



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**Proceso de producción de vasos desechables
biodegradables**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Químico

PRESENTA

Alma Soto Gómez

DIRECTOR DE TESIS

Mtro. Víctor Hugo Romo Castorena



Ciudad de México, Septiembre 2018.



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES "ZARAGOZA"

DIRECCIÓN

JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN
ESCOLAR
PRESENTE.

Comunico a usted que al alumno(a) **Soto Gómez Alma**, con número de cuenta **41205399-1** de la carrera **Ingeniería Química**, se le ha fijado el día **21** del mes de **Septiembre** de **2018** a las **11:00 horas** para presentar su examen profesional, que tendrá lugar en la sala de exámenes profesionales del Campus II de esta Facultad, con el siguiente jurado

PRESIDENTE	I.Q. DOMINGA ORTIZ BAUTISTA
VOCAL	MTRO. VICTOR HUGO ROMO CASTORENA
SECRETARIO	DRA. MARINA CABALLERO DÍAZ
SUPLENTE	M. EN C. CESAR SAÚL VELASCO HERNÁNDEZ
SUPLENTE	I.Q. JUAN ÁNGEL LUGO MALDONADO

Dominga Ortiz Bautista
Romo
Caballero Diaz Marina
[Signature]

El título de la tesis que se presenta es: "**Proceso de producción de vasos desechables biodegradables**".

Opción de Titulación: Convencional

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
CDMX. a 16 de Agosto de 2018.

[Signature]
DR. VÍCTOR MANUEL MENDOZA NUÑEZ
DIRECTOR

RECIBÍ
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES
Y DE GRADO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES "ZARAGOZA"
DIRECCIÓN

Vo Bo *Dominga Ortiz Bautista*
I.Q. DOMINGA ORTIZ BAUTISTA
JEFA DE LA CARRERA DE I.Q.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios en quien he depositado mi fe por darme la oportunidad de estar aquí con mis seres queridos, de poder vivir esta experiencia que aunque pareciera un sueño es una realidad que él me ha permitido lograr.

“El secreto de la felicidad no es hacer siempre lo que se quiere, sino querer siempre lo que se hace”. León Tolstói

Doy gracias a mis padres (Socorro Gómez Fernández y Francisco Soto Mateos) por guiarme en este camino y enseñarme que con trabajo y esfuerzo se logran los objetivos, con su presencia y ejemplo han guiado cada uno de mis pasos, gracias por el amor y la paciencia, sin ustedes no lo habría logrado por que son la pieza fundamental de mis avances, gracias, por levantarse conmigo cada mañana para verme partir a la escuela, por darme ánimo cuando siento desfallecer, por cada palabra de aliento, por ser mi apoyo en cada momento.

“Nunca dije que sería fácil, sólo dije que valdría la pena”. Mae West

Con cariño a mis amigos (Alexis, Jorge Luis, José Luis, José Alberto R., José Alberto O y Juan) por darme sus mejores consejos para hacer de mí una mejor persona, por acompañarme día a día en este trayecto y compartir conmigo las enseñanzas de vida, por apoyarme y motivarme de manera incondicional, en fin por ser parte de mi familia.

“No camines delante de mí, puede que no te siga. No camines detrás de mí, puede que no te guíe. Camina junto a mí y sé mi amigo”. Albert Camus.

A mis maestros que desde el primer instante en que puse un pie en la Universidad se propusieron hacer de mí una profesionista exitosa, con su experiencia y optimismo supieron sembrar en mí el inmenso valor del conocimiento, de la responsabilidad y el esfuerzo por la superación. De ustedes he aprendido a enfrentar nuestra realidad y a tomar las mejores decisiones.

“Enseñarás a volar, pero no volarán tu vuelo.

Enseñarás a soñar, pero no soñarán tu sueño.

Enseñarás a vivir, pero no vivirán tu vida.

Sin embargo...

*En cada vuelo, en cada vida, en cada sueño,
perdurará siempre la huella del camino enseñado”.*

Madre Teresa de Calcuta

Al profesor Víctor Hugo Romo por depositar la confianza en mí para el desarrollo de este proyecto.

“Si tú no construyes tu sueño, alguien va a contratarte para que le ayudes a construir el suyo”.
Dhirubhai Ambani

Un agradecimiento especial a la UIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO y en particular a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por abrirme sus puertas y permitirme aprender y crecer haciendo de mí una profesionalista competitiva.

“Por mi raza hablará el espíritu” José Vasconcelos

AGRADECIMIENTOS	7
Resumen	17
Introducción	19
Objetivo General	21
Objetivos Específicos	21
<i>Capítulo 1. Marco Teórico</i>	25
1.1 Los plásticos	25
1.2 Plásticos Biodegradables	36
1.3 La yuca como material plastificado	39
1.4 Vasos	41
<i>Capítulo 2. Estudio de Mercado</i>	49
2.1 Plástico	49
2.2 Bioplástico	51
2.3 Vasos desechables	53
2.4 Vasos desechables biodegradables	61
2.5 Yuca	62
2.6 Almidón	63
<i>Capítulo 3. El proceso</i>	67
3.1 Criterios de selección del proceso	67
3.2 Primera sección del proceso	67
3.3 Segunda sección del proceso	73
3.4 Tercera sección del proceso	78
<i>Capítulo 4. Localización de la Planta</i>	87
4.1 Ubicación	87
4.2 Disponibilidad de la materia prima	89
4.3 Canales de distribución	89
4.4 Factores climáticos	90
4.5 Disponibilidad de mano de obra	90
4.6 Suelo	90
4.7 Servicios disponibles	91
<i>Capítulo 5. Estudio de factibilidad</i>	95

5.1 Estudio Financiero	95
5.2 Presupuesto de egresos	95
5.3 Inversión total	104
5.4 Ingresos	109
5.5 Estructura Financiera	109
5.6 Estados financieros proforma	112
5.7 Índices y Parámetros	115
5.8. Relación beneficio costo	117
5.9 Análisis de sensibilidad	117
Resultados	119
Conclusiones	121
Glosario	123
Referencias	125

Índice de figuras

	pág.
Fig. 1.0. Esquema de una extrusora	29
Fig. 1.1. Esquema de moldeo del plástico por inyección	30
Fig. 1.2. Inyección de aire en el moldeo de inyección con soplado	30
Fig. 1.3. Esquema del moldeo por compresión	31
Fig. 1.4. Pieza obtenida del moldeo por transferencia	32
Fig. 1.5. Esquema de termoformado por soplado	33
Fig. 1.6. Esquema de termoformado al vacío	33
Fig.1.7. Esquema de termoformado mecánico	34
Fig. 1.8. Amilosa	39
Fig.1.9. Amilopectina	39
Fig. 1.10. Proceso para producir almidón de yuca	41
Fig. 1.11. Ciclo de vida de los vasos desechables (Análisis del ciclo de vida de vasos desechables en México)	42
Fig. 1.12. Esquema general del proceso de fabricación de vasos desechables por termoformado	44
Fig. 2.0. Producción mundial de plástico de 1950 a 2012 (millones de toneladas y tasas de crecimiento)	49
Fig. 2.1. Países productores de plástico (porcentajes)	50
Fig. 2.2. Distribución de la producción mundial de bioplástico en 2016 (porcentaje)	52
Fig. 2.3. Producción y Consumo Nacional de vasos desechables Informática	53
Fig. 2.4. Estados en que se producen y venden vasos desechables	57
Fig. 2.5. Exportaciones e Importaciones de vasos desechables	60
Fig. 2.6. Producción de yuca	63
Fig. 4.0. Nave industrial	88
Fig. 4.1. Ubicación.	89
Fig. 4.5. Ubicación del estado de México en la República Mexicana.	91
Fig. 5.0. Punto de equilibrio	111

Índice de tablas

	pág.
Tabla 1.0. Los aditivos se clasifican de acuerdo a su función	35
Tabla 1.1. Propiedades de los componentes del almidón	38
Tabla 1.2. Características de los gránulos de almidón de yuca	40
Tabla 1.3. Clasificación de vasos desechables	45
Tabla 1.4. Características de los principales vasos desechables comerciales	46
Tabla 2.0. Producción Nacional de diferentes tipos de plásticos	51
Tabla 2.1. Principales empresas internacionales productoras de vasos desechables	53
Tabla 2.2. Principales Plantas productoras de vasos desechables en México	58
Tabla 2.3. Principales empresas productoras de vasos desechables biodegradables	61
Tabla 3.0. Lista de equipos de proceso	68
Tabla 3.1. Lista de equipos de proceso	73
Tabla 3.2. Lista de equipos	79
Tabla 4.0. Principales parques industriales	87

Índice de Cuadros

	pág.
Cuadro 2.0. Producción y Consumo Nacional de vasos desechables	56
Cuadro 2.1. Principales estados en que se producen y Venden vasos desechables	57
Cuadro 2.3. Importaciones de vasos desechables	59
Cuadro 2.4. Importación Nacional de vasos desechables	59
Cuadro 4.0. Tipos de Suelo del Estado de México	60
Cuadro 5.0. Presupuesto de egresos	90
Cuadro 5.1. Costo total de producción	95
Cuadro 5.2. Costos variables	95
Cuadro 5.3. Costo de materia prima	96
Cuadro 5.4. Costos de envases y embalajes	96
Cuadro 5.5. Costo de artículos para el área	97
Cuadro 5.6. Costo de servicios	97
Cuadro 5.7. Electricidad	98
Cuadro 5.8. Agua	99
Cuadro 5.9. Internet y teléfono	100
Cuadro 5.10. Costo de mano de obra directa	100
Cuadro 5.11. Costo de mano de obra indirecta	100
Cuadro 5.12. Costos fijos	101
Cuadro 5.13. Seguros	101
Cuadro 5.14. Cargos de depreciación y amortización	101
Cuadro 5.15. Gastos de operación	102
Cuadro 5.16. Gastos de administración	103
Cuadro 5.17. Gastos de venta	103
Cuadro 5.18. Sueldo del personal de ventas y publicidad	103
Cuadro 5.19. Gasto de repartición	104
Cuadro 5.20. Inversión total	104
Cuadro 5.21. Obtención del financiamiento	104
Cuadro 5.22. Inversión inicial	104
Cuadro 5.23. Activos fijos	105
Cuadro 5.24. Costo de equipo de proceso	105
Cuadro 5.25. Costo de papelería y mobiliario	106
Cuadro 5.26. Costo de vehículos	107
Cuadro 5.27. Activos diferidos	107
Cuadro 5.28. Capital de trabajo	107
Cuadro 5.29. Activo circulante	108
Cuadro 5.30. Pasivo circulante	108
Cuadro 5.31. Amortización por el método de pagos totales iguales	109
Cuadro 5.32. Ingresos sin inflación	110
Cuadro 5.33. Clasificación de costos	110
Cuadro 5.34. Punto de equilibrio	111
Cuadro 5.35. Balance General	111
Cuadro 5.36. Estado de Resultados	112
Cuadro 5.37. Flujo de efectivo	114
Cuadro 5.38. Flujos de efectivo	114
Cuadro 5.39. Aumento en el costo de yuca	115
Cuadro 5.40. Aumento en el costo del ácido esteárico	117

Resumen

El presente trabajo titulado "Proceso de producción de vasos desechables biodegradables" tiene como propósito desarrollar un proceso del que se obtenga un producto de uso común en la vida de cualquier persona, al mismo tiempo que se atacan dos problemas mundiales: el primero es el de la contaminación generada por el consumo de vasos pues son un producto de corta vida útil pero pueden tardar hasta 75 años en desintegrarse, sin embargo cuando esto pasa no desaparecen sino que quedan partículas tóxicas en los suelos reduciendo la fertilidad de la tierra o en el mar se integran a los peces dañándolos y a su vez llegan al hombre; y el segundo problema que se busca abatir es el del consumo excesivo del petróleo como materia prima, ya que en algún momento las reservas se agotarán y las naciones seguirán peleando para obtener lo que queda.

Para satisfacer el objetivo del trabajo se ha desarrollado una investigación de las posibles fuentes naturales para producir plástico biodegradable que nos sirva para fabricar vasos desechables y así lejos que el producto contamine al ambiente por años este nuevo se desintegrará en menos tiempo y se incorporará nuevamente a la naturaleza.

El primer capítulo de este trabajo que lleva por nombre "marco teórico" da una introducción general de los polímeros, de los diferentes tipos de plásticos y los procesos industriales para su conformado, de los tipos de polímeros biodegradables, de la historia del origen de los vasos desechables y los métodos utilizados para fabricar vasos desechables. El capítulo 2 titulado "Estudio de mercado" nos da un panorama tanto de los plásticos, los bioplásticos y de los vasos desechables tanto a nivel nacional como internacional para conocer la situación de estos puntos en producción y consumo. El capítulo 3 que lleva por nombre "Descripción del proceso" comienza con una breve explicación de los criterios que se consideraron para seleccionar el proceso, para posteriormente dividir el proceso de producción de vasos desechables biodegradables en 3 secciones: primero la descripción de proceso para obtener la materia prima a partir de una fuente natural, después la descripción del proceso para obtener el plástico biodegradable a partir de la materia prima y finalmente la descripción del proceso para obtener los vasos; cada uno de los procesos con su respectivo Diagrama de Flujo de Proceso, Balance de masa y descripción de equipos. El capítulo 4 proporciona información del lugar seleccionado para ubicar la planta. Y finalmente el estudio de factibilidad desarrollado se presenta el capítulo 5.

Introducción

En la vida cotidiana usamos grandes volúmenes de vasos desechables para contener y transportar bebidas y alimentos, por cultura en México se utilizan los vasos desechables en eventos sociales, oficinas, cafeterías, para comerciar alimentos como helados, fruta, gelatinas, etc., mientras que en países como Estados Unidos el uso de los vasos desechables es más frecuente porque la mayoría de las familias tienen el hábito de utilizar desechables para cada comida, lo que hace el país con mayor demanda de este producto.

Por ser un objeto de uso común la gente piensa que los vasos desechables son inofensivos, sin conocer el verdadero problema que ocasionan ya que liberan sustancias nocivas para la salud y el medio ambiente puesto que al desecharlos no reciben el tratamiento adecuado, no se reutilizan, no se reciclan y un porcentaje alto no es biodegradable, lo que está provocando que el planeta enfrente grandes problemas de contaminación del agua y suelo.

El consumo de vasos desechables causa problemas en el mundo por dos motivos; el primero es que se requieren enormes cantidades de petróleo para su fabricación y el segundo es que cuando se desechan generan enormes cantidades de basura que además de afectar los suelos han llegado hasta los océanos donde se reducen a partículas invisibles en aproximadamente mil años pero nunca dejan de existir pues ningún organismo cuenta con algún medio para transformarlo e integrarlo nuevamente a la naturaleza, dichas partículas tóxicas del plástico solo se esparcen y se pueden adherir a los animales intoxicándolos.

Algunos países ya están tomando medidas al respecto, como Francia que el 30 de agosto de 2016 aprobó una nueva ley que prohíbe la venta de platos, vasos, y cubiertos de plástico desechable, esta medida aplicará hasta el 2020 para que fabricantes y establecimientos comerciales como restaurantes y supermercados se adapten al reglamento. El 1 de enero de ese año todos los artículos desechables deben estar fabricados mínimo con un 50% de sustancias biodegradables que provengan de materia orgánica, para que en el 2025 el porcentaje sea del 60%, para el 2030 del 70%, y así sucesivamente cada cinco años aumentará el porcentaje hasta alcanzar el 100% de biodegradabilidad de los desechables. Nadie podrá distribuir, usar, vender u ofrecer de manera gratuita vasos y platos de plásticos salvo que estén realizados a partir de materiales orgánicos.

Un material biodegradable significa que se descompone o desintegra en poco tiempo por organismos vivientes que se encuentran en la naturaleza como bacterias, hongos, gusanos e insectos integrándolo nuevamente al medio ambiente sin dejar residuos tóxicos.

Los plásticos biodegradables presentan propiedades físicas y mecánicas similares a las del plástico convencional por lo que pueden inyectarse, extruirse y termoformarse para convertirse en

objetos plásticos y se les pueda dar un uso, sin embargo a diferencia del plástico generado del petróleo que tarda entre 400 y 600 años en desintegrarse, los plásticos biodegradables tardan tan solo unos meses. Existe una gran variedad de plásticos biodegradables, unos apenas en proyecto y otros ya aplicados en procesos industriales como materia prima para fabricar diversos materiales de uso médico, en el hogar, en la agricultura, en alimentos, etc.

Objetivo General

- Desarrollar el estudio de factibilidad para el proceso de producción de vasos desechables biodegradables

Objetivos Específicos

- Conocer el panorama nacional e internacional de la producción de los vasos desechables.
- Desarrollar un proceso de producción de vasos desechables biodegradables.
- Desarrollar el proceso de producción de la materia prima para los vasos desechables biodegradables.
- Conocer la viabilidad del proceso de producción de vasos desechables biodegradables.

Capítulo 1



Marco Teórico

Capítulo 1. Marco Teórico

1.1 Los plásticos

El término plástico proviene del latín *plasticus* que a su vez procede del griego *plastikos* que significa que puede ser moldeado por calor y presión. Los plásticos son polímeros orgánicos que se obtienen por modificación química de sustancias sintéticas o naturales a partir de materias primas orgánicas o inorgánicas, se presentan en forma líquida, sólida, masas pegajosas, polvo, gránulos, que al ser sometidos a un nuevo proceso permiten generar láminas, películas o tubos, que finalmente se utilizaran para producir objetos de uso común como son las bolsas, envases y botellas, etc... (De Lille, M.L., 2016). La materia prima de los plásticos son gases del petróleo y del carbón, sin embargo tienen la cualidad de que a través del proceso de fabricación se le puede agregar modificadores, aditivos y estabilizadores que proporcionen mejora a las propiedades como son mayor flexibilidad, resistencia a la luz, resistencia al impacto, color, etc.

El monómero de un plástico es una molécula de un hidrocarburo, por ejemplo el etileno (C_2H_4); mientras que los polímeros son moléculas de cadenas largas de alto peso molecular formadas por muchos monómeros unidos entre sí, donde el principal elemento es el carbono combinado con otros elementos como el hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, etc., uno de los polímeros más conocidos es el polietileno $(C_2H_4)_n$ donde n puede tener valores de 100 a 1000, como este muchos otros plásticos están compuestos solo de carbono e hidrogeno, mientras que otros como el nylon contiene además nitrógeno, los acrílicos oxígeno y las siliconas silicio.

Las cadenas poliméricas son formadas por la reacción química de monómeros, este proceso se llama polimerización, el cual se puede generar por dos métodos:

- Polimerización por adicción.- En donde dos o más monómeros similares tienen reacción directa para formar moléculas de cadena larga.
- Polimerización por condensación.- En donde dos o más monómeros diferentes reaccionan para formar moléculas de cadena larga y agua como subproducto.

Los polímeros se clasifican de acuerdo a su estructura molecular y a su origen.

Por su estructura molecular son lineales, reticulados y ramificados:

- Lineales.- Se componen de largas cadenas de macromoléculas en una estructura lineal.
- Ramificados.- Se componen de macromoléculas que forman una cadena principal que a su vez presenta ramificaciones laterales.
- Reticulados.- Se componen de macromoléculas de cadenas largar ramificadas en las tres dimensiones del espacio.

Por su origen son naturales, semisintéticos y sintéticos:

- Naturales.- Proviene de la naturaleza (animales o plantas) como el algodón formado por fibras de celulosa (la celulosa se encuentra en la madera y en los tallos de algunas plantas y se emplea para hacer telas y papel), la lana (proteína del pelo de las ovejas), el caucho natural, las resinas, el almidón...
- Semisintéticos.- Se genera por un cambio químico de los polímeros naturales sin destruir la estructura macromolecular como es el caso de la seda artificial (es una poliamida semejante al nylon) obtenida de la celulosa.

- Sintéticos.- Obtenidos por procesos dirigidos por el hombre, son materiales de bajo peso molecular generados por síntesis química como en el caso del nylon, éstos polímeros son los más utilizados por sus variadas aplicaciones.

Los tres principales métodos para obtener polímeros son la extracción directa, por síntesis química y fermentación.

- Extracción directa:

Los polímeros naturales obtenidos por una extracción directa de la biomasa se caracterizan por su fácil proceso, por ser más económicos y porque el proceso es lento. Entre los más comunes son los polisacáridos como el almidón y la celulosa, y las proteínas como caseína, queratina, y colágeno.

- Síntesis química:

Los polímeros se producen a partir de monómeros biológicos de fuentes renovables.

- Fermentación:

En la fermentación las bacterias transforman el azúcar del maíz en ácido láctico. Por medio de la polimerización las moléculas de ácido láctico se reúnen en cadenas para formar un biopolímero (ácido poliláctico, o PLA, por sus siglas en inglés).

Características de los plásticos:

- Peso ligero.
- Resistencia química.
- Resistencia a la humedad.
- Resistencia a la corrosión en contacto con ácidos débiles y soluciones con sal.
- Buenos aislantes térmicos.
- Baja resistencia al calor.
- Más económico comparado con el metal.
- Fáciles de fabricar por la poca mano de obra que requieren.
- Absorben el sonido y la vibración.
- No conducen electricidad.
- Tienen una mayor resiliencia que los metales.
- Son transparentes o translúcidos.
- Se forman a través de calor y presión.
- Pueden ser tan rígidos como el acero cuando son reforzados.
- Expansión térmica.

1.1.1 Clasificación

Los plásticos se dividen en tres grupos de acuerdo al material con que fueron creados: termoplásticos, termo fijos o termoestables y elastómeros o elastoplásticos.

1.1.1.1 Termoplásticos

Son materiales que a altas temperaturas sus reacciones intermoleculares se debilitan y se vuelven más suaves, esto hace que se puedan moldear fácilmente por diferentes métodos y cuando el material se enfría se endurece. El proceso de moldeo es reversible y el material puede utilizarse para una nueva aplicación.

Por lo general los materiales termoplásticos se caracterizan por ser solubles en algunos disolventes orgánicos, presentan un buen conjunto de propiedades mecánicas, fáciles de procesar sin causar cambios en su composición, por ser reciclables, bastante económicos y ser capaces de fundirse (perdiendo sus propiedades mecánicas), por lo que tienen una temperatura de transición vítrea T_g (si se trata de un material amorfo), o una temperatura de fusión T_m (si se trata de un material cristalino) superior a la temperatura ambiente.

Los termoplásticos más frecuentes son: acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), acetal, acrílico, PVC, poliestireno (PS), polipropileno (PP), poliamidas, poliacetales, polietileno (PE), celulósicos, policarbonato, poliéster, etc., los cuales se fabrican y emplean en cantidades muy grandes, comparados con los plásticos restantes.

1.1.1.2 Termofijos o Termoestables

Los plásticos termoestables son materiales que se presentan casi siempre en forma líquida, más o menos viscosa y al añadirles un catalizador se efectúa el proceso de polimerización, lo que produce el endurecimiento de la resina en forma irreversible, adquiriendo un estado final reticulado, lo que hace que el material sea insoluble e incapaz de fundirse otra vez, por lo que no puede volverse a trabajar.

El empleo de estos materiales ha ido disminuyendo en los últimos años por las siguientes razones:

- Requieren métodos de transformación lentos, puesto que la reacción de polimerización tiene lugar durante la transformación.
- Los acabados son pobres comparados con los de la mayoría de los termoplásticos.
- Por lo general las resinas termoplásticas son bastantes opacas y en muchos casos presentan cierta coloración amarillenta.

Se caracterizan por que no sufren deformaciones al ser calentados, no se pueden derretir pues antes de derretirse pasan a un estado gaseoso, generalmente no se hinchan ante la presencia de ciertos solventes, son insolubles, presentan alta resistencia al fenómeno de fluencia, resistencia térmica, resistencia química, rigidez y dureza superficial.

Ejemplos y aplicaciones de materiales termoestables:

- Resinas epoxi - Usados como materiales de pintura y recubrimientos, masillas, fabricación de materiales aislantes, etc...
- Resinas fenólicas – Usados en empuñaduras de herramientas, bolas de billar, ruedas dentadas, materiales aislantes, etc...
- Resinas de poliéster insaturado – Los usos más frecuentes son en la fabricación de plásticos reforzados de fibra de vidrio conocidos comúnmente como poliéster, masillas, etc.

1.1.1.3 Elastómeros o Elastoplásticos

Son plásticos que tienen la cualidad de elongación hasta treinta veces su tamaño normal pudiendo regresar a su estado original sin sufrir cambios una vez que la carga a la que son sometidos cesa.

Se presentan en forma de ovillo debido a que se componen de cadenas de moléculas enlazadas en forma de hilos.

Se caracterizan por su elevada elasticidad y flexibilidad antes de romperse o fracturarse cuando se ejerce una carga sobre estos materiales, se hinchan ante algunos solventes, son insolubles, son menos resistentes al fenómeno de fluencia que los termoplásticos.

Existen elastómeros termofijos, y elastómeros termoplásticos dependiendo de la distribución y grado de unión de los polímeros:

- Elastómeros termoestables - Elastómeros que al calentarlos no se funden o se deforman.
- Elastómeros termoplásticos - Elastómeros que al calentarlos se funden y se deforman.

Ejemplos y aplicaciones de materiales elastómeros:

- Siliconas - Se utilizan en la fabricación de prótesis médicas, lubricantes, moldes, entre una amplia gama de materiales por sus propiedades de resistencia térmica y química...
- Poliuretanos – En productos textiles para la fabricación de prendas elásticas como la lycra, además de espumas y materiales de ruedas, entre otros...
- Goma natural –Para fabricar tacones y suelas de zapatos.
- Polibutadieno – En productos como ruedas o neumáticos de vehículos por su resistencia al desgaste.
- Neopreno - Usado en la fabricación de trajes de buceo, aislamiento de cables, etc...

1.1.2 Procesos de conformado de los plásticos

Los plásticos pueden conformarse en una gran variedad de productos como son películas, hojas, filamentos y piezas moldeadas; con diversas formas, tamaños, espesores, colores y cantidades, por lo que se han desarrollado múltiples métodos de moldeo que permiten la manipulación de factores como tiempo y temperatura de los equipos de proceso para facilitar la fabricación de dichos artículos plásticos (Díaz, F., 2012).

1.1.2.1 Moldeo por extrusión

El procedimiento de extrusión es la acción de forzar el paso de un plástico o material fundido, por medio de presión, a través de un "dado" o "boquilla". El polímero sólido se alimenta en un extremo y en el otro sale el material sometido a extrusión ya perfilado. Dentro de la máquina el polímero se funde y se homogeniza.

El proceso se lleva a cabo en una extrusora en las siguientes etapas:

1. Alimentación:
El material polimérico se alimenta en forma de gránulos o polvo en una tolva, posteriormente entra al barril y se pone en contacto con el tornillo rotatorio.
2. Compresión:
En el barril de extrusión el polímero caliente se comprime y funde.
3. Medición:
El husillo transporta poco a poco el material homogenizado hacia la abertura de un troquel.

4. Expulsión:

El polímero se enfría a través del enfriamiento del barril y del tornillo antes de ser expulsado, la forma final la va a dar el troquel al expulsar el material como película con el uso de una rendija o en forma de tubo.

5. Enfriamiento:

Se puede enfriar el material extruido por si solo al embobinarse o para lograr altas tasas de producción se dirige hacia una tina de agua o hacia rodillos gélidos.

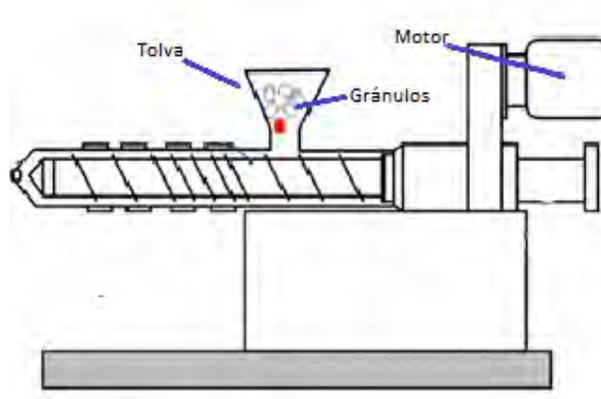


Fig. 1.0. Esquema de una extrusora (Díaz, F., 2012).

Características:

- El uso industrial más común es en la fabricación de tubería, mangueras, película y lamina.
- Existen diferentes tipos de extrusoras para utilizar de acuerdo al tipo de plástico y a la producción que se requiere entre ellas están: extrusoras con un solo husillo, extrusoras sin husillo y extrusoras de husillo múltiple.

1.1.2.2 Moldeo por Inyección

El proceso de moldeo de plástico por inyección consiste en calentar un material termoplástico que se encuentra en forma de granulos para transformarlo en una masa plastificada o fundida e inyectarla en un molde del cual tomará forma.

Pasos del proceso de moldeo del plástico por inyección:

1. El material granulado se deposita en una tolva.
2. El tornillo del cilindro gira haciendo circular los granulos de plástico desde la tolva deritiéndolos y plastificándolos.
3. Se cierra el molde que hasta ese momento se encuentra vacío.
4. El tornillo actuando como pistón inyecta el material, sin girar, haciéndolo pasar a través de una boquilla hacia las cavidades del molde.
5. Hasta que el material solidifique se mantiene el tornillo hacia adelante aplicando una fuerza de sostenimiento, la cual es menor a la que se aplicó en la inyección.
6. Mientras el material dentro del molde se continúa enfriando con ayuda del fluido refrigerante, la boquilla se cierra para que el tornillo gire suministrando el material plastificado hacia la parte delantera, ejerciendo presión contra la boquilla y obligando al tornillo a retroceder.
7. Se abre el molde y la pieza ya enfriada es extraída.

8. El molde se vuelve a cerrar y reinicia el proceso con el material fundido acumulado.

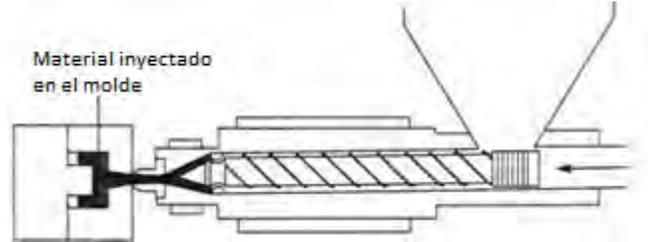


Fig. 1.1. Esquema de moldeo del plástico por inyección (Díaz, F., 2012).

Características:

- Se utiliza en materiales termoplásticos.
- Rapidez de fabricación.
- Diseño de productos a diferentes escalas.
- Alto nivel de producción.
- Bajo costo.
- Figuras con geometrías complicadas.
- Las piezas no requieren acabado por ser moldeadas.
- Se obtiene el color, transparencia u opacidad deseada.

1.1.2.3 Moldeo por Soplado

El proceso de moldeo por soplado se puede realizar por dos formas:

- Inyección con soplado
- Extrusión con soplado

Ambos métodos consisten en calentar el material plástico para obtener una proforma tubular, bajo las siguientes etapas:

1. La proforma se introduce dentro del molde.
2. Desde el tubo que ha quedado cubierto con material plástico se inyecta aire, logrando que el plástico se expanda y adquiera la forma del molde.
3. Una vez que se solidifica la pieza es extraída del molde.

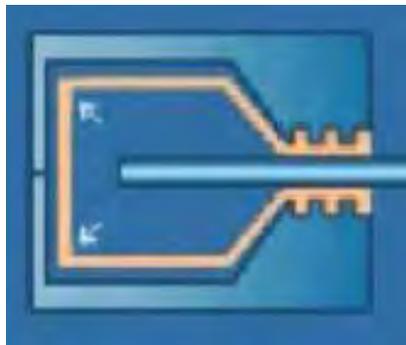


Fig. 1.2. Inyección de aire en el moldeo de inyección con soplado (Díaz, F., 2012).

Características:

- Se utiliza en materiales termoplásticos.
- Se consiguen productos multicapa.
- Se pueden utilizar materiales reciclados o de menos calidad.
- Bajo costo.

1.1.2.4 Moldeo por compresión

El método de moldeo por compresión se lleva a cabo en las siguientes etapas:

1. El material plástico es colocado en la cavidad del molde abierto donde se precalienta.
2. Posteriormente el molde se cierra aplicando al material presión y calor.
3. Una vez que el molde se enfría se retira la pieza.

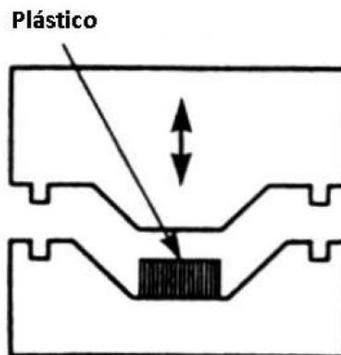


Fig. 1.3. Esquema del moldeo por compresión (Díaz, F., 2012).

Características:

- El material empleado son resinas termoestables de alta resistencia.
- Se utiliza para piezas de automóviles, capaces de reemplazar a los metales.

Ventajas:

- Buen acabado superficial.
- Se desperdicia poco material.
- Bajo costo de mantenimiento y fabricación de moldes.
- Piezas grandes y complejas.
- Se puede usar una extrusora para hacer más rápido el proceso.

Desventajas:

- Mayor tiempo de moldeo que otros métodos.
- Menor producción.
- No moldea piezas con espesor de 1 cm o mayor.

1.1.2.5 Moldeo por transferencia

Es una combinación entre el moldeo por inyección y compresión.

1. El material se deposita en la cámara de transferencia (cámara inmediata a la cavidad del molde) para ser precalentado.
2. Un pistón hidráulico aplica presión para hacer fluir el polímero a través del bebedero (espacio en forma de canal) hacia el molde caliente. Esta etapa del proceso se lleva a cabo en un tiempo de entre 3 a 8 segundos con una presión de entre 5.5 a 6.9 MPa dependiendo de la resina y del tamaño de la pieza.
3. El molde permanece cerrado hasta que la pieza se forma, posteriormente el molde se abre y la pieza es expulsada.

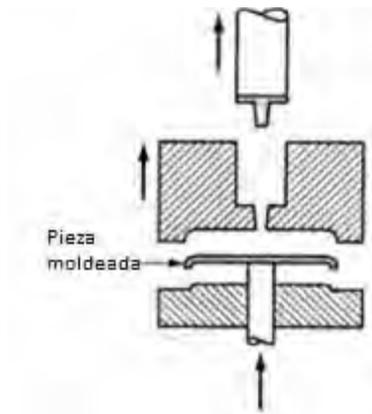


Fig. 1.4. Pieza obtenida del moldeo por transferencia (Díaz, F., 2012).

Características:

- Se utiliza en material termofijo y elastómeros.
- Se obtienen productos como mangos de utensilios, botones, teclas, bobinas, piezas de aparato eléctrico, componentes electrónicos, clavijas y conectores.

Ventajas:

- Permite llenar muchas cavidades a la vez.
- Mayor velocidad que el moldeo por compresión.
- Menor costo de instalación que el moldeo por inyección.
- Menor costo de mantenimiento.
- El producto final puede llevar una inserción de metal.

Desventajas:

- Mayor cantidad de residuo que ya no se puede volver a utilizar.
- Menor velocidad que el moldeo por inyección.
- Piezas con menor complejidad que por el moldeo de inyección.
- Mayor costo en maquinaria.

1.1.2.6 Moldeo por termoformado

Proceso que consiste en dar forma a una película termoplástica a través de las siguientes etapas:

1. Calentamiento:

La película se precalienta para suavizarla y se pueda moldear en menor tiempo.

2. Formado:

Existen tres métodos para moldear por termoformado:

- Termoformado a presión por aire o soplado.- Se aplica una presión mediante aire para que la película se ponga en contacto con el molde.

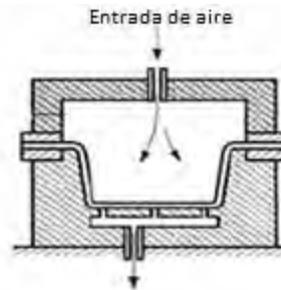


Fig. 1.5. Esquema de termoformado por soplado (Díaz, F., 2012).

- Termoformado al vacío.- La película es atraída hacia el molde mediante vacío.

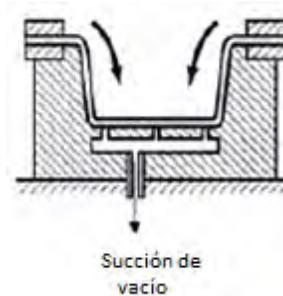


Fig. 1.6. Esquema de termoformado al vacío (Díaz, F., 2012).

- Termoformado mecánico.- Se utilizan dos moldes (superior e inferior) que se unen sosteniendo la película en medio de ambos para darle la forma deseada.

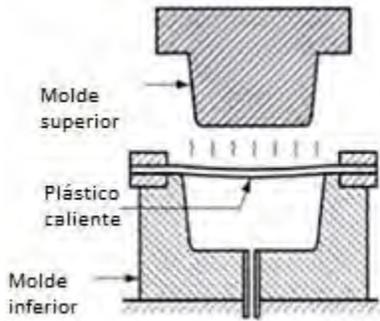


Fig.1.7. Esquema de termoformado mecánico (Díaz, F., 2012).

3. Enfriamiento:
Una vez formada la pieza se enfría en el mismo molde.
4. Corte:
La pieza es expulsada y cortada para iniciar nuevamente el ciclo.

Características:

- Es un proceso secundario.
- Se utiliza en materiales termoplásticos.
- Su aplicación industrial más común es para la fabricación de envases de alimentos.
- La duración del ciclo de formado depende del tipo de plástico y del espesor.

1.1.3. Aditivos para plásticos

Los aditivos plásticos son sustancias que se incorporan en la matriz polimérica sin afectar su estructura molecular con el fin de reforzar sus propiedades y obtener productos más útiles.

Tabla 1.0. Los aditivos se clasifican de acuerdo a su función

Aditivo	Función	Ejemplos
Estabilizantes, lubricantes.	Controlan la descomposición del polímero y facilitan el procesado.	Estabilizantes: Di-ter-butil-p-cresol, 4-alcóxibenzofenonas, benzotriazoles, acrilonitrilos sustituidos, carboxilatos metálicos de Cd, Zn, Pb, Ba, Sn... Lubricantes: Ácido esteárico, ácido oleico, estearato cálcico y de plomo, ceras de parafina, polietileno de bajo peso molecular, palmitato de etileno, algunos ésteres como ésteres de cera Montana, alcoholes de cadena larga, etc.
<u>Plastificantes</u> , Reforzantes, modificadores de impacto.	Modifican las propiedades mecánicas, mejoran la resistencia y rigidez.	Plastificantes: Diiso—nonil ftalato (DINP), trifenil fosfato (TFF), Diiso-octil adipato (DOA), epoxiestearato de octilo. Reforzantes: carbono, filamentos de vidrio. Modificadores de impacto: Caucho.
Dilatadores y extensores.	Sirven como rellenos que disminuyen costos de las formulaciones pero ocasionan problemas mecánicos.	Dilatadores y extensores: Carbonato de calcio, sulfatos de metales alcalinotérreos, silicatos, sílices, negro de humo, microesferas de vidrio, cerámica, celulosa, almidón, cascara de almendra, arcilla...
Agentes antiestáticos, promotores de adhesión.	Modificadores de propiedades superficiales	Agentes Antiestáticos: Amonio, ésteres, fosfóricos y ésteres de polietilenglicol. Promotores de adhesión: Silatos y titanatos.
<u>Pigmentos</u> , <u>colorantes</u> .	Modificadores de propiedades ópticas	Pigmentos: Oxido de titanio para color blanco, negro de humo para el negro, óxido de hierro para el marrón, plomo para el amarillo, zinc para el verde... Colorantes: Ftalocianina para el azul, rodamina para el rojo, quinacridona para el violeta.
Estabilizantes contra luz UV.	Aditivos contra el envejecimiento	Estabilizantes contra la luz UV: benzofenonas, benzotriazoles, negros de humo y fotoestabilizadores de aminas.
Agentes espumantes, retardantes de llama.	Disminuyen la conductividad térmica, disipación de energía mecánica, acústica y extinguen la llama.	Agentes espumantes: Pentano, heptano, cloruro de metileno, azodicarbonamida, benceno-sulfonil hidracina, azobisbutiironitrilo, etc. Retardantes de llama: Bromuros o cloruros orgánicos, se pueden acompañar de óxidos de antimonio, compuestos de fósforo y boro.

1.2 Plásticos Biodegradables

1.2.1 Biodegradación

Durante el siglo XX la sociedad empezó a tomar conciencia de la contaminación al medio ambiente causada por la degradación de los plásticos, así como del agotamiento del petróleo y el aumento de su precio por lo que se tomó interés por los plásticos biodegradables.

Los plásticos biodegradables tienen las mismas propiedades fisicoquímicas y termoplásticas que los plásticos producidos a partir del petróleo pero con la cualidad de que se degradan como desechos orgánicos o en depósitos sanitarios, es decir, se biodegradan, por lo cual los polímeros biodegradables son la mejor alternativa para disminuir la contaminación.

La biodegradación es un proceso mediante el cual los microorganismos del suelo, como bacterias y hongos descomponen en sustancias más sencillas los materiales presentes en él. Por ejemplo una manzana en el suelo tarda en degradarse aproximadamente una semana, mientras que un envase de plástico tardará 300 años.

La sustitución de los plásticos actuales por plásticos biodegradables es una necesidad por dos situaciones, la primera es el efecto de la contaminación al medio ambiente, la cual disminuiría con estos nuevos materiales, y la segunda situación es el agotamiento de las reservas de petróleo que trae consigo la disminución de la materia prima de los plásticos y el elevado costo de éstos.

Los plásticos biodegradables al final de su ciclo de vida son tratados como desechos orgánicos y eliminados en los depósitos sanitarios, en donde su degradación ocurre en cortos períodos de tiempo.

1.2.2 Clasificación

Los polímeros biodegradables se pueden clasificar de acuerdo a las fuentes en que es posible obtenerlos:

- Origen animal: Colágeno (obtenido de la piel, huesos, órganos y viseras de ganado) y gelatina (es una mezcla de péptidos y proteínas producidas por la hidrólisis del colágeno).
- Origen agrícola: Grasas e hidrocoloides como proteínas y polisacáridos.
- Origen marino: Quitina (se obtiene de las conchas de crustáceos y del exoesqueleto de los insectos) y quitosano (se produce por la hidrólisis de la quitina en un medio alcalino).
- De origen microbiano: Son polímeros producidos por microorganismos generados por una fermentación, en este grupo se encuentran el ácido poliláctico (PLA) y los polihidroxialcanoatos (PHA). Por sus excelentes propiedades y su alta biodegradabilidad los de origen microbiano son los de mayor uso.

Los bioplásticos más utilizados son el ácido poliláctico en primer lugar por ser el material con mayor inversión tecnológica, seguido de los Polihidroxi-alcanoatos y finalmente los de origen animal, agrícola y marino de los que destacan los almidones por ser de fácil acceso para todos los sectores de la población, pero con menor desarrollo.

- Ácido Poliláctico

El ácido poliláctico, es un monómero natural producido por vías fermentativas a partir de elementos ricos en azúcares, celulosa y almidón, es polimerizado por el hombre. Actualmente es el bioplástico más utilizado, estudiado y con mayor desarrollo tecnológico. Es un poliéster termoplástico derivado de recursos renovables, por lo que es considerado uno de los principales polímeros biodegradables capaz de sustituir a los plásticos convencionales (desde 1990 que se empezó a

comercializar) por sus excelentes propiedades físicas y mecánicas, además de que se puede procesar utilizando las maquinarias existentes con algunos ajustes, este polímero es una resina que puede inyectarse, extruirse y termoformarse. Su nombre se debe a que es generado a partir del ácido láctico, por otra parte también puede elaborarse con distintas formulaciones para satisfacer la mayor parte de las especificaciones de los productos, por lo que mezclado con distintos polímeros naturales permite desarrollar materiales con mejores propiedades de resistencia. El ácido poliláctico satisface las aplicaciones y usos de los materiales desechables y al final del ciclo de vida es la mejor alternativa entre los plásticos comunes para disminuir los residuos que se envían a los basureros, ya que ninguna otra vía es económicamente viable o segura para la salud. Los materiales de ácido poliláctico son totalmente compostables, también puede biodegradarse en presencia de oxígeno, agua, dióxido de carbono y material orgánico, además de que con el tratamiento adecuado, se puede convertir nuevamente en monómero, el cual puede ser convertido otra vez en un polímero.

Algunos de los sustratos más empleados en la fermentación láctica son:

- Sacarosa y glucosa provenientes de azúcar de caña y remolacha azucarera.
- Lactosa proveniente de lactosuero.
- Almidón de papa hidrolizado.
- Almidón de maíz.
- Tapioca (almidón de las raíces).
- Remolacha o betabel.
- Trigo.
- Paja.
- Cortezas de la semilla de algodón.

Ventajas

- Se puede tener de materia accesible como los carbohidratos.
- Es un material muy versátil con distintas aplicaciones industriales.
- Puedes sustituir a los plásticos de la petroquímica debido a que sus propiedades son semejantes.
- Muchas instituciones de investigación en distintos países están trabajando en el mejoramiento y desarrollo de nuevos procesos de producción con el fin de hacerlos más eficientes y con menor costo.

Desventajas

- Relativo alto precio.

- Polihidroxi-alcanoatos

Los polihidroxi-alcanoatos (PHA) se producen con bacterias como la *Ralstonia eutropha*, que convierten directamente azúcares en un tipo de biopolímeros. Los polímeros de hidroxialcanoatos

se acumulan en la bacteria, como material de reserva de carbono y energía en diferentes microorganismos hasta llegar a constituir hasta el 90% de ésta, bajo condiciones de carencia nutricional de elementos como nitrógeno, fósforo, sulfuro o magnesio, en presencia de fuente de carbono. Una vez que la bacteria se llena de gránulos de plástico, éstos se extraen para obtener el material. Los PHAs se denominan “polímeros doblemente verdes” por ser de origen de fuentes renovables y por el hecho de ser biodegradables.

Ventajas

- Se biodegradan muy rápido, hasta un 80% en sólo siete semanas.

Desventajas

-La desventaja es que el proceso de elaboración es muy costoso: se calcula que producir por fermentación bacteriana un kilogramo de PHA cuesta 15 dólares, mientras que hacer un kilogramo de plástico convencional cuesta sólo 1 dólar, esto se debe a que las bacterias requieren fuentes externas de alimento, como la celulosa.

- Almidón

El almidón es un polímero natural compuesto por los polisacáridos amilosa y amilopectina; se encuentra en las semillas de cereales como el maíz, sorgo, arroz y trigo; en raíces de plantas como la yuca y batata; en hojas de tabaco; en troncos de árboles como la palma sago; tubérculos como la papa; frutas como manzanas y bananas; leguminosas como frijoles...

La principal fuente de almidón es el maíz, seguido de la yuca, papa y trigo. Las aplicaciones que se le da es en la industria de papel, cartón, farmacéutica, adhesivos, textiles, resinas, maderas compuestas, edulcorantes, alcohol, etc.

Tabla 1.1. Propiedades de los componentes del almidón

Propiedad	Amilosa	Amilopectina
Estructura	Lineal	Ramificada
Cantidad de cadenas promedio	1,000	20-25
Peso molecular	40,000 hasta 1,000,000	200,000 hasta 1,000,000,000
En solución	Hélice extendida o enrollada	Esfera
Gel	Firme e irreversible	Suave y reversible
Retrogradación	Rápida	Lenta
Presentación	Cristalina	Amorfa

(Aristizábal, J., 2007).

Amilosa

Es un polisacárido de entre 200-2500 cadenas lineales formado por moléculas de glucosa unidas por enlaces glucosídicos α (1,4).

En un extremo la molécula tiene un hidroxilo del carbono y en el extremo opuesto el hidroxilo del carbono forma parte del enlace glucosídico. Los grupos hidroxilos le proporcionan propiedades hidrofílicas al polímero, pero debido a la estructura lineal de la amilosa se agrupan en forma

paralela formando puentes de hidrógeno entre los hidroxilos de alrededor lo que impide su afinidad con el agua.

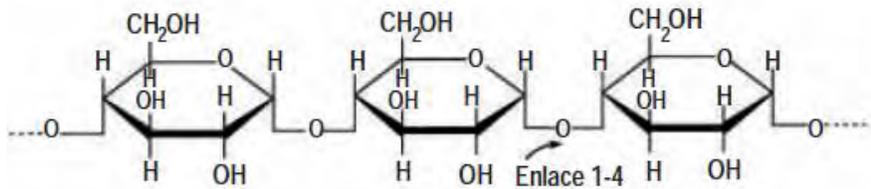


Fig. 1.8. Amilosa

Los almidones contienen entre 17 – 25% de amilosa.

Amilopectina

Es un polisacárido formado por ramificaciones de cadenas lineales constituidas por entre 15 y 35 cadenas de glucosa (lo equivalente a aproximadamente 100,000 moléculas) unidas por enlaces α -D-(1,6). Su peso molecular es muy alto y constituye entre el 75 y 83% en peso del almidón.

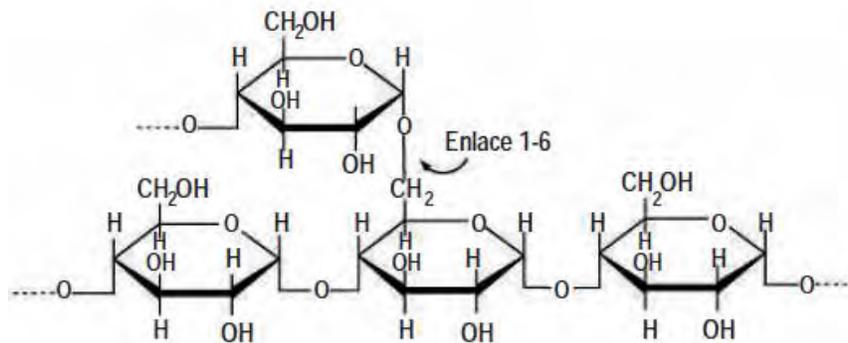


Fig.1.9. Amilopectina

Ventajas

- De fácil acceso.
- Fuentes económicas.
- Fácil de procesar.

Desventajas

- Requiere aditivos plastificantes.

1.3 La yuca como material plastificado

1.3.1 Yuca

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un arbusto leñoso que llega a medir hasta 5 metros de longitud perteneciente a la familia Euphorbiaceae, su lugar de origen es en América del Sur cerca del río Amazonas con exactitud al noreste de Brasil, es conocida por diferentes nombres de acuerdo a cada región: en África se le llama mhogo, en Brasil aipim, en México guacamote, en los países en que se habla inglés cassava; en Argentina, Brasil y Paraguay mandioca; y en América del Sur y Central yuca. La planta crece en climas tropicales tanto en suelos fértiles como en suelos de poca fertilidad, su crecimiento dura de 7 a 12 meses desde la siembra (Aristizábal J., (2007).

En el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) se tienen registradas más de 5,000 variedades de yuca recolectadas en todo el mundo, las cuales se dividen en dos grupos, las dulces y las amargas que se diferencian por el contenido de cianuro de hidrógeno (HCN) en sus raíces, sin embargo no existe un método sencillo y seguro para determinar el nivel de contenido, además de que este valor no siempre es constante:

1. Las dulces contienen menos de 0.01% de cianuro de hidrógeno en las raíces generado por el bajo contenido de glucósidos cianogénicos, se dan principalmente en los suelos poco fértiles, se caracterizan porque pueden ser consumidas después de una cocción normal, el área en que se encuentran principalmente es en el norte de América del Sur.
2. Las amargas contienen de 0.01% a 0.2% de cianuro de hidrógeno en sus raíces generado por el elevado contenido de glucósidos cianogénicos, cuentan con mayor cantidad de almidón, se dan principalmente en los suelos fértiles, requieren de un proceso apto para que puedan ser consumidas por el humano por lo que son más utilizadas en procesos industriales, tienen las raíces más largas y gruesas que las dulces, el área en que se producen es en las cercanías del río Amazonas y en el Caribe.

La yuca es el cuarto producto básico después del maíz, arroz y trigo. Se utiliza para producir harina, almidón, productos para alimentación humana, mezclas, pan, tallarines y helados.

Existe poca inversión tecnológica en la producción de yuca por lo que se enfrenta al problema de altos costos y poca productividad. El alimento considerado como competidor de la yuca como materia prima del almidón es el maíz que cuenta con avances tecnológicos en los procesos de producción, uso de ingeniería genética para generar grandes volúmenes de abastecimiento con calidad y estabilización de precios.

1.3.2 Almidón de yuca

El almidón de yuca es un polímero compuesto molecularmente por monómeros 80% amilopectina y 20% amilosa, su uso es como alimento pero tiene la particularidad de que puede ser modificado para cambiar sus propiedades de viscosidad, consistencia, temperatura de fusión, gelificación y dispersión para usarlo en diferentes sectores industriales.

Tabla 1.2. Características de los gránulos de almidón de yuca

Tipo	Raíz
Morfología	Ovalado
Diámetro (µm)	4-35
Contenido de amilosa	20%
Contenido de amilopectina	80%
Temperatura de gelatinización (°C)	60-73
Temperatura de gelificación (°C)	65
Color al gelificar	Claro
Temperatura de retrogradación (°C)	70-20
Ph	Menor a 3

Usos del almidón de yuca.

Es considerado el principal alimento en localidades de bajos ingresos en Asia, América Latina y África, mientras que en la industria se emplea para elaborar etanol, cohesivo del concreto, acabado de textiles, alimentos congelados, en pastillas...

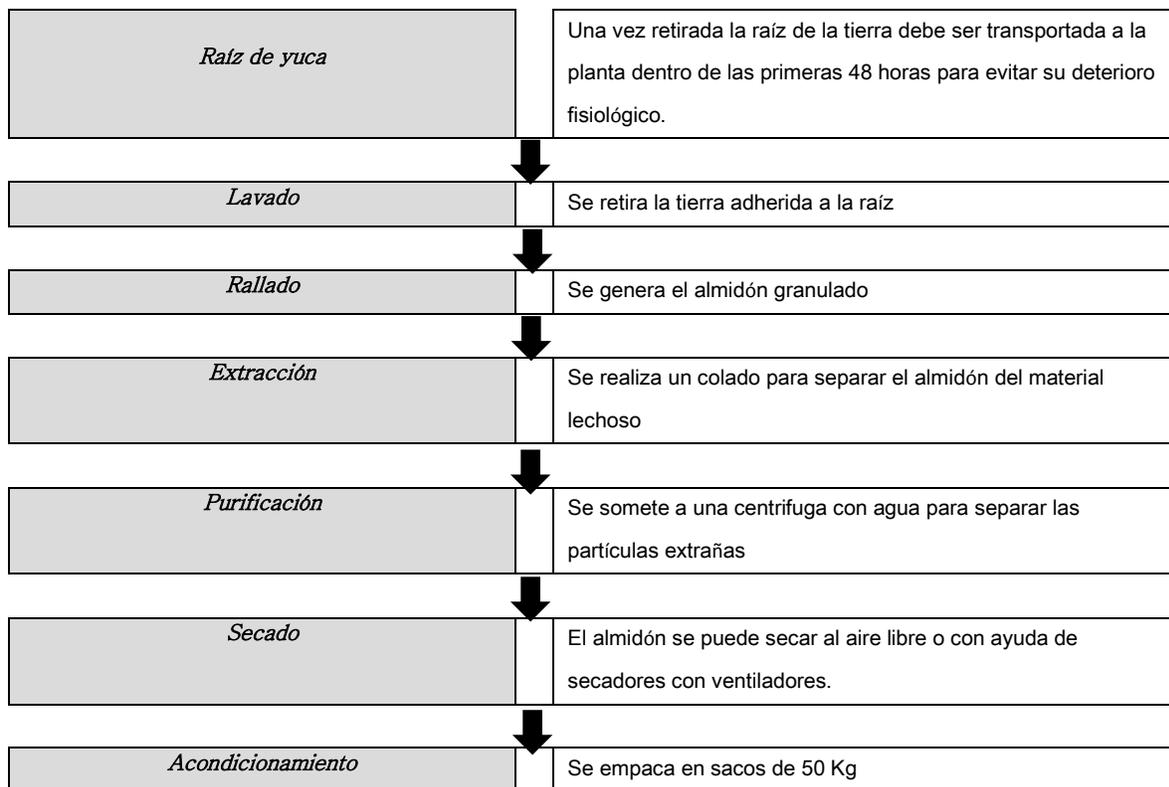


Fig. 1.10. Proceso para producir almidón de yuca

1.4 Vasos

1.4.1 Origen de los vasos desechables

En 1908 Hugh Moore inventó el Penny Water Vendor de Moore un aparato de porcelana para servir agua pura y fría, similar a los depósitos de uso en oficinas, el cual estaba diseñado con tres compartimentos, en la parte de arriba el de hielo, en medio el agua y abajo los vasos, a pesar de que se colocaron varios de estos contenedores en las paradas de los autobuses en Nueva York con una campaña antialcohólica el proyecto no tuvo éxito, por lo que en 1909 cambió la idea para fabricar los primeros vasos de papel con el apoyo del funcionario de sanidad pública, el doctor Samuel Crumbine que estaba en contra de la costumbre de esa época de beber de una fuente pública con un vaso metálico colgando de ella debido a que nunca era cambiado ni lavado.

1.4.2 Ciclo de vida de los vasos desechables

Las etapas del ciclo de vida de los vasos son:

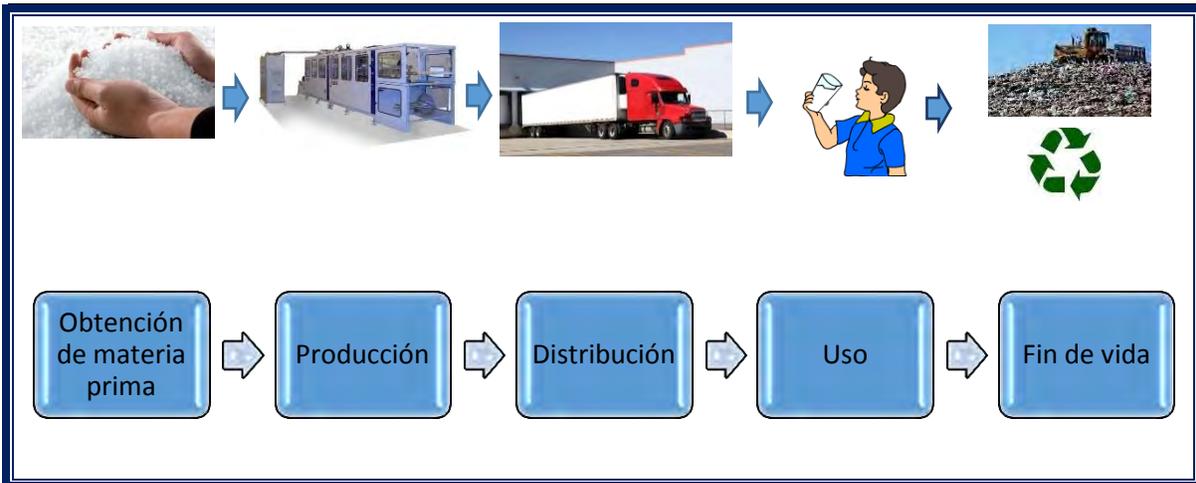


Fig. 1.11. Ciclo de vida de los vasos desechables (Análisis del ciclo de vida de vasos desechables en México, 2013).

- **Obtención de la materia prima:**

Se lleva a cabo con el suministro a la planta del polímero para producir los vasos, bolsas y cajas de cartón para empaque.

- **Producción de vasos:**

Se desarrolla con el uso de equipos de proceso los cuales consumen energía eléctrica y generación de residuos del polímero utilizado.

- **Distribución:**

Es el transporte de los vasos desde la planta de producción hacia los sitios de venta y hacia el consumidor.

- **Uso:**

El vaso es utilizado para consumir sustancias líquidas como agua, refrescos, leche, etc.

- **Fin de vida:**

Después de haber sido usado una vez los vasos son reciclados o terminan en un relleno sanitario.

[17]

1.4.3 Procesos de fabricación de vasos de plástico desechables

Los dos procesos de fabricación de vasos de plástico desechables existentes son por inyección y termoformado, por lo que hay una alta competitividad de equipos de proceso y precios.

Inyección de vasos de plástico:

Son moldeados a través de moldes de inyección.

Características de los vasos de plástico inyectados:

- El proceso de inyección de vasos se utiliza para una producción grande debido a que el costo del molde de inyección es elevado por lo que es necesaria la venta de muchas unidades.
- Es posible adaptarlos a las necesidades de los clientes ya que se puede emplear colores y acabados superficiales.
- Tienen una gran resistencia.
- Se pueden fabricar con diferentes tipos de material plástico.
- Los materiales plásticos empleados son el polipropileno, policarbonato, polietileno y poliestireno.

Termoformado de vasos de plástico:

Los vasos de plástico se transforman a partir de una lámina de plástico que es calentada y sometida a vacío para que se estire y se ajuste a las cavidades del molde, dicho estiramiento hace que las cadenas del polímero dejen su forma ordenada, una desventaja en la producción de este tipo de vasos es que un exceso de estiramiento puede llegar a romper el material.

Características de los vasos de plástico conformados:

- La regla del diseño es que la altura no debe ser mayor a tres veces el diámetro.
- Es el proceso de producción de vasos más empleado debido a su bajo costo.
- Los vasos son de un solo uso.

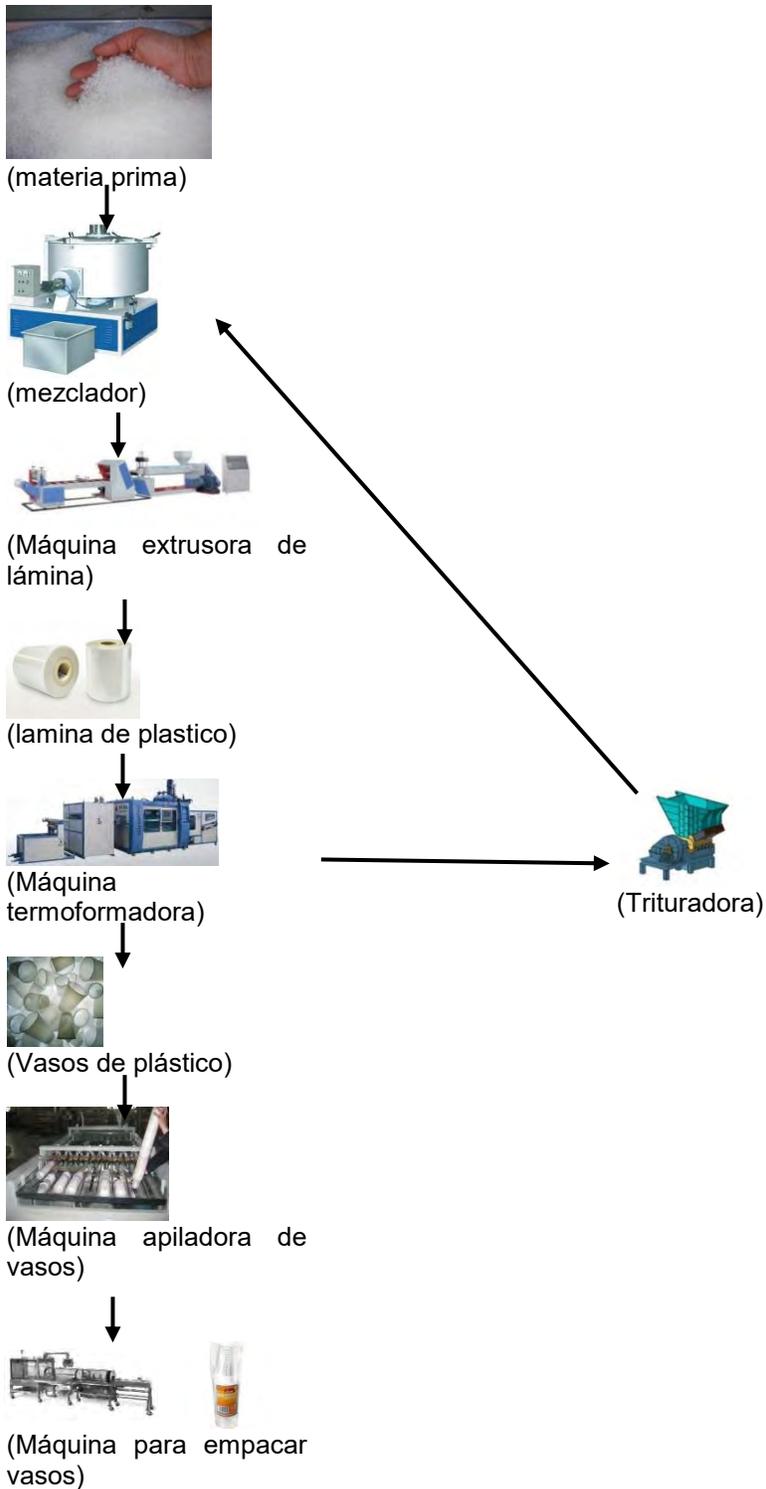


Fig. 1.12. Esquema general del proceso de fabricación de vasos desechables por termoformado

1.4.4 Clasificación de vasos desechables

Tabla 1.3. Clasificación de vasos desechables

Material	Imagen	Características	Tipo de uso
(PS) Poliestireno		Resistente, translucido o de colores.	Bebidas frías (Refresco, jugos, agua).
(PE) Polietileno		De color	Bebidas frías (Refresco, jugos, agua).
(PP) Polipropileno		Ligero, transparente, blanco o de colores.	Bebidas frías (Refresco, jugos, agua, alcohol).
(EPS) Poliestireno Expandido "unicel"		Térmico	Bebidas calientes (Café, atole) y bebidas frías (Agua).
(PET) Tereftalato de polietileno		Transparente, resistente	Bebidas frías (Refresco, jugos, agua, alcohol) como una alternativa para sustituir al vidrio.
Papel plastificado		Papel con una película interior de polietileno, solo se pueden usar una vez	Bebidas calientes (Café) y bebidas frías (Refresco, agua)
(PLA) Ácido Poliláctico		Se degrada en composta.	Bebidas frías (Refresco, jugos, agua, alcohol).

(Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable (CADIS), 2013).

1.4.5. Selección del material que funcionará como aditivo polimérico para reforzar las propiedades del plástico

Tabla 1.4. Características de los principales vasos desechables comerciales

Tipo de vaso	Resistencia al impacto	Bebidas Frías	Bebidas calientes	Apto para microondas	Transparente	Otras característica
Vasos de PET	*	*			*	Resistencia a fisuras, aislantes del frío.
Vasos de poliestireno (PS) termoformado		*	*		*	Rigidez, térmicos, tipo cristal, económicos.
Vasos de poliestireno (PS) inyectado		*	*		*	Rigidez, dureza, colores.
Vasos de Poliestireno expandido (EPS)	*	*	*			Rigidez, ligereza, térmicos.
Vasos de polipropileno (PP) termoformado	*	*	*	*	*	Flexibles, maleables, Económicos.
Vasos de polipropileno (PP) inyectado	*	*	*	*		Rígidos y duros.

Se ha seleccionado como material aditivo para aumentar la resistencia del almidón plastificado al polipropileno conformado por termoformado porque dicho método le da al termoplástico flexibilidad y maleabilidad a diferencia del método de inyección que da dureza, además este material puede usarse en su forma transparente o se le puede agregar color, su uso es principalmente para bebidas frías pero también se puede usar para bebidas calientes. Los vasos de polipropileno tienen como símbolo un cinco dentro de un triángulo y abajo las letras PP.

Características:

Fácil de moldear, fácil de colorear, bajo costo, inodoro, no tóxico, resistente a la flexión y al impacto, esterilizable, reciclable, aumenta su resistencia mezclado con elastómeros y menos resistente a la oxidación que el polietileno por lo que se degrada en menor tiempo.

Capítulo 2



Estudio de Mercado

Capítulo 2. Estudio de Mercado

2.1 Plástico

2.1.1 Producción internacional de plástico

2.1.1.1 Producción

La producción de plástico ha mantenido un crecimiento desde 1950. En dicho año se registró una producción de 1.7 millones de toneladas; luego tuvo un incremento de 13.6% promedio anual durante 26 años.

A partir de 1976, el crecimiento ha sido más moderado, pero aún muestra tasas interanuales relativamente altas.

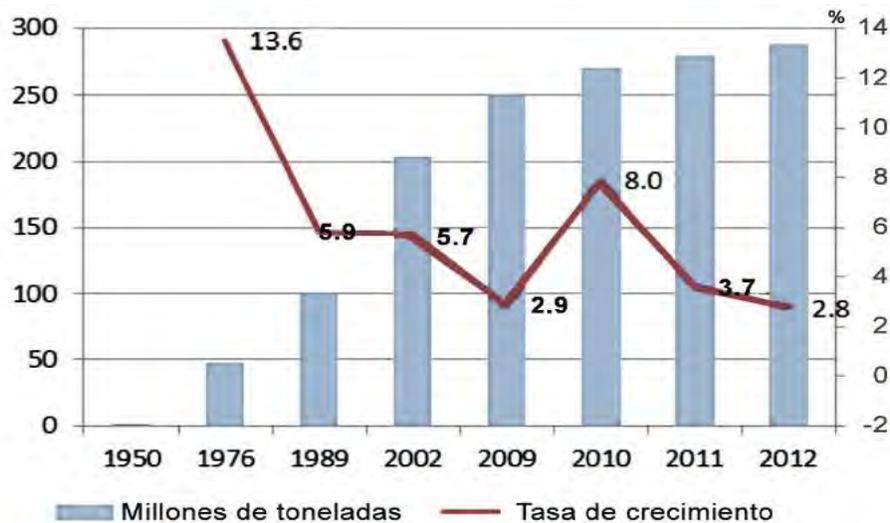


Fig. 2.0. Producción mundial de plástico de 1950 a 2012 (millones de toneladas y tasas de crecimiento) (Góngora, P., 2014).

En el 2012 la producción alcanzó 288 millones de toneladas, aunque representó una de las tasas de crecimiento más bajas (2.86%). La producción de plástico en el año 2016 alcanzó los 299 millones de toneladas, con un crecimiento de 3.9%.

2.1.1.2 Países productores

Actualmente la producción de plásticos en el mundo está distribuida de acuerdo a la siguiente gráfica donde se observa que los mayores productores son China, Europa y América del Norte.

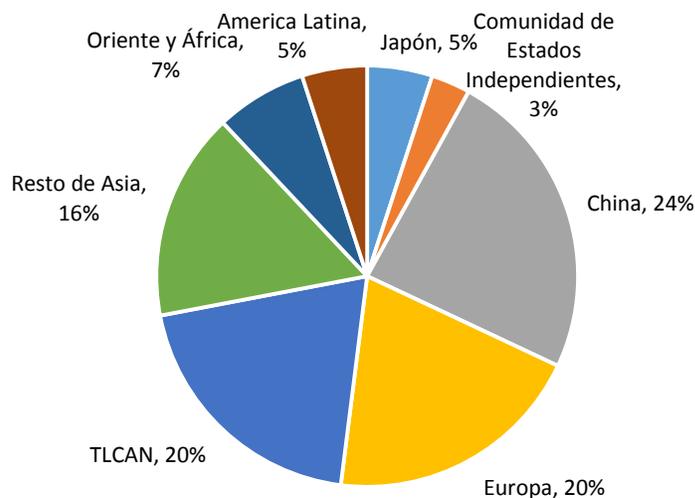


Fig. 2.1. Países productores de plástico (porcentajes) (Góngora, P., 2014).

2.1.1.3 Tipo de plástico producido

Los polímeros que representan alrededor de 80% de la producción total de plástico en el mundo son: el polietileno con un 36%, el polipropileno 19%, el policloruro de vinilo 11%, poliestireno 7% y poliuretano 7%, mientras que el 20% restante se distribuye entre otros.

2.1.1.4 Uso mundial del plástico

En cuanto a los usos del plástico, el destino más común es en empaques y almacenamiento que representa casi el 39.4% del total, después se encuentra el uso para la industria de la construcción con 20.3%, en el tercer lugar de la lista se ubica el sector automotriz con un 8.2%, le siguen los electrónicos con un 5.5%, la agricultura con un 4.2% y el 22.4% restante se distribuye en artículos para el hogar.

2.1.2 Producción de plástico en México

2.1.2.1 Producción

La industria del plástico en México, es de gran importancia por ser proveedor de la industria automotriz, sin embargo ha mantenido un ritmo de crecimiento relativamente bajo al aumentar su valor un 20.4% entre 2003 y 2013, al pasar de 2,202.2 millones de dólares a 26,250.8 millones de dólares. Para el 2015 alcanzó los 33,000 millones de dólares, lo equivalente a 15,752,700 toneladas métricas de plástico producido de petróleo.

Del consumo total de plástico México importa el 55.2% que corresponde a 2.92 millones de toneladas y exporta el 33.6% de la producción nacional que corresponde a 1.2 millones de toneladas.

2.1.2.2 Estados productores

Los estados que reciben mayor inversión para la industria del plástico son: la Ciudad de México 27%, Estado de México 21%, Jalisco 13%, Nuevo León 9%, Guanajuato 7%, Baja California 4%, Puebla 3%, Querétaro 3%, mientras que el 13% restante está distribuido entre Coahuila, Chihuahua, Morelos y San Luis Potosí.

2.1.2.3 Tipo de plástico producido

México cuenta con 2700 empresas que producen un total de 15, 752,700 toneladas al año distribuidas en las cantidades que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.0. Producción Nacional de diferentes tipos de plásticos

Plástico	Producción (Ton/año)
Polipropileno PP	3306000
Polietileno de alta densidad PEAD	2508000
Polietileno de baja densidad PEBD	1635000
Polietileno lineal de baja densidad PEBDL	1365000
Polietileno tereftalato PET	1665000
Policloruro de vinilo PVC	1326600
Poliestireno PS	1068000
Poliestirejno COP	708000
Resinas de poliéster UP	354000
Poliuretano PUR	773100
Técnicos	1044000
Total	15752700

(Elaboración propia, noviembre 2016).

2.1.2.4 Usos del plástico en México

Los usos y aplicaciones que se le da al plástico en México está distribuido en un 50% en envases, 16% en artículos desechables, 16% en construcción, 7% en la industria automotriz, 6% en electrónica, 4% agrícola, y 1% en otros artículos para el hogar.

2.2 Bioplástico

2.2.1 Producción internacional de bioplástico

2.2.1.1 Producción mundial

La European Bioplastics, una asociación de la industria del bioplástico, reporto un importante crecimiento en la producción mundial de bioplástico en los últimos años, pasando de 250,000 toneladas métricas en el 2006 a 1.2 millones de toneladas métricas en el 2011. Y para el 2016 aumentó a 5.8 millones de toneladas métricas de las cuales 5 Millones corresponden a bioplásticos no biodegradables y 800,000 a bioplásticos biodegradables.

En el 2011 los bioplásticos no biodegradables representaron el 58% de la capacidad de producción, en donde el PET biológico representaba casi el 39% de esa capacidad. Mientras que la producción de bioplásticos biodegradable representó el 42% de la capacidad de producción, con el 16.1% de esa capacidad de PLA de base biológica.

Para 2016, los bioplásticos no biodegradables representaron el 86.6% de la capacidad de producción, con el 80% de ese total de PET biológico que corresponde a 4.6 millones de

toneladas métricas. Por otra parte los bioplásticos biodegradables representaron el 13.4% de la capacidad de producción bioplástica, con el 5.1% de esa capacidad de PLA de base biológica.

Se espera para un futuro que el crecimiento esté en la producción de bioplásticos no biodegradables, especialmente el polietileno (PE) y el tereftalato de polietileno (PET).

2.2.1.2 Países productores

En el 2011 Asia tenía la capacidad de producción de bioplástico más grande con un 34.6 % del total seguido de América del Sur con 32.8%, Europa 18.5%, América del Norte 13.7% y Australia 0.4%. Para el 2016 Asia y América del Sur siguen representando la mayor capacidad de producción mundial de bioplásticos con 46.3% y 45.1% respectivamente, mientras que en menores porcentajes estuvieron Europa con 4.9%, América del Norte 3.5% y Australia 0.2%.

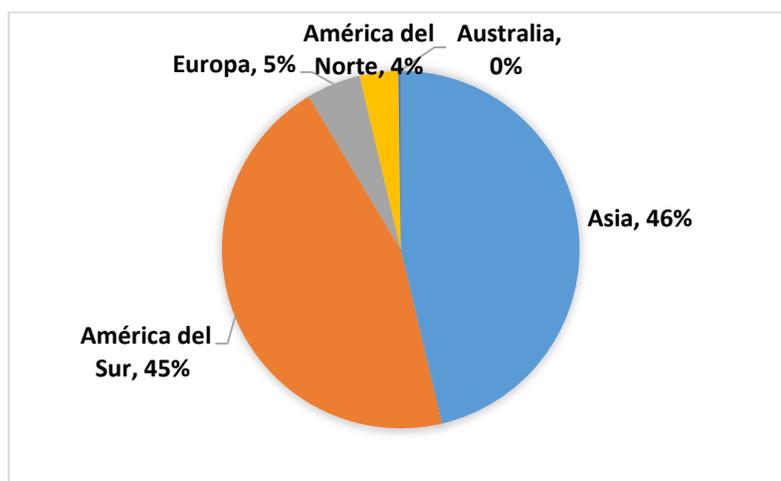


Fig. 2.2. Distribución de la producción mundial de bioplástico en 2016 (porcentaje) (Voegelé, E., 2012).

2.2.1.3 Uso mundial del bioplástico

De acuerdo con la Asociación Nacional de la Industria del Plástico (ANIPAC) el 65% de los bioplásticos se utilizan en envases, empaques para alimentos y productos de vida corta. Aunque en algunos países están aumentando su uso en medicina, agricultura, fabricación de juguetes, electrónicos, herramientas y autopartes.

2.2.2 Producción Nacional de bioplástico

2.2.2.1 Producción en México

Actualmente el mercado mexicano se compone en un 90% por PLA (ácido poliláctico), este material es importado de los E.E.U.U. y el resto es a base de maíz, aguacate, trigo y caña.

En el 2016 México produjo 1,200 toneladas métricas de bioplásticos. Los principales productos hechos con bioplástico son bolsas 3%, tarjetas 2%, empaquetado de cosméticos 3%, textiles 2% y empaquetado de alimentos 90%.

2.3 Vasos desechables

2.3.1 Producción internacional de vasos

2.3.1.1 Producción de vasos

En promedio cada empresa produce entre los 200 y 500 millones de piezas y obtiene una remuneración total anual de entre 50 y 100 Millones de dólares.

2.3.1.2. Empresas productoras

Tabla 2.1. Principales empresas internacionales productoras de vasos desechables

Empresa	Logo	Descripción	País
Huhtamaki Group		Fundada en 1920. Fabricante número uno en Estados Unidos. Productos: Vasos de papel y plástico, platos, cubiertos y envases de comida para llevar. 	Sede Finlandia, con 73 unidades de fabricación y 23 oficinas de ventas en 34 países, opera en Europa, Asia y Oceanía
Georgia-Pacific		Ubicada en 30 estados. Es el 2o fabricante líder en el mundo de los productos de papel, envases y de construcción. Marcas para el hogar, tales como Brawny® toallas de papel, papel higiénico acolchonado Northern® y vasos desechables Dixie®.	Estados Unidos
Carvajal empaques y Convermex		Es el tercer productor mundial y el primer productor en el mercado mexicano de vasos térmicos de poliestireno expandido (EPS).	5 plantas de producción y 19 centros de distribución en el territorio mexicano y 4 plantas en Colombia, 2 en Perú, 1 en El Salvador y 1 en Chile
Green Packaging CO. LTD		Proveedor de: vasos de plástico desechables, vasos de papel, Vajillas de plástico y cajas de papel.	China y otras dos plantas en Estados Unidos

Dongyang City Plastics CO., LTD		Exporta del 60 al 70 % de su producción a: Europa, Asia, América y Europa y Oceanía. Proveedor de: vasos de plástico desechables y envases.	China
Kinly Container CO. LTD		Exporta a: Europa, Asia, América y Europa.  Proveedor de: vasos de plástico desechables y artículos de uso para el hogar.	China
Kart paper and plastic		Proveedor de: vasos de plástico desechables, tapas, guantes desechables, papel, vajillas, artículos de uso para el hogar y cajas para pizza.	Estados Unidos
Dart		 Proveedor de: vasos, Contenedores, Platos y desechables de cocina.	23 plantas en Estados Unidos, 2 en Canadá, 3 en México, 2 en Inglaterra, 1 en Argentina y 1 en Brasil.
Darnel		Distribuye sus productos a cualquier lugar del mundo.  Artículos de cocina desechables.	Estados Unidos, España, Turquía, Israel, Uruguay, Brasil y Colombia
Comercial Laudi CB.		Comercializa en Europa. Fabricante de vasos y cubiertos desechables.	España
Gold Plast SPA		Fabricación de artículos de plástico para alimentos: platos, cubiertos, vasos, bandejas y recipientes desechables.	Italia

Regalzone		Proveedor de: vasos de plástico desechables, envases de vidrio y gafas de plástico.	Reino Unido
Golf Plast		Proveedor de: vasos de plástico desechables, vajillas, artículos de uso para el hogar y placas de polipropileno extruidas.	Turquía
Sanimaks Hijyen Urunleri Dis TIC. LTD. STI.		Proveedor de: vasos de plástico desechables, Vajillas y artículos de uso para el hogar de papel y plástico.	Turquía
Yomser Packaging		Proveedor de: vasos de plástico desechables y artículos desechables en plástico para el hogar.	Turquía
Pardus Pack		Proveedor de: vasos de plástico desechables y vasos de papel.	Turquía
Hanh Packaging Co., LTD		Proveedor de: vasos de plástico desechables, bolsas de papel, bolsas de polipropileno, cajas de cartón y embalaje alimentario.	Vietnam
Zy Pack Company		Proveedor de: vasos de plástico desechables y bolsas de papel.	Túnez

(Elaboración propia, Mayo 2016).

2.3.2 Producción Nacional de vasos

2.3.2.1 Producción de vasos

De acuerdo a datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en su Banco de Información Económica (INEGI, 2016) se reporta la siguiente producción y venta Nacional de vasos desechables del 2007 a mayo del 2016. Donde se puede observar que la producción es menor a las ventas por lo que México tiene que importar vasos desechables para abastecer la demanda nacional.

Cuadro 2.0. Producción y Consumo Nacional de vasos desechables (INEGI, mayo 2016).

Año	Producción		Consumo	
	Piezas	Dólares corrientes	Piezas	Dólares corrientes
2007	7,020,646,000	53,389,068.63	6,788,911,000	52,283,333.33
2008	6,340,943,000	63,669,705.88	6,112,683,000	61,735,980.39
2009	6,537,580,000	56,600,343.14	8,355,903,000	64,845,784.31
2010	5,880,944,000	67,110,882.35	5,850,802,000	65,619,215.69
2011	5,213,112,000	77,068,186.27	4,695,834,000	67,031,519.61
2012	6,780,580,000	86,291,470.59	7,284,224,000	89,599,460.78
2013	7,133,372,000	85,433,627.45	9,277,188,000	102,035,294.10
2014	8,590,213,000	111,101,127.50	10,388,879,000	123,714,803.90
2015	9,974,958,000	131,289,460.80	9,697,951,000	127,216,078.40
Mayo de 2016	4,045,691,000	57,789,215.69	4,150,554,000	59,976,372.55

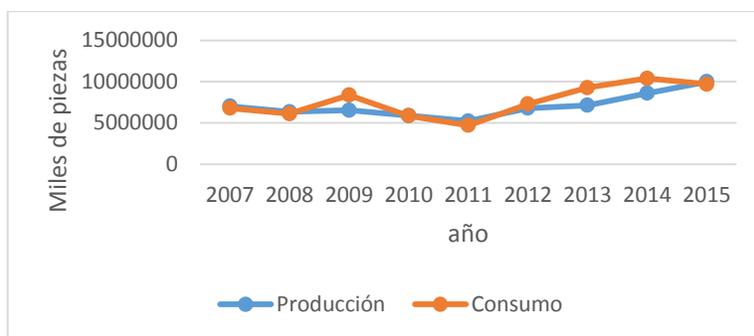


Fig. 2.3. Producción y Consumo Nacional de vasos desechables Informática (INEGI, mayo 2016).

2.3.2.2 Estados productores

Cuadro 2.1. Principales estados en que se producen y Venden vasos desechables (INEG, 2015).

Estado	Valor de Producción (Dólares)	Valor de Ventas (Dólares)
Nuevo León	19,866,000.90	18,209,583.10
Estado de México	53,741,816.80	53,477,972.20
Distrito Federal	12,047.31	12,783.74
Puebla	11,084,409.00	10,137,543.60
Yucatán	3,265.63	3,690.10
Guadalajara	16,120,441.20	15,553,189.00
Chihuahua	1,854,857.99	1,796,491.57
Guanajuato	22,507,220.50	22,153,907.20
Sonora	6,095,817.29	5,867,357.62
Baja California	3,584.30	3,560.26
Total	131,289,460.80	127,216,078.00



Fig. 2.4. Estados en que se producen y venden vasos desechables (INEGI, mayo 2016).

El estado de México se encuentra en el centro de la República Mexicana, tiene una superficie de 22,499.95 Km² y tiene 13, 083,359 habitantes (censo 2013) lo que indica que es la localidad más poblada del País, lo cual lo hace el principal punto de ventas, además de Nuevo León, Guanajuato y Guadalajara.

2.3.2.3 Empresas productoras

Tabla 2.2. Principales Plantas productoras de vasos desechables en México

Nombre de la empresa	Marcas de vasos	Imagen	Plantas y sucursales en México	Plantas en el extranjero
Carvajal empaques S.A. DE C.V.	BOSCO CONVERMEX GRAPHICUP BOSSCUP CONVERMEX (USA)		5 Plantas (Monterrey Nuevo León, Tultitlan Estado de México, Iztapalapa Ciudad de México, Puebla y Yucatán). Centros de Distribución (Tijuana, Ciudad Juárez, Chihuahua, San Antonio Texas, Guadalajara, Tamaulipas, Guerrero, Tabasco, Chiapas y Quintana Roo).	Estados Unidos, Colombia, Ecuador, Venezuela, Perú, Chile, Brasil y el Caribe.
Pactiv Corporation.	PACTIV JAGUAR		3 Plantas (Guadalajara, Monterrey y Chihuahua) Centros de Distribución (Estado de México, Monterrey, Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Baja California, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo y San Luis Potosí).	59 en Estados Unidos, 2 en China, 7 en Canadá, 1 en Alemania, 1 en España y 1 en Inglaterra.
Primo Cuevas S.A. DE C.V.	PRIMO ENVASES CUEVAS		1 Planta (Ecatepec Estado de México) y Distribuidores (Baja California, Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Guadalajara, Morelos, Puebla, Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Chiapas, Tabasco y Yucatán).	
Reyma S.A de C.V.	REYMA		5 Pantas (León Guanajuato, San Francisco del Rincón Guanajuato, Apodaca Monterrey, Estado de México y Nogales Sonora).	Distribuidores (Estados Unidos, Centro América y el Caribe).
Dart de México, S. de R.L de C.V.	DART SOLO CUP CONEX		3 Plantas (Atlacomulco y Cuautitlán Estado de México y Tijuana Baja California).	2 Inglaterra, 2 Canadá 1 Argentina y 1 Brasil, 23 Estados Unidos, Australia.

Megacup S. A de C.V.	MEGACUP		1 Planta (Iztapalapa Ciudad de México) Sucursales (Iztapalapa Ciudad de México, Guanajuato y Aguascalientes).	
Vasoking de México S. DE R.L DE C.V.	VASOKING		1 Planta (Tijuana Baja California), Sucursales (Sonora, Baja California y Baja california Sur).	

(Elaboración propia noviembre 2016).

2.3.2.4 Exportación

En México una parte de la producción de vasos desechables es para consumo nacional y otra parte es dedicada a la exportación hacia países como Estados Unidos y el Caribe principalmente, además de Nueva Zelanda, Países Bajos, Panamá y Nueva Guinea; en la tabla 2.2 se reporta lo generado del 2013 al 2015 por las exportaciones, donde se puede observar un ascenso a través del tiempo.

Cuadro 2.2. Exportación de vasos desechables (INEGI, noviembre 2016).

Año	Dólares
2013	24,600,000
2014	26,300,000
2015	34,300,000

2.3.2.5 Importación

Los datos de importación de los vasos desechables a México se reportan en la siguiente tabla en dólares del 2013 al 2015, donde se aprecia que el valor va en aumento.

Cuadro 2.3. Importaciones de vasos desechables (INEGI, noviembre 2016).

Año	Dólares
2013	64,300,000
2014	74,200,000
2015	83,186,035

México importa los vasos desechables principalmente de China, Estados Unidos, Taiwán, Corea del Sur y Guatemala, como se reporta en la siguiente tabla con datos del año 2015.

Cuadro 2.4. Importación Nacional de vasos desechables (INEGI, noviembre2016).

País	Valor en Dólares
China	44,995,722.94
Estados Unidos	34,258,962.45
Taiwán	2,622,650.05
Guatemala	696,266.32
Corea del Sur	612,432.75
TOTAL	83,186,035.00

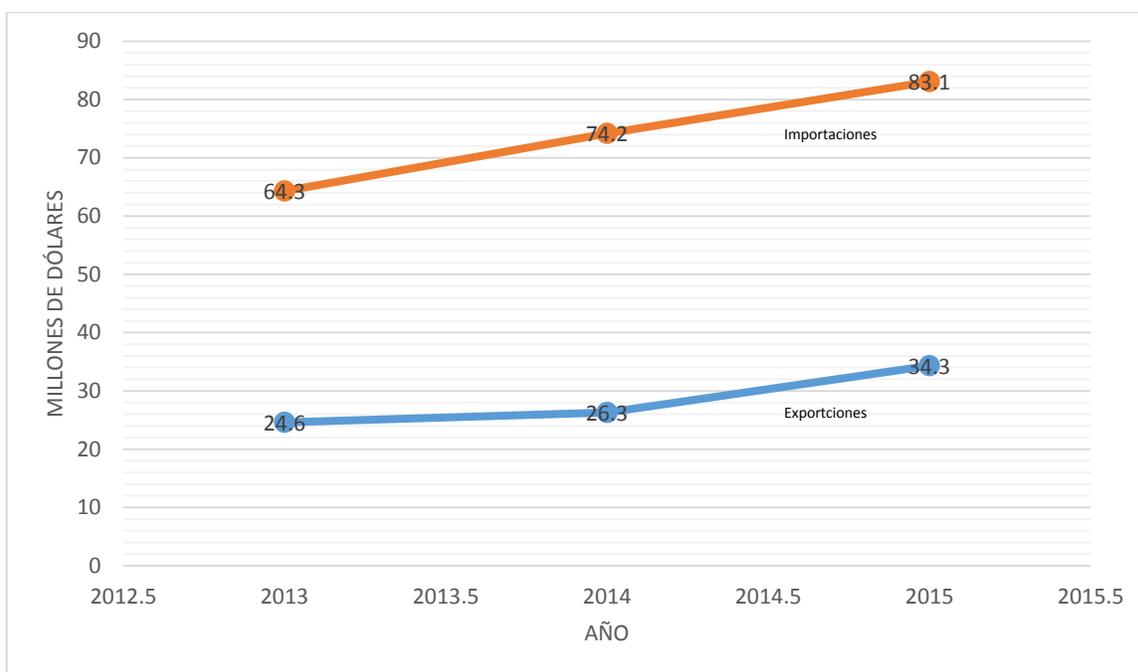


Fig. 2.5. Exportaciones e Importaciones de vasos desechables (INEGI, noviembre 2016).

Como se puede ver México mantiene un crecimiento en la producción de vasos desechables debido al aumento en las exportaciones pero podría ser mayor si se reducen las importaciones.

2.4 Vasos desechables biodegradables

2.4.1 Producción en Nacional

Las empresas productoras de vasos desechables biodegradables alcanzan entre los 100 y 200 millones de piezas anuales.

2.4.1.1 Empresas productoras

Tabla 2.3. Principales empresas productoras de vasos desechables biodegradables

Empresa	Logo	Productos	Características	Ubicación
Entelequia		Platos, charolas, vasos, tapas, cucharas y bolsas desechables.	PLA y papel.	Metepec, Edo. México
Biofase		Resinas biodegradables para fabricar una enorme variedad de artículos, como empaques, botellas, bolsas, cubiertos, vasos, etc.	Transforma la semilla de aguacate en resinas de bioplástico, que reemplazan al plástico convencional como polipropileno y polietileno.	Nuevo León y Michoacán.
Packgreen		Vasos, contenedores, cubiertos, platos, cajas, servilletas.	PLA, Semilla de aguacate, bagazo de caña, bagazo de trigo, papel.	Zapopan Jalisco.
Ecoshell		Empaques, bolsas, vasos, platos y cubiertos desechables.	Biomasa generada de plantas que logran biodegradarse de 90 a 240 días.	Ciudad de México.
Biodepack		Contenedores, vasos, platos y cubiertos	PLA (ácido poliláctico), paja de trigo y fécula de maíz	Ciudad de México.
Renovapack		Contenedores, platos, vasos y cubiertos.	Fibras naturales o polímeros de maíz como son la caña de azúcar, el trigo y el PLA.	Monterrey.

(Elaboración propia, noviembre 2017).

2.5 Yuca

2.5.1 Producción Internacional de yuca

2.5.1.1 Producción

La producción mundial de la raíz de yuca corresponde a 200 millones de toneladas y actualmente se distribuye en África el 54%, en Asia el 28% y en América Latina el 18 %. Los mayores productores del mundo son Nigeria, Tailandia, Indonesia y Brasil con el 70% de la producción. A pesar de que África produce más de 100 millones de toneladas no la industrializa, pues la utiliza como fuente de alimento.

En total son 61 países con áreas de alta productividad para la adquisición de Manihot esculenta crants, entre ellos se encuentran El Salvador, Honduras, Nicaragua, Brasil, Bolivia, Paraguay, Venezuela, Colombia, Guyana, Ecuador, Republica Dominicana y Haití. Además de China, Filipinas, Tailandia y Vietnam y algunos países del continente Africano.

La distribución internacional del uso de la yuca es 59% en alimentos, 28% para usos industriales y 13% perdidas poscosecha; mientras que América Latina destina 40 millones de toneladas anuales que equivalen al 70% de su producción a alimentos tradicionales y para la industria del almidón solo aporta el 4%.

2.5.1.2 Exportación Internacional de yuca

Al año se comercializan entre las 10 y 19 millones de toneladas de raíces de yuca, de las cuales el 94% son exportadas por Asia y el resto por América y Europa. El principal país exportador es Tailandia con un 87.5%, seguido de otros países como: Brasil 3.5%, Indonesia 3.3%, Vietnam 2.6% y Otros pequeños exportadores (42 países entre ellos China, Ghana, Madagascar, Nigeria, Tanzania, etc.) 3.1%.

2.5.1.3 Importación internacional de yuca

Los principales importadores de yuca son Europa con un 55% y Asia 43%. Los países importadores son China 34.9 % que corresponde a y 68,400 toneladas, Países Bajos 24.2%, España 16.4%, Bélgica 11.8%, Corea del Sur 8.5% y Portugal 4.2%

2.5.2 Producción de yuca en México

En México 4 millones de hectáreas son destinadas para sembrar yuca, el principal estado dedicado a esta actividad es Tabasco, seguido de Chiapas, Campeche, Yucatán, Oaxaca, Michoacán y Jalisco, para consumo como alimento de los campesinos. Las variedades más comunes de yuca en estas regiones son Valencia, Itu y Crema, que se diferencian por el tono blanco, beige y amarillento pero tienen la similitud de que la planta tiene una altura de 2 m, sus hojas son verde claro; el tallo presenta en el exterior un color verde grisáceo, miden de entre 0.90 y 1.20 m y su sabor es amargo.

México produce alrededor de 24,000 toneladas al año, e importa 37,000 toneladas, la exportación es muy escasa debido a que la producción es consumida en los estados en que se produce. La siguiente gráfica proporciona datos estadísticos de la producción nacional de yuca del 2003 al 2013.

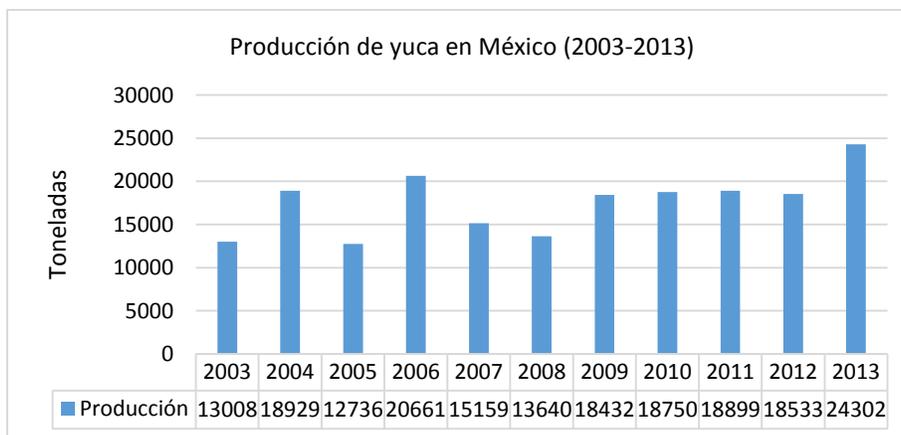


Fig. 2.6. Producción de yuca (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera Promotores SIAP, 2015).

2.6 Almidón

2.6.1 Producción de almidón

En el contexto internacional se extraen 60 millones de toneladas de almidón al año, un 10% de ese almidón proviene de raíces de yuca.

En México la producción de almidón proviene de dos fuentes: el maíz y la yuca. Se producen 49,320 toneladas de almidón al año de las cuales 0.70% son de yuca y 99.30% toneladas son de maíz.

Los estados productores de almidón de maíz son: la Ciudad de México con el 56.6% que corresponde a 27,730 toneladas, Jalisco el 29.5% que equivale a 14,455 toneladas, Puebla el 7.8% es de 3,835 toneladas y Nuevo León con 6.0% o sea 2,950 toneladas. La mayor parte de dicha producción es consumida por la industria textil que consume cantidades importantes de almidón en la Ciudad de México, Estado de México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Veracruz, Jalisco y Monterrey.

Para cubrir el consumo nacional de almidón se importa entre una a dos toneladas anuales de Alemania, Países Bajos, Portugal y Estados Unidos.

2.6.2 Producción de almidón de yuca

Las fábricas modernas de almidón de yuca se encuentran en Brasil, Colombia y Venezuela.

En México se produce principalmente en el Estado de Yucatán. Por sus propiedades de viscosidad y solubilidad se utiliza en pegamentos, principalmente en el Estado de México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Veracruz, Jalisco y Monterrey.

Capítulo 3



El proceso

Capítulo 3. El proceso

3.1 Criterios de selección del proceso

Se ha seleccionado el proceso de fabricación de vasos desechables a partir de almidón de yuca.

Ventajas del almidón de la yuca

- Los principales países productores de yuca están cambiando su uso de alimento básico a materia prima para la industria.
- Es posible cultivar la yuca en suelo de poca fertilidad, con un alto rendimiento por hectárea.
- En América Latina y el Caribe están modernizando la producción.
- El precio del almidón es más bajo que el obtenido de la papa y maíz, corresponde a 225 USD/Tonelada.
- La raíz contiene más almidón que los otros alimentos.
- El proceso de obtención del almidón es más sencillo que el de las otras fuentes.

Desventajas del almidón de yuca

- Los campesinos prefieren venderla como alimento cuando hay escasez.
- No se ha invertido en investigación para mejorar el rendimiento.
- No hay inversión en tecnología.
- No existe mano de obra capacitada.
- Falta de electricidad.

Haciendo una comparación entre de las ventajas y las desventajas de trabajar con yuca como materia prima, se puede deducir que el bajo desarrollo del procesado de esta raíz se debe a que hay poca inversión por parte de las industrias que se han enfocado en el maíz. Sin embargo se sabe que la yuca es mejor proveedor de almidón.

El proceso para fabricar las 241, 920, 000 piezas anuales considerando un factor de servicio de 0.95 implica un requerimiento de 691, 200 piezas al día por lo que a la hora se deben producir 28,000 piezas, dicho proceso consiste en las siguientes tres etapas: la primera es la obtención del almidón a partir de la yuca, la segunda es la obtención del material plástico y la tercera es la obtención de los vasos desechables.

3.2 Primera sección del proceso

3.2.1 Descripción del proceso de obtención del almidón a partir de la yuca

Para abastecer el requerimiento de producción de la planta en la primera sección del proceso se tienen que adquirir 1,000 kg de raíz de yuca al día.

La raíz de yuca trasladada de los sembradíos a la planta ingresa por la corriente 1 a el tanque de lavado (TI-101) en el que se pone en contacto con 500 litros de agua de la corriente 8 para ser lavada y limpiada retirando la tierra y las partes que no sirven, se retira el agua por la corriente 9 y posteriormente la raíz de yuca ingresa a la trituradora (tr-103) por la corriente 2, obteniendo una mezcla lechosa por la corriente 3 que debe pasar a la extractora cónica rotativa (Et-101) en la que se pone en contacto con 323 litros de agua de la corriente 10 para purificar el producto que es obtenido en la corriente 4 de la fibra de desecho del almidón que es expulsada por la corriente 11, el producto purificado es incorporado al separador de filtros de vacío (sp-101) encargado de separar al almidón del agua que es expulsada por la corriente 12, mientras que el almidón

deshidratado se incorpora por la corriente 5 al secador (Sc-101) el cual tiene la función de evaporar la humedad del almidón haciendo pasar aire por los platos del quipo donde son distribuidos los gránulos, finalmente los 720 Kg de almidón obtenidos se depositan en el silo (SI-101) para que su temperatura se iguale a la del ambiente antes de ser almacenados en sacos de 50 Kg o de lo contrario puede gelificar.

El agua de residuo que sale del tanque de lavado (TI-101) por la corriente 9 es utilizada para regar las áreas verdes, la fibra de residuo de la extractora cónica rotatoria (Et-101) de la corriente 11 es utilizada como composta y el agua expulsada del separador de filtros de vacío (Sp-101) es utilizada en el tanque de lavado (TI-101).

3.2.2 Diagrama de Flujo de Proceso de la obtención del almidón a partir de la yuca

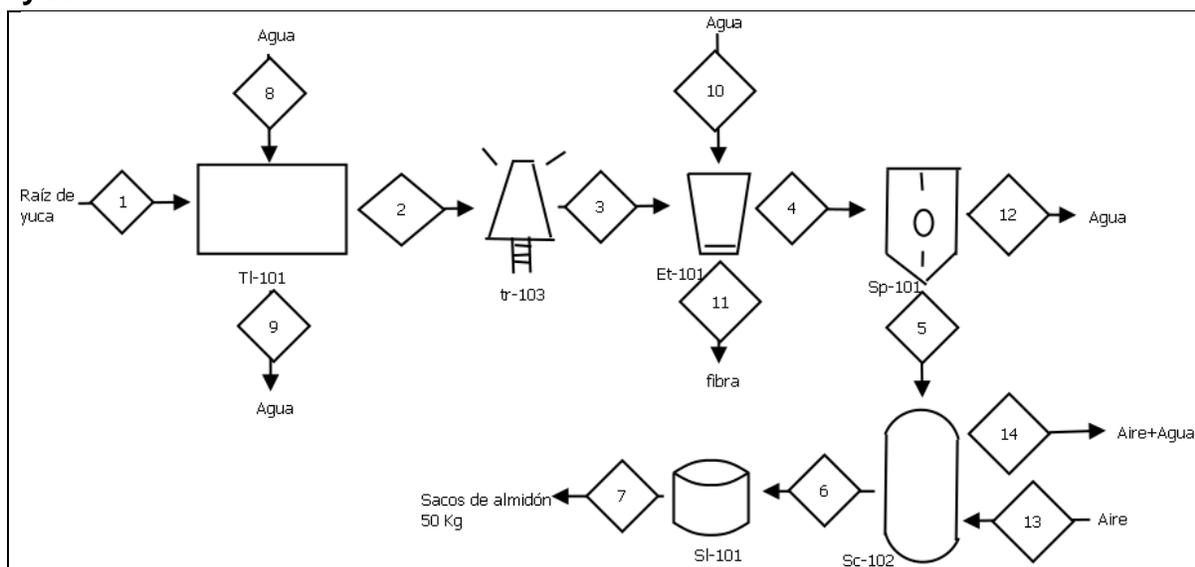


Tabla 3.0. Lista de equipos de proceso

Clave	Equipo	Descripción
TI-101	Tanque de lavado	Tanque de cemento con capacidad para 500 Litros de agua, dimensiones: 1000x1000x1000 mm.
Tr-103	Trituradora	Se utiliza para triturar la raíz una vez que ha sido lavada, su capacidad es de 500 a 1000 Kg.
Et-101	Extractora cónica rotatoria	Se utiliza para retirar la fibra del almidón
Sp-101	Separador de filtros de vacío	Tiene la función de separar el almidón del agua.
Sc-102	Secador	Evapora la humedad de las partículas del almidón. Opera con aire a contra corriente.
SI-101	Silo	Con capacidad para 1000 Kg de almidón, tiene la función de almacenar el producto mientras se enfría.

3.2.3 Balance de Materia de la obtención del almidón a partir de la yuca

Corriente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Temperatura (°C)	25	25	25	25	25	58	25	25	25	25	25	25	80	40
Presión (atm)	1	1	1	1	3.7	2.5	1	1	1	1	1	1	3	1.5
yuca (Kg/día)	1000	970	970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agua (Kg/día)	0	0	0	323	17	0	0	300	300	323	0	323	0	17
Fibra (Kg/día)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	0	0	0
Lechada de yuca (Kg/día)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	233	0	0
Almidón (Kg/día)	0	0	0	873	720	720	720	0	0	0	0	0	0	0
Aire (Kg/día)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2520	2520
Flujo másico (Kg/día)	1000	970	970	1296	737	720	720	300	300	323	97	556	2520	2537

3.2.4 Descripción del equipo para la producción de almidón a partir de yuca Tanque de lavado (TI-101)

Características	
Costo	52.36 USD
Dimensiones	1000x1000x500 mm
Material	Cemento
Capacidad	500 Litros

Se utiliza para lavar y limpiar la raíz recién cortada de la planta.

Trituradora (Tr-103)



Características	
Precio	USD 2,500
Energía consumida	17 KW
Rendimiento	500-1000 Kg
Dimensiones	1,250 × 1,600 × 1,900 mm
Peso	1100 Kg

Se utiliza para triturar la raíz de yuca.

Extractora cónica rotativa (Et-101)



Características	
Precio	USD 3,500
Rendimiento	1 Tonelada
Velocidad de rotación	400 revoluciones/min
Potencia	4Kw
Peso	240 Kg
Diámetro	1300 mm
Altura	450 mm

Se utiliza para retirar la fibra de almidón.

Separador de filtros de vacío (Sp-101)



Características	
Precio	USD 3,230
Potencia	7.8Kw
Material	Acero inoxidable
Dimensiones	L= 2800, A=900, H=1300 mm
Peso	1.35 Tonelada

Tiene la función de separar el agua del almidón.

Secador (Sc-102)



Características	
Precio	USD 4,000
Capacidad	250-1600 litros
Presión	130.53 – 261.08 psi
Energía	18 Kw
Temperatura a la que opera	Hasta 120 °C
Temperatura de salida del solido	58°C
Peso	260 Kg
Diámetro	550 mm
Altura	1200 mm

Evapora la humedad de las partículas del almidón

Silo (SI-101)



Características	
Precio	USD 785.34
Diámetro	1500 mm
Altura	2400 mm
Capacidad	1000 Kg
Peso	95.7 Kg

Tiene la función de almacenar al almidón mientras este se enfría.

Bomba (Bm-102)

Bomba de agua que alimenta al tanque de lavado TI-101

Precio USD 180.62

Presión máxima 87 PSI

Temperatura máxima del líquido 40°C

Potencia 1/2Hp

Energía 372.85 Watt

Tensión 120 V

Frecuencia 60 Hz

Diámetro entrada-salida 1/2"

Ciclo de trabajo 50 min x 10 min de descanso

Dimensiones Largo: 2500 mm, alto: 2100 mm, ancho: 1800 mm

Peso: 4.5 Kg

Bomba (Bm-103)

Bomba para alimentar agua a la extractora Et-101

Precio USD 180.62

Presión máxima 87 PSI

Temperatura máxima del líquido 40°C

Potencia 1/2Hp

Energía 372.85 Watt

Tensión 120 V

Frecuencia 60 Hz

Diámetro entrada-salida 1/2"

Ciclo de trabajo 50 min x 10 min de descanso

Dimensiones Largo: 2500 mm, alto: 2100 mm, ancho: 1800 mm

Peso: 4.5 Kg

Válvula rotativa

Precio USD 52.35

Para transporte de productos viscosos como el almidón

Flujo 737 Kg/hr

3.3 Segunda sección del proceso

3.3.1 Descripción del proceso de obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de yuca

En la segunda sección del proceso se requiere obtener 31.5 Kg de material plastificado, sin embargo se obtienen 43.30 Kg porque es la cantidad promedio que es posible producir.

Se alimentan al mezclador (Mz-102) 30 Kg de almidón de yuca por la corriente 1, 7.71 Kg de glicerina como material plastificante por la corriente 2 y 5.14 litros de agua como solubilizante por la corriente 3 proveniente del tanque de almacenamiento (Ta-101), la mezcla debe estar a 60 °C para que se lleve a cabo la gelatinización, posteriormente se agrega a la mezcla 0.04 Kg de ácido cítrico, 0.86 Kg de ácido esteárico al 95% de pureza y agua que ayudan a evitar que el material plastificado quede adherido a las paredes de los equipos, la mezcla es enviada a través de la corriente 4 a la extrusora (Ex102) en la que se funde a 150 °C lo que ocasiona que pase de condiciones de gelatinización a retrogradación al ser expulsada por la extrusora a 100°C por la corriente 5, por lo que se hace pasar por el ventilador (Vn-101) encargado de disminuir la temperatura, enseguida las tiras de material plástico son enviadas por la corriente 6 a la trituradora (Tr-102) obteniendo gránulos por la corriente 7 que son enviados al secador (Sc-101) encargado de eliminar la humedad del plástico.

3.3.2 Diagrama de Flujo de Proceso de la obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de yuca

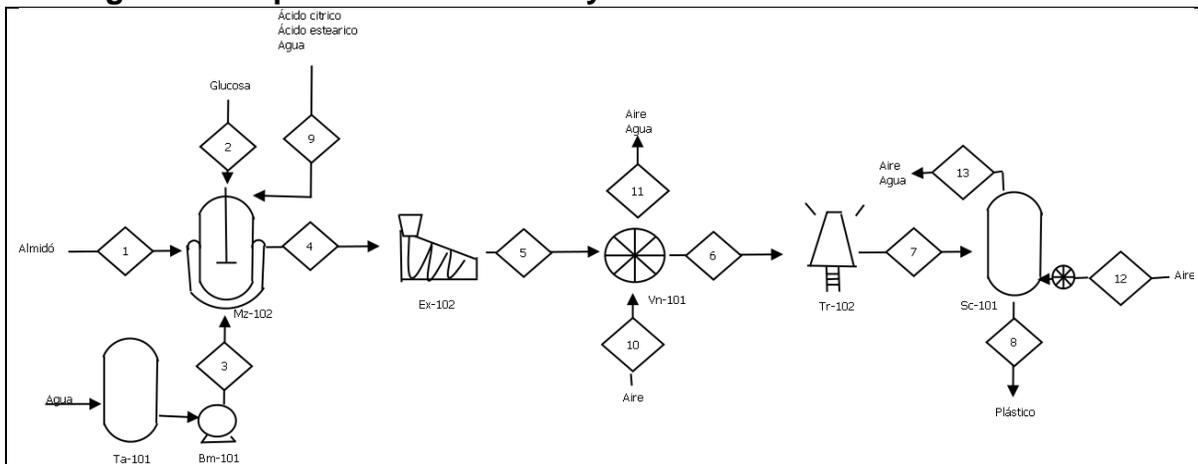


Tabla 3.1. Lista de equipos de proceso

Clave	Equipo	Descripción
Ta-101	Tanque de almacenamiento	Tanque para almacenar agua destilada para el proceso.
Mz-102	Mezclador	Mezclador enchaquetado que permite la gelatinización.
Ex-102	Extrusora	Permite someter la mezcla a altas temperaturas para formar el plástico.
Vn-101	Ventilador	Elimina el exceso de agua y disminuye la temperatura del plástico a la salida de la extrusora.
Tr-102	Trituradora	Convierte las tiras de plástico en gránulos.
Sc-101	Secador	Seca completamente los gránulos de plástico.

3.3.3 Balance de Materia de la obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de yuca

No. Corriente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Temperatura (°C)	25	25	25	60	100	70	70	25	25	27	57	65	110
Presión (atm)	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2.5	2.5	2.7	2.5
Amilosa (Kg/hr)	6	0	0	6	6	6	6	6	0	0	0	0	0
Amilopectina (Kg/hr)	24	0	0	24	24	24	24	24	0	0	0	0	0
Glicerina (Kg/hr)	0	7.71	0.00	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	0	0	0	0	0
Agua (Kg/hr)	0	0	5.14	6.19	6.19	5.19	5.19	4.64	1.05	0	1	0	0.55
Ácido cítrico (Kg/hr)	0	0	0	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0	0	0	0
Ácido Esteárico (Kg/hr)	0	0	0	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0	0	0	0
Aire (Kg/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139.47	139.47	1132.31	1132.31
Flujo másico (Kg/hr)	30	7.71	5.14	44.8	44.8	43.8	43.8	43.25	1.95	139.47	140.47	1132.31	1132.86
Plástico (Kg/hr)	0	0	0	0	44.85	43.85	43.85	43.30	0	0	0	0	0

3.3.4 Descripción del equipo para la producción de plástico biodegradable a partir almidón de yuca

Tanque de almacenamiento de agua (Ta-101)



Características	
Precio	USD 100
Diámetro	1080
Altura	1140
Espesor	450 mm
Material	Polietileno

Almacena agua destilada a temperatura ambiente.

Mezclador (Mz-102)



Características	
Precio	USD 850.46
Capacidad	1000 Litros
Diámetro	600 mm
Altura	1300 mm
Agitador	Tipo hélice
Motor eléctrico	1 Hp, 1725 RPM
Energía	1.1 Kw

Mezclador encaquetado con un agitador tipo hélice que permite la gelatinización.

Extrusora (Ex-102)



Características	
Precio	USD 45600
Diámetro del tornillo	0.75 mm
Energía	243 Kw
Peso	9.2 Toneladas
Dimensiones	320x360x220 mm

Somete la mezcla a altas temperaturas para generar material plástico.

Ventilador (Vn-101)



Características	
Precio	USD 60
Velocidad	1400 RPM
Frecuencia	50 Hz
Energía	0.06 Kw
Tensión	220 V
Dimensiones	1000x400x250 mm

Disminuye la temperatura del plástico a la salida de la extrusora

Trituradora (Tr-102)



Características	
Precio	USD 2,100
Energía consumida	15 KW
Rendimiento	400-600 Kg
Dimensiones	1,200 × 1,500 × 1,850 mm
Peso	800 Kg

Se utiliza para pasar de tiras de plástico a gránulos.

Secador (Sc-102)



Características	
Precio	USD 3,200
Capacidad	70 Kg/hr
Presión	130.53 – 261.08 psi
Energía	10 Kw
Temperatura de salida del sólido	25°C
Peso	200 Kg
Diámetro	500 mm
Altura	1000 mm

Seca por completo el plástico.

Bomba (Bm-101)

Bomba para alimentar agua am mezclador Mz-102

Precio USD 88.61

Velocidad 270o RPM

Presión máxima 14 PSI

Temperatura máxima del líquido 40°C

Potencia 1/6Hp

Energía 124 Watt

Tensión 120 V

Frecuencia 60 Hz

Diámetro entrada-salida ½"

Ciclo de trabajo 50 min x 20 min de descanso

Dimensiones Largo: 1100 mm, alto: 2100 mm, ancho: 1300 mm

Peso: 2.5 Kg

3.4 Tercera sección del proceso

3.4.1 Descripción del proceso de obtención de vasos desechables biodegradables

Para que los vasos cumplan las características deseadas se requiere que sean fabricados a partir de un híbrido con composición 70% en peso del material biodegradable y 30% de un polímero sintético, dicha mezcla es termoformada mediante presión de aire a una temperatura de 210 °C, generando así 28,800 piezas por hora lo que nos dará 28 corrugados.

Entran por la corriente 1 31.5 Kg de material plastificado y 13.5 Kg de polipropileno al mezclador (Mz-101), enseguida la mezcla es enviada a la maquina extrusora (Ex-101) para formar una lámina de plástico de 300 micras por la corriente 4 la cual es colocada en la termoformadora (Tf-101) que a una temperatura de 210 °C la ablanda para que mediante aire soplado la pueda ajustar a las cavidades del molde con la forma de vaso los cuales se enfrían automáticamente al ser retirado dicho molde, en el último módulo de la termoformadora los vasos son cortados para separarse del resto de la lámina, por lo que se tienen a la salida los 28,800 vasos por hora y 1 Kg de residuo de la bobina el cual es incorporado nuevamente al proceso a través de la corriente 10 que lo envía a la trituradora (Tr-101) y en seguida la corriente 11 lo une a la corriente 1 que lleva materia prima virgen formando una corriente 2 al entrar a la mezcladora (Mz-101), los vasos generados en la corriente 6 son acomodados en fila mediante la maquina apiladora (Ap-101) que a través de la corriente 7 son enviados a la empacadora (Em-101) encargada de contar los vasos y empacarlos en paquetes de 50 piezas para que de manera manual puedan ser acomodados en corrugados de 1000 piezas en la corriente 9.

3.4.2 Diagrama de Flujo de Proceso de la obtención de vasos desechables biodegradables

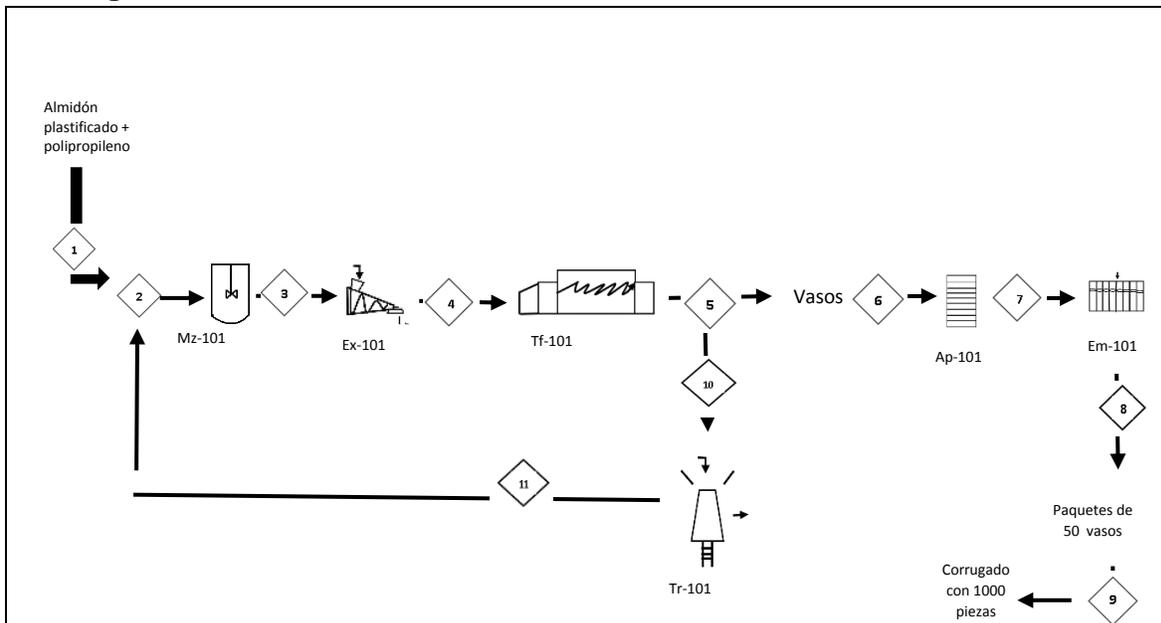


Tabla 3.2. Lista de equipos

Clave	Equipo	Descripción
Mz-101	Mezclador	Realiza la mezcla del polímero con el aditivo.
Ex-101	Extrusora	Forma el bioplástico granulado en una película.
Tf-101	Termoformadora	Forma los vasos a partir del molde.
Ap-101	Apiladora	Acomoda y apila los vasos.
Em-101	Máquina para empacar	Automáticamente cuenta y empaca los vasos en bolsas.
Tr-101	Trituradora	Muele la merma generada en la etapa de termoformado para ser devuelta al proceso en forma de gránulos.

3.4.3 Balance de Materia de la obtención de vasos desechables biodegradables

Total requerido 1 Año= 241, 920,000 piezas

Total requerido 1 día= 691,200 piezas

Total requerido 1 hora= 28,800 piezas

Corriente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Temperatura (°C)	25	25	25	35	27	25	25	25	25	25	25
Presión (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Yuca plastificada (Kg/hr)	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	30.80	30.80	30.80	30.80	0.70	0.70
Polipropileno (Kg/hr)	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.20	13.20	13.20	13.20	0.30	0.30
Masa Total (Kg/hr)	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	44.00	44.00	44.00	44.00	1.00	1.00
Piezas/hr	0	0	0	0	28,800	28,800	28,800	28,800	28,800	0	0

3.4.4 Descripción del equipo para la producción de vasos desechables biodegradables

Extrusora (Ex-101)



Características	
Precio	USD 35,500
Espesor de la hoja	0.3-2.0 mm
Diámetro del tornillo	L / D 32: 1
Velocidad de rotación del tornillo	0-90rpm
Tamaño de tres rodillos	Diámetro: 350 mm, Longitud: 770 mm
Velocidad lineal de tres rodillos	20,000 mm / min
Capacidad de producción	4300 Kg en 24 horas
Salida	180 Kg/ hora
Consumo medio de energía	80 Kw
Equipo que requiere	Tanque de enfriamiento
Dimensiones de la lámina de plástico embobinada	700x 600,000 mm ²
Peso por bobina	90 Kg

La máquina de extrusión se utiliza para producir hojas de plástico para vasos, esta lámina debe ser embobinada debido a su larga longitud.

Termoformadora (Tf-101)



Características	
Precio	USD 24,000
Precio del molde	USD 4,500
Área máxima de formado útil	400-630 mm ²

Profundidad máxima de moldeo	125 mm
Diámetro máximo de formado de la bobina	31.4961 in
Espesor de formado	0.25-2.5mm
Capacidad	480 piezas/min
Velocidad máxima	40 ciclos/minuto
Temperatura de formado	160 °C
Caudal de la bomba	190 m3/hr
Presión de aire comprimido	6 bares
Total potencia instalada	64.4 KW
Suministro eléctrico	400V
Equipos que requiere	Enfriador de agua y compresor de aire
Dimensiones de la máquina de formado	3,300x1,670x2,250 mm
Peso de la máquina de formado	4,360 Kg
Dimensiones de la caja electrónica	1,150x920x1,040 mm
Peso de la caja electrónica	300 Kg



Molde de los vasos

La termoformadora inicia su proceso con una bobina de plástico, la cual es introducida en la máquina mediante dos cadenas de pinchos que la recorren longitudinalmente. La lámina de plástico es precalentada hasta que alcanza la temperatura adecuada y posteriormente mediante soplado de aire se pone en contacto con el molde donde la pieza es termoformada. Una vez formada, la lámina se recorre hasta una serie de cuchillas para que cada pieza formada sea recortada individualmente. Finalmente, las piezas son expulsadas de la máquina.

Máquina apiladora para vasos de plástico (Ap-101)



Características	
Precio	USD 6,000
Capacidad	29,000 piezas/hora
Voltaje	380V 50Hz
Potencia total	1.5KW
Dimensiones	4,000x1,200x1,200 mm
Peso	500 Kg

La máquina tiene la función de transportar y apilar los vasos con limpieza y calidad.

Máquina para empaquetar vasos de plástico (Em-101)



Características	
Precio	USD 12,300
Cantidad de piezas por bolsa	1-100 piezas/minuto
Ancho máximo de la película	450mm
Longitud de la bolsa	100-550 mm
Ancho de la bolsa	50-160 mm
Grosor de la película	0.03-0.06 mm
Potencia total	3.5KW 220V
Dimensiones	7,000×900×1,600 mm
Peso	1,200 Kg

La función de esta máquina consiste en contar los vasos apilados, para empaquetarlos en una película de plástico sellada, además se le puede agregar un codificador de fecha.

Trituradora (Tr-101)



Características	
Precio	USD 2,100
Energía consumida	15 KW
Rendimiento	400-600 Kg
Dimensiones	1,200 × 1,500 × 1,850 mm
Peso	800 Kg

Se utiliza para triturar película de desecho convirtiéndola nuevamente en gránulos de plástico.

Mezcladora (Mz-101)



Características	
Precio	USD 600
Energía consumida	1 KW
Capacidad	100 Kg
Dimensiones	1,000x1,000x1,500 mm
Peso	300 Kg

Su aplicación consiste en además de mezclar la materia prima con aditivos también mezcla el material plástico recuperado con la trituradora con material virgen para que el producto siga conservando sus propiedades.

Torre de enfriamiento de agua



Características	
Precio	USD 800
Motor del ventilador	5 HP, 220V, 60Hz
Capacidad de enfriamiento	2,400,000 BTU/hr
Volumen de aire	43,760 CFM
Entrada de agua	6 in
Salida de agua	6 in
Diámetro de la torre	148 3/8 in
Altura de la torre	2990.85 mm
Peso en funcionamiento	3,452.74 Kg
Peso en seco	868.17 Kg

Tanto la extrusora como la termoformadora requieren agua fría para su funcionamiento, durante el proceso el agua se calienta por lo que se requiere el tanque de enfriamiento para trabajar sin desperdiciar agua.

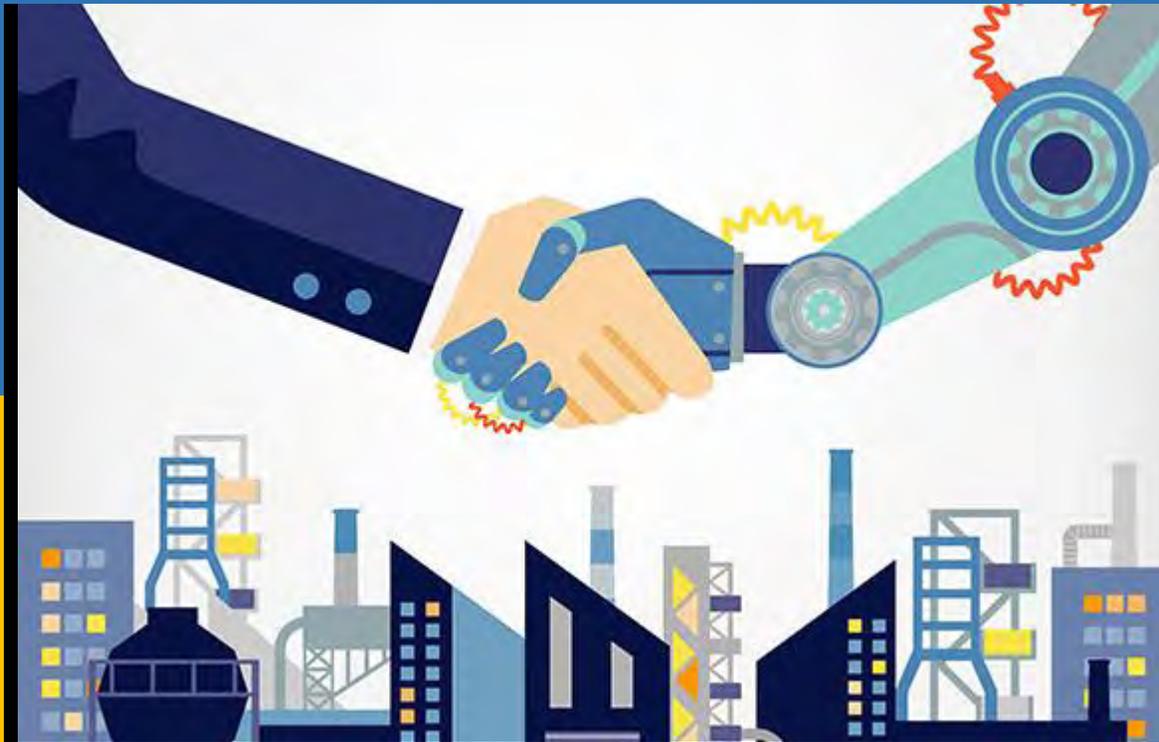
Compresor de aire



Características	
Precio	USD 8,000
Presión de aire	0.7 MPa por cada 3.7 m ³ /min
Potencia	22 KW
Velocidad de giro	2,940 rpm
Voltaje	380 v
Diámetro de la tubería	1 in
Dimensiones	1,370x780x1,450 mm
Peso	640 Kg

Es un elemento para que funcionen la extrusora y la termoformadora.

Capítulo 4



Localización de la Planta

Capítulo 4. Localización de la Planta

4.1 Ubicación

La planta estará localizada en el estado de México que por su ubicación geográfica, se encuentra en un punto central del país lo que lo hace atractivo por su accesibilidad a las materias primas y servicios requeridos, además de que cuenta con la infraestructura de carreteras adecuada para la distribución del producto.

El estado de México cuenta con una localización estratégica lo que permite a las empresas tener acceso al 95 por ciento del mercado mexicano, 90 por ciento de establecimientos industriales, 90 por ciento del comercio internacional, 80 por ciento de las exportaciones y 90 por ciento de la población del país. Su infraestructura férrea, carretera y aérea en crecimiento y fortalecimiento constante, constituyen una fuente para generar nuevas oportunidades económicas, sociales y culturales.

En el estado de México existen 100 desarrollos industriales para la instalación de empresas: 56 parques industriales, una ciudad industrial, 11 zonas industriales, un condominio industrial, un corredor industrial, 3 conjuntos industriales urbanos, un centro industrial, un macrocentro industrial y 25 fraccionamientos industriales; en los municipios de Atizapán de Zaragoza, Tepotzotlán, Polotitlán, Jilotepec, Atlacomulco, Jocotitlan, Ixtlahuaca, Toluca, Lerma, Tenango del Valle, Valle de Chalco Solidaridad, San Antonio la Isla, Naucalpan de Juarez, Santiago Tianguistenco, Nezahualcoyotl, Chalco, Capulhuac, Ocoyoacac, Ixtapaluca, Huehuetoca, Tecámac, Axapusco, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Coacalco de Berriozabal, Tultitlan, Ecatepec de Morelos Y Tlalnepantla de Baz (SNIIM, 2018).

Tabla 4.0. Principales parques industriales

Parque	Municipio	Años de operación	Tamaño del parque (hectáreas)
San Antonio Buenavista	Toluca	33	16
Exportec	Toluca	33	106
Cartagena	Tultitlán	47	63
El Coecillo	Toluca	46	170
El Cerillo	Lerma	35	55
Atlacomulco	Atlacomulco	35	232
Toluca	Toluca	38	28
El Trébol	Tepotzotlán	43	52
Tianguistenco	Santiago Tianguistenco	46	38
Tenango	Tenango	44	18

Se ha decidido en primera instancia para uso de manufactura/distribución la renta de una nave industrial por unos años mientras se estabiliza la empresa, posteriormente se comprara un terreno, ambos disponibles en el parque industrial de Nezahualcóyotl.

La nave industrial cuenta con una superficie construida de 350 m² y 6 metros de altura una entrada para tráiler y dos oficinas. La renta mensual es de 1,303.66 dólares.

El terreno disponible para compra cuenta con 1,170 m², se ha seleccionado para el desarrollo de la construcción a la empresa PRINEMEC que proporciona los servicios necesarios para el montaje de plantas, fabricación e instalación de tuberías, gestión de permisos y licencias gubernamentales y telecomunicaciones.



Fig. 4.0. Nave industrial

4.2 Disponibilidad de la materia prima

La raíz de yuca será comprada en Jalpan Puebla que se encuentra a 274 Km del Estado de México a un tiempo estimado de 3 horas con 26 minutos, cuenta con 300 hectáreas de producción lo equivalente 3000 toneladas. El polipropileno será adquirido de la empresa Entec Polymers, ubicada en Av. Lomas Verdes número 791 Fraccionamiento Jardines de Satélite Naucalpan de Juárez Estado de México. El resto de las materias primas empleadas se comprarán directamente con proveedores de la Ciudad de México.

4.3 Canales de distribución

Se pretende realizar exportación del producto hacia Estados Unidos que por su cultura es el principal consumidor de vasos desechables, sin embargo es un proyecto futuro ya que requiere de cumplir con trámites tanto administrativos como permisos y licencias y que además el producto sea compatible con las normas a las cuales sería sometido en otros países.

Actualmente se planea distribuir el producto principalmente en centros de autoservicio como las cadenas comerciales más comunes en el país, Aurrera, Walmart, Soriana, Comercial Mexicana, etc. Además de que se distribuirá de forma local a pequeños negocios como tiendas de abarrotes y misceláneas teniendo proyectado que posteriormente se amplíe a toda la república.



Fig. 4.1. Ubicación. Colonia la Esperanza, Municipio Nezahualcóyotl, cp. 57810, Edo. de México, hacia la zona oriente de la Capital del País.

4.4 Factores climáticos

El clima en el estado de México generalmente es templado subhúmedo, y la temperatura media está entre los 10°C y 16°C.

La temporada de lluvias se presenta en verano en los meses de junio a septiembre. Y la temporada de temperaturas bajas es de enero a febrero con hasta los 3°C.

4.5 Disponibilidad de mano de obra

En el Estado de México del 2005 al 2015 la población joven de entre los 18 y 35 años de edad ha incrementado 200 mil personas, lo que coloca al estado en el primer lugar nacional en aumento de la población joven (INEGI, 2016).

4.6 Suelo

El suelo es la capa que se forma en la superficie del terreno y la superficie del estado de México es de 22,301 Km² lo equivalente a 2,230,101.32 hectáreas.

Los suelos que predominan en el Estado de México son los Andosoles (arenosos proveniente de las cenizas volcánicas), Feozems (con textura arcillosa), Regosoles (con materiales sueltos de textura ligera y con piedra pómez), Vertisoles (arcillosos con grietas anchas cuando está seco y pegajoso cuando esta húmedo), Cambisoles (débil con cambios por la exposición a la interperie por su contenido de arcilla y carbohidratos), Leptosoles (rocoso, áreas muy pedregosas), Luvisoles (con acumulación de arcilla en su profundidad), Planosoles (zona llana), Acrisoles (con rocas acidas), Solochanks (abundante en sales), Fluvisoles (formado con materiales aportados por ríos), Histosoles (de elevada fertilidad por su material orgánico), Ranker (con granitos de roca, pobre en carbohidratos) y Gleysoles (con acumulación de yeso).

En el centro del estado se presentan los Andosoles con materiales sueltos y piedras pequeñas, pues la altura sobre el nivel del mar es superior a 2,800 m. El tipo de suelo que se presenta en la mayor parte del estado de México son los Feozems y Andosoles que ocupan un 44.11% de la superficie (Valdez, A., 2013).

Cuadro 4.0. Tipos de suelo del Estado de México (INEGI, 2000).

Tipo de suelo	Área (ha)	% de la superficie total del estado de México
Feozems	519,921.63	23.27%
Andosoles	465,658.32	20.84%
Regosoles	281,258.95	12.59%
Vertisoles	246,467.19	11.03%
Cambisoles	190,560.02	8.53%
Leptosoles	153,443.87	6.86%
Luvisoles	141,678.39	6.34%
Planosoles	109,793.76	4.91%
Acrisoles	55,320.39	2.47%
Solochanks	40,650.67	1.81%
Fluvisoles	18,634.56	0.83%
Histosoles	4,371.28	0.19%
Ranker	1,214.13	0.05%
Gleysoles	1,128.16	0.05%

4.7 Servicios disponibles

El parque industrial dispone de servicios públicos como son: gas natural, electricidad, agua potable, drenaje sanitario, drenaje pluvial, telefonía, alumbrado público y vialidades internas.

Debido a su cercanía con la Ciudad de México, el parque industrial de Nezahualcóyotl cuenta con un fácil y rápido acceso a las ciudades más importantes del resto de la república vía terrestre y a través del aeropuerto de la Ciudad de México. Como camino principal tiene la Autopista México-Puebla a 20 minutos en carro y a su vez, la Calzada Ignacio Zaragoza a 15 minutos.



Fig. 4.5. Ubicación del estado de México en la República Mexicana.

Capítulo 5



Estudio de factibilidad

Capítulo 5. Estudio de factibilidad

5.1 Estudio Financiero

Al inicio de cualquier proyecto o negocio se realiza un estudio financiero el cual es la base para la evaluación de un proyecto y para gestionar el financiamiento necesario que el proyecto demande para su ejecución y puesta en marcha.

Conste en determinar de manera cuantitativa el costo de operación del proyecto y evaluar su rentabilidad y recuperación, para ello se hace uso del estudio de mercado y estudio técnico (materias primas, servicios, personal, equipos de proceso y localización de la planta) para generar un presupuesto de egresos, de inversión total, proyectar una estructura financiera y presupuesto de ingresos para obtener los Estados Financieros Proforma que están integrados por un Balance General, el Estado de Resultados y el Estado de Flujo de Efectivo. Finalmente los resultados generados ayudan al inversionista a visualizar la rentabilidad de su proyecto mediante los Índices y Parámetros (Valor Presente Neto, Tiempo de Recuperación de Capital y Tasa Interna de Retorno).

Es importante realizar el estudio de factibilidad antes de llevar a cabo el desarrollo de un proyecto pues dicho análisis refleja la conveniencia o no de invertir, puesto que si es rentable es aceptable y viceversa.

5.2 Presupuesto de egresos

El presupuesto de egresos se refiere al costo total de operación y está conformado por el costo de producción y los gastos de operación del proyecto.

Cuadro 5.0. Presupuesto de egresos

Concepto	(USD)
Costo total de producción	1,669,336.07
Gastos de operación del proyecto	206,772.75
TOTAL	1,876,108.80

5.2.1 Costo total de producción

El costo total de producción de la planta involucra a los costos variables y los costos fijos.

Cuadro 5.1. Costo total de producción

Concepto	(USD)
Costos Variables	1,616,863.36
Costos Fijos	52,472.69
TOTAL	1,669,336.07

5.2.1.1 Costos variables

Se denominan costos variables aquellos que “varían directamente con el volumen de ventas, es decir, están en función de las ventas totales” (Hernández, G., 1988, p. 112). Están conformados por los siguientes costos:

- a) Costo de materia prima
- b) Costo de envases y embalajes
- c) Costo de artículos para el área
- d) Costo de servicios (d.1. Electricidad, d.2. Agua y d.3. Internet y teléfono)
- e) Costo de mano de obra directa
- f) Costo de mano de obra indirecta

Cuadro 5.2. Costos variables

Concepto	(USD)
Costo de materia prima	405,380.31
Costo de envases y embalajes	266,277.11
Costo de artículos para el área	3,399.21
Costo de servicios	222,592.66
Costo de mano de obra directa	636,152.40
Costo de mano de obra indirecta	83,061.89
TOTAL	1,616,863.36

a) Costo de materia prima

Contempla la materia prima para la obtención del material plastificado y para generar los vasos.

Cuadro 5.3. Costo de materia prima

Concepto	Consumo (Kg/día)	Consumo (Kg/año)	Costo (USD /Kg)	Costo anual (USD)	Costo (45 días)
Raíz de yuca	1,000.00	350,000.00	0.21	73,298.43	9450.00
Agua	471.56	165,046.00	0.84	138,258.43	17824.97
Glicerina	185.04	64,764.00	0.79	50,861.78	6578.17
Ácido Cítrico	0.96	336.00	1.80	605.15	77.76
Ácido Esteárico	20.64	7,224.00	4.01	28,956.52	3724.49
Polipropileno	324.00	113,400.00	1.00	113,400.00	14580.00
TOTAL		700,770.00	8.64	405,380.31	52235.39

b) Costo de envases y embalajes

Se considera el material destinado a asegurar calidad tanto de los insumos como del producto final en el almacenamiento y traslado.

Cuadro 5.4. Costos de envases y embalajes

Concepto	Cantidad por hora	Cantidad por día	Cantidad por año	más 2% merma	Costo pieza (USD)	Costo por mes (USD)	Costo anual (USD)
Bolsas	576.00	13,824.00	4,838,400.00	4,935,168.00	0.0034	1,410.05	16,779.57
Corrugado	29.00	692.00	241,920.00	246,758.00	1.00	20,760.00	246,758.00
Cinta adhesiva	0.50	12.00	4,200.00	4,284.00	0.63	224.91	2,698.92
Sacos	2.00	48.00	40.00	40.80	0.013	0.04	0.53
Contenedores	1.00	24.00	15.00	15.30	2.62	3.34	40.09
TOTAL				5,186,266.50		22,398.34	266,277.11

c) Costo de artículos para el área

Se consideran todos aquellos artículos destinados a asegurar la limpieza del área del trabajo y uniformes del personal que está en contacto con el material para conservar la calidad del producto.

Cuadro 5.5. Costo de artículos para el área

Concepto	Piezas por día	Consumo por año (piezas)	Costo unitario (USD)	Costo mensual (USD)	Costo anual
Guantes látex	4.00	1,400.00	3.72 caja 100.00 piezas	4.34	52.08
Cubre bocas	59.00	20,650.00	3.64 caja 150.00 piezas	2.83	33.97
Cofias	59.00	20,650.00	3.52 caja 100.00 piezas	4.11	49.28
Camisolas	59.00	59.00	12.83	63.08	756.97
Pantalones	59.00	59.00	10.94	53.79	645.46
Botas industriales	59.00	59.00	29.79	146.47	1757.61
Detergente en polvo	-	5.00 Kg	0.84	0.35	4.19
Gel antibacterial	-	5.00 L	12.57 por 5.00 L	1.05	12.57
Cubetas	-	4.00	1.31	0.44	5.24
Escobas	-	4.00	0.79	0.26	3.14
Detergente líquido	-	5.00 L	4.14 por 5.00 L	0.35	4.14
Jerga	-	8.00	0.68	0.45	5.45
Alcohol 70 %	-	12.00 L	69.11 caja	5.76	69.11
TOTAL				283.27	3,399.21

d) Costo de servicios (d.1. Electricidad, d.2. Agua y d.3. Internet y teléfono)

Se consideran los servicios empleados para la producción y comercialización del producto.

Cuadro 5.6. Costo de servicios

Concepto	(USD)
Electricidad	219,433.49
Agua	2,223.05
Teléfono e internet	936.13
TOTAL	222,592.66

d.1. Electricidad

La planta va a operar tres turnos de 8 horas cada uno por lo que algunos equipos estarán funcionando las 24 horas y otros bastara con que trabajen solo una para producir lo suficiente para abastecer a los de más turnos.

Cuadro 5.7. Electricidad

Electricidad							
Producción de almidón a partir de yuca							
Unidades	Consumo (KW-h)	(h/día)	Consumo KW-h/día	Costo USD/KW-h	Costo (USD/ día)	Costo mensual (USD)	Costo anual (USD)
Trituradora (Tr-103)	17.00	1.00	17.00	0.13	2.13	62.23	746.73
Extractorora cónica rotativa (Et-101)	4.00	1.00	4.00	0.13	0.50	14.64	175.70
Separador de filtros de vacío (Sp-101)	7.80	1.00	7.80	0.13	0.98	28.55	342.62
Secador (Sc-102)	18.00	1.00	18.00	0.13	2.26	65.89	790.65
Bomba (Bm-102)	0.37	1.00	0.37	0.13	0.05	1.36	16.34
Bomba (Bm-103)	0.37	1.00	0.37	0.13	0.05	1.36	16.34
SUBTOTAL						174.03	2,088.37
Equipo para la producción de plástico biodegradable a partir de almidón de yuca							
Unidades	Consumo (KW-h)	(h/día)	Consumo (KW-h/día)	Costo (USD/KW-h)	Costo (USD/ día)	Costo mensual (USD)	Costo anual (USD)
Mezclador (Mz-102)	1.10	24.00	26.40	0.13	3.31	96.64	1,159.62
Extrusora (Ex-102)	243.00	6.00	1,458.00	0.13	182.98	5,336.89	64,042.65
Ventilador (Vn-101)	0.06	24.00	1.44	0.13	0.18	5.27	63.25
Trituradora (Tr-102)	15.00	24.00	360.00	0.13	45.18	1,317.75	15,813.00
Secador (Sc-102)	10.00	24.00	240.00	0.13	30.12	878.5	10,542.00
Bomba (Bm-101)	0.12	24.00	2.98	0.13	0.37	10.89	130.72
SUBTOTAL						7,645.94	91,751.24
Producción de vasos desechables biodegradables							
Unidades	Consumo (KW-h)	(h/día)	Consumo (KW-h/día)	Costo (USD/KW-h)	Costo (USD/ día)	Costo mensual (USD)	Costo anual (USD)
Extrusora (Ex101)	18.00	12.00	216.00	0.13	27.11	790.65	9,487.80
Termoformadora (Tf-101)	64.70	24.00	1,552.80	0.13	194.88	5683.90	68,206.74
Apiladora (AP-101)	15.00	24.00	360.00	0.13	45.18	1317.75	15,813.00
Empacadora (Em-101)	3.50	24.00	84.00	0.13	10.54	307.48	3,689.70
Trituradora (Tr-101)	15.00	1.00	15.00	0.13	1.88	54.91	658.88
Mezcladora (Mz-101)	1.00	3.00	3.00	0.13	0.38	10.98	131.78
Torre de enfriamiento	3.72	24.00	89.28	0.13	11.20	326.80	3,921.62
Compresor	22.00	24.00	528.00	0.13	66.26	1,932.70	23,192.40
SUTOTAL						10,425.16	125,101.91
Energía para iluminación de la planta	0.30	24.00	7.20	0.13	0.90	26.36	316.26
Energía para equipos de oficina	0.50	8.00	4.00	0.13	0.50	14.64	175.70
SUBTOTAL						41.00	491.96
TOTAL						18,286.12	219,433.49

d.2. Agua

Se considera el agua potable para uso del sanitario, para lavar la materia prima y limpieza de área y equipo de proceso.

Cuadro 5.8. Agua

Uso	Consumo-Día (Lt)	Consumo mensual (Lt)	Consumo anual (Lt)
Trabajadores	135.00	3,937.50	47,250.00
En el Proceso	1,400.00	40,833.33	490,000.00
Limpieza de equipo	50.00	1,458.33	17,500.00
Limpieza de área	110.00	3,208.33	38,500.00
Total (Lt)		49,437.50	593,250.00
Total (m3)		49.44	593.25
TOTAL (USD)		180.26	2,223.05

d.3. Internet y teléfono

La aplicación de los servicios de internet y teléfono será para comercialización de insumos y producto final.

Cuadro 5.9. Internet y teléfono

Concepto	Valor mensual (USD)	Valor anual (USD)
Internet y teléfono	78.01	936.13

e) Costo de mano de obra directa

–En este rubro se incluyen los salarios de los obreros, a quienes se les encomienda directamente las labores productivas. Esta mano de obra está estrechamente relacionada con la producción de la empresa, e incluye desde operadores de las máquinas productivas, montadores, etc., hasta cargadores de bultos. Deben incluirse prestaciones de entre 25% y 30% aproximadamente” (Hernández, G, 1988, p. 109).

Cuadro 5.10. Costo de mano de obra directa

Puesto	Plaza/ Turno	Turnos/ Día	Total de plazas	Sueldo mensual (USD/ Plaza)	Sueldo mensual total (USD)	Sueldo anual total (USD)	Sueldo anual total+30% prestaciones (USD)
Operadores	30.00	3.00	90.00	295	26,550.00	318,600.00	414,180.00
Calidad	3.00	3.00	9.00	495	4,455.00	53,460.00	69,498.00
Colaboradores	6.00	3.00	18.00	295	5,310.00	63,720.00	82,836.00
Mantenimiento	3.00	3.00	9.00	496	4,464.00	53,568.00	69,638.40
TOTAL			126.00		40,779.00	489,348.00	636,152.40

f) Costo de mano de obra indirecta

Este rubro abarca el trabajo de técnicos, empleados y supervisores que estando en el área, no participan directamente en la elaboración del producto, incluyen también las prestaciones sociales de un 25% a 30%” (Hernández, G, 1988, p. 109).

Cuadro 5.11. Costo de mano de obra indirecta

Puesto	Plaza/ Turno	Turnos/ Día	Total de plazas	Sueldo mensual (USD)	Sueldo mensual total (USD)	Sueldo anual total	Sueldo anual+30% prestaciones (USD)
Jefe de producción	1.00	1.00	1.00	875.87	875.87	10,510.44	13,663.57
Supervisores	2.00	3.00	6.00	601.44	3,608.64	43,303.68	56,294.78
Limpieza	1.00	3.00	3.00	279.99	839.97	10,079.64	13,103.53
TOTAL			10.00		5,324.48		83,061.89

5.2.1.2 Costos fijos

Los costos fijos son independientes del volumen vendido, debido a que están en función del tiempo, están conformados por los siguientes costos:

- a) Seguros
- b) Cargos de depreciación y amortización
- c) Renta de la nave industrial

Cuadro 5.12. Costos fijos

Concepto	(USD)
Seguros	9,106.17
Cargos de depreciación y amortización	36,848.20
Renta de la nave industrial	6,518.32
TOTAL	52,472.69

a) Seguros

–Cuando se pide crédito las instituciones bancarias exigen al cliente, previamente a la operación, un seguro contra incendio y otros riesgos. En la partida de seguros deben indicarse los cálculos correspondientes al pago de las pólizas anuales, las tarifas suelen variar de acuerdo con la naturaleza de la maquinaria. Se puede estimar como costo de prima anual un 3% a 4% sobre el valor del activo, comprendiendo los riesgos mínimos” (Hernández, G, 1988, p. 110).

Cuadro 5.13. Seguros

Bien	Valor (USD)	Porcentaje	Valor seguro (USD)
Equipo de oficina	1,799.48	3.00%	53.98
Equipo de producción	190,046.52	3.00%	5,701.40
Vehículos	67,015.70	5.00%	3,350.79
TOTAL			9,106.17

b) Cargos de depreciación y amortización

La depreciación, en términos teóricos, representa la cantidad de dinero que se debe acumular para futura reposición del equipo. Esta reserva constituye una garantía de que la empresa no se va a descapitalizar por la desvalorización de sus instalaciones. Sin embargo, la mayoría de las empresas no guardan ese dinero, sino que lo invierten o lo consumen, representando una fuente de recursos.

La depreciación de una maquina está en función de dos factores principales: el desgaste y la obsolescencia. Desde el punto de vista del desgaste, una maquinaria, después de cierto tiempo de trabajo o uso productivo, presenta un grado de deterioro general, si está totalmente depreciada lo que se tiene que hacer en ese momento es un valor de rescate. En cuanto a la obsolescencia hay productos con desarrollo tecnológico, muy fuerte que en periodos cortos, perfeccionan sus modelos; esto representa un riesgo para el inversionista, ya que necesita tener maquinas modernas para hacer frente a la competencia.” (Hernández, G, 1988, p. 110).

Actualmente la obsolescencia tiene mayor prioridad debido a los equipos de proceso que presentan desgaste pueden ser ajustados o en algún momento se pueden reparar con un cambio de pieza, pero cuando se trata de equipos nuevos la empresa tiene que ir al día.

Dentro de este renglón se incluyen las amortizaciones de todos aquellos gastos intangibles, tales como la investigación tecnológica, pruebas, entre otros”. Para este caso la amortización se hace al 5% anual.

Cuadro 5.14. Cargos de depreciación y amortización

Concepto	Valor (USD)	%	1	2	3	4	5	Valor de Salvamento (USD)
Equipo de proceso	190,046.52	10.00%	19,004.65	19,004.65	19,004.65	19,004.65	19,004.65	95,023.26
Vehículos	67,015.70	25.00%	16,753.93	16,753.93	16,753.93	16,753.93	0	0
Equipo de oficina	1,799.48	10.00%	179.95	179.95	179.95	179.95	179.95	899.74
Inversión diferida	18,173.53	5.00%	908.68	908.68	908.68	908.68	908.68	13,630.15
TOTAL			36,848.20	36,849.20	36,850.20	36,851.20	20,098.28	109,553.15

El valor de salvamento es el valor residual sumado en un cierto periodo de tiempo, en este caso a cinco años.

c) Renta de la nave industrial

Como la nave industrial es rentada se deben pagar mensualmente **USD 543.19** al año se pagara la cantidad de **USD 6,518.32**.

5.2.2 Gastos de operación

Los gastos de operación de la empresa tienen que ver con lo relacionado a la distribución y comercialización para que la planta siga operando, por lo que es necesario considerar a los gastos de administración y de ventas.

Cuadro 5.15. Gastos de operación

Concepto	(USD)
gastos de administración	104,379.34
gastos de ventas	102,393.41
TOTAL	206,772.75

5.2.2.1 Gastos de administración

–Son independientes del aspecto productivo de la empresa, son los resultantes del control y organización e incluyen los correspondientes gastos de oficina”. (Hernández, G, 1988, p. 111).

Cuadro 5.16. Gastos de administración

Puesto	Cantidad	Turnos	Total de plazas	Sueldo mensual (USD)	Sueldo anual (USD)	Sueldo anual total	Sueldo anual+30%
Secretaria	1.00	1.00	1.00	314.07	3,768.84	3,768.84	4,899.49
Vigilancia	1.00	3.00	3.00	157.07	1,884.82	5,654.45	7,350.79
RH	1.00	1.00	1.00	251.31	3,015.71	3,015.71	3,920.42
Contador	1.00	1.00	1.00	471.20	5,654.40	67,852.80	88,208.64
TOTAL							104,379.34

5.2.2.2 Gastos de venta

Como el producto será vendido a distribuidores se recurre a gastos de venta como son:

- a) Sueldo del personal de ventas y publicidad
- b) Gasto de repartición

Cuadro 5.17. Gastos de venta

Concepto	Costo (USD)
Sueldo del personal de ventas y publicidad	52,082.00
Gasto de repartición	50,311.41
TOTAL	102,393.41

a) **Sueldo del personal de ventas y publicidad**

Debido a que los vasos desechables son considerados un producto de consumo popular y tienen una competencia considerable se requiere publicidad y personal encargado de la comercialización

Cuadro 5.18. Sueldo del personal de ventas y publicidad

Puesto	Cantidad	Turnos	Total de plazas	Sueldo mensual (USD)	Sueldo anual (USD)	Sueldo anual total (USD)	Sueldo anual+ 30% prestaciones (USD)
Gerente de ventas	1.00	1.00	1.00	800.34	9,604.08	9,604.08	12,485.30
Choferes	2.00	1.00	2.00	418.85	5,026.20	10,052.40	13,068.12
Repartidores	4.00	1.00	4.00	366.50	4,398.00	17,592.00	22,869.60
Responsable de publicidad	1.00	1.00	1.00	234.55	2,814.60	2,814.60	3,658.98
TOTAL							52,082.00

b) **Gasto de repartición**

Para realizar el proceso de compra de insumos y distribución del producto se deben considerar los gastos de la distribución independientes de los sueldos de los trabajadores.

Cuadro 5.19. Gasto de repartición

Concepto	Cantidad	Costo (USD)	Costo total (USD)
Permisos de carga	2.00	78.53	157.06
Combustible	30000.00 L/año	0.94	28,200.00
Mantenimiento de vehículos	-	21,954.35	21,954.35
TOTAL			50,311.41

5.3 Inversión total

La inversión total del proyecto considera una inversión inicial y el capital de trabajo.

Cuadro 5.20. Inversión total

Concepto	(USD)
Inversión inicial	274,882.53
Capital de trabajo	133,045.59
TOTAL	407,928.13

El capital social cubre un 80% del total, mientras que el financiamiento cubre el 20%.

Cuadro 5.21. Obtención del financiamiento

Concepto	(USD)
Inversión total	274,882.53
Capital social	219,906.02
Financiamiento	54,976.51

5.3.1 Inversión inicial

La inversión inicial del proyecto está compuesta por los activos fijos y los activos diferidos de la empresa.

Cuadro 5.22. Inversión inicial

Concepto	(USD)
Activos fijos	261,047.04
Activos diferidos	13,835.49
Total	274,882.53
TOTAL + 5% imprevistos	288,626.66

5.3.1.1 Activos fijos

Los activos fijos son aquellos que tienden a permanecer inmovilizados durante la operación de la empresa, son bienes tangibles que se adquieren generalmente al inicio del proyecto y por una vez, teniendo una vida de largo plazo. (Hernández, G, 1988, p. 87). Están sujetos a depreciación y obsolescencia". La inversión en estos activos está compuesta por los siguientes costos:

- a) Costo de equipo de proceso
- b) Costo de papelería y mobiliario
- c) Costo de vehículos

Cuadro 5.23. Activos fijos

Concepto	(USD)
Costo de equipo de proceso	192,231.86
Costo de papelería y mobiliario	1,799.48
Costo de vehículos	67,015.70
TOTAL	261,047.04

a) Costo de equipo de proceso

Se consideran todos los equipos para la fabricación de los vasos desde la obtención del almidón de yuca, del material plástico y hasta el producto final.

Cuadro 5.24. Costo de equipo de proceso

Equipo de producción de almidón a partir de yuca			
Equipo	Precio unitario (USD)	Flete marítimo	Costo total puesto en planta (USD)
Tanque de lavado (TI-101)	303.66	-	303.66
Trituradora (Tr-103)	2,500.00	1,400.00	3,900.00
Extractorora cónica rotativa (Et-101)	3,500.00	1,400.00	4,900.00
Separador de filtros de vacío (Sp-101)	3,230.00	1,400.00	4,630.00
Secador (Sc-102)	4,000.00	1,400.00	5,400.00
Silo (SI-101)	785.34	1,400.00	2,185.34
Bomba (Bm-102)	180.62	-	180.62
Bomba (Bm-103)	180.82	-	180.82
Válvula rotativa	52.35	-	52.35
SUBTOTAL			21,732.79
Equipo para la producción de plástico biodegradable a partir de almidón de yuca			
Equipo	Precio unitario (USD)	Fletes marítimo	Costo total puesto en planta (USD)
Tanque de almacenamiento de agua (Ta-101)	100.00	-	100
Mezclador (Mz-102)	850.46	1,400.00	2,250.46
Extrusora (Ex-102)	45,600.00	2,800.00	48,400.00
Ventilador (Vn-101)	60	2,800.00	2,860.00
Trituradora (Tr-102)	2,100.00	1,400.00	3,500.00
Secador (Sc-102)	3,200.00	1,400.00	4,600.00
Bomba (Bm-101)	88.61	-	88.61
SUBTOTAL			61,799.07
Equipo para la producción de vasos desechables biodegradables			
Equipo	Precio unitario (USD)	flete marítimo	Costo total puesto en planta (USD)
Extrusora (Ex-101)	35,000.00	2,800.00	37,800.00
Termoformadora (Tf-101)	24,000.00	2,800.00	26,800.00
Molde de vasos	4,500.00	-	4,500.00
Apiladora (AP-101)	6,000.00	1,400.00	7,400.00
Empacadora (Em-101)	12,300.00	2,800.00	15,100.00
Trituradora (Tr-101)	2,100.00	1,400.00	3,500.00
Mezcladora (Mz-101)	600.00	1,400.00	2,000.00
Torre de enfriamiento	800.00	1,400.00	2,200.00
Compresor	8,000.00	1,400.00	9,400.00
SUBTOTAL			108,700.00
TOTAL			192,231.86

b) Costo de papelería y mobiliario

Se tiene contemplado el uso de dos oficinas, una para recursos humanos y la otra para producción, por lo cual se estima el valor de los artículos esenciales para cada oficina.

Cuadro 5.25. Costo de papelería y mobiliario

Concepto	Características	Cantidad	USD	TOTAL (USD)
Computadora	Individual	2.00	314.14	628.27
Escritorio	Individual	2.00	120.42	240.84
Sillas para oficina	Individual	2.00	94.24	188.48
Archivero	Individual	2.00	78.53	157.07
Bote de basura	Individual	2.00	2.62	5.24
Multifuncional	Individual	1.00	324.61	324.61
Sillas para visita	Individual	4.00	20.94	83.77
Teléfono	Individual	2.00	20.94	41.88
Despachador de agua	Individual	1.00	68.06	68.06
Pizarrón	Individual	2.00	23.56	47.12
Tablero de corcho	Individual	2.00	7.07	14.14
Total				1,799.48
Total por oficina				899.74

c) Costo de vehículos

Se adquirirán dos camionetas para el traslado de los insumos y del producto.

Cuadro 5.26. Costo de vehículos

Concepto	Cantidad	Costo (USD)	Costo TOTAL (USD)
Vehículos	2	33,507.85	67,015.70

5.3.1.2 Activos diferidos

–Conocidos también como activos intangibles, los gastos y cargos diferidos se denominan así porque su recuperación es en el largo plazo, difiriéndose año con año en los gastos de operación, en el caso de los proyectos de inversión la totalidad de dichas inversiones se efectúa en el periodo previo a la operación, estando sujetas a amortización por ley y no son realizables” (Hernández, G, 1988, p. 87). Están constituidos por el costo de la planeación, ingeniería, supervisión y administración del proyecto para su puesta en marcha. El valor aproximado se obtiene como porcentajes de activo fijo.

Cuadro 5.27. Activos diferidos

Concepto	% del activo fijo	Total (USD)
Planeación	1% Activo Fijo	2,610.47
Ingeniería	3% Activo fijo de equipo de producción	7831.41
Supervisión	1% Activo fijo	2,610.47
Administración	0.3% Activo fijo	783.14
TOTAL		13,835.49

5.3.2 Capital de trabajo

El capital de trabajo es una inversión que se realiza para que la empresa pueda iniciar sus operaciones...-Es el monto de dinero necesario para iniciar las labores de producción y venta de la empresa, hasta el momento en que ésta es capaz de generar una cantidad de ingresos suficientes para cubrir el total de sus costos y gastos. El capital de trabajo sigue el ciclo de dinero-producto / servicio-dinero, por lo que es finalmente efectivo. Sin embargo, puede existir una parte que permanece inmovilizado como inventarios y cuentas por cobrar, aunque en general es de realización en el corto plazo. El capital de trabajo para el proyecto se compone de efectivo, que sirve para cubrir los costos y gastos, inventarios de materias primas, productos en proceso y productos terminados". (Hernández, G, 1988, p. 87).

Se obtiene de la diferencia del activo circulante menos el pasivo circulante.

$$\text{CAPITAL DE TRABAJO} = \text{ACTIVO CIRCULANTE} - \text{PASIVO CIRCULANTE}$$

Cuadro 5.28. Capital de trabajo

Concepto	(USD)
Activo circulante	221,742.66
Pasivo circulante	88,697.06
Capital de trabajo	133,045.59

5.3.2.1 Activo circulante

Está constituido por valores e inversiones, el valor de inventarios y cuentas por cobrar.

Cuadro 5.29. Activo circulante

Concepto	(USD)
Valores e inversiones	13,164.87
Inventarios	52,235.39
Cuentas por cobrar	156,342.40
TOTAL	221,742.66

Los valores e inversiones, es el dinero disponible en el banco para tener efectivo para cubrir los gastos de ventas de 45 días.

Los inventarios es el crédito otorgado para insumos equivalente a 45 días de venta del producto, antes de percibir el primer ingreso.

Las cuentas por cobrar es el crédito extendido a compradores, equivalente a 30 días de ventas.

5.3.2.2 Pasivo circulante

-Son las deudas de corto plazo con los bancos, se toma del flujo de efectivo". (Hernández, G, 1988, p. 122).El pasivo circulantes tienen una relación de 2 a 2.5 con respecto al activo circulante.

$$\frac{AC}{PC} = 2 \text{ a } 2.5$$

Por lo que:

$$\text{Pasivo circulante} = \frac{AC}{2.5}$$

Cuadro 5.30. Pasivo circulante

Por estadística AC/PC=2 a 2.5	
Concepto	(USD)
PC	88,697.06

5.4 Ingresos

Equivale al efectivo que se genera de las ventas.

Por lo que:

$$\text{Ingresos} \approx \text{Ventas} = (\text{Volumen de producción}) \times (\text{Precio unitario})$$

Por lo tanto:

$$\text{Ingresos} = (\text{No. Corrugados anuales}) \times (\text{Precio unitario})$$

No. Corrugados anuales= 241,920.00

Precio unitario= USD 8.5

Se obtienen ingresos anuales de:

$$\text{Ingresos} = (241,920) \times (8.5) = \text{USD } 2,056,320.00$$

5.5 Estructura Financiera

5.5.1 Financiamiento

Se requiere un préstamo del 20% de la inversión inicial, el cual se solicitara al banco Santander liquidando en 5 anualidades iguales, con un interés anual del 15%.

Datos:

Inversión inicial= USD 274,882.53

Interés anual= 15%

Porcentaje del préstamo= 20%

Anualidades= 5

$$\text{Financiamiento} = (\text{Inversión total}) \times (\text{Porcentaje del préstamo})$$

$$\text{Financiamiento} = (274,882.53) \times (20\%) = 54,976.51$$

$$\text{Pagos totales iguales} = \text{financiamiento} \left[\frac{\text{interés anual}(1 + \text{interés anual})^{\text{anualidades}}}{(1 + \text{interés anual})^{\text{anualidades}} - 1} \right]$$

Por lo tanto:

$$\text{Pagos totales iguales} = 54,976.51 \left[\frac{15\%(1 + 15\%)^5}{(1 + 15\%)^5 - 1} \right]$$

Cuadro 5.31. Amortización por el método de pagos totales iguales

Año	Interés (USD)	Anualidad (USD)	Pago capital (USD)	Deuda después del pago (USD)
0				54,976.51
1	8,246.48	16,400.35	8,153.87	46,822.64
2	7,023.40	16,400.35	9,376.95	37,445.68
3	5,616.85	16,400.35	10,783.49	26,662.19
4	3,999.33	16,400.35	12,401.02	14,261.17
5	2,139.18	16,400.35	14,261.17	0.00

Los datos de la tabla se obtienen con los siguientes cálculos:

$$\text{Interés} = (\text{interés anual}) * (\text{Deuda después del pago})$$

Por lo tanto:

$$\text{Interés} = (15\%) * (\text{Deuda después del pago})$$

$$\text{Pago Capital} = \text{anualidad} - \text{interés}$$

$$\text{Deuda después del pago} = \text{Deuda} - \text{Pago Capital}$$

5.5.2 Determinación del punto de equilibrio

Se van a producir 241,920 corrugados anuales, con un precio unitario de USD 8.5, la siguiente tabla nos muestra los ingresos sin inflación en cinco años.

Cuadro 5.32. Ingresos sin inflación

Año	Corrugados	Precio unitario (USD)	Ingreso total (USD)
1	241,920.00	8.50	2,056,320.00
2	241,920.00	8.50	2,056,320.00
3	241,920.00	8.50	2,056,320.00
4	241,920.00	8.50	2,056,320.00
5	241,920.00	8.50	2,056,320.00

Para la determinación del punto de equilibrio se consideran el costo total de operación de la planta, los costos variables totales y el costo fijo obtenido como el resultado de la diferencia de los otros dos costos antes mencionados, para un cierto volumen en este caso para 241920 corrugados producidos en un año.

Cuadro 5.33. Clasificación de costos

Concepto	(USD)
Ingresos	2,056,320.00
Costo total de operación	1,876,108.82
Costos variables totales	1,616,863.38
Costos fijos totales	259,245.44

Con los datos anteriores se obtiene una tabla de producción, ingreso y costo, donde al variar la producción varían los costos variables pero no los costos fijos.

Cuadro 5.34. Punto de equilibrio

Producción	Ingreso	Costo	Diferencia
0.00	0.00	259245.44	-259245.44
24192.00	205632.00	420931.78	-215299.78
48384.00	411264.00	582618.12	-171354.12
72576.00	616896.00	744304.45	-127408.45
96768.00	822528.00	905990.79	-83462.79
120960.00	1028160.00	1067677.13	-39517.13
145152.00	1233792.00	1229363.47	4428.53
169344.00	1439424.00	1391049.81	48374.19
193536.00	1645056.00	1552736.14	92319.86
217728.00	1850688.00	1714422.48	136265.52
241920.00	2056320.00	1876108.82	180211.18

Con los datos de la tabla anterior se grafica producción vs ingreso y producción vs costo. El punto de equilibrio es el punto de intersección de las dos líneas, lo que representa el valor mínimo de producción para que el proyecto sea rentable.

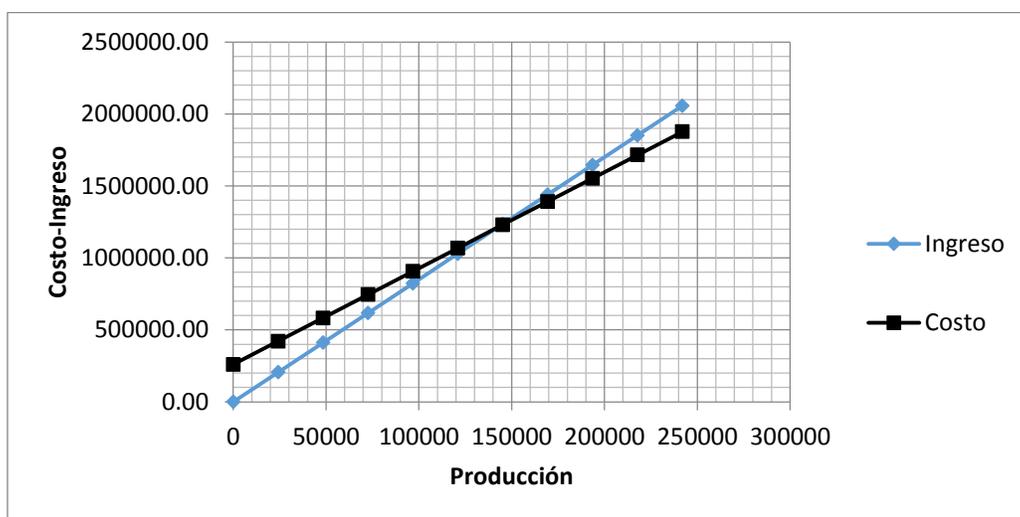


Fig. 5.0. Punto de equilibrio

La grafica obtenida reporta un punto de equilibrio de 140,000 aproximadamente, lo que se corrobora con la tabla, donde se observa un cambio de signo entre la producción de 120960.00 y 145152.00 corrugados.

5.6 Estados financieros proforma

Comúnmente se les ha denominado así a los estados proyectados o también proyecciones financieras del proyecto, de acuerdo al horizonte de planeación o vida útil considerada para el análisis.

Dichos estados financieros revelan el comportamiento que tendrá la empresa en el futuro en cuanto a las necesidades de fondos, los efectos del comportamiento de costos, gastos e ingresos, el impacto del costo financiero, los resultados en términos de utilidades, la generación de efectivo y la obtención de dividendos.

Los estados financieros proforma básicos para un proyecto nuevo son el estado de resultados y el flujo de efectivo... (Hernández, G, 1988, p. 118) Además se puede agregar el balance general.

5.6.1 Balance General

Un Balance General describe la situación financiera en un periodo de tiempo determinado.

La siguiente tabla muestra el Balance General inicial en que se puede observar el total de activos, de pasivos y el total que los accionistas deben aportar.

Cuadro 5.35. Balance General

Balance General			
Activo (USD)		Pasivo (USD)	
Activo circulante		Pasivo circulante	
Valores e inversiones	13,164.87	Subtotal	88,697.062
Inventarios	52,235.39	Pasivo fijo	81,585.63
Cuentas por cobrar	156,342.40		
Subtotal	221,742.66	TOTAL DE PASIVOS	170282.69
Activo fijo			
Activo en equipo de producción	192,231.86	Capital (\$)	
Activo en papelería y mobiliario	1,799.48	Capital social	219,906.02
Activo en vehículos	67,015.70		
Subtotal	261,047.04		
Activo diferido			
Subtotal	13,835.49		
TOTAL DE ACTIVOS	496,625.19	Pasivo+ Capital	375,235.14

$$\text{CAPITAL SOCIAL} = \text{ACTIVOS} - \text{PASIVOS}$$

5.6.2 Estado de Resultados

Proporciona información correspondiente a cada año a partir del primer año considerado como pre-operativo, se obtiene a partir de los ingresos, costos y gastos considerando una inflación del 10% por año.

El estado de resultados se integra por los siguientes conceptos:

- Producción: es la cantidad de corrugados generados en un año, el valor del año pre-operativo no cambio en la proyección a diez años por que solo se utiliza como referencia.
- Ingresos: Es la cantidad generada por la venta de todo el producto, la proyección del aumento año con año es proporcional considerando el 10% de inflación.
- Costo de producción: El valor es obtenido del cuadro 5.1 y aumenta año con año considerando una inflación del 10%.
- Utilidad bruta: Es el resultado de la operación (ingresos generados por las ventas - costo de producción) es una utilidad que no considera gastos ni impuestos.
- Gastos de administración: El valor es obtenido del cuadro 5.16 y aumenta año con año considerando una inflación del 10%.
- Gastos de ventas: El valor es obtenido del cuadro 5.17 y aumenta año con año considerando una inflación del 10%.
- Utilidad gravable: Es el resultado de la operación (Utilidad bruta - Gastos de administración - Gastos de ventas) es una utilidad acumulable, es decir, susceptible de ser gravada.
- ISR: El Impuesto Sobre la Renta es un impuesto que se aplica a los ingresos adquiridos de tanto a personas físicas como morales en México, en este caso el valor se tiene una tasa fija del 30% anual.
- RUT: El Registro Único Tributario, es un mecanismo para identificar a las entidades que tengan la calidad de contribuyentes declarantes del impuesto sobre la renta y no contribuyentes declarantes de ingresos, su valor es de una tasa del 10% anual.
- Depreciación: Su monto aparece separado de los costos y gastos, el valor se obtiene de la tabla de cargos de depreciación y amortización.
- Utilidad neta: Es el resultado de la operación (Utilidad gravable - ISR - RUT) como esta utilidad además de considerar todos los costos y gastos también considera los impuestos sirve para que el accionista conozca sus beneficios.

Cuadro 5.36. Estado de Resultados

Estado de resultados										
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción	241,920.00	241,920.00	241,920.00	241,920.00	241,920.00	241,920.00	241,920.00	241,920.00	241,920.00	241,920.00
+Ingresos	2056320.00	2261952.00	2488147.20	2736961.92	3010658.11	3311723.92	3642896.32	4007185.95	4407904.54	4848695.00
-Costos de producción	1669336.07	1836269.68	2019896.64	2221886.31	2444074.94	2688482.43	2957330.68	3253063.75	3578370.12	3936207.13
=Utilidad bruta	386,983.93	425,682.32	468,250.56	515,075.61	566,583.17	623,241.49	685,565.64	754,122.20	829,534.42	912,487.86
-Gastos de administración	104379.34	114817.27	126299.00	138928.90	152821.79	168103.97	184914.37	203405.80	223746.39	246121.02
-Gastos de ventas	102393.41	112632.75	123896.03	136285.63	149914.19	164905.61	181396.17	199535.79	219489.37	241438.30
=Utilidad gravable	180,211.18	198,232.30	218,055.53	239,861.08	263,847.19	290,231.91	319,255.10	351,180.61	386,298.67	424,928.54
-ISR	54063.35	59469.69	65416.66	71958.32	79154.16	87069.57	95776.53	105354.18	115889.60	127478.56
-RUT	18021.12	19823.23	21805.55	23986.11	26384.72	29023.19	31925.51	35118.06	38629.87	42492.85
Depreciación	36848.20	36848.20	36848.20	36848.20	36848.20	36848.20	36848.20	36848.20	36848.20	36848.20
UTILIDAD NETA	108,126.71	118,939.38	130,833.32	143,916.65	158,308.31	174,139.14	191,553.06	210,708.36	231,779.20	254,957.12

5.6.3 Flujo de Efectivo

Es el efectivo disponible después de considerar las entradas y salidas del proyecto por cada año, también es llamado flujo de caja.

Entradas: Están integradas por el financiamiento, la utilidad neta, depreciación y amortización y venta de equipo obsoleto.

- Financiamiento: Es la cantidad obtenida del cuadro 5.31.
- Utilidad neta: La obtenida del cuadro 5.36.
- Depreciación y amortización: La cantidad obtenida del cuadro 5.14.
- Venta de equipo obsoleto: Dato obtenido del cuadro 5.14.

Salidas: Están integradas por las inversiones, reposición de activos y pagos de capital.

- Inversiones: Dato obtenido del cuadro 5.20.
- Reposición de activos: EL resultado de la suma (Costo de equipo de proceso + costo de papelería y mobiliario).
- Pagos de capital: Los obtenidos del cuadro 5.31.

Cuadro 5.37. Flujo de efectivo

Año	Pre-operativo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CONCEPTO											
ENTRADAS											
Financiamiento	54,976.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad neta	-	108,126.71	118,939.38	130,833.32	143,916.65	158,308.31	174,139.14	191,553.06	210,708.36	231,779.20	254,957.12
Depreciación y amortización	-	36,848.20	36,849.20	36,850.20	36,851.20	36,851.20	36,851.20	36,851.20	36,851.20	36,851.20	36,851.20
Venta de equipo obsoleto						95,023.26					0.00
SALIDAS											
Inversiones	407,928.13										
Reposición de activos fijos											194,031.34
Pagos de capital		8,153.87	9,376.95	10,783.49	12,401.02	14,261.17					
Flujo de efectivo	-352,951.62	136,821.04	146,411.63	156,900.02	168,366.83	180,898.34	210,990.34	228,404.26	247,559.56	268,630.40	97,776.98

5.7 Índices y Parámetros

Cuando un proyecto es nuevo es importante realizar una evaluación de la rentabilidad y del periodo de recuperación del capital, para ello se requiere conocer el valor del VPN, TRC y TIR.

5.7.1 VPN

El Valor Presente Neto –se define como el ingreso neto que obtendrá la empresa a valores actualizados...Se obtiene sumando los beneficios netos anuales actualizados a una determinada tasa” Hernández, G., 1988, p. 138).

El resultado del Valor Presente Neto puede ser positivo o negativo:

- Si $VPN \geq 0$ se acepta el proyecto
- Si $VPN < 0$ Se rechaza

Se obtiene con la fórmula:

$$VPN = \sum F.E.D = \frac{V_0}{(1+i)^0} + \frac{V_1}{(1+i)^1} + \frac{V_2}{(1+i)^2} + \frac{V_3}{(1+i)^3} + \frac{V_4}{(1+i)^4} + \frac{V_5}{(1+i)^5} + \frac{V_6}{(1+i)^6} + \frac{V_7}{(1+i)^7} + \frac{V_8}{(1+i)^8} + \frac{V_9}{(1+i)^9} + \frac{V_{10}}{(1+i)^{10}}$$

Dónde:

V= Flujo de efectivo anual de 0 a n

i= Tasa de interés, para este caso = 10%, lo que representa el costo de oportunidad del capital.

n= Vida útil del proyecto, para este caso = 10 años.

Las operaciones se presentan en la siguiente tabla.

Cuadro 5.38. Flujos de Efectivo

Período	F.E (USD)	F.E.D (USD)	F.E.D.A (USD)
Pre-operativo	-352,951.62	-352,951.62	-352,951.62
1	136,821.04	124,382.76	-228,568.86
2	146,411.63	121,001.34	-107,567.51
3	156,900.02	117,881.31	10,313.79
4	168,366.83	114,996.81	125,310.60
5	180,898.34	112,323.64	237,634.24
6	210,990.34	119,098.55	356,732.79
7	228,404.26	117,207.50	473,940.29
8	247,559.56	115,488.36	589,428.66
9	268,630.40	113,925.51	703,354.17
10	97,776.98	37,697.26	741,051.43
Total	1,489,807.79	741,051.43	2,548,677.98

Dónde:

F.E= Flujo de Efectivo.

F.E.D= Flujo de Efectivo Descontado.

F.E.D.A= Flujo de Efectivo Descontado Acumulado

Entonces:

$$VPN = \sum F.E.D = 2.09$$

Lo que indica que el proyecto se acepta porque el valor es mayor a 0.

5.7.2 TRC

El Tiempo de Recuperación de Capital es el periodo en el que se recupera la inversión, es decir, es el momento a partir del cual el inversionista comienza a obtener ganancias, por lo que si dicho tiempo es igual o menor al año previsto entonces el proyecto se acepta.

El resultado se obtiene de la tabla 5.36 con los dos datos del F.E.D.A donde ocurre el cambio de signo, estos son -107,567.51 y 10,313.79 que ocurren en los años 2 y 3, por lo que el Tiempo de Recuperación de Capital es en el año 2 y para conocer el mes se suman los valores absolutos de (-107,567.51 y 10,313.79) obteniendo un valor de 117,881.31 lo que representa el 100% en 12 meses, entonces por regla de tres se obtiene que:

$$meses = \frac{(117,881.31)(100)}{107,567.51} = 91.30, \quad \frac{(91.30)(12)}{100} = 11.00$$

TRC= 2 años con 11 meses

5.7.3 TIR

La Tasa Interna de Retorno o Tasa de Rendimiento Real es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión suponiendo una reinversión total del dinero año con año, lo que significa que es la tasa de descuento cuando VPN=0.

La TIR se calcula sustituyendo los valores en la siguiente ecuación:

$$V_0 + \frac{V_1}{(1+i)} + \frac{V_2}{(1+i)^2} + \frac{V_3}{(1+i)^3} + \frac{V_4}{(1+i)^4} + \frac{V_5}{(1+i)^5} + \frac{V_6}{(1+i)^6} + \frac{V_7}{(1+i)^7} + \frac{V_8}{(1+i)^8} + \frac{V_9}{(1+i)^9} + \frac{V_{10}}{(1+i)^{10}} = 0$$

Dónde:

V0= Flujo de efectivo descontado en el periodo 0

V1= Flujo de efectivo descontado en el año 1

Vn= Flujo de efectivo descontado en el año n

n= años de proyección (en este caso 10 años)

i= interés (en este caso es la variable de interés pues representa a la TIR)

Obteniendo para este caso **TIR= 31.0%**, significa que el proyecto es rentable ya que una TIR aceptable de proyectos reales esta entre el 15% y 30%, pues si es muy baja el proyecto no podría obtener resultados buenos y si es muy alta el proyecto es riesgoso.

5.8. Relación beneficio costo

Este indicador se define como la relación entre los beneficios y los costos de un proyecto generalmente a valores actuales. Si la relación B/C es mayor o igual que uno, el proyecto deberá aceptarse por cuanto indica que sus beneficios son mayores que sus costos o equivalentes a la tasa de oportunidad, que es la conveniente para los inversionistas.

Si el indicador es menor que uno, se deberá rechazar el proyecto.

La relación Costo / Beneficio se obtiene de la siguiente manera:

$$B - C = \frac{VP(B)}{I + VP(O\&M)}$$

Dónde:

VP (B) = Valor presente = \sum Utilidad bruta = 1, 167,527.21

I= Inversión inicial total= 274,882.53

VP (O&M)= Costo de Operación y mantenimiento= Costo de producción= 1, 669,336.07

Por lo tanto:

$$B - C = \frac{1, 167,527.21}{274,882.53 + 1, 669,336.07} = 3.17$$

5.9 Análisis de sensibilidad

Los valores de los índices y parámetros y de la relación costo beneficio son valores sensibles ante el cambio del costo de algunas variables. Mediante el análisis de sensibilidad es posible conocer que variables afectan en mayor o menor medida el resultado al final del proyecto.

Se ha desarrollado el análisis de sensibilidad para el costo de algunas materias primas.

- a) Análisis de sensibilidad para la raíz de yuca

Cuadro 5.39. Aumento en el costo de yuca

Costo (USD)		TIR	VPN	TRC	B-C
0.21		31	2.09	2 años 11 meses	3.17
Aumentos					
10%	0.23	31	2.09	2 años 11 meses	3.17
15%	0.24	30.9	2.09	2 años 11 meses	3.17
25%	0.26	30.9	2.08	2 años 11 meses	3.17
50%	0.32	30.7	2.07	2 años 11 meses	3.17
75%	0.37	30.6	2.06	2 años 11 meses	3.17
100%	0.42	30.4	2.05	2 años 11 meses	3.17

b) Análisis de sensibilidad para el ácido esteárico

Cuadro 5.40. Aumento en el costo del ácido esteárico

Costo (USD)		TIR	VPN	TRC	B-C
4.01		31	2.09	2 años 11 meses	3.17
Aumentos					
10%	4.41	31	2.09	2 años 11 meses	3.17
15%	4.61	31	2.09	2 años 11 meses	3.17
25%	5.01	31	2.09	2 años 11 meses	3.17
50%	6.02	30.9	2.08	2 años 11 meses	3.17
75%	7.02	30.8	2.08	2 años 11 meses	3.17
100%	8.02	30.8	2.08	2 años 11 meses	3.17

c) Análisis de sensibilidad para el polipropileno

Cuadro 5.41. Aumento en el costo del polipropileno

Costo (USD)		TIR	VPN	TRC	B-C
1		31	2.09	2 años 11 meses	3.17
Aumentos					
10%	1.10	30.9	2.09	2 años 11 meses	3.17
15%	1.15	30.9	2.08	2 años 11 meses	3.17
25%	1.25	30.8	2.08	2 años 11 meses	3.17
50%	1.50	30.5	2.06	2 años 11 meses	3.17
75%	1.75	30.3	2.04	2 años 11 meses	3.17
100%	2.00	30.1	2.02	2 años 11 meses	3.17

En dicho análisis se puede observar que el aumento de los precios de nuestra principal materia prima no afecta el precio de nuestro producto final pues el valor de los índices y parámetros no cambia drásticamente, por lo que el proyecto no es sensible ante estos aumentos.

Resultados

Esta tesis está basada en la fabricación de uno de los productos con alta demanda nacional, que por una parte requiere petróleo para su elaboración y además está contaminando al medio ambiente, estos son los vasos desechables fabricados de un material natural en lugar del sintético generado por el petróleo. Para este fin se realizó un estudio de los materiales de origen natural que nos permiten generar un material con las características de los plásticos comunes y además que se pueden procesar para la producción de vasos, el material seleccionado fue la yuca.

Derivado del capítulo 1 que nos da un panorama de los plásticos, características y usos; del capítulo 2 que nos adentra en el mercado internacional, pero principalmente nacional de los plásticos y el lugar que ocupa el plástico biodegradable y del capítulo 4 en el que se describe la mejor opción para ubicar la planta, se obtienen en los capítulo 3 y 5 resultados desde el punto de vista de la ingeniería del proyecto, económicos y financieros para el proyecto de producción de vasos desechables biodegradables.

Para esta propuesta fue necesario darle un tratamiento a la yuca para obtener almidón y poder procesarlo con aditivos para generar el plástico biodegradable que es la materia prima para producir los vasos desechables. Para que los vasos de este proceso cumplieran con las características plásticas requeridas es necesario mezclar el plástico natural con 30% en peso de propileno obteniendo como resultado un material capaz de degradarse en menor tiempo, sin embargo con la desventaja de que sigue conteniendo partículas tóxicas para la naturaleza y el humano, pero en menor cantidad, aunque unos de los propósitos de este proyecto era conseguir un material 100% biodegradables no se obtuvieron buenos resultados ya que el material generado con el almidón de yuca no tiene la suficiente resistencia para formar un vaso.

La planta va a producir 28,800 piezas por hora lo que equivale a 241,920,000 piezas anuales por lo que se considera una empresa capaz de competir con empresas ya establecidas para satisfacer la demanda nacional de vasos desechables.

Del Estudio de factibilidad se obtuvo que el valor presente neto es mayor a cero por lo tanto se puede seguir calculando los demás parámetros, pues hasta este punto el proyecto es viable, el tiempo de recuperación de capital nos da un valor de 2 años con 11 meses lo que significa que el capital se recupera en menos de los 5 cinco años de financiamiento y el valor de TIR de 31% hace aceptable la propuesta para el inversionista.

Conclusiones

Partiendo del cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos de esta tesis que lleva por título “Proceso de producción de vasos desechables biodegradables” fue posible satisfacer el objetivo general que consistía en desarrollar el estudio de factibilidad para el proceso de producción de vasos desechables biodegradables, sin embargo es necesario aclarar que el objetivo se cumplió solo en una parte al obtener como resultado valores favorables en la evaluación financiera aunque por otra parte no fue posible generar un proceso que diera como resultado un producto cien por ciento biodegradable pues fue necesario agregar un porcentaje de polímero no biodegradable al material nuevo debido a que el polímero generado a partir del almidón de yuca carece de resistencia por lo tanto los vasos obtenidos son semi-biodegradables, pues al término de su ciclo de vida solo una parte se integrara a la naturaleza.

En el primer objetivo específico se buscaba conocer el panorama nacional e internacional de la producción de los vasos desechables con el fin de conocer la situación de México y del mundo ante el consumo de vasos desechables, para lo cual se realizó un estudio de mercado que nos muestra las principales empresas productoras de desechables tanto a nivel nacional como internacional, así como las principales empresas productoras de vasos desechables biodegradables en México pudiendo destacar que la producción promedio esta entre los 200 y 500 millones de piezas anuales por empresa y que en México las importaciones son mayores a las exportaciones.

En el segundo y tercer objetivo específico se buscaba desarrollar un proceso de producción de vasos desechables biodegradables y el proceso de producción de la materia prima para los vasos desechables biodegradables, por lo que en el capítulo 3 que lleva por nombre “El proceso” se desarrolló la descripción del proceso para obtener almidón de yuca que es la materia prima principal del producto, el proceso para obtener plástico biodegradable a partir del almidón de yuca y el proceso de producción de vasos desechables biodegradables, cada uno con su respectivo balance de masa, diagrama de flujo de proceso y la descripción del equipo para cada proceso.

Y en el cuarto y último objetivo específico se buscaba conocer que tan viable es desarrollar el proyecto de producción de vasos desechables biodegradables a partir de la yuca como materia prima por lo que fue necesario hacer uso del capítulo 3 y del capítulo 4 en el cual se muestra la mejor opción para localizar la planta seleccionando al Estado de México por su excelente ubicación, en dicho capítulo se describen sus características como son la disponibilidad de la materia prima, los canales de distribución, los factores climáticos, disponibilidad de mano de obra, las condiciones del suelo y los servicios disponibles; consiguiendo así el cumplimiento del objetivo general desarrollando un estudio de factibilidad en el capítulo 5 en donde los resultados indican que el proyecto es viable y a un precio de producto accesible, sin embargo para llevarse a la

realidad se requiere de un financiamiento que lejos de poner en riesgo al proyecto lo beneficiaria, los índices y parámetros reportan resultados aceptables y en cuanto al análisis de sensibilidad nos muestra que el aumento de las materia primas no ocasionaría mayor problema al inversionista.

Glosario

Colorantes: Sustancias orgánicas miscibles o compatibles con el polímero, son aplicados en forma soluble a los materiales para dar color.

Gelatinización: Rompimiento de los enlaces de puente de hidrogeno de las moléculas de amilosa y amilopectina ocasionado por la energía cinética del agua a alta temperatura que logra que las hélices las cadenas se abran y permitan la incorporación de agua en el interior del granulo de almidón provocando su expansión

Glucósido cianogénico: Son metabolitos secundarios de las plantas que cumplen funciones de defensa, ya que al ser hidrolizados por algunas enzimas liberan cianuro de hidrógeno.

Hidrocoloides: Son un grupo de compuestos químicos que contienen un elevado número de grupos hidroxilo, a través de los cuales se hidratan y retienen agua por la formación de puentes de hidrogeno; se caracterizan por su elevado peso molecular.

Husillo: Tornillo metálico rotatorio que tiene función transportar el material dentro de la extrusora.

Monómero: unidad molecular más sencilla que se repite n veces para formar la molécula o el polímero.

Orgánicos: Indica que la estructura de las moléculas de una substancia son semejantes a las de los organismos vivos.

Ovillo: Bola que se forma enrollando hilos sobre si mismos.

Pigmentos: Partículas inorgánicas sólidas inmiscibles que imparten color mediante su dispersión en las sustancias.

Plastificantes: Son materiales que se incorporan a un plástico para mejorar su flexibilidad y facilitar su transformación.

Polimerización: Reacción química más utilizada en la industria en donde se unen dos moléculas pequeñas llamadas dímeros o monómeros para originar macromoléculas llamadas polímeros.

Polímeros: Del latín Poli= muchos y meros= partes, son moléculas de cadena larga que conforman a los plásticos.

Resiliencia: Capacidad de sufrir una deformación y regresar a su forma original.

Reticulado: Tiene lugar por reacción química durante el moldeo de la pieza, es decir, durante el proceso de transformación que consiste en hacer pasar el material plástico por el punto de gelificación o punto de gel, el cual se refiere al momento en el que el material pasa de una manera irreversible de un estado líquido-viscoso a un estado sólido.

Retrogradación: Reorientación de las cadenas moleculares que ocurre al calentar y enfriar la solución de amilosa y amilopectina hasta la temperatura ambiente se forma un gel rígido y reversible.

Translucidos: Dejan pasar la luz pero no permiten ver claramente.

Referencias

- A, P. (12 de septiembre de 2016). Francia busca no contaminar; prohíbe el uso de desechables. *Excelsior*. Recuperado de <http://www.excelsior.com.mx/global/2016/09/12/1116427#view-1>
- Alcántara V. (2015, Mayo). México tendrá nueva planta para producción de bioplásticos. *Tecnología de plástico*, 32 (1), 2.
- Ángeles P. (2015). Diseño de un proceso industrial para obtener plástico biodegradable (tps) a partir de almidón de yuca manihot sculenta. (tesis presentada para optar el grado académico de doctor en ciencias con mención en ciencias ambientales). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Escuela De Post Grado. Perú.
- Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) 2013. Análisis del ciclo de vida de vasos desechables en México. Recuperado de https://www.reciclaunicel.com.mx/media/1111/aniq_informeejecutivo-junio2013.pdf.
- Aristizábal J. (2007). Guía Técnica para la producción y análisis de yuca. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación*, Roma.
- Beltrán, M. (2011, Octubre 11). Tecnología de los plásticos (Web Blog). Recuperado en diciembre de 2017 de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx/2011/10/moldeo-por-transferencia.html>.
- Carrasco L. (2013, Enero 14). Tecnologías (Blog). Recuperado de <http://tecnologiapluciacarrasco3b.blogspot.mx/2013/01/vaso-de-plastico.html>.
- Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable (CADIS) (2013) México. Recuperado de <file:///C:/Users/fac/Downloads/ANIQ%20CIPRES%20Resumen%20Ejecutivo%20ACV%20Asos.pdf>.
- Chargoy, J., García, A., Sojo, A & Suppen R.N. (2013). Análisis de Ciclo de Vida de Vasos Desechables en México. *Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Desarrollo Sustentable*, 204.
- Colombo, G. Adriana A. (2009). Mejora y Estandarización del Proceso de Producción, en una Empresa Productora de Envases Plásticos (Trabajo de gradación). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.
- Combaldieu, B. (2016, septiembre 16). Guerra europea contra el plástico. *El Periodico. com*. Recuperado de <http://www.elperiodico.com/es/noticias/medio-ambiente/francia-prohibe-platos-plastico-5376216>.
- Cornish A. Ma. L. (1997). *El ABC de los plásticos*. México: Universidad Iberoamericana.
- De Lille, M.L. (2016, Julio). La historia del plástico; Un siglo de desarrollos para la sociedad del futuro. *Ingeniería Plástica*, 1 (24), 4-7.
- Díaz, F. (2012). *Conformado de materiales plásticos* (Laboratorio de tecnologías de materiales). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Departamento de Ingeniería. (21).
- G, M. T. (2016, septiembre 21). Cruzada en Francia contra los cubiertos de plástico. *Actualidad RT*. Recuperado de <https://actualidad.rt.com/actualidad/219311-francia-prohibicion-utensilios-desechables-plastico>.
- Genige A. (2016, marzo 5). El vaso desechable que, literalmente, puede convertirse en una planta (blog ecoosfera). Recuperado de <http://ecoosfera.com/2016/03/el-vaso-desechable-que-literalmente-puede-convertirse-en-una-planta-video/>.
- Góngora, P. (2014, septiembre y octubre). La industria del plástico en México y el mundo. *Comercio Exterior*, 64 (5), 6-9.
- Hernández, G. (1988). Evaluación Financiera de Proyectos de inversión. México . Editorial Nacional Financiera.

- Hery, E. (2016, septiembre 21). Francia prohíbe venta de vasos y platos plásticos desechables. *Revista Marcianos*, 251. Recuperado de <http://marcianosmx.com/francia-prohibe-venta-vasos-platos-plasticos-desechables/>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI, Balanza comercial de mercancías de México. Anuario estadístico 2015. Importaciones pesos. Recuperado en mayo de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825073664>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI, Balanza comercial de mercancías de México. Anuario estadístico 2015. Exportaciones pesos. Recuperado en mayo de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825073640>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI, Banco de Información Económica. Recuperado en mayo de 1016 de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/?idserPadre=10400100014201200010007000200040>.
- Mapas de México. Recuperado el 19 de mayo de 2018 de <http://www.maps-of-mexico.com/distrito-federal-df-mexico/mexico-df-distrito-federal-mexico-map>.
- Mejía P. (2008). Actividad económica en el estado de México. *Manufactura e industria automotriz*, vol.2 (6), 213.
- Munguía S. (2017, Enero 26). Un joven mexicano crea Bioplástico a partir de semillas de aguacate (Blog Ecoinventos). Recuperado de <http://ecoinventos.com/bioplastico-hueso-aguacate/>.
- Pascual J. (2016, Julio). Nuevo material biodegradable para uso en jardinería basado en ácido poliláctico reforzado con gluten y aceite de linaza epoxidado como plastificante. *Tesis para obtener el grado de Ingeniero Mecánico*, Universidad Politécnica de Valencia. España
- Plásticos Protocolo. Cursos de proceso de manufactura. Escuela Colombiana de Ingeniería. Edición 2007-2. Recuperado de file:///F:/2734_plimeros.pdf.
- PRINEMEC S.A. de C.V. Montajes industriales en la ciudad de México, Distrito Federal. Recuperado el 20 de abril de 2017 de <https://paginas.seccionamarilla.com.mx/prinemec/montajes-industriales/distrito-federal/ciudad-de-mexico/-/-/>.
- Procesos de conformado para plásticos (blog). Recuperado de <https://flacofidel89.wordpress.com/2013/05/21/procesos-de-conformado-para-plasticos-2/>.
- Salinas L. (2012, Diciembre 14). Fabrican plásticos a partir de semillas de aguacate. *Revistas Enfasis*, 5 (1), 1.
- Santiago. (2016, Agosto 4). Técnicas de conformado, mezclado y unión de plásticos. Aplicaciones (Blog oposinet). Recuperado de <https://oposinet.cvexpres.com/temario-de-tecnologia/temario-4-tecnologia/tema-31c-tnicas-de-conformacin-mecanizado-y-unin-de-plsticos-aplicaciones/>.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera Promotores (SIAP) 2015. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/siap/Paginas/default.aspx>.
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). Recuperado el 19 de mayo de 2018 de <http://www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/IngredientesMes.asp?Cons=D&prod=803&ori=T&dqMesMes=3&dqAnioMes=2017&Formato=Xls&submit=Ver+Consulta>
- Solórzano, M. (7 DE MAYO DE 2013). Mundo de plástico. *Periódico La Jornada*. Recuperado de <http://www.jornada.unam.mx/2013/05/27/eco-g.html>.
- Sotelo E., González A., Cruz G., Moreno F & Cruz C.G. (2006). Los suelos del estado de México y su actualización a la base referencial mundial del recurso suelo 2006. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, vol. 2 (8), 84.
- Valdez A. (2013). *Caracterización del uso de suelo en el estado de México y su contribución en los flujos de gases de efecto invernadero*. (Tesis de licenciado en ciencias ambientales). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.

Voegele, E. (2012, octubre 16). European Bioplastics releases 2016 market forecast. *Biomass Magazine*. Recuperado de <http://biomassmagazine.com/articles/8183/european-bioplastics-releases-2016-market-forecast>.



