Planning*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.

ANEXO 1. Muestras de empaques resellables

Dentro de la búsqueda de información, se recurrió a la investigación de empaques resellables comerciales. La búsqueda se llevo a cabo en centro comerciales y de autoservicio. Con esta actividad, se pretendía conocer la oferta de empaques resellables que hay actualmente en el mercado, qué productos se ofrecen en ellos y conocer sus características.

El análisis consistió en tomar fotografías de los empaques encontrados, observar la geometría de cierre, el tipo de empaque, el producto que contiene y los costos de los mismos. El estudio consta de 60 empaques resellables, por razones de espacio y de confidencialidad se muestran 15 de ellas en las siguientes fichas. La información completa se encuentra en el reporte técnico del proyecto (Borja & Torres, 2011).

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

Las siguientes figuras muestran algunas gráficas de los datos más representativos del estudio:

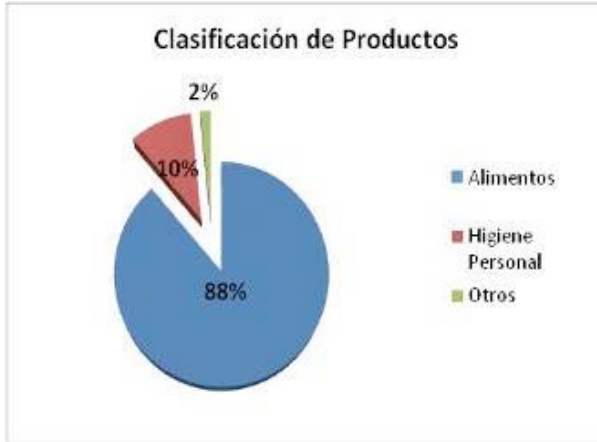


Figura A1.1 Clasificación de productos



Figura A1.2 Tipo de resellado

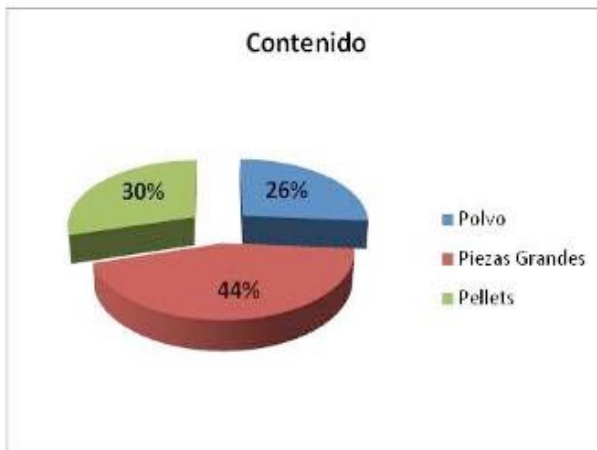


Figura A1.3 Contenido del empaque



Figura A1.4 Tipo de empaque

- El 88% de los productos se refieren a alimentos y el 10% a la higiene personal
- El 64% de los empaques emplea cremalleras dobles
- El 44% de los productos empacados son piezas grandes, el 30% son pellets y el 26% polvos
- El 62% de los empaques son del tipo Doypack y el 33% bolsas tipo almohada.

ANEXO 2. Materiales biodegradables

Se realizó una búsqueda de información de los posibles materiales que podrían usarse como materia prima para el empaque. La búsqueda se enfocó en dos posibles candidatos: fibras naturales y bioplásticos.

1. Fibras Naturales

Las fibras naturales son sustancias muy alargadas producidas por plantas y animales, que se pueden hilar para obtener hebras, hilos o cordelería.

Después de investigar distintos tipos de fibras naturales, se eligieron cuatro como posibles materiales para el empaque debido a sus características:

1. Yute
2. Bonote
3. Cáhnamo
4. Sisal

A continuación se hace una descripción de cada fibra, las figuras muestran la planta de la que es originaria cada fibra y un ejemplo de su aplicación.

1.1 Yute

El yute es extraído de la corteza de la planta de yute blanco. Florece en áreas de tierras bajas tropicales con una humedad del 60% al 90%. Los rendimientos son de cerca 2 toneladas de yute seco por hectárea. El yute es largo, suave y brillante, con una longitud de 1 a 4 metros y un diámetro de entre 17 a 20 micras. Es una de las fibras naturales vegetales más fuertes y sólo está en segundo lugar con el algodón en términos de cantidad de producción. El yute tiene propiedades altamente aislantes y antiestáticas, moderadas reabsorción de humedad y baja conductividad térmica. Los geotextiles hechos de yute son biodegradables, flexibles, absorben la humedad y drenan bien. Son usados para prevenir la erosión del suelo y los deslizamientos de tierra (Natural Fibras, 2009).

Bangladesh y Bengala Occidental en India son los principales productores mundiales de **yute**, con Myanmar y Nepal produciendo cantidades mucho más pequeñas. En India y Bangladesh unos 4 millones de agricultores derivan su sustento - y apoyan a 20 millones de dependientes - del cultivo de **yute**, mientras cientos de miles trabajan en el sector manufacturero del yute (Natural Fibras, 2009).

Su principal uso es en sacos. El hilo y los cordeles de yute son también tejidos en cortinas, cubiertas de sillas, tapetes, tapices y forros para linóleo. Mezclado con otras fibras, es usado en cubiertas de cojines, juguetes, papel de colgadura, pantallas de lámparas y zapatos. El

yute está siendo usado crecientemente en empaques rígidos y plástico reforzado y está reemplazando a la madera en pulpa y papel (Natural Fibras, 2009).



Figura A2.1 Yute

1.2 Bonote

El bonote se extrae de los tejidos que rodean la semilla de la palma de coco (*Cocos nucifera*), la cual es cultivada en 10 millones de hectáreas en las zonas tropicales. Hay dos tipos de bonote: la fibra marrón, la cual se obtiene de los cocos maduros, y la fina fibra blanca, que se extrae de los cocos verdes inmaduros luego de humedecerlo por hasta 10 meses. Las fibras de **bonote** miden hasta 35 centímetros de largo con un diámetro de 12 a 25 micras. Entre las fibras vegetales, el **bonote** tiene una de las más altas concentraciones de lignina, que lo hace más fuerte pero menos flexible que el algodón e inadecuado para teñir. La fuerza de tracción del **bonote** es más baja comparada con la del abacá, pero tiene buena resistencia a la acción microbiana y al daño por agua salada (Natural Fibras, 2009).

La industria del bonote está totalmente desarrollada solamente en la India y Sri Lanka, pero es económicamente importante en Brasil, Indonesia, las Filipinas y Vietnam. Los cocos son cultivos típicos de granjeros a pequeña escala, que usan molinos locales para extraer la fibra. Globalmente, cerca de 500 000 toneladas de bonote son producidas anualmente, principalmente en la India y Sri Lanka. Su valor total está estimado en USD\$100 millones. India y Sri Lanka son también los principales exportadores, seguidos por Tailandia, Vietnam, las Filipinas e Indonesia. Cerca de la mitad del bonote producido es exportada en forma de fibra bruta. Pequeñas cantidades son exportadas como hilo y como esteras y material esterado (Natural Fibras, 2009).

El bonote blanco convertido en hilo es usado en la manufactura de soga y, gracias a su fuerte resistencia al agua salada, en redes de pesca. El **bonote** marrón es usado para hacer tela de embalaje, cepillos, felpudos, tapices, colchones, paneles de aislamiento y empaques. En Europa, la industria automotriz tapiza los autos con almohadillas de **bonote** marrón ensambladas con látex de caucho (Natural Fibras, 2009).



Figura A2.2 Bonote

1.3 Cábano

La fibra de cáño se obtiene del líber de la planta *Cannabis sativa* L. Ésta crece fácilmente, hasta una altura de 4 metros, sin agroquímicos y captura grandes cantidades de carbón. La producción de cáño está restringida en algunos países, en donde la planta se confunde con la marihuana. El rendimiento óptimo de la fibra de cáño es de más de 2 toneladas por hectárea, mientras que el promedio es de 650 kilogramos. Largas, fuertes y durables, las fibras de cáño son cerca del 70% de celulosa y contienen bajos niveles de lignina (alrededor de 8 a 10%). El diámetro de la fibra está entre 16 y 50 micras. La fibra de cáño conduce el calor, tiñe bien, resiste el moho, bloquea la luz ultravioleta y tiene propiedades naturales antibacterianas. Las fibras más cortas del corazón leñoso ("estopa") contienen niveles más altos de lignina. Entre el 2000 y el 2006, la producción mundial de fibra de cáño creció de 50 000 toneladas a casi 90 000 toneladas, casi la mitad de ella producida en China. La producción en la Unión Europea fue de 23 000 toneladas. China es el mayor exportador de textiles de cáño principalmente a Europa y Norte América, en donde el mercado para la ropa de cáño está creciendo rápidamente. China también exporta tableros de fibra de base de cáño (Natural Fibres, 2009).

El cáño ha sido usado por siglos para hacer ropa, lona y papel. En China, el cáño es desengomado para procesarlo en maquinas de lino o algodón. La mezcla con algodón, lino, seda y lana da al cáño mayor suavidad, mientras que le añade resistencia y durabilidad al producto. En Europa, las fibras de **cáño** son usadas principalmente en la industria del papel, gracias a su bajo contenido de lignina, pueden ser convertidas en pulpa usando menos químicos que en la madera. Las fibras de cáño son también usadas para reforzar termoplásticos moldeados en la industria automotriz. Las fibras cortas del corazón se emplean en productos de aislamiento, tableros de fibra y materiales de control de erosión, mientras que el corazón fibroso puede mezclarse con cal para hacer concreto fuerte y liviano (Natural Fibres, 2009).



Figura A2.3 Cáñamo

1.4 Sisal

La fibra de sisal se obtiene del *Agave sisalana*, nativo de México. La robusta planta crece bien en una variedad de climas calientes, incluyendo áreas secas no utilizables para otros cultivos. Luego de la cosecha, sus hojas se cortan y aplastan para separar la pulpa de las fibras. El promedio de rendimiento de las fibras secas es cerca de una tonelada por hectárea, aunque el rendimiento en África del Este alcanza las 2.5 toneladas. Brillante y de un blanco cremoso, la fibra de sisal mide cerca de 1 metro de longitud, con un diámetro de 200 a 400 micras. Es una fibra basta, dura e inadecuada para textiles o telas. Pero es fuerte, durable y alargable, no absorbe humedad fácilmente, resiste el deterioro del agua salada, y tiene una textura superficial fina que acepta una amplia gama de teñidos (Natural Fibres, 2009).

El sisal es cultivado para fibra en Brasil, China, Cuba, Kenia, Haití, Madagascar y México. Los patrones de producción difieren entre países. En Tanzania y Kenia el sisal es predominantemente un cultivo de plantación, mientras que en Brasil es mayormente a pequeña escala. La producción mundial de sisal y de una fibra de agave similar, el henequen, está estimada en alrededor de 300 000 toneladas, valoradas en USD\$75 millones. Los mayores productores son Brasil (120 000 toneladas), Tanzania (30 000) y Kenia (25 000). Brasil exporta alrededor de 100 000 toneladas de fibra cruda y productos manufacturados; particularmente sogas a los Estados Unidos de América. Kenia exporta cerca de 20 000 toneladas y Tanzania 15 000 toneladas (Natural Fibres, 2009).

El sisal es usado en cordeles y sogas, pero la competencia con el polipropileno ha debilitado la demanda. Hoy, el sisal puede encontrarse en papel especial, filtros, geotextiles, colchones, alfombras y papel de colgadura. Es usado como refuerzo en materiales plásticos compuestos, particularmente en componentes automotores, pero especialmente en muebles. Otro uso promisorio es como sustituto de asbestos en zapatas de frenos. (Es también el mejor material para hacer blancos de tiro). Subproductos de la

extracción de sisal pueden usarse para hacer bio-gas, ingredientes farmacéuticos y material de construcción (Natural Fibres, 2009).

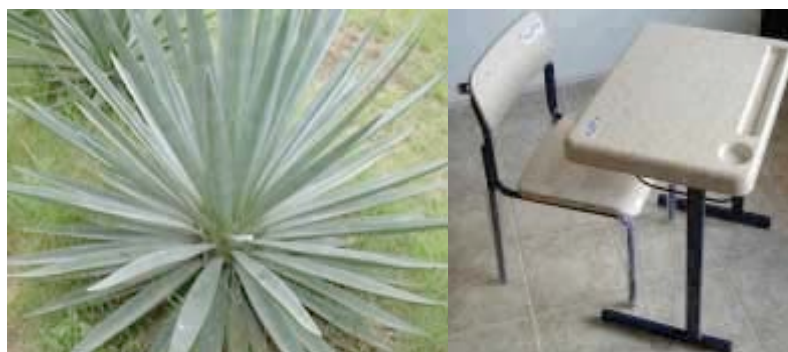


Figura A2.4 Sisal

2. Bioplásticos

Los bioplásticos son plásticos de origen natural producidos por un organismo vivo y con carácter biodegradable, sintetizado a partir de fuentes de energía renovables. Son fabricados a partir de recursos renovables de origen natural, como el almidón o la celulosa.

Los polímeros biodegradables se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Polímeros extraídos o removidos directamente de la biomasa: polisacáridos como almidón y celulosa. Proteínas como caseína, queratina, y colágeno.
- Polímeros producidos por síntesis química clásica utilizando monómeros biológicos de fuentes renovables.
- Polímeros producidos por microorganismos, bacterias productoras nativas o modificadas genéticamente.

Para su producción pueden ser utilizados diferentes tipos de materias primas renovables como maíz, papa, caña de azúcar o madera, de las que se extraen azúcar y almidón, indispensables para la transformación en plástico (Convención ANIPAC, 2010).

Ahora bien, las fuentes de obtención de bioplásticos que se estudiaron en este trabajo, dadas sus características, son los producidos de almidón y los sintetizados por bacterias. Ambos se describen a continuación.

2.1 Plásticos a partir de almidón

Estos plásticos resultan del proceso de extracción del almidón de azúcares (principalmente dextrosa, pero también de la glucosa y de la sacarosa) de la remolacha o del trigo, se fermenta con ácido láctico. Este ácido es tratado químicamente formando polímeros, con una estructura molecular parecida a la de los de origen petroquímico, formando el plástico llamado PLA (Ácido Poliláctico).

El ácido poliláctico es un polímero biodegradable derivado del ácido láctico. Es un material altamente versátil, que se hace a partir de recursos renovables al 100%, como son la maíz,

la remolacha, el trigo y otros productos ricos en almidón. Este ácido tiene muchas características equivalentes e incluso mejores que muchos plásticos derivados del petróleo, lo que hace que sea eficaz para una gran variedad de usos (UVA, 2011).

Un impedimento importante en el desarrollo del polímero ha sido el elevado costo de producción. Pero gracias a los avances en la fermentación de la glucosa para obtener ácido láctico, ha experimentado una bajada importante este costo, y por consiguiente, un interés creciente en el polímero (UVA, 2011).

Cargill fue una de las primeras compañías que desarrollo los polímeros de ácido poliláctico. Cargill comenzó a investigar la tecnología de producción de PLA en 1987, y su producción en planta data de 1992. En 1997 Cargill se asoció con la empresa Dow Chemical Company, creando LLC de los polímeros de Cargill (CDP), instalado en Blair, Nebraska.

El PLA es aplicado en envases y empaques para alimentos con alta respiración y de vida de almacenamiento corto como vegetales, y algunos productos de panadería, bolsas y frascos, producción de hilo para sutura, implantes, cápsulas para la liberación lenta de fármacos y prótesis. Productos de higiene, juguetes ecológicos, bandejas termoformadas rígidas de PLA cristal con tapa, para productos de confitería, pastas frescas y otros productos frescos y productos lácteos. Para la industria del envasado, el PLA se clasifica en cuatro tipos de PLA, cada uno con características particulares (UVA, 2011).

1. 4041D; gran estabilidad hasta los 265°F (130°C)
2. 4031D: también se utiliza a gran temperatura hasta 130°C
3. 1100D: se utiliza para hacer tazones, las cajas de las patatas fritas, empaquetado de congelado vegetal.
4. 2000D: se utiliza en envases transparentes de alimentos, para fabricar tazas, envases de leche.



Figura A2.5 Usos del PLA

Propiedades

El PLA tiene propiedades mecánicas en el mismo rango de los polímeros petroquímicos, a excepción de una baja elongación. Sin embargo esta propiedad puede ser afinada durante la

polimerización o por modificaciones post polimerización. Puede ser tan duro como el acrílico o tan blando como el polietileno, rígido como el poliestireno o flexible como un elastómero. Puede además ser formulado para dar una variedad de resistencias. Al PLA se le atribuyen también propiedades de interés como la suavidad, resistencia al rayado y al desgaste

El PLA es un polímero permanente e inodoro. Es claro y brillante como el poliestireno, resistente a la humedad y a la grasa. Tiene características de barrera del sabor y del olor similares al plástico de polietileno tereftalato, usado para las bebidas no alcohólicas y para otros productos no alimenticios. La fuerza extensible y el modulo de elasticidad del PLA es también comparable al polietileno. Pero es más hidrofílico que el éste ya que tiene una densidad más baja. Es estable a la luz U.V., dando como resultado telas que no se decoloran. Su inflamabilidad es demasiado baja (UVA, 2011).

Las propiedades físicas y mecánicas, farmacéuticas y de reabsorción dependen de la composición del polímero, de su peso molecular y de su cristalinidad. La cristalinidad puede ajustarse desde un valor de 0% a 40% en forma de homopolímeros lineales o ramificados, y como copolímeros al azar o de bloque. La temperatura de procesamiento (Tg.) está entre 60 y 125°C. Sin embargo, el PLA puede ser plastificado con su monómero o alternativamente con ácido láctico oligomérico y esto permite disminuir Tg. Por otro lado, pueden procesarse en las máquinas convencionales, puede extruirse, laminarse y termoformarse. La desventaja de este polímero es su precio de venta. Mientras que el PLA se vende en 6 dlls por kilogramo, el plástico convencional cuesta solo 1 dll por kilogramo (UVA, 2011)

La siguiente tabla muestra los principales productores de PLA a nivel mundial:

Empresa	Ubicación	Producto comercial
Cargill LCC	EE.UU.	NatureWorks
Mitsubishi	Japón	Ecolaju
Chronopol	EE.UU.	Heplon
Hycail	Holanda	Hycail HM, LM
Toyota	Japón	Toyota Eco-Plastic
Purac Biomaterials	Holanda	Purasorb*
Direct	EE.UU.	Lactel*
Shimadzu	Japón	Lacty*
Total & Galactic	Bélgica	Futero**
Treofan	Holanda	Treofan
Mitsui Chem	Japón	Lacea

Tabla A2.1 Productores de PLA

2.2 Plásticos sintetizados con bacterias

En los últimos años, los científicos han trabajado con bacterias con la finalidad de producir plásticos. No sólo han logrado obtener compuestos con propiedades similares a las de los obtenidos del petróleo, sino que, además, estos nuevos materiales son biodegradables, es decir que pueden ser destruidos por la acción de microorganismos, lo cual puede evitar la contaminación del medio ambiente.

Estas bacterias producen el PHA a partir de sustratos orgánicos, como carbohidratos (glucosa, sacarosa), aceites, alcoholes, ácidos orgánicos (incluso algunos desechos orgánicos) y los acumulan en grandes cantidades dentro de la célula bacteriana en forma de gránulos. De esta manera, mientras que los plásticos derivados de hidrocarburos utilizan las escasas reservas petroquímicas del planeta, la producción de PHA se basa en la utilización de recursos renovables (UVA, 2011).

En la naturaleza los microorganismos son capaces de degradar los PHA, mediante la acción de PHA depolimerasas y PHA hidrolasas extracelulares, hasta CO₂ y agua. Por ejemplo, un PHA se puede degradar 80 por ciento en sólo 15 semanas. Eso se debe a que muchos hongos y bacterias presentes en el ambiente (suelo, agua, aire) pueden utilizar esos polímeros como comida, además de que secretan sustancias que rompen las moléculas que componen el polímero. Así pues, por su origen de fuentes renovables y por el hecho de ser biodegradables, se denominan “polímeros doblemente verdes” (UVA, 2011).

Por otro lado, se pueden producir plásticos rígidos o maleables, plásticos resistentes a temperaturas altas, ácidos o bases, plásticos cristalinos, impermeables al oxígeno, y hasta fibras plásticas para suturar heridas o tejidos internos. Todo ello, por medio de la manipulación de las bacterias productoras, las alimentan de acuerdo al uso que se le vaya a dar al PHA que se esta produciendo.

Entre sus principales aplicaciones están los recipientes, bolsas para empaquetar alimentos, recubrimientos de papel, insecticidas, herbicidas, fertilizantes, cuchillas, utensilios, pañales, productos de higiene femenina y recipientes para cosméticos. Asimismo, existen múltiples aplicaciones potenciales para el PHA en los ámbitos medicinales y farmacéuticos, debido a su biodegradabilidad y solubilidad en el cuerpo humano (UVA, 2011).

Propiedades

Los PHA son termoplásticos y, dependiendo de su composición, dúctiles y elásticos. Varían sus propiedades de acuerdo con su composición química (homo o co-poliéster). Son estables ante los rayos UV, en contraste con otros bioplásticos como los ácidos polilácticos (PLA) y tienen una pequeña permeabilidad al agua. Su temperatura de fusión parcial es superior a los 180°C. Asimismo, son una barrera a la luz, barrera a gases tales como el O₂, CO₂, C₂H₄; barrera al vapor de agua y barrera a la pérdida de aromas y sabores.

La cristalinidad puede alcanzar el 70%, aunque pueden obtenerse valores varias veces menores. La procesabilidad, resistencia al impacto y la flexibilidad mejoran con un mayor porcentaje de valerianatos (ésteres del ácido pentanoico) en el material.

El PHB es similar en sus propiedades al polipropileno (PP), tiene buena resistencia a la humedad y funciona como barrera aromática. El PHB sintetizado desde ácido polihidroxibutírico puro es relativamente rígido y frágil, aunque también varía la elasticidad con derivados del ácido pentanoico (valerianatos). Los PHA son termoplásticos y pueden procesarse por los equipos tradicionales, utilizándolos mayormente en películas de inyección y extrusión.

La desventaja de este polímero es su alto costo de producción. Mientras que la producción de PHA llega a ser de 15 dls por kilogramo, la producción de plástico convencional es de solo 1 dli por kilogramo (UVA, 2011). Los principales productores a nivel mundial de PHA son los siguientes:

Empresa	Ubicación	Producto	Nombre comercial
Metabolix/ADM	EE.UU.	P(3HB) (3HO) P(3HB-co-3HV)	Mirel
PHB Industrial	Brasil	P(3HB) P(3HB-co-3HV)	Biocycle
Tianan Biologic Material	China	PHBV	Ecogen
Biomer	Alemania	P(3HB)	Biomer
Mitsubishi Gas	Japón	P(3HB)	Biogreen
P&G & Kaneka	EE.UU./ Japón	P(3HB-co-3HHx)	Nodax
Bio-on	Italia	PHA	Minerv-PH

Tabla A2.2 Productores de PHA

Toda la información se encuentra en el informe del proyecto (Borja & Torres, 2011).

ANEXO 3. Patentes

Dentro de la búsqueda de información, se recurrió a la investigación de patentes en diferentes bases de datos del mundo. El tipo de patentes que se buscó se centro en empaques resellables y dispositivos de cierre, además de máquinas envasadoras para empaques resellables. Para fines de este reporte, sólo se mostrarán las patentes más relevantes en cuanto a empaques resellables y dispositivos de cierre. Algunas fichas técnicas están anexadas al final de este documento. Toda la información se encuentra en el reporte técnico del proyecto (Borja & Torres, 2011).

El análisis consistió en observar la geometría de cierre, el tipo de empaque, el año en que se patentó, el país de origen, e incluso, la empresa dueña de la patente. El objetivo de esta actividad fue retroalimentar la identificación de necesidades para poder obtener mejores conceptos, y conocer los diferentes diseños de empaques resellables en el mercado.

Aproximadamente fueron analizadas 100 patentes, de las cuales se sacaron las siguientes estadísticas:

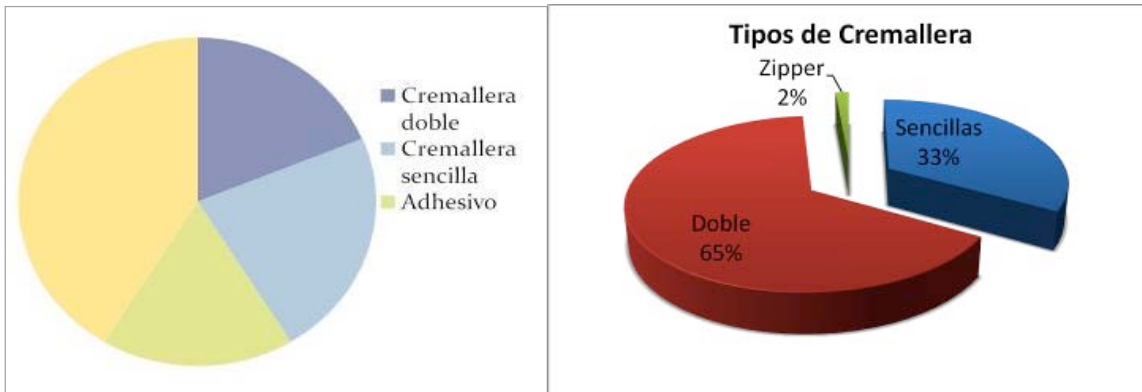


Figura A3.1 Tipos de cierre

Figura A3.2 Tipos de cremallera

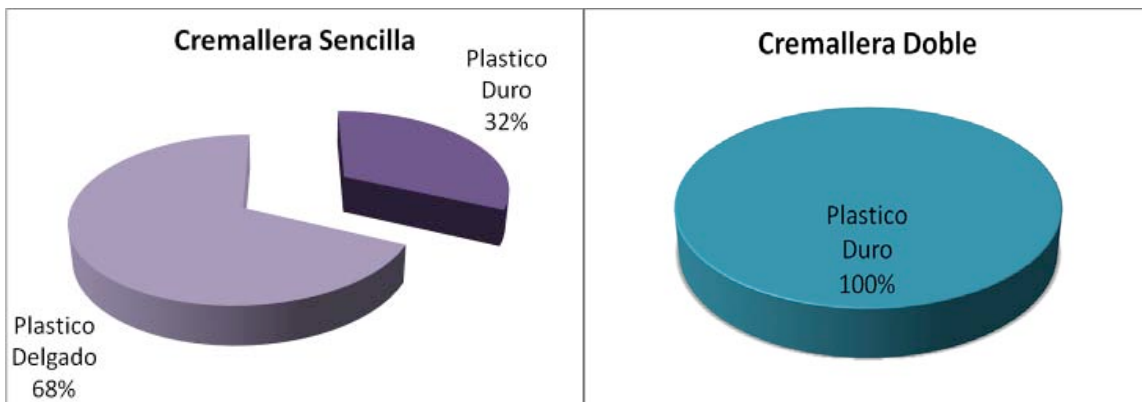


Figura A3.3 Cremallera sencilla

Figura A3.4 Cremallera doble

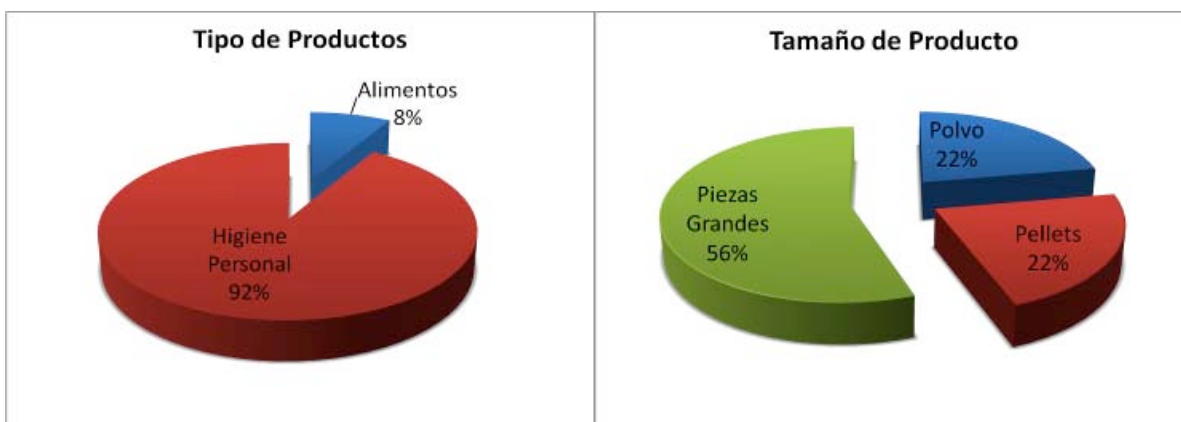


Figura A3.5 Tipos de Productos

Figura A3.6 Tamaño de producto

De las estadísticas se obtienen las siguientes conclusiones:

- La mayoría de los empaques tienen como medio de resello algún tipo de cremallera (Figura A3.1), y de esos empaques, más de la mitad corresponden a cremalleras dobles (Figura A3.2).
- El 100% de los empaques con cremallera doble, están hechos de plástico duro, mientras que sólo el 68% de los empaques con cremallera sencilla, lo utilizan (figuras A3.3 y A3.4).
- Un poco menos del 100% de los empaques resellables de las patentes, se usarían para higiene personal (Figura A3.5).
- El 56% de estos empaques se usaría para objetos grandes, mientras que el 44% se usarían para pellets y polvos (Figura A3.6).

Por razones de espacio y confidencialidad sólo se muestran 14 fichas elegidas al azar de las patentes consultadas. Toda la información se encuentra en el reporte técnico del proyecto (Borja & Torres, 2011).

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

ANEXO 4. Encuestas

Por razones de espacio y confidencialidad, este anexo contiene solo una muestra (10 encuestas en total) de las 97 encuestas realizadas fuera de los centros de autoservicio. Toda la información se encuentra en el reporte técnico del proyecto (Borja & Torres, 2011).

Edad 52 Género: F M Ubicación: Santa Fe Encuestador: Zumaya Fecha: 28/02/2010

- ¿Quién realiza generalmente las compras del súper en tu casa?
Yo Otra persona (pase a la pregunta 7)
- ¿El empaque (tipo, color, etc) es factor decisivo para la compra de un producto?
Sí No ¿Por qué? _____
- ¿Qué tipo de empaque prefiere comprar?
Bolsa Caja Latas Empaque resellable
- ¿Si observa que un producto de la competencia tiene empaque biodegradable cambiaría de marca?
Sí No Probablemente
- ¿Qué tipo de producto compra en empaques resellables?
Alimentos Artículos de Higiene Personal Comida para mascotas
Otros (especifique) _____
- ¿Cuántos productos con empaque resellable compra al mes?
0 a 2 3 a 5 más de 5
- ¿Qué tipo de empaque resellable conoce?
Tipo ziploc Pegamento Otro
- ¿Cuáles son los problemas más comunes que tiene con los empaques resellables?
No sé como abrirla
Se rompe fácilmente
Una vez abierto, no vuelve a cerrar
No se abre fácilmente
Se abre sola
Otras
- Una vez terminado el producto, ¿reutiliza el empaque resellable?
Sí ¿cuántas veces? _____ ¿para qué? _____ No
- ¿Compraría productos que estén empacados en resellables biodegradables?
Sí No ¿Por qué? contaminación de bolsos
- ¿Qué productos te gustaría que estuviera en empaque resellable?
cefc

Ingreso Familiar:
_____ menos de 5,000 _____ 5,000 a 10,000 10,000 a 15,000 _____ más de 15,000

Edad 50 Género: M Ubicación: Santa Fe Encuestador: Zuma y c Fecha: 28/02/2016

1. ¿Quién realiza generalmente las compras del súper en tu casa?
Yo Otra persona ___ (pase a la pregunta 7)
2. ¿El empaque (tipo, color, etc) es factor decisivo para la compra de un producto?
Sí No ___ ¿Por qué? para tener orden en el dispensario.
3. ¿Qué tipo de empaque prefiere comprar?
Bolsa ___ Caja Latas ___ Empaque resellable ___
4. ¿Si observa que un producto de la competencia tiene empaque biodegradable cambiaría de marca?
Sí No ___ Probablemente ___
5. ¿Qué tipo de producto compra en empaques resellables?
Alimentos Artículos de Higiene Personal Comida para mascotas
Otros (especifique) ___
6. ¿Cuántos productos con empaque resellable compra al mes?
0 a 2 ___ 3 a 5 más de 5 ___
7. ¿Qué tipo de empaque resellable conoce?
Tipo ziploc Pegamento ___ Otro ___
8. ¿Cuáles son los problemas más comunes que tiene con los empaques resellables?
No sé como abrirla ___
Se rompe fácilmente
Una vez abierto, no vuelve a cerrar ___
No se abre fácilmente
Se abre sola
Otras ___
9. Una vez terminado el producto, ¿reutiliza el empaque resellable?
Sí ¿cuántas veces? 7 ¿para qué? varias cosas (comida) No ___
10. ¿Compraría productos que estén empacados en resellables biodegradables?
Sí No ___ ¿Por qué? menos contaminación.
11. ¿Qué productos te gustaría que estuviera en empaque resellable?
Leche en polvo, café, corniflakes

Ingreso Familiar:

___ menos de 5,000 ___ 5,000 a 10,000 ___ 10,000 a 15,000 más de 15,000

Edad 37 Género: M Ubicación: Sam's Club Santa Fe Encuestador: Omar Zúñiga Fecha: 28/Feb/2010

1. ¿Quién realiza generalmente las compras del súper en tu casa?
Yo Otra persona ___ (pase a la pregunta 7)
2. ¿El empaque (tipo, color, etc) es factor decisivo para la compra de un producto?
Sí ___ No ¿Por qué? es indiferente
3. ¿Qué tipo de empaque prefiere comprar?
Bolsa ___ Caja ___ Latas Empaque resellable ___
4. ¿Si observa que un producto de la competencia tiene empaque biodegradable cambiaría de marca?
Sí No ___ Probablemente ___
5. ¿Qué tipo de producto compra en empaques resellables?
Alimentos Artículos de Higiene Personal ___ Comida para mascotas ___
Otros (especifique) ___
6. ¿Cuántos productos con empaque resellable compra al mes?
0 a 2 3 a 5 ___ más de 5 ___
7. ¿Qué tipo de empaque resellable conoce?
Tipo ziploc Pegamento ___ Otro ___
8. ¿Cuáles son los problemas más comunes que tiene con los empaques resellables?
No sé como abrirla ___
Se rompe fácilmente ___
Una vez abierto, no vuelve a cerrar ___
No se abre fácilmente
Se abre sola ___
Otras ___
9. Una vez terminado el producto, ¿reutiliza el empaque resellable?
Sí ¿cuántas veces? 3 ¿para qué? guardar cosas No ___
10. ¿Compraría productos que estén empacados en resellables biodegradables?
Sí No ___ ¿Por qué? contaminaríamos
11. ¿Qué productos te gustaría que estuviera en empaque resellable?
Harina, azúcar

Ingreso Familiar:

___ menos de 5,000 ___ 5,000 a 10,000 10,000 a 15,000 ___ más de 15,000

Edad 23 Género: M F Ubicación: WPA Market Platón Encuestador: Nirvana Fecha: 28/5/20

- ¿Quién realiza generalmente las compras del súper en tu casa?
Yo Otra persona X (pase a la pregunta 7)
circunferencia
- ¿El empaque (tipo, color, etc) es factor decisivo para la compra de un producto?
Si X No ¿Por qué? por si está deteriorado no lo compras
- ¿Qué tipo de empaque prefiere comprar?
Bolsa Caja Latas Empaque resellable X
- ¿Si observa que un producto de la competencia tiene empaque biodegradable cambiaría de marca?
Si No X Probablemente
- ¿Qué tipo de producto compra en empaques resellables?
Alimentos X Artículos de Higiene Personal Comida para mascotas
Otros (especifique)
- ¿Cuántos productos con empaque resellable compra al mes?
0 a 2 3 a 5 más de 5 X
- ¿Qué tipo de empaque resellable conoce?
Tipo ziploc X Pegamento X Otro
- ¿Cuáles son los problemas más comunes que tiene con los empaques resellables?
No sé como abrirla
Se rompe fácilmente X
Una vez abierto, no vuelve a cerrar
No se abre fácilmente X
Se abre sola
Otras
- Una vez terminado el producto, ¿reutiliza el empaque resellable?
Si ¿cuántas veces? ¿para qué? No X
- ¿Compraría productos que estén empacados en resellables biodegradables?
Si X No ¿Por qué? si lo es lo me da de yo quiero
- ¿Qué productos te gustaría que estuviera en empaque resellable?
Alimentos

Ingreso Familiar:

 menos de 5,000 5,000 a 10,000 10,000 a 15,000 X más de 15,000

Edad 43 Género: M Ubicación: WAL-MART PLOTTES Encuestador: Nora Fecha: 200210

1. ¿Quien realiza generalmente las compras del súper en tu casa?

Yo Otra persona ___ (pase a la pregunta 7)

2. ¿El empaque (tipo, color, etc) es factor decisivo para la compra de un producto?

Si ___ No ¿Por qué? _____

3. ¿Qué tipo de empaque prefiere comprar?

Bolsa Caja Latas ___ Empaque resellable ___

4. ¿Si observa que un producto de la competencia tiene empaque biodegradable cambiaria de marca?

Si ___ No ___ Probablemente

5. ¿Qué tipo de producto compra en empaques resellables?

Alimentos ___ Artículos de Higiene Personal Comida para mascotas ___
Otros (especifique) ___

Alimentos

6. ¿Cuántos productos con empaque resellable compra al mes?

0 a 2 ___ 3 a 5 ___ más de 5

7. ¿Qué tipo de empaque resellable conoce?

Tipo ziploc Pegamento ___ Otro ___

8. ¿Cuáles son los problemas más comunes que tiene con los empaques resellables?

No sé como abrirla ___
Se rompe fácilmente ___
Una vez abierto, no vuelve a cerrar ___
No se abre fácilmente ___
Se abre sola
Otras ___

9. Una vez terminado el producto, ¿reutiliza el empaque resellable?

Si ¿cuántas veces? 2 o 3 ¿para qué? para No ___

10. ¿Compraría productos que estén empacados en resellables biodegradables?

Si No ___ ¿Por qué? _____

11. ¿Qué productos te gustaría que estuviera en empaque resellable?

Alimentos

Ingreso Familiar:

___ menos de 5,000 ___ 5,000 a 10,000 10,000 a 15,000 ___ más de 15,000

Edad 42 Género: M Ubicación: WAL-MAR
Platón Encuestador: ALBA Fecha: 28/02/10

1. ¿Quién realiza generalmente las compras del súper en tu casa?

Yo Otra persona (pase a la pregunta 7)

2. ¿El empaque (tipo, color, etc) es factor decisivo para la compra de un producto?

Si No ¿Por qué? El impacto la calidad no el empaque

3. ¿Qué tipo de empaque prefiere comprar?

Bolsa Caja Latas Empaque resellable

4. ¿Si observa que un producto de la competencia tiene empaque biodegradable cambiaría de marca?

Si No Probablemente

5. ¿Qué tipo de producto compra en empaques resellables?

Alimentos Artículos de Higiene Personal Comida para mascotas
Otros (especifique)

6. ¿Cuántos productos con empaque resellable compra al mes?

0 a 2 3 a 5 más de 5

7. ¿Qué tipo de empaque resellable conoce?

Tipo ziploc Pegamento Otro

8. ¿Cuáles son los problemas más comunes que tiene con los empaques resellables?

No sé como abrirla
Se rompe fácilmente
Una vez abierto, no vuelve a cerrar
No se abre fácilmente
Se abre sola
Otras

9. Una vez terminado el producto, ¿reutiliza el empaque resellable?

Si ¿cuántas veces? ¿para qué? No

10. ¿Compraría productos que estén empacados en resellables biodegradables?

Si No ¿Por qué?

11. ¿Qué productos te gustaría que estuviera en empaque resellable?

Cereales

Ingreso Familiar:

menos de 5,000 5,000 a 10,000 10,000 a 15,000 más de 15,000

Edad 37 Género: F M Ubicación: Dorrego Central Encuestador: Omar M Fecha: 06/03/10

1. ¿Quién realiza generalmente las compras del súper en tu casa?

Yo Otra persona (pase a la pregunta 7)

2. ¿El empaque (tipo, color, etc) es factor decisivo para la compra de un producto?

Sí No ¿Por qué? _____

3. ¿Qué tipo de empaque prefiere comprar?

Bolsa Caja Latas Empaque resellable

4. ¿Si observa que un producto de la competencia tiene empaque biodegradable cambiaría de marca?

Sí No Probablemente

5. ¿Qué tipo de producto compra en empaques resellables?

Alimentos Artículos de Higiene Personal Comida para mascotas
Otros (especifique) _____

6. ¿Cuántos productos con empaque resellable compra al mes?

0 a 2 3 a 5 más de 5

7. ¿Qué tipo de empaque resellable conoce?

Tipo ziploc Pegamento Otro

8. ¿Cuáles son los problemas más comunes que tiene con los empaques resellables?

No sé como abrirla
Se rompe fácilmente
Una vez abierto, no vuelve a cerrar
No se abre fácilmente
Se abre sola
Otras _____

9. Una vez terminado el producto, ¿reutiliza el empaque resellable?

Sí ¿cuántas veces? _____ ¿para qué? _____ No

10. ¿Compraría productos que estén empacados en resellables biodegradables?

Sí No ¿Por qué? Es bueno contribuir en algo al ambiente

11. ¿Qué productos te gustaría que estuviera en empaque resellable?

Papas.

Ingreso Familiar:

_____ menos de 5,000 5,000 a 10,000 _____ 10,000 a 15,000 _____ más de 15,000

Edad 45 Género: M F Ubicación: Sorroc Gutil Encuestador: Omar M Fecha: 6/03/10

1. ¿Quién realiza generalmente las compras del súper en tu casa?

Yo Otra persona ___ (pase a la pregunta 7)

2. ¿El empaque (tipo, color, etc) es factor decisivo para la compra de un producto?

Si ___ No ¿Por qué? deciso el contenido

3. ¿Qué tipo de empaque prefiere comprar?

Bolsa Caja Latas ___ Empaque resellable ___

4. Si observa que un producto de la competencia tiene empaque biodegradable cambiaría de marca?

Si ___ No ___ Probablemente

5. ¿Qué tipo de producto compra en empaques resellables?

Alimentos Artículos de Higiene Personal ___ Comida para mascotas ___
Otros (especifique) ___

6. ¿Cuántos productos con empaque resellable compra al mes?

0 a 2 ___ 3 a 5 más de 5 ___

7. ¿Qué tipo de empaque resellable conoce?

Tipo ziploc Pegamento Otro Posco.

8. ¿Cuáles son los problemas más comunes que tiene con los empaques resellables?

No sé como abrirla ___
Se rompe fácilmente
Una vez abierto, no vuelve a cerrar
No se abre fácilmente ___
Se abre sola
Otras ___

9. Una vez terminado el producto, ¿reutiliza el empaque resellable?

Si ¿cuántas veces? muchas ¿para qué? guardar (Posco) llaves No ___

10. ¿Compraría productos que estén empacados en resellables biodegradables?

Si No ___ ¿Por qué? Por la situación actual de la contaminación

11. ¿Qué productos te gustaría que estuviera en empaque resellable?

Aceite

Ingreso Familiar:

___ menos de 5,000 ___ 5,000 a 10,000 10,000 a 15,000 ___ más de 15,000

Edad 16 Género: M F Ubicación: Auriera Ecatepec Encuestador: Luis Amas H. Fecha: 06/03/10

- ¿Quién realiza generalmente las compras del súper en tu casa?
Yo Otra persona (pase a la pregunta 7)
- ¿El empaque (tipo, color, etc) es factor decisivo para la compra de un producto?
Sí No ¿Por qué? _____
- ¿Qué tipo de empaque prefiere comprar?
Bolsa Caja Latas Empaque resellable
- ¿Si observa que un producto de la competencia tiene empaque biodegradable cambiaría de marca?
Sí No Probablemente
- ¿Qué tipo de producto compra en empaques resellables?
Alimentos Artículos de Higiene Personal Comida para mascotas
Otros (especifique) _____
- ¿Cuántos productos con empaque resellable compra al mes?
0 a 2 3 a 5 más de 5
- ¿Qué tipo de empaque resellable conoce?
Tipo ziploc Pegamento Otro
- ¿Cuáles son los problemas más comunes que tiene con los empaques resellables?
No sé como abrirla
Se rompe fácilmente
Una vez abierto, no vuelve a cerrar
No se abre fácilmente
Se abre sola
Otras
- Una vez terminado el producto, ¿reutiliza el empaque resellable?
Sí ¿cuántas veces? _____ ¿para qué? Guardar Comida No
- ¿Compraría productos que estén empacados en resellables biodegradables?
Sí No ¿Por qué? Por que serian mas caros.
- ¿Qué productos te gustaría que estuviera en empaque resellable?
Frituras, Dulces, Quesos

Ingreso Familiar:

menos de 5,000 5,000 a 10,000 10,000 a 15,000 más de 15,000

*(No sabe)

Edad 38 Género: M Ubicación: Ecatepec. Aurrera. Encuestador: Luis Armas H. Fecha: 06/03/10

1. ¿Quién realiza generalmente las compras del súper en tu casa?

Yo Otra persona (pase a la pregunta 7)

2. ¿El empaque (tipo, color, etc) es factor decisivo para la compra de un producto?

Sí No ¿Por qué? Por que el precio tambien cambia.

3. ¿Qué tipo de empaque prefiere comprar?

Bolsa Caja Latas Empaque resellable

4. ¿Si observa que un producto de la competencia tiene empaque biodegradable cambiaria de marca?

Sí No Probablemente

5. ¿Qué tipo de producto compra en empaques resellables?

Alimentos Artículos de Higiene Personal Comida para mascotas
Otros (especifique)

6. ¿Cuántos productos con empaque resellable compra al mes?

0 a 2 3 a 5 más de 5

7. ¿Qué tipo de empaque resellable conoce?

Tipo ziploc Pegamento Otro

8. ¿Cuáles son los problemas más comunes que tiene con los empaques resellables?

No sé como abrirla
Se rompe fácilmente
Una vez abierto, no vuelve a cerrar
No se abre fácilmente
Se abre sola
Otras

9. Una vez terminado el producto, ¿reutiliza el empaque resellable?

Sí ¿cuántas veces? ¿para qué? No

10. ¿Compraría productos que estén empacados en resellables biodegradables?

Sí No ¿Por qué? Para cuidar el Ambiente.

11. ¿Qué productos te gustaría que estuviera en empaque resellable?

Dolces, Galletas, Verduras.

Ingreso Familiar:

menos de 5,000 5,000 a 10,000 10,000 a 15,000 más de 15,000

ANEXO 5. Segunda búsqueda de información

Con el objetivo de hallar tendencias para los nuevos conceptos de la segunda generación de concepto, se realizó una nueva búsqueda de información. Por razones de espacio y de confidencialidad, se muestran algunos ejemplos de cada búsqueda. Toda la información se localiza en el reporte técnico del proyecto. (Borja, Reivich, & Torres, Empaque resellable biodegradable, 2012)

1. Patentes

Esta nueva búsqueda de patentes se enfocó a empaques novedosos y diafragmas para cámaras fotográficas. A continuación, se muestran las fichas de las patentes consultadas.

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

2. Empaques

La nueva búsqueda de empaques se realizó en internet y en supermercados, con el fin de observar las nuevas tendencias. Las siguientes figuras muestran estos empaques y se hace una breve descripción de los mismos.



Bag in box es el nombre de este nuevo empaque novedoso en la industria vinícola. Consiste en una caja en cuyo interior contiene una bolsa con una llave para obtener el vino, como si se tratase de un garrafón.

Figura A5.1 *Bag in box*



El dispositivo que se muestra en la figura 2, sirve para mantener la frescura de botanas y cereales, ya que cierra de manera hermética los empaques que los contienen.

Figura A5.2 Tapa hermética para bolsas



La figura 3 muestra un dosificador de café. Cuenta con un dispositivo que se gira para obtener una porción del contenido.

Figura A5.3 Dosificador de Café



La bolsa de la figura 4 contiene un dosificador con tapa.

Figura A5.4 Bolsa con dosificador



La figura 5 muestra una bolsa tipo *doypack*, que tiene una tapa para mantener un cerrado hermético. Este tipo de bolsas las observamos para productos como azúcar, jabón y aceites para auto.

Figura A5.5 Doypack con tapa



Figura A5.6 Empaque para tostadas

La figura 6 muestra una caja para tostadas con un dispositivo de cerrado formado por varios elementos unidos que al girar abren el empaque. Lo novedoso de este empaque es que no existe otro similar en el mercado.



Figura A5.7 Dosificador de spaguetti

El empaque de la figura 7, es un dosificador para spaguetti, dependiendo de la porción deseada, el dispositivo abre el compartimiento para obtener el producto.



Figura A5.8 Empaque con sujetador

El empaque mostrado en la figura 8, es una bolsa resellable tipo *doy pack* con cremallera para polvo. Debido a su tamaño, han implementado una manera de sostener la bolsa de manera más ergonómica, haciendo 3 orificios en uno de sus costados.

Como se observó en las figuras anteriores, la tendencia de los empaques son las bolsas con tapa y/o dosificador, que logren mantener el producto en buenas condiciones por mayor tiempo. Del mismo modo, lo resellable sigue siendo una constante para los empaques de casi cualquier tipo de producto.

ANEXO 6. Pruebas de concepto con usuarios

En este anexo se muestran 11 encuestas elegidas al azar de las realizadas durante las pruebas de concepto realizadas con usuarios potenciales. Este número debido a razones de espacio y confidencialidad. Toda la información se encuentra en el reporte técnico del proyecto. (Borja, Reivich, & Torres, Empaque resellable biodegradable, 2012)

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

ANEXO 7. Patente empaque resellable biodegradable

CONFIDENCIAL