



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

**DISEÑO DE UN SISTEMA
PRODUCTIVO PARA LA OBTENCIÓN
DE BOLSAS BIODEGRADABLES A
PARTIR DEL ALMIDÓN DE YUCA EN
LA EMPRESA POLÍMEROS DEL
NORTE S.A.C**

Kevin Yamunaqué, Milagros del Pilar
Farfán, Julio Maza, Edwin Navarro,
Oliver Saavedra

Piura, 17 de noviembre de 2018

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](https://repositorio.institucional.pirhua.edu.pe/)

UNIVERSIDAD DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA



Diseño de un sistema productivo para la obtención de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca en la empresa Polímeros del Norte S.A.C.

Milagros del Pilar Farfán Floriano

Julio Cesar Maza Nilupú

Edwin Jesús Navarro Macalupú

Oliver Anderson Saavedra Ipanaque

Kevin Smith Yamunaqué Juárez

Sponsor: Dr. Ing. Dante Guerrero Chanduví

Piura, 17 de noviembre de 2018

Prólogo

Actualmente el plástico es uno de los productos más consumidos a nivel mundial, y esto sucede gracias a sus características que lo hacen versátil y eficiente, la innovación en la producción de este material le ha permitido ser un producto clave en sectores como el del transporte, el deporte, el envasado etc. Sin embargo, su alta demanda y su prolongado tiempo de degradación ha originado que muchas partes del mundo se hayan inundado de plástico, convirtiendo su uso en problema crítico, sobre todo para las generaciones futuras.

La reflexión acerca de este tema es el motivo principal que el equipo ha tenido para llevar a cabo su proyecto. Las enormes cifras acerca del uso del plástico, rescatadas de informes acerca de su situación actual, nos muestran la real magnitud de este problema.

La región de Piura no es ajena a este problema, pues tanto su población como flora y fauna también sufren las consecuencias del plástico, y en este proyecto se tratará de brindar una solución al uso específico de las bolsas plásticas.

Por otro lado, la acumulación de bolsas plásticas también afecta la imagen de Piura, ya que las calles de sus ciudades y el resto de zonas turísticas son víctimas de la contaminación visual que generan estas bolsas plásticas y el plástico en general.

La importancia de este proyecto es evidente pues presenta una alternativa ecológica en cuanto al uso de bolsas. Este nuevo producto tiene características que lo hacen amigable al medio ambiente ya que su tiempo de degradación es mucho menor al del polietileno, por lo tanto, no contamina el ambiente.

El equipo de este proyecto agradece a todas aquellas personas que hicieron posible el desarrollo del mismo, entre ellos al Sponsor, el Dr. Ing. Dante Guerrero Chanduví; al monitor, el Ing. Omar Armando Manuel Hurtado Jara; y a los ingenieros Félix Paul Guerrero Vargas, Manuel Buenaventura Castro Sánchez, Jorge Arturo Yaksetig Castillo, José Luis Calderón Lama, por su juicio de experto.

Resumen

Este proyecto tiene como objetivo principal realizar el diseño de un sistema productivo para la obtención de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca en la empresa Polímeros del Norte S.A.C., el cual tuvo desarrollo durante un periodo de dos meses y medio.

Polímeros del Norte S.A.C. es una empresa piurana que produce bolsas plásticas y está orientada al mercado industrial, actualmente es la única empresa que produce bolsas plásticas en nuestra región y junto con ella los miembros del equipo trabajaron para la realización de este proyecto.

En el Perú, las medidas que actualmente existen acerca del uso del plástico y la reciente propuesta de un proyecto de ley, que regula el uso de bolsas plásticas en los mercados nacionales ha motivado a las empresas a buscar alternativas de solución, una de ellas es la que trata este proyecto, que busca producir bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca, como se mencionó al inicio.

La realización de este proyecto se justifica con el desarrollo de cuatro puntos primordiales: Antecedentes y Situación actual, Marco Teórico, Metodología y Resultados y Conclusiones; este último punto contiene el estudio de mercado, la experimentación, el diseño del proceso, el análisis financiero y las conclusiones del proyecto.

Índice

Introducción	1
Capítulo 1	3
Antecedentes.....	3
1.1. Antecedentes de la empresa Polímeros del Norte S.A.C.	3
1.2. Antecedentes del plástico y la yuca	3
1.2.1. Antecedentes del plástico	3
1.2.2. Antecedentes de la yuca	4
1.3. Antecedentes de las aplicaciones de la yuca	4
1.4. Definición de plásticos a base de polímeros y plásticos biodegradables y sus clasificaciones.....	4
Capítulo 2.....	7
Situación actual	7
2.1. Situación actual de la empresa Polímeros del Norte S.A.C.	7
2.2. Situación actual del plástico y la yuca	8
2.2.1. Situación actual del plástico.....	8
2.2.1.1. Consumo del plástico.....	10
2.2.1.2. Sectores de aplicación de los materiales plásticos.....	11
2.2.1.3. Plásticos biodegradables	13
2.2.1.4. Leyes y Normas Técnicas	13
2.2.2. Situación actual de la yuca.....	15
2.2.2.1. Yuca	15
2.2.2.2. Situación de la producción a nivel mundial	15
2.2.2.2.1. Producción obtenida mundialmente (ton)	16
2.2.2.2.2. Superficie cosechada (ha).....	16
2.2.2.2.3. Rendimiento promedio (ton/ha)	17

2.2.2.3. Situación actual de la producción de yuca en Perú	18
2.2.2.3.1. Superficie sembrada	18
2.2.2.3.2. Producción de yuca por región en Perú.....	20
2.3. Aplicaciones actuales de la yuca.....	22
2.4. Ventajas y desventajas de las bolsas plásticas frente a las bolsas biodegradables .	24
Capítulo 3.....	27
Marco teórico	27
3.1. Propiedades del almidón de yuca	27
3.1.1. Propiedades funcionales del almidón de yuca.....	27
3.1.2. Propiedades estructurales del almidón de yuca.....	28
3.2. Procesos para la obtención del almidón de yuca	29
3.3. Tecnologías utilizadas en el proceso de elaboración de bolsas	30
3.3.1. Tecnologías para la elaboración de bolsas plásticas	30
3.3.1.1. Máquina extrusora	30
3.3.1.2. Máquina de corte y sellado	31
3.3.1.3. Cortadora	32
3.3.1.4. Metros y calibradores.....	32
3.3.2. Tecnologías utilizadas en el proceso de elaboración de bolsas biodegradables.....	33
3.3.2.1. Tecnología PLA	33
3.4. Proceso de la elaboración de las bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca	34
3.4.1. Proceso de almidón de yuca	34
3.4.2. Extrusión	35
3.4.3. Laminado	35
3.4.4. Corte	35
3.4.5. Materia prima.....	36
3.4.6. Mano de obra	36
3.4.7. Estándares técnicos para el proceso de producción	36
3.5. Proceso de bolsas oxo – biodegradables	36
3.5.1. Descripción del proceso productivo	37
Capítulo 4.....	41
Metodología.....	41
4.1. Planteamiento del problema	41
4.2. Objetivos.....	41
4.2.1. Objetivo General	42
4.2.2. Objetivos específicos.....	42

4.3. Justificación y beneficios de la investigación	42
4.4. Hipótesis	43
4.5. Herramientas y/o técnicas para el análisis y solución del problema.....	43
4.6. Metodologías empleadas	45
4.6.1. Investigación de Mercado	45
4.6.1.1. Encuestas	45
4.6.1.2. Juicio de expertos	47
4.6.2. Metodologías para diseñar el proceso.....	47
4.6.3. Metodología de experimentación	47
Capítulo 5	49
Investigación de mercado.....	49
5.1. Encuestas	49
5.2. Focus Group.....	53
5.3. Juicio de Expertos	54
Capítulo 6	57
Experimentación.....	57
6.1. Pruebas experimentales	57
6.2. Resultados de las pruebas para medir las variables cualitativas	67
Capítulo 7	70
Diseño del proceso	70
7.1. Diseño del proceso productivo.....	70
7.1.1. Actual disposición en planta para la producción de bolsas biodegradables	70
7.1.2. Futura disposición en planta para la producción de bolsas biodegradables.....	71
7.2. Elaboración del MOF	71
7.3. Elaboración del MAPRO	77
7.3.1. Descripción de los procesos.....	80
Capítulo 8	81
Análisis financiero	81
8.1. Análisis financiero	81
8.2. Estado de ganancias y pérdidas.....	86
8.3. Flujo de caja económico.....	86
8.4. Indicadores VAN y TIR	87
Capítulo 9	88
Conclusiones.....	88
Bibliografía.....	90

Introducción

En la actualidad el mundo sufre altísimos niveles de contaminación, en especial por el uso irresponsable de bolsas plásticas en la ciudad y sus alrededores. Por ello se han adoptado medidas gubernamentales de protección del medio ambiente, buscando alternativas de solución a productos derivados del petróleo, como por ejemplo a las botellas y bolsas en su uso frecuente.

Por lo antes expuesto, los autores de esta investigación aprovecharon la necesidad de buscar mejorar el rendimiento de muchas empresas en el rubro de producción de bolsas plásticas, innovando con un producto que satisfaga las necesidades del cliente final y que no genere un impacto negativo en el medio ambiente. Además, con este proyecto, se busca incentivar la producción de yuca, originando así un impacto positivo en el ámbito social, pues de ejecutarse un proyecto como este, la economía de muchos agricultores mejoraría y con ello lo haría el desarrollo de nuestra región Piura

Después de una investigación exhaustiva se decidió dar un uso importante a unos de los tubérculos con mayor demanda en la región de Piura como es la yuca, del cual se aprovechará el almidón para luego convertirlo en materia prima en la producción de bolsas biodegradables, utilizándolo de esta manera como el sustituto del polímero convencional.

En la validación de esta propuesta, lo primero que se hizo fue realizar un estudio del plástico, específicamente de las bolsas, de sus características principales, y de su producción, todo ello con el motivo de conocer el proceso de elaboración de bolsas plásticas para luego poder replicarlo con las biodegradables. También se realizó un estudio de las materias prima utilizadas y los procedimientos empleados para la experimentación y posterior obtención de un prototipo final de bolsa biodegradable.

En este trabajo describiremos una propuesta de adaptación de la línea de producción en la empresa Polímeros del Norte S.A.C., para que de esta manera sea la misma empresa la que produzca pellets (pequeñas porciones de material comprimido) de plástico biodegradable y que los utilice en la fabricación de bolsas biodegradables. Además, se realizó una investigación de mercado para medir la aceptación de este tipo de bolsas y un análisis financiero que significa la puesta en marcha de la adaptación de la línea de producción de bolsas biodegradables en dicha empresa.

Capítulo 1

Antecedentes

El presente capítulo contiene las investigaciones realizadas acerca de los precedentes del plástico y la yuca, así como los precedentes de Polímeros del Norte S.A.C., empresa productora de bolsas plásticas en la región de Piura y con la cual el equipo del proyecto trabajó de la mano. Además, en este capítulo se describen las aplicaciones que la yuca había tenido hasta antes de ser considerada como fuente de materia de prima para la producción de bolsas biodegradables.

1.1. Antecedentes de la empresa Polímeros del Norte S.A.C.

Polímeros del Norte S.A.C. es una empresa distribuidora de bolsas plásticas en el norte del país, se encuentra ubicada en Mz. N Lt. 14, Zona Industrial III, 26 de Octubre, Piura, Perú. Esta empresa se fundó en el año 1988 como pequeña empresa productora de bolsas plásticas que satisfacía las necesidades de los pequeños productores en la región Piura.

1.2. Antecedentes del plástico y la yuca

En este punto, se describirá específicamente la investigación acerca de los antecedentes de los plásticos y la yuca, es decir una breve historia sobre la evolución del plástico y la producción de yuca.

1.2.1. Antecedentes del plástico

Antes de la existencia de los plásticos, el hombre fabricaba sus herramientas y cualquier otro tipo de objetos de uso cotidiano, a partir de los recursos que le brindaba la naturaleza, como por ejemplo piedras, maderas, etc. Sin embargo, las características de estos materiales no le permitían al hombre fabricar objetos con otras propiedades como flexibilidad, esto lo llevo a tratar de obtener un material distinto que pueda satisfacer esa necesidad. “Se manipulaban los polímeros naturales: el ámbar, el hasta natural, la goma laca, y la gutapercha que son los precursores de los polímeros actuales”. (García, 2009)

El término «plástico» proviene del griego «plastikos» que significa que se puede moldear. Se refiere a la maleabilidad, o plasticidad, del material durante la

fabricación, lo que permite fundirlo, prensarlo o extrusionarlo para obtener diferentes formas, como láminas, fibras, placas, tubos, botellas, cajas, etc. (PlasticsEurope, 2018)

Góngora explica que dentro de los plásticos existen tres grupos: los plásticos naturales, semisintéticos y sintéticos. Los primeros, que ya se explicaron al inicio de este capítulo, son aquellos que se consiguen directamente de la naturaleza y pueden ser moldeados mediante calor; los semisintéticos son aquellos que resultan de mezclar productos naturales con otras sustancias; por último, los sintéticos son el resultado de una alteración en la estructura molecular de materiales a base de carbono, como los combustibles fósiles o recursos de origen biológico.

Hasta antes del siglo XIX la utilización de los plásticos naturales era, si no generalizada, sí conocida. Fue a partir de la revolución industrial, debido al rápido aumento de la población y al incremento del estándar de vida en las ciudades, cuando la demanda por bienes materiales elaborados en plástico creció de forma considerable. Tanto en productos ornamentales como para sustituir productos naturales cuya oferta limitada impedía la producción de otros productos de consumo final a gran escala, el uso del plástico desplazó al metal, las fibras naturales, la madera, y se constituyó como un bien alternativo más económico. (Góngora Pérez, 2014)

1.2.2. Antecedentes de la yuca

Manihot esculenta Crantz o comúnmente yuca, es un tubérculo que pertenece a la familia *Euphorbiaceae*, la cual está conformada por 7200 especies. Su nombre se debe al científico Crantz quien se lo otorgó en el año 1766. Años después, otros dos científicos Pohl y Pax, en 1827 y 1910 respectivamente definieron dos clasificaciones: *Manihot utilissima* (yuca amarga) y *Manihot aipi* (yuca dulce). A pesar de ello, otro científico en 1938 le dio el mérito al trabajo de Crantz y por ello hoy se conoce con ese nombre. (Aristizábal & Sánchez, 2007)

1.3. Antecedentes de las aplicaciones de la yuca

La yuca es un tubérculo que ha sido considerado como uno de los más importantes económicamente hablando, sobre todo si su uso se aplica para el consumo, para aprovechar sus propiedades medicinales o para obtener almidón, este último es usado por la industria textil o para fabricar papeles y adhesivos. (Suárez Guerra & Mederos Vega, 2011)

1.4. Definición de plásticos a base de polímeros y plásticos biodegradables y sus clasificaciones.

En la actualidad el plástico se utiliza en muchos productos como por ejemplo las bolsas plásticas. Según un estudio publicado por el Diario La República, la región Piura genera un aproximado de 820 toneladas al día de residuos sólidos, y de estos el 4% son bolsas plásticas (ONG Ciudad Sostenible, 2018).

a. Plástico

Los plásticos son materiales orgánicos constituidos por macromoléculas producidas por transformaciones de sustancias naturales o por síntesis directa a partir de productos extraídos del petróleo, del gas natural, del carbón o de otras materias minerales (Kalpakjian

& Schmid, 2008). Además, presentan propiedades muy interesantes como baja densidad, alta resistencia eléctrica y baja conductividad térmica.

a.1. Clasificación del plástico

El plástico se puede clasificar en polímeros termoplásticos, polímeros termoestables y polímeros elastómeros, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación del plástico.

Grupo	Estructura	Aspecto físico	Densidad	Comportamiento al calor	Comportamiento a los disolventes
Termoplásticos	Macromoléculas lineales o ramificadas	Parcialmente cristalino; tipo varilla a flexible; translucido, lechoso u opaco, sólo los filmes delgados son transparentes.	0.9 – 1.4	Materiales blandos; se hacen transparentes al fundirse; con frecuencia las fibras pueden fundirse a partir del fundido; sellado por calor.	Pueden hincharse, normalmente difíciles de disolver en disolventes fríos, pero suelen disolverse en disolventes calientes.
		Amorfos: incoloros, claros y transparentes sin aditivos; duros a elásticos.	0.9 – 1.9		Solubles (con algunas excepciones) en ciertos disolventes orgánicos, normalmente después de un hinchamiento inicial.
Termoestables	Macromoléculas muy entre cruzadas	Duros, normalmente contienen cargas y son opacos; sin cargas son transparentes.	1.2 - 1.4	Permanecen duros; dimensionalmente estables hasta casi la descomposición química.	Insolubles, no se hinchan o a lo sumo ligeramente.
Elastómeros	Macromoléculas ligeramente entre cruzadas	Elasticidad tipo caucho y capacidad para ser estiradas.	0.8 – 1.3	No fluyen hasta temperaturas próximas a la descomposición química.	Insolubles, pero suelen hincharse.

Fuente: La situación de los envases de plástico en México (ARTURO CRISTÁN FRÍAS, 2015)

b. Plásticos biodegradables

Los plásticos biodegradables son aquellos plásticos que están fabricados con materias primas orgánicas que proceden de fuentes renovables, como la yuca, papa, plátano, etc.

Se hace referencia de un plástico biodegradable cuando las especies microbianas en el medio ambiente degradan una porción o su totalidad del material polimérico, en las condiciones ambientales apropiadas y sin producir residuos tóxicos.

La norma europea UNE 13432 señala los requisitos y procedimientos para determinar la biodegradabilidad y compostabilidad en un máximo de seis meses sin ecotoxicidad del humus.

b.1. Tipos de plásticos biodegradables según su origen

Los plásticos biodegradables se clasifican en biopolímeros, los cuales hacen referencia a un origen de fuente renovable y los plásticos biodegradables de fuentes no renovables como por ejemplo el policaprolactona. A continuación, se muestra la clasificación en la figura 1.

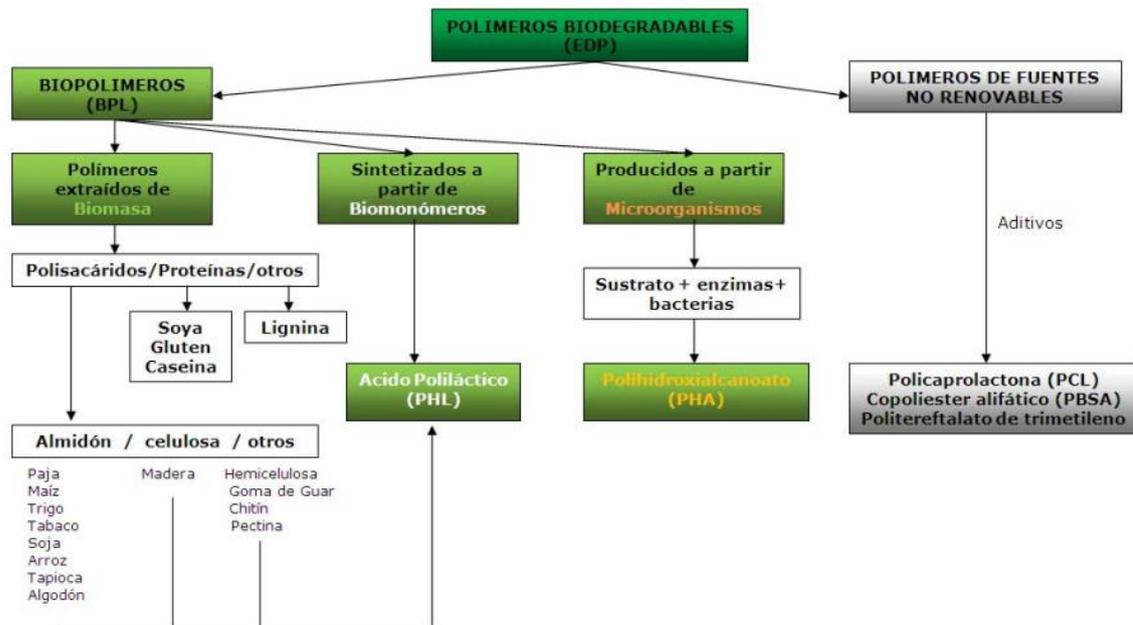


Figura 1. Tipos y clasificación de bioplásticos.

Fuente: Proyecto de análisis de bioplásticos-ECOEMBES S.A

Capítulo 2

Situación actual

En este capítulo se describen las investigaciones actuales sobre las bolsas plásticas y bolsas biodegradables, específicamente a partir del almidón de yuca. También se identifican las desventajas y/o limitaciones de las bolsas ya existentes, así como el análisis del sector donde se desarrolla la investigación (Polímeros del Norte S.A.C.).

2.1. Situación actual de la empresa Polímeros del Norte S.A.C.

Actualmente Polímeros del Norte S.A.C es una empresa de capitales peruanos y formada por un equipo de trabajo especializado en la producción y comercialización de productos de plástico para la industria nacional en todas sus categorías como minería, agricultura, pesca, comercio, entre otras. Esta empresa tiene 30 años en el mercado de venta de bolsas para diferentes usos, en ella laboran 9 trabajadores, un Gerente, 3 administrativos, un jefe de planta y tres operarios ya que cuenta con tecnología especializada para la producción de plástico.

Algunos de los productos que fabrica son, mangas, mantas, bolsas y láminas de plástico. Ver figura 2.



Figura 2. Productos que ofrece Polímeros del Norte S.A.C.
Fuente: Polímeros del Norte S.A.C.

2.2. Situación actual del plástico y la yuca

En este punto, se describirá específicamente la investigación acerca de la situación actual de los plásticos y la yuca, es decir una breve descripción sobre cómo se encuentra actualmente el uso del plástico y la producción de yuca.

2.2.1. Situación actual del plástico

Actualmente pareciera que el hombre no pudiera vivir sin el plástico, ya que a donde sea que mire encontrará algún producto que esté hecho de este material, y esto sucede porque cada año que pasa se incrementa su producción en todo el mundo.

Un estudio de PlasticsEurope, realizado el año 2017 mostró que a nivel mundial la producción de plástico pasó de 322 millones de toneladas en el 2015 a 335 millones de toneladas en el 2016. El estudio también mostró la distribución de la producción mundial

de plásticos (ver Figura 3), donde se puede ver que China es el mayor productor de materiales plásticos y el continente al que pertenece representa el 50%.

Por otro lado, la producción de plásticos en el Perú antes del 2016 había caído un poco, tal como lo muestra la figura 3.

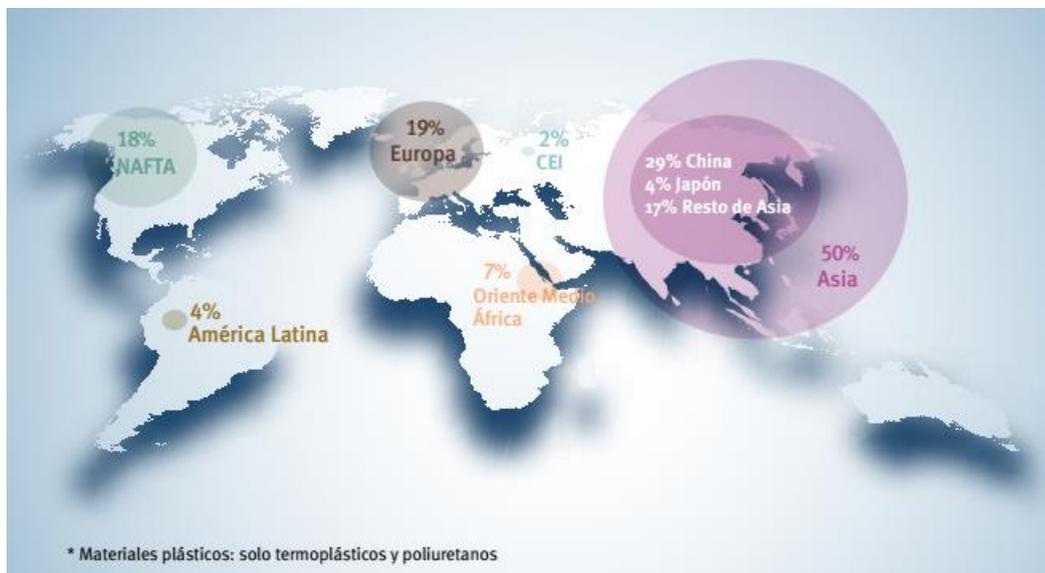


Figura 3. Distribución de la producción mundial de materiales plásticos
Fuente: PlasticsEurope

Sin embargo, el Reporte de Producción de Manufactura, elaborado por el Ministerio de la producción indica que entre enero de 2016 y enero de 2017 la industria registró un desempeño positivo (ver Figura 4 y 5).

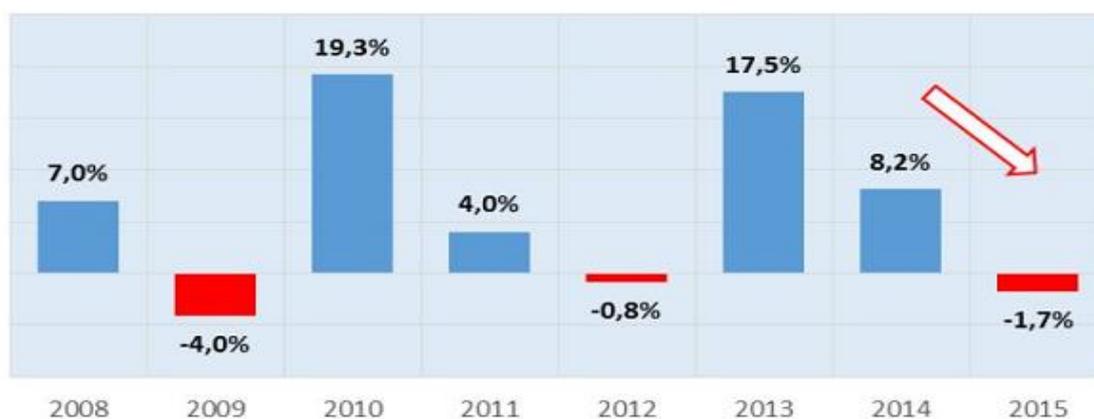


Figura 4. Variación anual del Índice de Producción Manufacturero de la fabricación de productos plásticos
Fuente. Sociedad Nacional de Industrias, Comité de Plásticos.

	Ene 17 / Ene 16	Feb - Ene 17 / Feb - Ene 16
Muebles	8,9	6,3
Bebidas malteadas y de malta	2,5	-0,4
Productos de plástico	2,5	-0,1
Cemento, cal y yeso	-6,4	1,0
Productos farmacéuticos y medicinales	-10,3	4,2
Productos de molinería	-18,0	-1,4
Productos de panadería	-21,1	-5,1
Impresión	-21,1	-2,7

Figura 5. Variaciones porcentuales del índice de producción manufacturero de la fabricación de productos plásticos
Fuente: Ministerio de la producción

2.2.1.1. Consumo del plástico

El plástico es un material muy ligero, flexible y sobre todo económico; tener la propiedad de ser moldeable ha permitido que se pueda crear cualquier tipo de objetos y de diversas formas. Entre las características más comunes de los plásticos se encuentran:

- Tienen bajo costo de producción.
 - Aunque la mayoría no resiste temperaturas elevadas, son buenos aislantes térmicos.
 - La mayoría de plásticos suelen ser impermeables.
 - Son buenos aislantes eléctricos.
 - Suelen ser aislantes acústicos.
- Presentan resistencia a la corrosión y algunos factores químicos.

Estas propiedades o características han hecho que el consumo del plástico sea masivo. Dentro de los consumidores de este material, Estados Unidos, Japón y Europa son los que mayor consumo tienen. (Salazar Nishi, 2016). Ver figura 6.

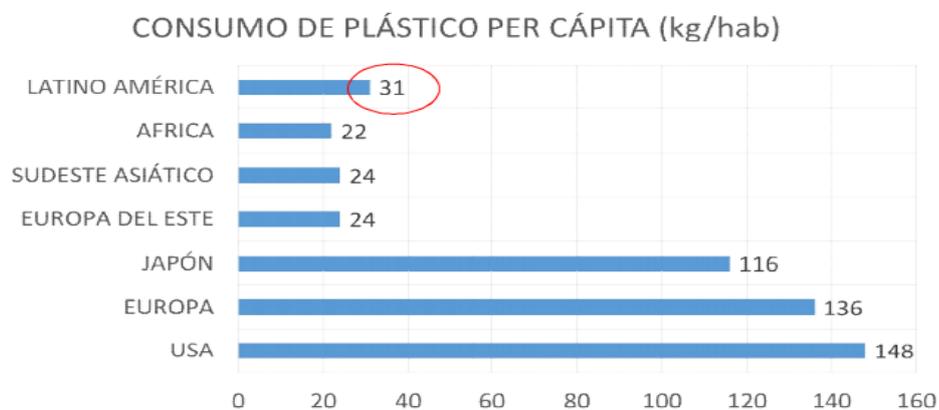
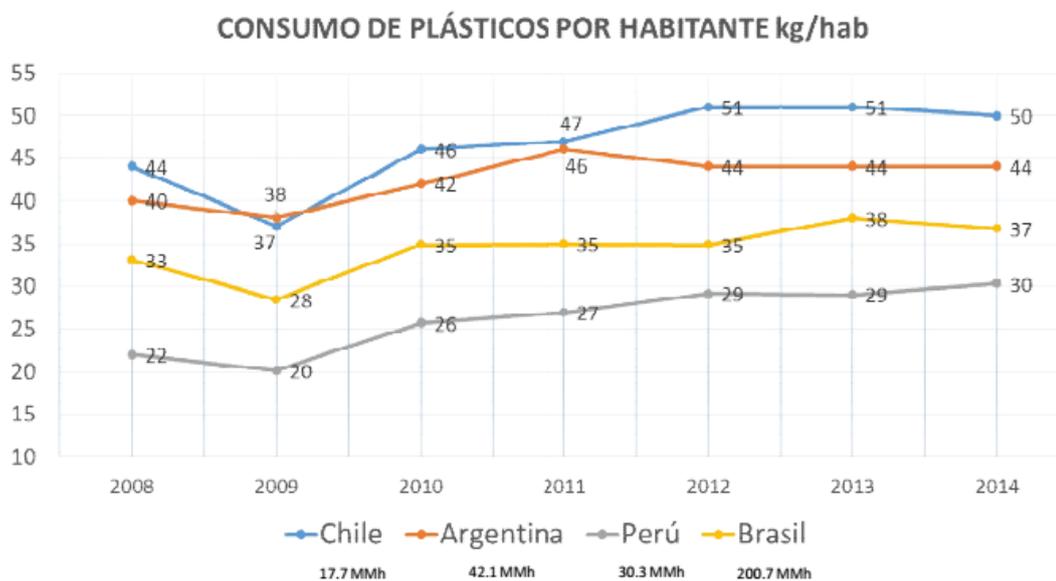


Figura 6. Consumo de plástico per cápita en el mundo
Fuente: BASF AG. Ludwighafen, Alemania

Dentro de América Latina, países como Brasil, Chile, Argentina y Perú han incrementado su consumo de plástico. Entre ellos quien lidera la lista como mayor consumidor es Chile, seguido de Argentina, luego Brasil y por último Perú, esto se detalla mejor en la figura 7.



*Figura 7. Consumo de Plásticos en América Latina
Fuente: Comité de plásticos S.N.I.*

A pesar de estar último en esta figura, Perú demuestra un gran crecimiento en su consumo, desde el 2009 este no ha dejado de crecer. Además,

El presidente del Comité de Plásticos de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI), Jesús Salazar, estimó la producción de plásticos en Perú podría crecer 5% este año, pero si es que se acelera el proceso de Reconstrucción con Cambios, se reactivan los proyectos mineros y de la construcción, y si la agroindustria mantiene las buenas perspectivas de expansión. (Redacción Gestión, 2018)

Este crecimiento presenta la gran oportunidad de satisfacer esa demanda con un producto de características similares y que además sea biodegradable.

2.2.1.2. Sectores de aplicación de los materiales plásticos

Los distintos productos que se fabrican a partir del plástico se pueden agrupar según el sector al cual va dirigido su aplicación, el mayor uso que se da es para la fabricación de envases: botellas, bolsas, cajas, etc. Sin embargo, como se comentó inicialmente, el plástico está en todas partes, en la automoción, en la construcción y edificación hasta en la agricultura.

La figura 8 muestra la distribución de la demanda según el sector de aplicación, así como el porcentaje que representa:

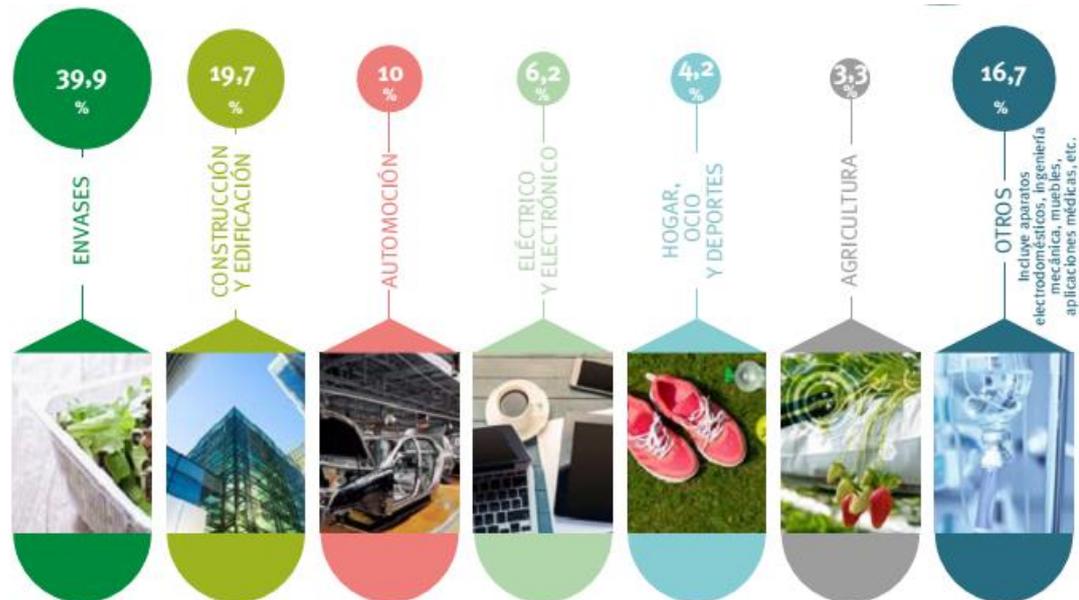


Figura 8. Principales sectores de aplicación de los materiales plásticos

Fuente: Grupo de Estudios de Mercado de PlasticsEurope (PEMRG) y Conversio Market & Strategy GmbH

Por otro lado, es muy importante conocer el ciclo de vida de los plásticos, esto es porque las personas deben entender que estos toman muchos años (entre 100 y 400 años) destruirse o degradarse, por ello la acumulación de este material en los mares, ríos y suelos. Ver figura 9.

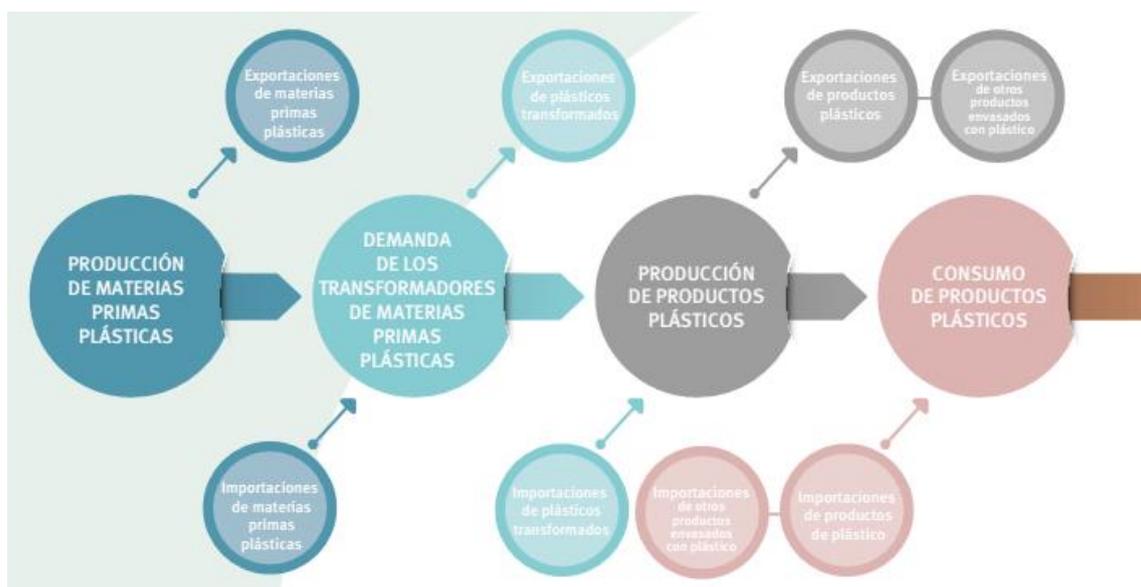


Figura 9. Ciclo de vida de los productos de plástico

Fuente: PlasticsEurope

2.2.1.3. Plásticos biodegradables

Los daños y perjuicios ocasionados por el uso excesivo del plástico y además por su lenta destrucción han sido responsables, en gran parte, de la contaminación ambiental que se vive hoy en día.

En respuesta a este problema se han dado iniciativas para reducir su uso, entre ellas fabricar plásticos biodegradables,

Esta primera tendencia está orientada al fomento de la fabricación de polímeros a partir de fuentes naturales derivadas del almidón, la celulosa, aceite de soja, maíz, óleos vegetales, entre otros, de modo que el resultado represente un producto de fácil degradación. (Estrada Mora, 2012)

Según la European bioplastics (2012), un material plástico se define como bioplástico si es de base biológica, si es biodegradable o si tiene ambas propiedades. Ver figura 10.

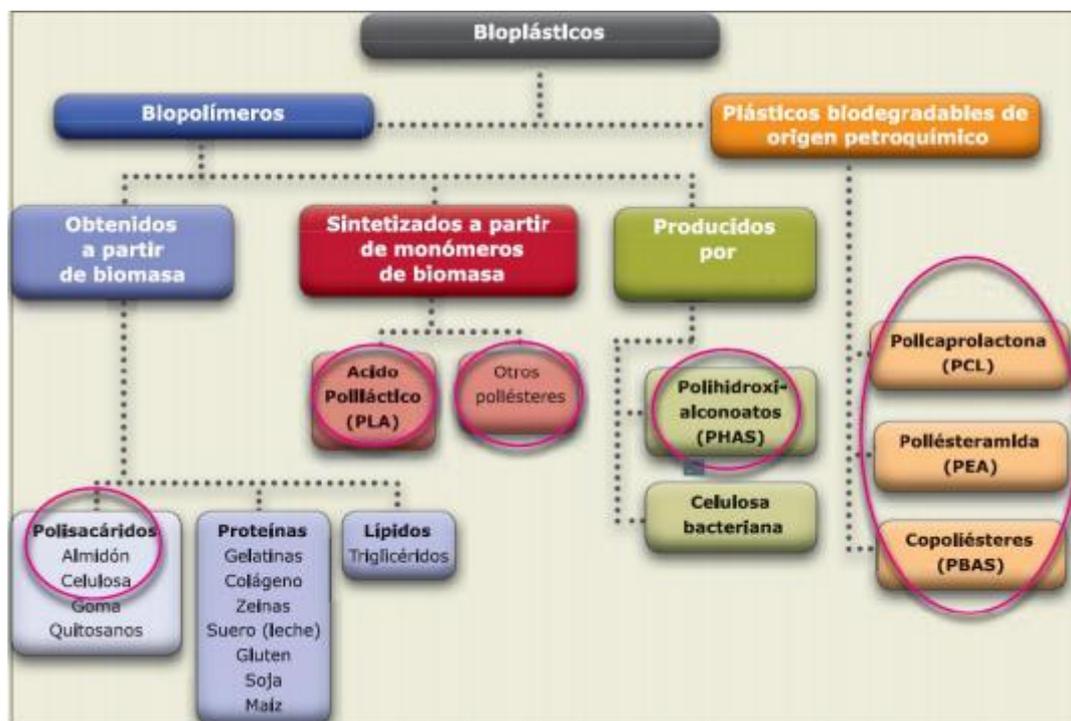


Figura 10. Clasificación de los bioplásticos según el origen de su materia prima
Fuente: Remar

2.2.1.4. Leyes y Normas Técnicas

Los países tanto latinoamericanos como europeos están tomando conciencia de la importancia del cuidado del medio ambiente, y el Perú no es ajeno a esto. Por ello en estos últimos años el país ha estado presentando proyectos de leyes acerca de la regulación de las bolsas plásticas. A continuación, se mencionan algunos proyectos de ley establecidos en el Dictamen aprobado el 5 de junio de 2018, Ley de Regulación Del Plástico:

Proyecto de Ley 2368/2017-CR, Ley que prohíbe y reemplaza progresivamente el uso de bolsas de polietileno y otros materiales de plástico convencional entregadas por distintos tipos de comercios para transporte de productos y mercaderías, presentado en el Área de Trámite Documentario, con fecha 1 de febrero de 2018, por el Grupo Parlamentario Peruanos Por el Kambio, a iniciativa del congresista Guido Lombardi Elías;

Proyecto de Ley 2417/2017-CR, Ley que declara de interés nacional y necesidad pública la promoción de la producción y el uso de bolsas plásticas biodegradables, presentadas en el Área de trámite Documentario, con fecha 13 de febrero de 2018, por el Grupo Parlamentario Fuerza Popular, a iniciativa de la congresista Gladys Andrade Salguero.

Proyecto de Ley 2702/2017-CR, Ley que promueve y regula la minimización de residuos y bolsas plásticas para la portabilidad de mercancías, presentado en el Área de Trámite Documentario, con fecha 16 de abril de 2018, por el Grupo Parlamentario Peruanos Por el Kambio, a iniciativa de la congresista Patricia Donayre Pasque.

También es importante tener en cuenta la ley que debe cumplir la materia prima que se utilizará.

Ley de inocuidad de los alimentos (Decreto Legislativo N° 1062). La materia prima orgánica que se utilizará en el proceso de bolsas biodegradables será el tubérculo de yuca, ya que a esta se le extraerá el almidón, el cual posteriormente será procesado. Es muy importante que el almidón cumpla con las normas de inocuidad ya que las bolsas muchas veces en sus aplicaciones se utilizan como recipiente de alimentos. Agregando a los estándares de inocuidad de la Yuca, en la Norma Técnica Peruana 011.503:2010 (Revisada el 2015) Yuca y Derivados, se establecen las definiciones y requisitos que debe cumplir el almidón dulce y el almidón agrio destinado a fines alimenticios.

Además, las bolsas plásticas que se producen en nuestro país deben cumplir con ciertas características y propiedades establecidas en las Normas Técnicas del Perú 311.

A continuación, se nombran algunas:

NTP. 311.220:1982 (revisada el 2015) PLÁSTICOS. Determinación de la densidad relativa. En esta norma técnica se señala la densidad relativa que debe tener los productos de plástico.

NTP 311.222:1982 (revisada el 2015) PLÁSTICOS. Películas, láminas y laminados. Determinación de la estabilidad dimensional en termoplásticos no rígidos.

NTP 311.261:1982 (revisada el 2015) PLÁSTICOS. Determinación de la flexibilidad en películas, láminas y laminados.

Como se puede ver en el marco legal, el proyecto si es viable ya que no tiene inconvenientes con las políticas y normativas, sino al contrario, el estado peruano está promoviendo que se elaboren bolsas biodegradables.

2.2.2. Situación actual de la yuca

En este punto se brindará información acerca de la yuca, como la situación de la producción de este tubérculo a nivel nacional y mundial.

2.2.2.1. Yuca

Según (Aristizabal, Sanchez, & Mejia 2007) en su Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca, la planta de yuca crece en una gran variedad de condiciones climáticas: en los trópicos húmedos y cálidos de tierras bajas; en los trópicos de altitud media y en los subtrópicos con inviernos fríos y lluvias de verano. Es un cultivo que se puede sembrar desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm, a temperaturas que van desde los 20 a 30 °C con una óptima de 24 °C, una humedad relativa entre 50 y 90 por ciento con una óptima de 72 por ciento y una precipitación anual entre 600 y 3 000 mm con una óptima de 1500 mm. Su ciclo de crecimiento desde la siembra a la cosecha, depende de las condiciones ambientales: es más corto, de 7 a 12 meses, en áreas más cálidas y es más largo, 12 meses o más; en regiones con alturas de 1300 a 1800 msnm. (pág. 1)

Su producción se desarrolla en varias etapas:

- enraizamiento de las estacas en el primer mes
- tuberización, entre el primer y segundo mes o hasta el tercero
- engrosamiento radical, entre el tercero y cuarto mes o hasta el sexto,
- acumulación, entre el quinto y sexto mes hasta el final del ciclo del cultivo.

2.2.2.2. Situación de la producción a nivel mundial

A continuación, se presentan las estadísticas agrícolas de yuca, a nivel mundial. Cabe mencionar que los datos que se presentan fueron extraídos de FAOSTAT, la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO (2006), por sus siglas en inglés).

2.2.2.2.1. Producción obtenida mundialmente (ton)

En la figura 11 se presentan los 10 países con mayor producción obtenida de yuca a nivel mundial durante 2016. Este es el último año con información publicada. Los datos se encuentran en toneladas.



Figura 11. Países con mayor producción de yuca en 2016
Fuente: FAOTAT

Durante 2016 Nigeria fue el país con la mayor producción de yuca en el mundo, con el 20.6% del total. Le siguieron Tailandia con 11.2%, Brasil con 7.6%, Indonesia con 7.5% y Ghana con 6.4%.

2.2.2.2.2. Superficie cosechada (ha)

En la figura 12 se muestran los 10 países con mayor superficie cosechada de yuca. Durante 2016 Nigeria fue el país con la mayor superficie cosechada de yuca en el mundo, con el 26.7% del total. Le siguieron Congo con 7.7%, Tailandia con 6.2%, Brasil con 6.0% y Tanzania con 4.5%.



Figura 12. Países con mayor superficie de yuca en 2016
Fuente: FAOSTAT

2.2.2.3. Rendimiento promedio (ton/ha)

En la figura 13 se muestran los 10 países con mayor rendimiento productivo de yuca. Durante 2016 Lao fue el país con el mayor rendimiento promedio de yuca en el mundo, con 2.8 veces por encima de la media mundial. Le siguieron Islas Cook y Surinam con 2.3 veces, Camboya con 2,2 veces y Taiwán con 2.1 veces.

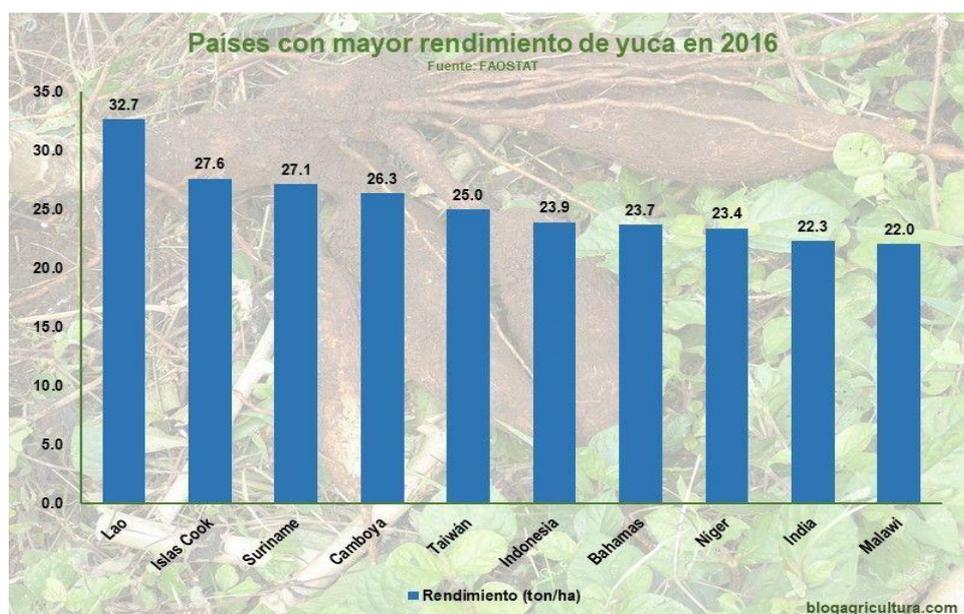


Figura 13. Países con mayor rendimiento de yuca en 2016
Fuente: FAOSFAT

2.2.2.3. Situación actual de la producción de yuca en Perú

A continuación, se presentan las estadísticas agrícolas de yuca, pero esta vez referente solo al Perú. Aquí también es importante mencionar que los datos que se presentan fueron extraídos de FAOSTAT, la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO (2006), por sus siglas en inglés).

2.2.2.3.1. Superficie sembrada

En la figura 14, nos damos cuenta de la superficies sembradas de los diferentes productos según campaña en Perú en las fechas de Agosto-Junio 2012-2013/ 2016-2017. Nos fijamos especialmente en la en la yuca, la cual tiene un promedio de superficie sembrada de 25 mil hectareas. Este en comparacion con los otros productos tiene un porcentaje que es alto. Los años en los que se sembraron mas hectareas de yuca fueron el 2015 y 2016.

Según información publicada por MINAGRI la produccion de yuca en los ultimos años esta bajando ya que en el año 2013 se producieron 307 mil toneladas y en año 2017 se han producido 278 mil de toneladas.

También nos damos cuenta que la superficie cosechada en los últimos años se ha reducio de 25.1 a 22.4 mil hectareas.

Cultivo	Miles de hectáreas					Variación porcentual				
	2013-2014	2014-2015	2015-2016 ^a	2016-2017 ^a	2017-2018 ^a	2013-14 / 2012-13	2014-15 / 2013-14	2015-16 / 2014-15	2016-17 / 2015-16	2017-18 / 2016-17
NACIONAL	380,5	391,4	375,7	358,8	359,7	3,5	2,9	-4,0	-4,5	0,2
Cereales	214,4	220,8	212,5	204,8	204,2	4,8	3,0	-3,7	-3,6	-0,3
Trigo	0,7	0,9	0,7	0,9	0,8	5,8	39,3	-26,3	29,6	-13,1
Maíz amarillo duro	77,8	72,4	67,9	66,6	65,5	12,2	-6,9	-6,2	-2,0	-1,6
Maíz amiláceo	59,0	58,2	54,6	50,2	53,6	6,6	-1,3	-6,2	-7,9	6,7
Arroz	66,8	70,5	72,2	73,9	71,3	-4,0	5,5	2,5	2,3	-3,5
Cebada grano	1,3	2,0	3,0	2,3	1,9	17,6	55,6	48,5	-23,2	-17,8
Quinua	8,9	16,7	14,0	10,9	11,1	2,7	87,2	-15,9	-22,5	2,4
Hortalizas	7,7	8,4	8,9	8,0	7,8	-6,1	10,1	5,7	-10,5	-1,8
Tomate	1,0	1,1	1,1	1,1	0,7	-15,5	9,8	-0,9	-4,5	-31,1
Zapallo	1,7	1,8	1,8	1,7	1,7	12,9	9,9	-3,7	-6,5	3,9
Zanahoria	1,5	1,5	1,6	1,3	1,3	0,2	-0,3	6,3	-19,2	-1,0
Ajo	0,5	0,6	0,7	0,7	1,2	-19,6	14,5	19,5	-4,6	76,3
Cebolla	2,9	3,4	3,7	3,3	2,9	-11,3	14,8	10,3	-11,7	-12,3
Raíces y tubérculos	106,9	111,2	108,0	107,1	105,1	1,3	4,0	-2,9	-0,8	-1,8
Papa	68,3	71,8	68,7	68,7	68,4	4,4	5,0	-4,3	0,0	-0,5
Yuca	24,6	25,3	26,1	24,9	25,4	-3,4	3,0	3,3	-4,7	1,9
Camote	2,7	2,3	2,5	2,7	2,4	-22,2	-14,0	5,6	10,0	-11,4
Olluco	11,3	11,8	10,7	10,7	8,9	1,4	4,3	-9,8	0,7	-16,7
Cultivos estimulantes, de especias y aromáticos	1,0	0,8	1,7	1,2	1,5	-22,1	-17,2	103,6	-27,2	25,4
Páprika	1,0	0,8	1,7	1,2	1,5	-22,1	-17,2	103,6	-27,2	25,4
Legumbres	30,9	32,9	30,7	29,1	30,3	6,7	6,4	-6,7	-5,2	4,0
Frijol	8,3	8,7	8,1	7,9	8,7	-2,6	5,1	-7,4	-1,8	9,4
Haba grano	16,4	17,6	16,8	15,6	15,8	14,7	7,5	-4,8	-6,7	0,9
Arveja grano	6,3	6,6	5,9	5,6	5,8	1,2	5,2	-10,9	-5,5	4,8
Productos forrajeros, fibras, plantas vivas, flores cortadas y flores en capullo, tabaco no elaborado y caucho natural	19,5	17,3	13,9	8,7	10,7	2,6	-11,6	-19,3	-37,9	23,9
Maíz chala	6,3	5,6	6,0	6,0	5,7	1,9	-10,1	6,3	0,2	-5,8
Avena forrajera	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	13,4	-2,6	-20,5	9,0	-24,4
Algodón	12,5	10,9	7,4	2,0	4,6	2,4	-12,8	-32,4	-72,4	125,4

Figura 14. Cultivos Sembrados por campaña en Perú

Fuente: SIEA

2.2.2.3.2. Producción de yuca por región en Perú

En la figura 15, se pueden observar las regiones con mayor superficie cosechada, de mayor producción y los precios al productor de yuca. Loreto es la región que tiene mayor superficie cosechada con 3237 ha, en producción con 33 198 t y en rendimiento con 10.3 (t/ha).

Región	Superficie cosechada (ha)			Producción (t)			Rendimiento (t/ ha)			Precio al productor (\$/ x t)		
	Jul ^P	Ago ^P	Set ^P	Jul ^P	Ago ^P	Set ^P	Jul ^P	Ago ^P	Set ^P	Jul ^P	Ago ^P	Set ^P
NACIONAL	6 996	7 351	8 080	85 081	92 498	101 019	12,2	12,6	12,5	612	610	623
Amazonas	857	952	828	13 739	14 992	12 936	16,0	15,8	15,6	933	910	930
Ancash	11	17	17	242	339	364	22,0	19,9	21,4	937	1 165	1 068
Apurímac	12	2	1	145	55	25	12,1	27,5	25,0	1 431	1 200	1 200
Arequipa	5	3	3	72	45	45	14,4	14,9	14,8	1 662	1 400	1 350
Ayacucho	43	62	35	459	612	373	10,7	9,9	10,7	871	902	879
Cajamarca	286	411	510	2 303	3 414	4 325	8,1	8,3	8,5	1 054	1 133	1 188
Cusco	381	157	174	3 197	1 346	1 521	8,4	8,6	8,7	897	872	900
Huánuco	386	409	418	4 569	4 842	4 715	11,8	11,8	11,3	561	565	562
Ica	35	26	29	771	500	659	22,0	19,2	22,7	1 023	1 122	1 340
Junín	465	531	697	5 592	6 422	8 525	12,0	12,1	12,2	644	655	689
La Libertad	122	86	80	1 545	1 087	1 177	12,7	12,7	14,8	800	840	721
Lambayeque	25	15	48	213	170	630	8,5	11,3	13,1	1 000	1 000	933
Lima	44	120	160	1 640	4 865	6 201	37,3	40,5	38,8	544	510	717
Lima Metropolitana	4	0	0	69	0	0	17,4	-	-	1 000	-	-
Loreto	2 925	3 009	3 237	30 182	31 014	33 198	10,3	10,3	10,3	359	361	360
Madre de Dios	91	86	42	1 308	1 204	572	14,4	14,0	13,6	818	961	852
Pasco	398	435	638	6 532	7 043	9 578	16,4	16,2	15,0	718	701	750
Piura	78	23	59	456	144	505	5,8	6,3	8,6	1 215	1 518	1 048
San Martín	401	446	559	6 663	7 362	8 801	16,6	16,5	15,8	560	569	562
Tumbes	8	7	5	65	66	59	7,8	9,1	11,8	977	1 061	1 100
Ucayali	420	555	542	5 318	6 977	6 810	12,7	12,6	12,6	505	545	465

Figura 15. Yuca por región según variables productivas julio-septiembre 2017
Fuente: SEIA

En la figura 16, podemos apreciar en el mapa del Perú que en la región selva, especialmente en Loreto se aprecia mayor demanda en la siembra debido a que el clima es favorable a su sembrío.

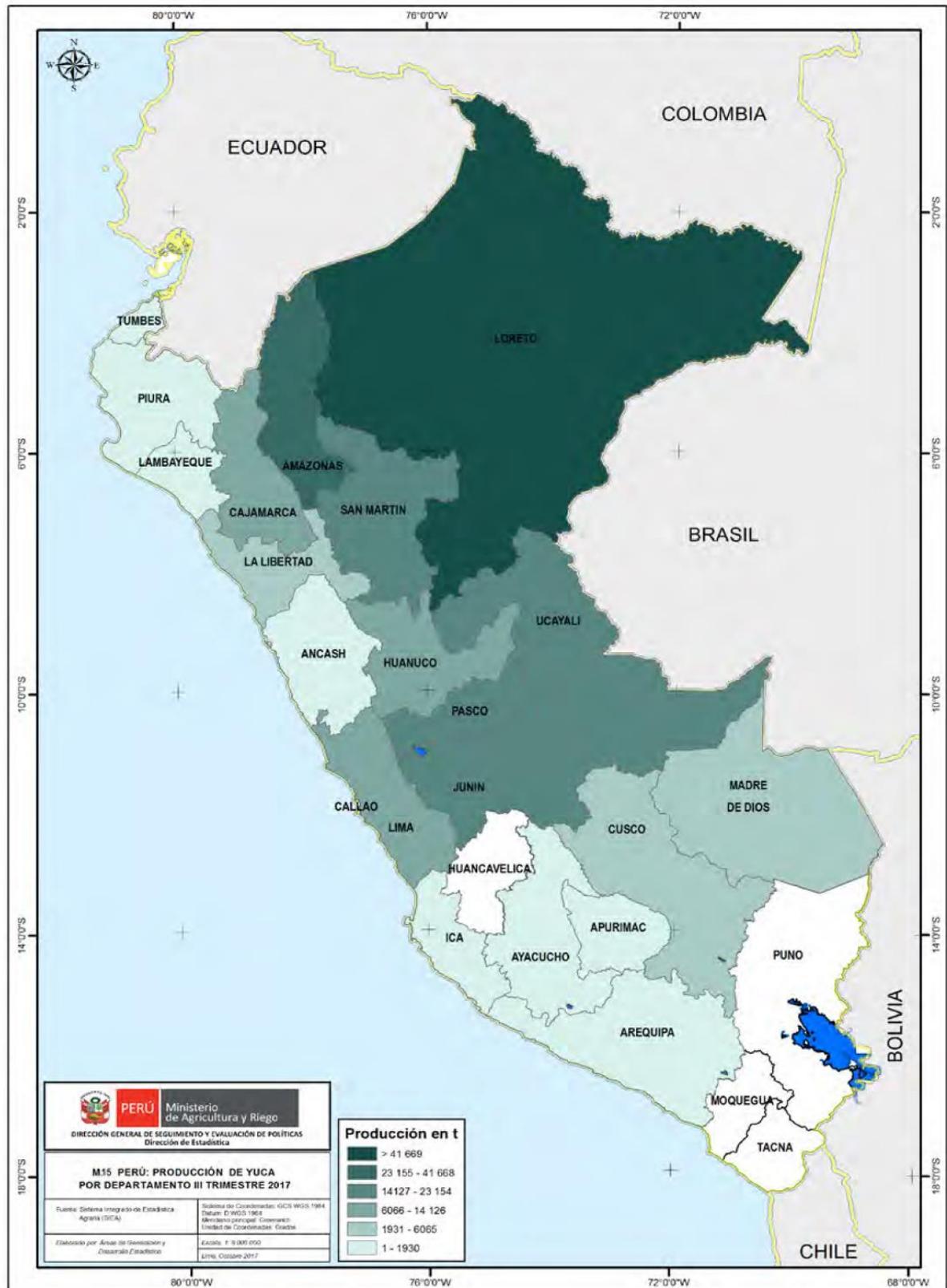


Figura 16. Producción de yuca por departamento
 Fuente: MINAGRI

2.3. Aplicaciones actuales de la yuca

La yuca, cuyo nombre científico es *Manihot esculenta*, es utilizada de diferentes maneras por la humanidad, siendo el uso principal en la alimentación, ya que es un alimento con alto contenido nutricional; además tiene aplicaciones industriales como fuente de materia prima para la obtención de bioetanol.

- **Alimento**

El cultivo de yuca tiene gran importancia en la seguridad alimentaria, es el cuarto producto básico después del arroz, el trigo y el maíz, es la base de alimentación de más 1000 millones de personas, especialmente en países tropicales de América Latina, Asia y África. (FAO, 2007) . Es fuente de hidratos de carbono, proteínas, minerales y vitaminas, principalmente carotenos y vitamina C. Ver Figura 17.



Figura 17. Yuca: Alimento Nutritivo

- **Materia prima para la fabricación de etanol**

La producción de yuca puede ser destinada para la obtención de combustible natural. Este proceso de extracción de etanol es muy simple de implementar. Este proceso empieza con la extracción del almidón líquido de la yuca, el cual se deja fermentar por dos a cuatro días, añadiendo una levadura (*Endomycopsis fibuligera*), a veces en combinación con una bacteria (*Zymomonas mobilis*). Un proceso básico compuesto por mondadoras, ralladoras, un fermentador y alambique puede llegar a producir unos 280 litros de etanol con una pureza del 96%, a partir de una tonelada de yuca, con un rendimiento del 30% de almidón. (FAO, 2006). Ver Figura 18.



Figura 18. Yuca: Alimento Nutritivo

- **Harina de yuca**

La harina de yuca se utiliza en la industria alimenticia, esta harina tiene un alto contenido nutricional y puede utilizarse como un producto sustituto para las harinas a base de trigo, maíz y arroz; se puede elaborar galletas, pan, snacks, pastelería, repostería, pasta, etc.

La harina de yuca también se usa para elaborar alimentos para animales como aves, cerdos, etc. Ver Figura 19.



Figura 19. Pan de yuca

- **Fabricación de bio-plástico**

Para la obtención de bio-plástico se aprovecha el almidón de yuca, este bio-plástico es totalmente biodegradable, no es tóxico, incluso puede utilizarse en los procesos de compostaje para generar abono orgánico.

Este bio-plástico tiene distintas funcionalidades como bolsas de supermercado, envases, materiales de oficina, etc. Ver Figura 20.



Figura 20. Bolsa hecha a base de almidón de yuca

2.4. Ventajas y desventajas de las bolsas plásticas frente a las bolsas biodegradables

Ventajas

- El rendimiento de las resinas de plástico es muy alto, por lo que la producción de bolsas de plástico es muy rentable.
- Las bolsas plásticas son muy flexibles y resistentes al peso de su contenido.
- Las bolsas plásticas son impermeables por lo que muestran resistencia al agua.
- El proceso de fabricación es más sencillo.
- Su presentación es muy diversa, ya sea en tamaño como en color, pues pueden ser muy transparentes como también poco transparentes.
- No degradan el producto que contienen.

Desventajas

- El tiempo de degradación es muy largo aproximadamente entre 100 a 500 años pues como son derivados del petróleo no existen mecanismos naturales que aceleren el proceso.
- Las emisiones de las bolsas plásticas son muy contaminantes ya que producen grandes cantidades de dióxido de carbono.
- Las bolsas biodegradables presentan un menor consumo de energía en su fabricación.
- A causa del alza del precio del petróleo, el precio de las resinas de plástico está aumentando.
- Ocasionan Contaminación visual a causa de su acumulación en las calles, vías, parques, etc.

A continuación, en la tabla 2 se muestra una comparación entre las características del plástico y el bioplástico.

Tabla 2. Plástico vs bioplástico

Características	Bioplástico	Plástico
Degradable al 100%	Si	No
Transparente	No	Si
Moldeable	Si	Si
Resistencia a la humedad	Parcialmente	Si
Impermeable	Si	Si
Resistente a la corrosión	Si	Si
Baja densidad	Si	Si
Ayuda a disminuir la contaminación	Si	No
Tiempo máximo de degradación.	1 año	Mayor a 100 años

Fuente: Análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la cáscara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú

Capítulo 3

Marco teórico

En este capítulo se definen los conceptos generales y específicos que abarcan nuestro objeto de estudio: el proceso de producción de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca. Entre estos temas se encuentran las propiedades del almidón de yuca, sus procesos de extracción, la tecnología que se emplea.

3.1. Propiedades del almidón de yuca

Las propiedades del almidón de yuca se pueden clasificar en funcionales y estructurales:

3.1.1. Propiedades funcionales del almidón de yuca

- **Contenido de materia seca:** Esta propiedad funcional lo que busca es ver la cantidad de materia seca que posee el almidón de yuca con relación al peso de esta cantidad de materia. Se puede obtener un % de materia seca con la siguiente fórmula:

$$\%materia\ seca = \frac{peso\ m\ seca - peso\ crisol\ vacío}{peso\ m\ seca} \times 100\%$$

- **Índice de absorción de agua (IAA):** Indica la propiedad de absorción de agua. Esta propiedad está relacionada con el PH del almidón, debido a que los granos de almidón se hinchan al absorber el agua. La podemos calcular con la siguiente fórmula:

$$IAA = \frac{peso\ del\ gel\ (g)}{peso\ muestra\ (g)bs}$$

- **Solubilidad en agua (ISA):** Esta propiedad es un indicativo del grado de asociación existente entre los polímeros del almidón, se puede medir mediante la siguiente ecuación:

$$ISA = \frac{\text{peso soluble (g)} \times V \times 10}{\text{peso muestra (g)} \times bs} \times 100\%$$

- **Color e índice de Blancura (IB):** Esta propiedad se relaciona con la calidad del almidón para ser utilizado en cualquier aplicación.
- **Temperatura de gelatinización:** La temperatura de gelatinización se puede determinar mediante Calorimetría Diferencial de Barrido (CDB).

3.1.2. Propiedades estructurales del almidón de yuca

El almidón de yuca se puede obtener en granos que están formados por macromoléculas organizadas en capas. Se sabe que estas tienen 20 % de amilosa y 80 % de amilopectina. En la figura 1 se muestra el segmento de la estructura de la amilosa y en la figura 2 se muestra el segmento de la estructura de la amilopectina. La amilopectina es la responsable de la estructura del gránulo de almidón, el cual consiste de áreas cristalinas (cristales, micelas) y no cristalinas (amorfos, fase gel), arregladas en capas concéntricas. Ver figura 21 y 22.

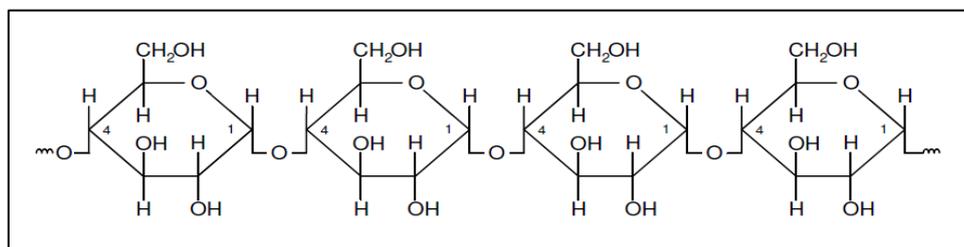


Figura 21. Segmentos de la estructura de la amilosa.
Fuente: Revista ingeniería e investigación

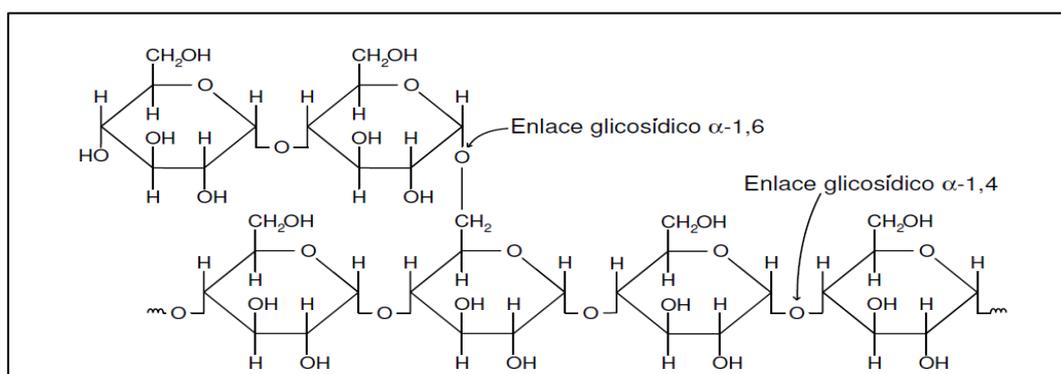


Figura 22. Segmentos de la estructura de la amilopectina.
Fuente: Revista ingeniería e investigación.

Para poder definir algunas de sus propiedades del almidón se tienen en cuenta a estos dos componentes:

- Semicristalinidad: Esta es una de las principales propiedades del almidón de yuca, en donde el componente predominante es la amilopectina, que sirve para la cristalización del almidón.
- Otras propiedades que están relacionadas con la cantidad contenida de los dos componentes son la resistencia mecánica y la flexibilidad del almidón.

3.2. Procesos para la obtención del almidón de yuca

El proceso de extracción del almidón de yuca es simple y sencillo, los principios de extracción se aplican en todas las tecnologías, aunque varíe un poco por los equipos utilizados. Existen procesos artesanales, otros medianamente mecanizados y otros totalmente mecanizados.

Según Montoya la extracción de almidón comprende básicamente las siguientes etapas:

- Recepción de la yuca: la yuca una vez cosechada en el campo debe ser trasladada dentro de las próximas 24-48 horas al lugar donde va a ser procesada, para evitar su deterioro fisiológico y/o microbiano.
- Lavado y pelado de la yuca: esta etapa se elimina la tierra y las impurezas adheridas a la yuca. La cascarilla se desprende al haber fricción entre unas yucas con otras durante el proceso de lavado.
- Rallado o desintegración: En esta etapa se liberan los gránulos de almidón contenido en la yuca, esta etapa es muy importante, ya que aquí se extrae el almidón y se determina la eficiencia de la extracción. Si el rallado es deficiente, no se logra separar totalmente el almidón de las fibras, este almidón se pierde en la fibra. Si el rallado es muy fino es muy probable que los gránulos de almidón sufran daños y un deterioro enzimático.
- Colado o extracción: en esta etapa se separa la fibra de la lechada de almidón, se debe evitar que se pase pequeñas partículas de material fibroso a la lechada de almidón, es por ello que muchas veces se recomienda un recolado para evitar estas partículas de fibra.
- Sedimentación o deshidratación: Se utiliza la sedimentación o centrifugación para separar los gránulos de almidón de su suspensión en agua.
- Secado: Se busca remover la humedad del almidón hasta un 12% o 13%, dependiendo de la tecnología utilizada puede ser solar o artificial.
- Acondicionamiento: Comprende las etapas de moliendo, tamizado y empaque. (Montoya Henao, 2007)

Diagrama de flujo de la obtención de almidón de yuca. Ver Figura 23.

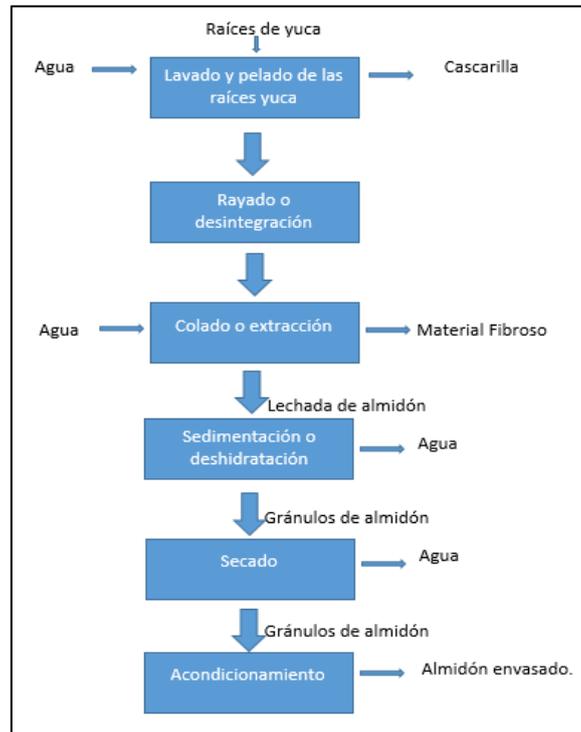


Figura 23. Diagrama de flujo de la obtención de almidón de yuca.

3.3. Tecnologías utilizadas en el proceso de elaboración de bolsas

En este punto se describirán las tecnologías utilizadas tanto para la elaboración de bolsas plásticas como biodegradables.

3.3.1. Tecnologías para la elaboración de bolsas plásticas

Para tener una buena producción de bolsas plásticas no solo es necesario tener un buen diseño del proceso, sino que también es fundamental saber que máquinas y equipos utilizar en cada proceso.

Las maquinarias ayudaran a tener una mejor calidad del producto ya que en cada proceso los inputs son procesados con gran exactitud y precisión que la probabilidad de que se produzcan errores es mínima, además de que es alta la velocidad de producción.

La información acerca del funcionamiento de las máquinas fue a través de consultas que se le hizo a la empresa Polímeros del Norte S.A.C. A continuación, se muestran las máquinas y equipos que se utilizan en los procesos de producción de las bolsas.

3.3.1.1. Máquina extrusora

Esta máquina se utiliza en el proceso de extrusión y soplado.

Funciona de la siguiente manera:

En la máquina extrusora primero se introducen las resinas de polietileno y el pigmento; una especie de molino recibe este material para luego ser desplazado a gran velocidad por un

tornillo sin fin. La primera etapa en este proceso se llama precalentamiento, ya que la misma fricción entre las resinas y el tornillo sin fin que gira a una gran velocidad, hacen que el material se caliente hasta 120 °C; la siguiente etapa se denomina mezclado y precalificado, en ella la mezcla del polietileno y el pigmento alcanzan una temperatura de 140 ° C; la tercera etapa en el proceso es la compresión, que se lleva a cabo en una “zona de compresión”, allí se le ingresa aire a una presión de 120 bar. La etapa siguiente se denomina zona de cabezal, en ella el material (mezcla) que llega se filtra para retener carbones, geles e impurezas. Luego en la salida de esta máquina se encuentra una abertura circular por donde saldrá a alta presión el material, formando así una burbuja que después se eleva para poder enfriarlo; en lo alto de esta máquina se encuentran unos rodillos que reciben el plástico en forma cilíndrica por lo explicado anteriormente, y luego lo aplanan para poder colocarlos en rollos. Ver figura 24. (Polimeros del Norte S.A.C, 2018)



Figura 24. Máquina extrusora
Fuente:Mercado libre

3.3.1.2. Máquina de corte y sellado

Esta máquina es utilizada en el proceso de sellado pues se encarga de sellar tanto en sus partes superiores e inferiores las bolsas. También hay máquinas que se encargan de sellar las partes laterales de las bolsas. Además, corta las bolsas cuando estas ya están selladas. Ver figura 25.



Figura 25. Máquina laminadora
Fuente: Mercado libre

3.3.1.3. Cortadora

Esta herramienta se encarga de cortar las bolsas selladas que salen de la maquina laminadora, para posteriormente ser empaçadas en sacos. Se utiliza cuando el proceso no es automatizado con una máquina de corte y sellado. (Polímeros del Norte S.A.C, 2018).

Ver figura 26.



Figura 26. Máquina cortadora de bolsa
Fuente: Mercado libre

3.3.1.4. Metros y calibradores

La función principal del metro es medir las dimensiones de las bolsas (ancho y largo) según lo solicitado por el cliente. La función del calibrador es calibrar el espesor de las bolsas, esta se utiliza más en la parte de la extrusora que es donde se da el calibre a la burbuja que sale de esta.

3.3.2. Tecnologías utilizadas en el proceso de elaboración de bolsas biodegradables.

3.3.2.1. Tecnología PLA

Como se ha mencionado anteriormente, para poder fabricar plástico biodegradable, es necesario como materia prima el almidón, que se puede encontrar en la yuca, maíz, papa, trigo, etc. Una vez que se extrae el almidón de estos alimentos, unos microorganismos se encargan de convertirlo en una molécula mucho más pequeña de ácido láctico, que a su vez sirve como fundamento para la formación de cadenas poliméricas de PLA (ácido poliláctico). (Serna C., Rodríguez de S., & Albán A., 2003)

Los distintos tipos de productos (bolsas, cajas etc.) hechos de plástico biodegradable son el resultado de un proceso de entrecruzamiento de cadenas construidas a base de ácido poliláctico. Este polímero es un material que posee muchas características similares a los plásticos sintéticos, incluso en algunos casos son mejores que estos.

La tecnología PLA asegura que los plásticos se biodegraden en su totalidad, a comparación de otros como los oxo-biodegradables que para hacerlo necesitan ciertas condiciones de oxígeno, luz solar, humedad, etc.

La producción de ácido láctico a partir de almidón requiere de dos etapas, la primera involucra un proceso de sacarificación y la otra un proceso de fermentación, luego este ácido pasa por un proceso de polimerización para poder producir PLA, en la figura 27 se muestra dicho proceso:

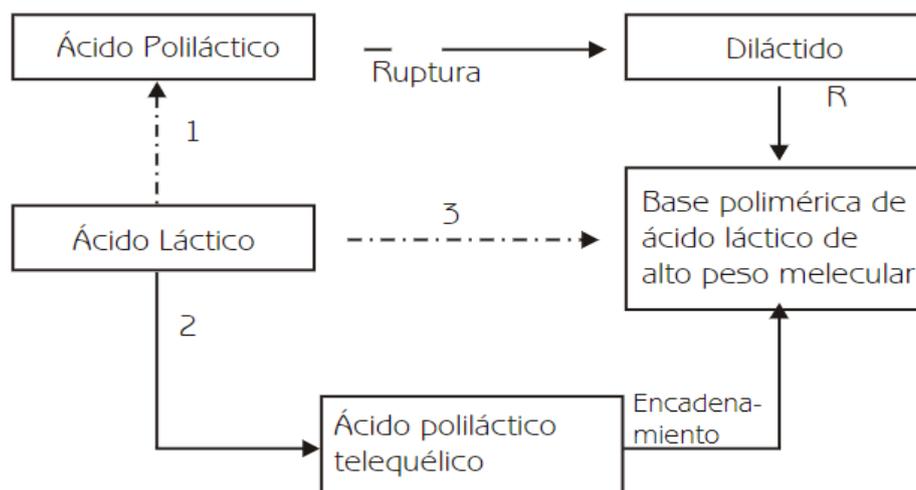


Figura 27. Rutas en la manufactura de bases poliméricas de ácido láctico
Fuente: Ácido poliláctico (PLA): propiedades y aplicaciones (Serna, Rodríguez y Albán)

Según Herryman Munilla & Blanco carracero (2005) la síntesis del ácido láctico en moléculas de ácido poliláctico puede tomar tres caminos: el primero es un proceso de polimerización por condensación para obtener un polímero frágil, el segundo es una polimerización por condensación para dar un PLA de alto peso molecular promedio y el

tercero un proceso de colección, purificación y polimerización para obtener también un PLA de alto peso molecular promedio. (pág. 54)

Para obtener un polímero plástico, el ácido láctico pasa por una transformación que requiere la aplicación de química. Dos moléculas de ácido láctico atraviesan un proceso de condensación y se transforman en una molécula cíclica llamada lacturo, posteriormente esta se destila en vacío para purificarla y llega a un proceso de fundido sin solvente para conseguir una forma de anillo que al abrirse se junta con los extremos de las demás moléculas y finalmente lograr una larga cadena de polímeros. Si se quiere preparar un PLA con ciertas propiedades son necesarios catalizadores metálicos para la polimerización.

Luego de haber obtenido el ácido poliláctico, este es transformado en forma de resina para poder ser ingresado a las mismas máquinas utilizadas para producir bolsas plásticas, estas son la extrusora, máquina de corte y sellado, herramienta cortadora, etc.

3.4. Proceso de la elaboración de las bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca

Ahora se explicarán los pasos que se deben seguir para obtener bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca.

3.4.1. Proceso de almidón de yuca

Después de haber investigado sobre las diferentes tecnologías utilizadas en el proceso de elaboración de bolsas plásticas, ahora se desea reemplazar el polietileno por un material con alto porcentaje en almidón, y la yuca cumple con esta característica. Para obtener el almidón de la yuca y luego producir bolsas biodegradables seguiremos los procesos mencionados anteriormente, y con un mayor detalle:

Primero se procederá a disponer de la yuca que será la materia prima del proceso, esta deberá ser lavada.

- Luego se dispondrá a un proceso de cortado, en esta parte se pretende sacar la cáscara y dejar el contenido blanco para pasar al siguiente proceso.
- Este proceso consiste en rallar y desintegrar la pulpa del tubérculo.
- Después se realizará un proceso de colado o extracción.
- Luego se procederá a sedimentar el producto.
- El proceso siguiente consiste en el secado del material en estudio.
- Después se le dará un acondicionamiento al producto, así obtendremos el almidón de la yuca.
- Una vez obtenido los demás materiales como son el agua destilada, glicerina, vinagre se deriva al proceso de mezclado hasta obtener una base homogénea.
- Una vez obtenida la mezcla se procederá al proceso de fusión donde la mezcla alcanza su temperatura máxima para obtener finalmente una mezcla homogénea.
- Por último el corte y sellado para la fabricación de bolsas de medida sin asa, los rollos primero se ajustan en la máquina laminadora en la cual se cortan al ancho deseado en una primera etapa, luego de esto, la máquina inicia la confección de las bolsas pasando el material con el tamaño deseado por una serie de rodillos en el cual se da forma, sella y recorta para finalmente obtener las bolsas biodegradables,

estas salen de la máquina y están listas para su empaquetado según las características estipuladas.

Su proceso de fabricación radica en tres procesos principales que son:

- Extrusión
- Laminado
- Corte

3.4.2. Extrusión

El personal de extrusión estudia el pedido y programa las máquinas (extrusoras) con el pedido en particular, comprobando las mezclas de material y aditivos necesarios (Pack, 2018) para conformar el pedido: alta o baja densidad (Polímeros del Norte S.A.C. trabaja mayormente con baja densidad, con o sin polietileno lineal, deslizante o antideslizante, con o sin pigmento de color, superficie porosa o lisa, etc.).

El almidón de yuca se calienta a temperaturas cercanas a su punto de fusión, con lo que se vuelven inestables y se pueden moldear con facilidad, por lo cual son sometidos de forma simultánea a un tiraje vertical y a un proceso de soplado en sentido transversal, creando un auténtico globo de plástico. Mediante una gradación en la temperatura de fusión, el soplado y el tiraje vertical se van conformando las características particulares del pedido: tamaño, resistencia, etc.

3.4.3. Laminado

Es el proceso por el cual, a través de unos rodillos, la materia prima pasa para luego definir el grosor de la bolsa dependiendo del tipo de uso.

3.4.4. Corte

Después del proceso de laminado, lo primero que se hace en el proceso de corte es programar la máquina cortadora con los parámetros necesarios para darle la forma que se desee, bien sea una bolsa camiseta, tipo mercadillo o una simple lámina. Se ajustan el ancho del producto, el alto, las medidas del fuelle (sí procede), la altura y ancho de las asas (sí procede), etc.

Posteriormente, se procede a dividir, de forma transversal, mediante una cuchilla y unos cabezales que cortan y sueldan la base y la cabeza de las bolsas. La misma máquina cortadora va formando paquetes de bolsas una vez completado cada paquete.

Durante todo el proceso de extrusión, laminado y corte se siguen unos controles de calidad para comprobar que el producto es conforme con los deseos del cliente y con los estándares de calidad, si los resultados de las pruebas son negativas el producto es retirado de la cadena de producción y reciclado en su totalidad para volver a reutilizarlo en la fabricación de bolsas de basura.

3.4.5. Materia prima

La yuca *-Manihot esculenta-* es un cultivo de amplia adaptación ya que se siembra desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm, a temperaturas comprendidas entre 20 y 30 °C con una óptima de 24 °C, una humedad relativa entre 50 y 90 por ciento con una óptima de 72 por ciento y una precipitación anual entre 600 y 3000 mm con una óptima de 1500 mm. (Aristazábal & Sánchez, 2007, pág. 1)

El proceso de extracción del almidón de yuca es más sencillo que el del maíz o el trigo. La industria de este producto es muy importante ya que aproximadamente el 85% de los almidones exportados de los países en vías de desarrollo son de yuca. Este proceso se puede realizar de dos maneras, una de ellas es a través de un proceso de manufactura artesanal y la otra es a través de un proceso mecanizado.

3.4.6. Mano de obra

Al tratarse de un proceso productivo nuevo, se requerirá nuevo personal, ya que los trabajadores actuales de la empresa Polímeros del Norte S.A.C. estarán ocupados con el proceso propio de la empresa. Los puestos requeridos se detallan a continuación en la tabla 3:

Tabla 3. Mano de obra

Puestos	Cantidad de personal
Operarios de máquinas	4
Supervisor del proceso	1

Fuente: Elaboración propia

3.4.7. Estándares técnicos para el proceso de producción

- Los trabajadores laborarán por turnos de 8 horas, por seis días (de lunes a sábado).
- Los trabajadores usarán los implementos (guantes quirúrgicos, tocas, tapabocas, etc.) adecuados para no contaminarse y también para no contaminar el producto.
- Se tomará un control adecuado de la puntualidad de los trabajadores.
- Señales de riesgo en la maquinaria (cuando está apagada, encendida o en mantenimiento)

Según el Sistema Integrado de Estadística Agraria, en el Perú se producen aproximadamente 12,000 toneladas de yuca, correspondiendo a la región Piura alrededor del 3% (producidas las mismas en la sierra de Piura); para que dicho proceso sea rentable se necesitan aproximadamente un 29% de producción de yuca por día al inicio del proyecto. Estimulando de esta manera la producción continua de yuca que generará un impacto económico y social en la ciudad de Piura ya sea para los agricultores.

3.5. Proceso de bolsas oxo – biodegradables

Es otro de los proyectos renovables en el mercado cuya necesidad es utilizar un producto con las mismas propiedades del plástico industrial totalmente degradable; un material que

especial que puede descomponerse al 100%, lo que significa que se vuelve totalmente quebradizo perdiendo todas sus propiedades físicas y químicas del plástico convencional, a tal punto que las bacterias lo pueden dirigir, convirtiéndolo en dióxido de carbono, biomasa y agua.

Así mismo para la producción de este material se utilizará el polímero verde de origen renovable, este polímero se desarrolló a partir del etanol derivado de la caña de azúcar, para describir dicho proceso nos guiaremos de un estudio minucioso de la Universidad Católica del Perú. (LANDA, 2010)

3.5.1. Descripción del proceso productivo

- **Recepción de Materia Prima:** El proceso se inicia primero la selección de materia prima para luego recepcionarla (pallets de polietileno y aditivo degradante), lo cual se requiere en bolsas de 25 kg. Y es acomodada en parihuelas de polietileno.
- **Mezclado:** La materia prima e insumos que se van a procesar son depositados en recipientes de polipropileno de 500 Kg. soportados por parihuelas. El polietileno y el aditivo degradante (de acuerdo al programa de producción), son aspirados y transportados a través de ductos hacia una tolva donde se realiza el mezclado del material para su distribución homogénea. La mezcla es depositada en recipientes de 500 Kg. aproximadamente y llevados a la etapa de extrusión. En esta etapa se identifican como residuos sólidos los residuos de plástico. Cabe indicar que durante la operación de mezclado, una pequeña cantidad de granzas de polietileno. Estos residuos o también conocidos como “barrido”, los cuales son recogidos y utilizados para la producción de bolsas negras. El proceso consiste en ser sometidos a un tamizado, para eliminar la suciedad del piso, luego estos son lavados y secados al aire libre. El uso es de acuerdo al requerimiento de producción del producto. (BACH, 2010)
- **Extrusión:** El material dilatado es extruido a través de una hilera circular, luego se somete a un tiraje vertical y a un proceso de soplado, creando un globo de plástico. En algunas ocasiones, según el programa de producción, la superficie del plástico es oxidada, facilitando la adherencia de la tinta en el material. El oxidado consiste en abrir unos poros en la superficie de la bolsa para que la tinta pueda ser impregnada y anclada en el proceso de impresión con mayor facilidad. (BACH, 2010)
- **Impresión:** Las bobinas provenientes del proceso de extrusión son introducidas en un extremo de las máquinas rotativas flexográfica, donde la película de polietileno pasa por unos rodillos y tinteros llevando una impresión a la película hasta que llega al otro extremo con la tinta seca. Una ligera variación en las tintas, en la velocidad o en el tiempo de secado puede provocar que la impresión deseada sea totalmente distinta a la resultante, lo que significa que estos factores deben estar perfectamente sincronizados evitar la desalineación del dibujo y/o el texto en la impresión final.
- **Laminado:** Este proceso consiste en unir dos o más películas de polietileno. Por lo general, una de las láminas está impresa y otra sin impresión. Para dicha acción se utiliza un adhesivo que va depositado en un recipiente, ubicado en la parte inferior de la máquina. Al iniciar el proceso de laminado, se impregna de adhesivo y se

adhiera a otra mecánicamente. Una vez laminado, el producto se somete a reposo para asegurar así la perfecta adhesión entre estas láminas.

- **Corte y Sellado:** Una vez impreso o no el producto llegan a la etapa de corte, se programan los parámetros necesarios para darle la forma deseada por el cliente, ya sea bolsas (camiseta tipo mercadillo, plana) una simple lámina, ajustándose el ancho del producto, la altura, las medidas del producto deseado. Posteriormente, se procede a dividir el film de forma transversal mediante una cuchilla y unos cabezales que cortan, sellan la base y la cabeza de las bolsas. La misma cortadora va formando grupos de un número de bolsas y una vez completado cada paquete, se extrae una parte de plástico a la bolsa dando forma al asa (troquelada) o a las asas (camiseta). Los paquetes de bolsas son depositados sobre una cinta transportadora para finalmente ser selladas con hilo a través de máquinas cosedoras. (BACH, 2010)
- **Almacenamiento:** Las bolsas son acomodadas en parihuelas y enviadas al almacén para posteriormente ser despachadas a los clientes.
- **Control de Calidad:** Durante los procesos de extrusión, impresión, corte y sellado; el producto se somete a un estricto control de calidad en los laboratorios de la empresa, para comprobar si está de acuerdo con los requerimientos del cliente y con los estándares de calidad (resistencia, flexibilidad, elasticidad y degradabilidad). En caso de no ser así, el producto es retirado de la cadena de producción y reciclado en su totalidad para volver a reutilizarlo en la fabricación de bolsas negras.

En la figura 28 que se muestra a continuación, se puede observar el diagrama del proceso:

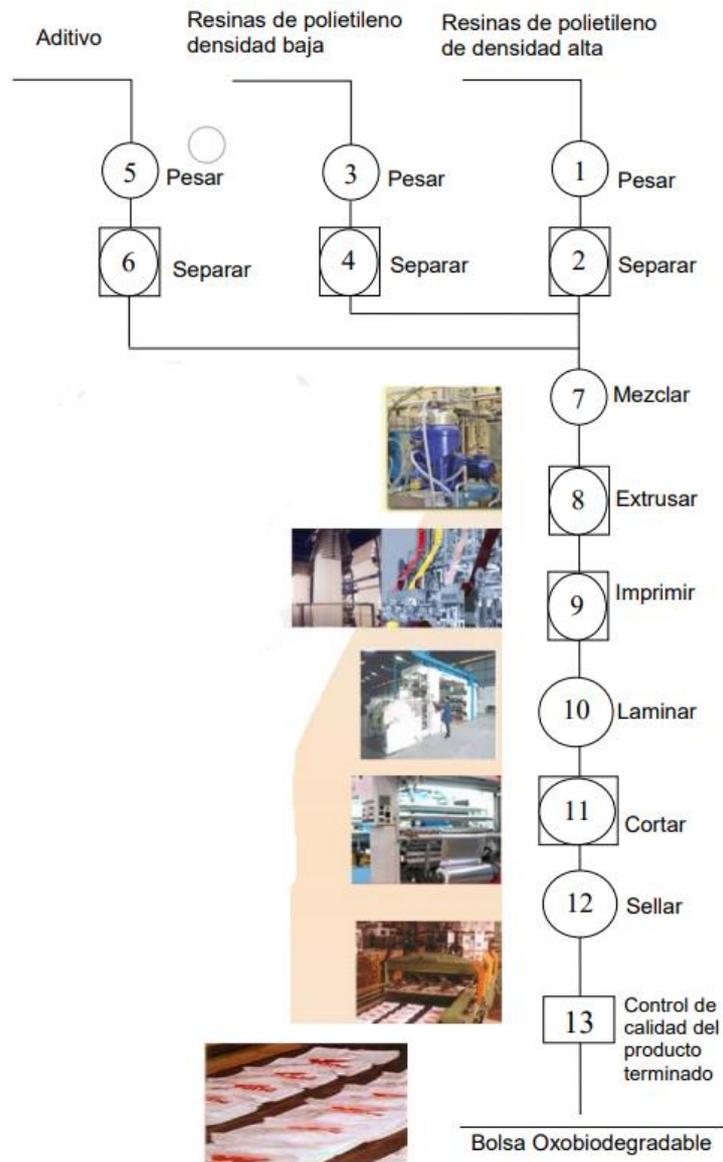


Figura 28. Diagrama de procesos
Fuente: Tesis de bolsas biodegradables

Capítulo 4

Metodología

En este capítulo se hablará acerca de las metodologías y herramientas que se utilizarán en el proyecto referente a estudio de mercado, experimentación y el diseño del proceso.

4.1. Planteamiento del problema

Piura es una ciudad con gran potencial turístico gracias a su diversidad de paisajes, flora, fauna y por su valor histórico y cultural, sin embargo, en la actualidad enfrenta un grave problema a causa de las bolsas plásticas debido a que generan problemas económicos, sociales y ecológicos, afectando así a los ecosistemas. Estos problemas se originan por dos motivos: el primero se debe al elevado número de bolsas producidas y utilizadas, según un estudio publicado por el Diario La República, la región Piura genera un aproximado de 820 toneladas al día de residuos, y de estos el 4% son bolsas (ONG Ciudad Sostenible, 2018). El segundo motivo es la naturaleza del plástico ya que como es un derivado del petróleo no se desintegra con facilidad. El uso indiscriminado de bolsas plásticas en la ciudad de Piura, se puede reflejar en la contaminación visual existente, donde es frecuente encontrar bolsas de plástico dispersas en las calles, avenidas, parques, jardines, etc.

Debido a esta problemática nace la oportunidad de que el proyecto desarrolle un diseño en el proceso productivo de la empresa Polímeros del Norte S.A.C, empresa dedicada a la producción de bolsas plásticas industriales; que ayudara a reducir la acumulación de plástico en la ciudad de Piura.

4.2. Objetivos

Ahora se explicará el objetivo, tanto general como los objetivos específicos de esta investigación.

4.2.1. Objetivo General

El objetivo de este trabajo es diseñar un sistema productivo para la obtención de bolsas biodegradables en la empresa Polímeros del Norte S.A.C. a partir de almidón de yuca, demostrando de esta manera que el proceso productivo es viable, rentable y amigable con el medio ambiente.

4.2.2. Objetivos específicos

Los objetivos que se detallan a continuación son aquellos referentes al proyecto de proyecto, más adelante se describirán los objetivos de la investigación de mercado, de la experimentación y del diseño del proceso

- Evaluar la situación actual de la empresa Polímeros del Norte S.A.C.
- Evaluar la situación actual de la producción de yuca en la región Piura y el país. .
- Evaluar las nuevas aplicaciones de la yuca, así como también las ventajas y desventajas de las bolsas plásticas
- Evaluar las tecnologías utilizadas en el proceso de producción de bolsas plásticas y bolsas biodegradables.
- Analizar el proceso de elaboración de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca.
- Diseñar un proceso óptimo para la obtención de un nuevo producto y que cumpla con los estándares de calidad de la Empresa Polímeros del Norte S.A.C.
- Realizar un estudio de mercado para evaluar el impacto del nuevo producto en la comunidad piurana y así determinar el tamaño y segmentación del mercado objetivo.
- Elaborar el Mapa de Procesos y el Manual de Organizaciones y Funciones.
- Analizar el beneficio generado por la comercialización de bolsas biodegradables en base a un análisis financiero.

4.3. Justificación y beneficios de la investigación

Se espera que con el desarrollo del proyecto se logren los siguientes beneficios:

- Reducir la cantidad de bolsas plásticas acumuladas y que generan contaminación en la ciudad de Piura.
- Utilizar un producto de la región, como lo es la yuca, para la elaboración de bolsas biodegradables, lo cual generará mayores ingresos a los productores de yuca de la región Piura.

Lanzar al mercado un producto que no genere contaminación a los ecosistemas, como lo son las bolsas biodegradables, las cuales se desintegran en por lo menos 100 días.

4.4. Hipótesis

La presente investigación plantea como hipótesis la viabilidad del proceso productivo de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca en la empresa Polímeros del Norte S.A.C.

4.5. Herramientas y/o técnicas para el análisis y solución del problema

Para poder plantear el problema que se pretende solucionar con el proyecto, el equipo de proyecto ha utilizado las siguientes herramientas:

Brainstorming o lluvia de ideas: Esta técnica consiste en hacer que todas las personas que conforman un equipo de trabajo empiecen a plasmar todas las ideas que se les ocurran bajo 4 reglas básicas las cuales son: eliminar toda crítica de la idea, el pensamiento libre, alta cantidad de ideas y el efecto multiplicador que se forma entre las ideas fomentadas. Esta técnica fue creada por Alex Osborn y escrita en su libro *Applied Imagination*, publicado en 1954. Ver Figura 29.



Figura 29. Lluvia de ideas
Fuente: Imágenes de Google

Árbol de problemas: Esta herramienta es utilizada en la metodología del Marco Lógico y ayuda a plantear el problema en un gráfico en forma de árbol, el cual en el centro ubica el problema central, en la parte superior los efectos (efectos directos, indirectos y efecto último) y en la parte inferior causas (causas directas e indirectas). Ver Figura 30.

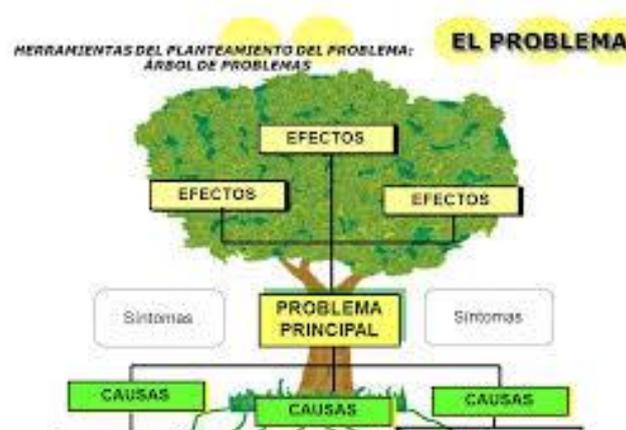


Figura 30. Árbol de problemas.
Fuente: Imagen de Google.

Ishikawa: Este diagrama permite analizar las causas y efectos del problema a estudiar a través de un diagrama en forma de pez, teniendo como orientación los factores de procesos, mano de obra, medición, entorno, método y maquinaria. Este método fue creado por el Dr. Karou Ishikawa en 1943. Ver Figura 31.

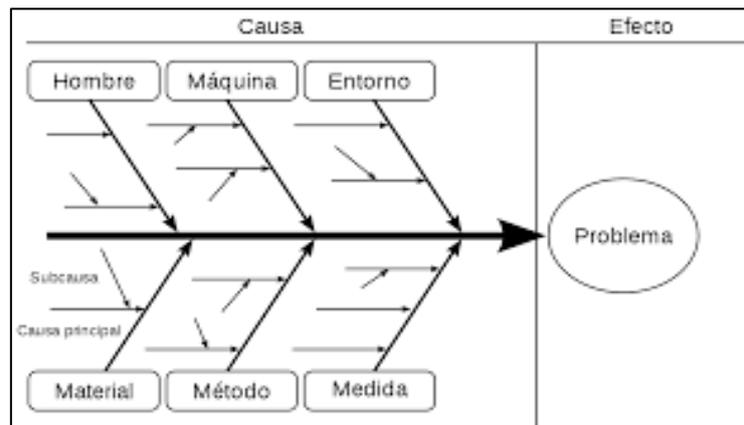


Figura 31. Diagrama de Ishikawa
Fuente: Imagen de Google.

Para encontrar la solución al problema se ha utilizado el árbol de objetivos, el cual es aplicado en la metodología del Marco Lógico. Esta herramienta tiene la forma de un árbol en el cual en el centro se formula el propósito del proyecto, las causas definidas en el árbol de problema se convierten en medios (medios directos e indirectos) y están ubicadas en la parte inferior, y los efectos se vuelven fines (fines directos, indirectos y fin último) y se encuentran ubicados en la parte superior. Ver Figura 32.



Figura 32. Árbol de objetivos
Fuente: Imagen de Google

4.6. Metodologías empleadas

Ahora se explicarán las metodologías empleadas para la investigación de mercado, diseño del proceso y experimentación.

4.6.1. Investigación de Mercado

Las metodologías empleadas para la investigación de mercado en este proyecto han sido dos, específicamente las encuestas y el juicio de expertos. Los objetivos de esta investigación de mercado son:

Objetivo general:

- Determinar la aceptación que tendrían las bolsas biodegradables

Objetivos específicos:

- Definir las características que el público desea que tenga este producto.
- Determinar el si las personas tienen conocimiento de un producto parecido.
- Averiguar cuanto estarían dispuestas a pagar.

4.6.1.1. Encuestas

Las encuestas son una técnica que sirve para recopilar información a través de una serie de preguntas que reflejan los objetivos de esta, obteniendo de esta manera información acerca de las actitudes, comportamientos, intenciones, etc, sobre un público objetivo. Las preguntas contenidas en el cuestionario pueden aplicarse de varias formas, se pueden hacer por escrito, de manera verbal, de manera virtual, entre otros. La investigación se clasifica como directa o indirecta, dependiendo de si los participantes conocen su verdadero propósito. (Malhotra, 2008, pág. 182)

Los requisitos para realizar exitosamente una encuesta son:

- La población ha sido definida correctamente.
- La muestra es representativa de la población.
- Los entrevistados seleccionados están disponibles y dispuestos a cooperar.
- Las preguntas son comprendidas por los entrevistados.
- Los entrevistados tienen los conocimientos, opiniones y actitudes.
- El encuestador entiende correctamente y registra en forma adecuada las respuestas. (Mantilla, 2015, pág. 28)

Por otro lado, esta técnica o herramienta de investigación de mercado tiene sus ventajas y desventajas tal como lo indica Malhotra (2018).

Tabla 4. Ventajas y desventajas de la encuesta

Ventajas	Desventajas
El cuestionario es fácil de aplicar.	Los participantes pueden no estar dispuestos o ser incapaces de brindar la información deseada.

Los datos que se obtienen son confiables porque las respuestas se limitan a las alternativas planteadas.	Es probable que los individuos no estén dispuestos a responder si la información requerida es delicada o personal.
El uso de las preguntas de alternativa fija reduce la variabilidad de los resultados que habría por las diferencias entre los encuestadores.	Las preguntas estructuradas y las alternativas de respuesta fija suelen provocar la pérdida de validez de cierto tipo de datos, como creencias y sentimientos.
La codificación, el análisis y la interpretación de los datos son relativamente sencillos.	No es fácil redactar las preguntas de manera apropiada.

Fuente: Malhotra, 2008

Para este proyecto se decidió emplear aquel tipo de encuesta que según su aplicación corresponde a una encuesta personal, que según sus objetivos corresponde a una encuesta analítica y que según las preguntas corresponde a una encuesta de tipo cerrada.

Para poder determinar el número de encuestas que se emplearán en este proyecto se utilizará la siguiente fórmula para poblaciones finitas:

$$x = \frac{NzZ^2xpxq}{e_{m\acute{a}x}^2x(N-1) + Z^2xpxq}$$

Dónde:

N: Tamaño de la población

Z: Nivel de confianza

P: Probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q: Probabilidad de fracaso

E: Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

Puesto que nuestro proyecto está dirigido a la región de Piura, el público objetivo de la investigación de mercado para este proyecto de elaboración de bolsas biodegradables corresponde a aquel grupo de puestos fijos de abastos que se encuentran en los mercados de Piura, se eligió el mercado orientado a la venta de verduras, frutas, carnes, abarrotos, aves y pescados y mariscos. Ver Figura 33.

Departamento	Total puestos fijos en funcionamiento	Rubros Tradicionales						Expendio de comidas	Artículos de limpieza	Rubros No tradicionales 1/
		Verduras	Frutas	Carnes (res, chancho, arnero, otro)	Ave (pollo, pato, otro)	Pescados y mariscos	Abarrotos			
Pasco	1 041	90	79	121	93	62	72	157	28	339
Piura	13 290	1 653	1 059	998	452	1 224	2 417	892	66	4 529
Puno	7 066	1 090	412	884	194	402	979	630	266	2 209

Figura 33. Puestos de abastos fijos y en funcionamiento
Fuente: Censo Nacional de Mercados de Abastos 2016, INEI

Según este archivo (INEI, 2016), la cantidad total de puestos de verduras, frutas, carnes, abarrotos, aves y pescados y mariscos en Piura ascienden a la cantidad de 7803 puestos fijos, aplicando la fórmula anteriormente mostrada se obtiene una cantidad de 52 encuestas.

4.6.1.2. Juicio de expertos

El juicio o juicios de expertos son opiniones que se recopilan de personas profesionales expertos de un determinado tema que tiene relación con el proyecto en desarrollo. La información se puede obtener de manera gratuita o a través de una contratación, instituciones gubernamentales, universidades, entre otros. (Esterkin, 2008).

4.6.2. Metodologías para diseñar el proceso

El objetivo principal en este punto es diseñar una óptima distribución en planta de la implementación o adaptación de sistema productivo de bolsas biodegradables.

La distribución en planta se emplea para tomar decisiones acerca de la disposición física de las entidades que ocupan espacio dentro de la planta. Existen cuatro fases para hacer una distribución en planta (Hodson, 2001):

Fase 1: Ubicación

La distribución en planta para el proceso de elaboración de bolsas biodegradables se desarrollará dentro de la empresa Polímeros del Norte S.A.C.

Fase 2: Distribución general

Para la distribución general ya se tiene la disposición en planta actual de la empresa Polímeros del Norte S.A.C. Se considera los siguientes pasos:

- Áreas a considerar: Determinar áreas requeridas por los diferentes factores de la disposición en planta.
- Áreas Disponibles: Determinar las áreas ya existentes en la planta y adaptar el proceso a estas áreas.

Fase 3: Distribución a detalle

Indica donde será colocará cada máquina y cada equipo a detalle y se presentará el diseño final de planta.

4.6.3. Metodología de experimentación

El objetivo principal de la experimentación es la obtención del prototipo de bolsas biodegradables.

Las metodologías para la fase de experimentación son:

Construcción del prototipo

Para la elaboración del prototipo se utilizará el proceso experimental probatorio, que consiste en realizar varios experimentos hasta obtener el prototipo final.

Materiales a utilizar en el experimento:

- Agua destilada

- Almidón de yuca
- Vinagre blanco
- Glicerina vegetal
- Tinte vegetal (opcional)

Equipos

- Mechero bunsen
- Agitador
- Cucharita de acero inoxidable (o de plástico)
- Vasos de precipitado

Variables e indicadores de control

- pH: Mide la cantidad de iones de hidrogeno que contiene una solución determinada, en esta experimentación se busca que la mezcla para elaborar bolsas tenga un pH óptimo.

Pruebas

Luego de realizar el prototipo se procederá a hacer las pruebas del prototipo para verificar el desempeño técnico y comercial del producto.

Capítulo 5

Investigación de mercado

En este capítulo se explicarán los resultados de la información levantada en la investigación de mercado, a través de las herramientas de encuestas y juicio de expertos. Para el caso de las encuestas se ha utilizado el modelo de una tesis (Santiago Campos & Quispe Rosales, 2014)

5.1. Encuestas

Se ha realizado un estudio de mercado a través de encuestas personales dirigidas a personas de la provincia de Piura, mayores de edad, que atienden en puestos del mercado de la ciudad y que compran bolsas plásticas para la atención a sus clientes. Con esta herramienta se pretende recolectar información para luego analizar la aceptación del producto en el mercado y las características que este debe tener.

Para ello se han realizado 70 encuestas, de las cuales se ha recogido por cada pregunta la siguiente información correspondiente a características del producto, frecuencia de consumo, precio y conocimiento de biodegradabilidad.

A continuación, en la figura 34 se muestra la frecuencia con que las personas consumen bolsas plásticas.

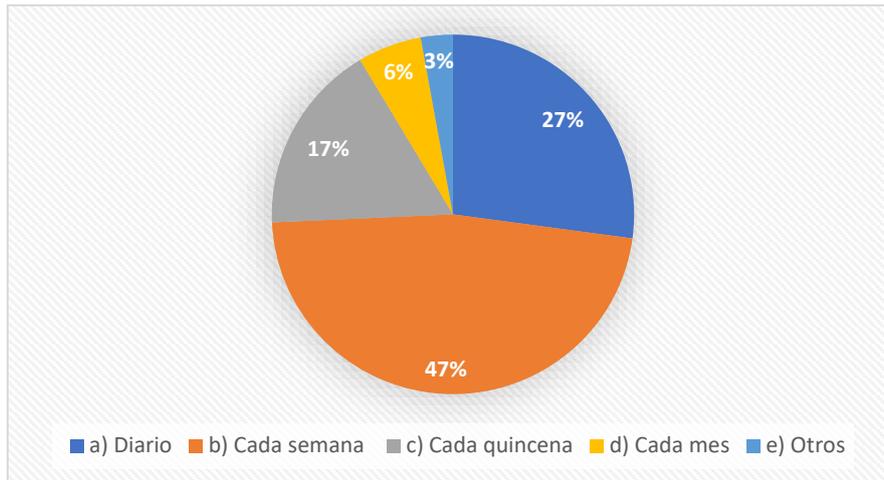


Figura 34. Frecuencia de compra de bolsas plásticas.
Fuente: Elaboración Propia.

De las 70 personas encuestadas, el 47% de ellas compra cada semana bolsas plásticas para su negocio. Mientras que un 27% de las personas encuestadas lo hace a diario.

Teniendo en cuenta que para la pregunta número 2 de la encuesta se podía marcar más de una opción, se obtuvo información acerca del diseño (bolsas con asas y bolsas sin asas) más demandado de las bolsas plásticas. En la figura 35 se puede ver que las personas encuestadas consumen en mayor cantidad las bolsas plásticas sin asas.

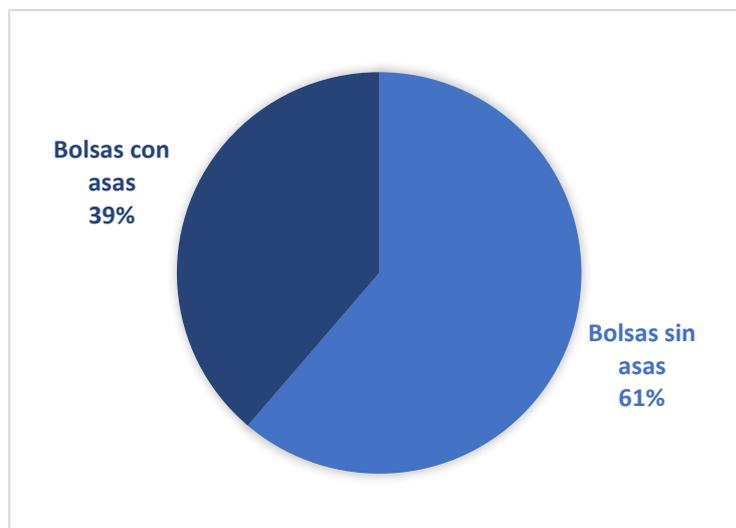


Figura 35. Consumo por diseño de bolsa.
Fuente: Elaboración Propia

Además, en la figura 36 se puede apreciar que las bolsas más demandadas del diseño sin asa son las de tamaño de 10x15 cm y 8x12 cm.

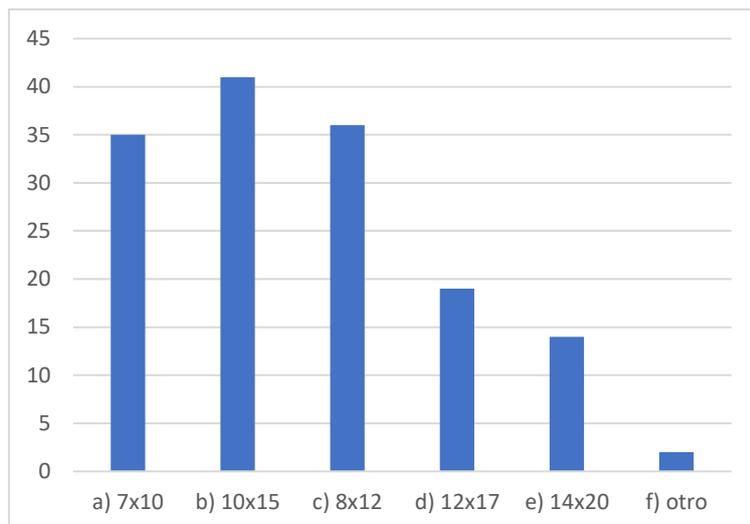


Figura 36. Tamaño de bolsas sin asa más demandadas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 37 se puede ver que de las 70 personas encuestadas, el 66% prioriza la resistencia de la bolsa al momento de comprarla, mientras que un 30% de los encuestados prioriza el precio del producto.

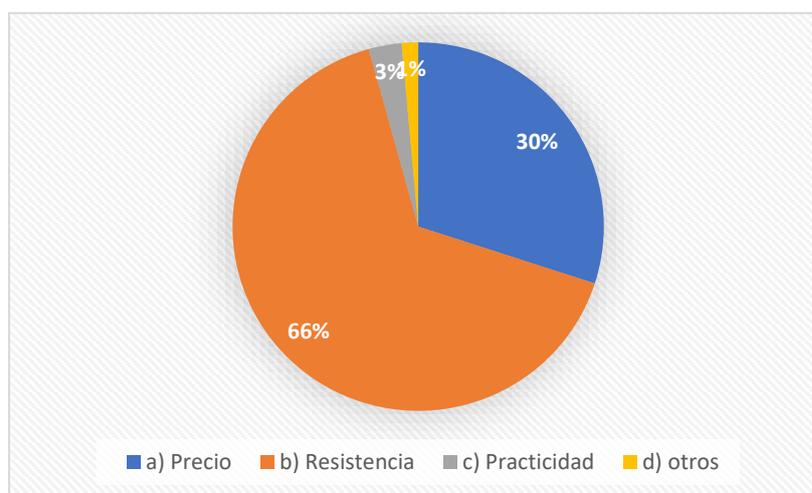


Figura 37. Prioridad al momento de comprar bolsas plásticas.

Fuente: Elaboración Propia.

Por otro lado es importante saber cuan familiarizados están las personas vendedoras del mercado de la ciudad de Piura con el significado de la palabra biodegradable. En la figura 38 se puede ver que de las 70 personas encuestadas, 62 ignoran el término biodegradable, por lo que desconocen el beneficio que esta presta al medio ambiente cuando se implementa como sustituto de productos contaminantes.

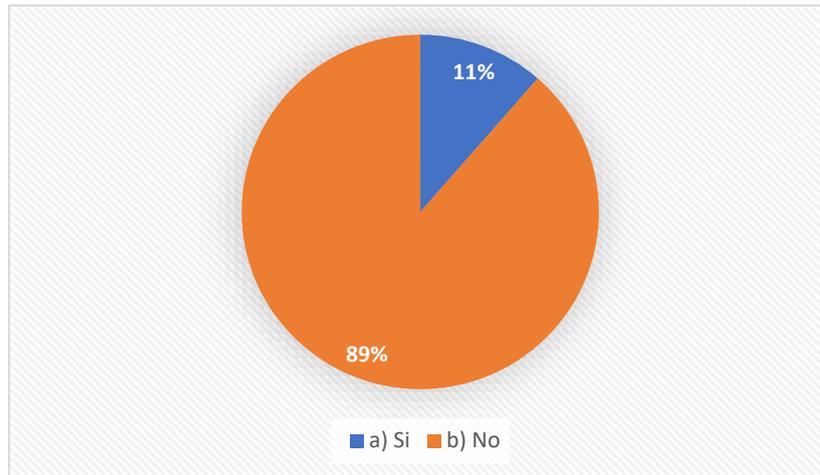


Figura 38. Conocimiento de la palabra biodegradable.
Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 39 se puede ver que todas las personas encuestadas se muestran interesadas en contribuir con el medio ambiente, ya que las 70 personas respondieron a la encuesta que sí se encuentran dispuestos a comprar bolsas biodegradables en reemplazo de las bolsas plásticas.

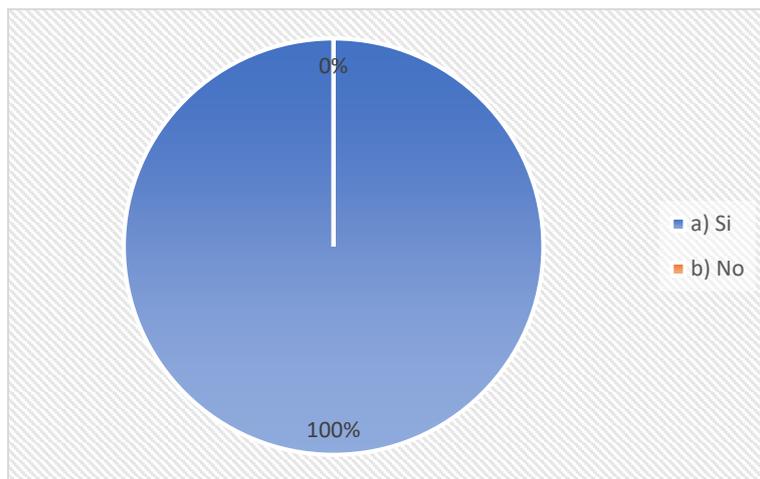


Figura 39. Disposición de comprar las bolsas biodegradables.
Fuente: Elaboración Propia

Las personas encuestadas se mostraron amigables con el medio ambiente, pues cuando se les preguntó acerca de cuánto estarían dispuestos a pagar de más por las bolsas biodegradables, estas respondieron de manera positiva. En las figuras 40 y 41 se puede ver que la mayoría de las personas estaba dispuesta a pagar 0.5 a 0.6 céntimos de más por las bolsas biodegradables sin asa y 0.3 a 0.4 céntimos por las bolsas biodegradables con asa.

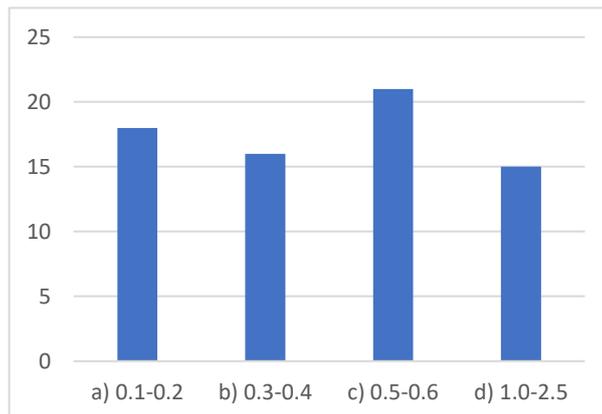


Figura 40. Pago adicional por un paquete o rollo de bolsas biodegradables sin asa.
Fuente: Elaboración Propia

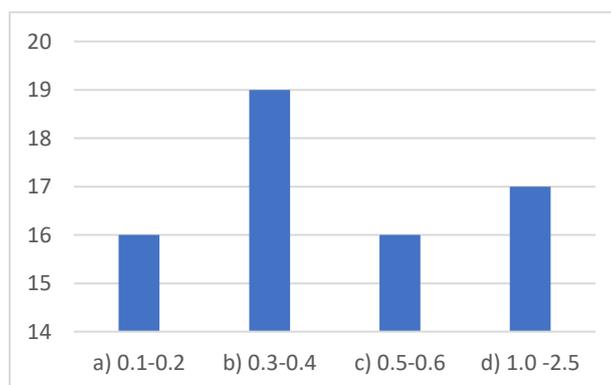


Figura 41. Pago adicional por un paquete de bolsas biodegradables con asa.
Fuente: Elaboración Propia.

5.2. Focus Group

Se realizó un focus group con consumidores finales, el día miércoles 14 de noviembre de 2018, los cuales realizan compras en bodegas del Mercado Central de Piura.

Este focus group se realizó con 6 personas, en la casa de la Sra. Elizabeth Vílchez de More, ubicada en la Urbanización Angamos Mz. L lote 8. La sesión se inició con la presentación del equipo y de los invitados para este focus group; Luego se prosiguió a comunicar la dinámica a seguir en el focus group.

Luego se les planteo las siguientes preguntas para que los presentes respondan de manera abierta:

1. ¿Cuánto creen que contaminan las bolsas plásticas a nuestro medio ambiente?
¿Por qué?

El resultado fue que la mayoría de participantes asoció las bolsas plásticas con la contaminación del mar y que esto afectaba directamente a los peces, los cuales se

asfixiaban, atragantaban con las bolsas, y que tenían esta noción porque habían visto las noticias en la televisión.

2. ¿Qué entiende usted por término biodegradable?

Los participantes en su mayoría no conocían mucho del término biodegradable, pero si tenían conocimiento de que el plástico era dañino para el medio ambiente, sobre todo para los animales, y que las empresas deberían de hacer algo para eliminar este impacto en el medio ambiente.

Llegado a este punto se procedió a hacer un breve comentario acerca del proyecto de bolsas biodegradables, lo que se pretende realizar, la motivación del proyecto y luego se plantearon las siguientes preguntas:

3. ¿Qué criterios cree que predominan más a la hora de escoger una bolsa? ¿Por qué?

La mayoría de participantes coincide en que la característica en que más se fijan a la hora de comprar es que las bolsas sean resistentes, ya que cuando van de compras suelen llenar sus bolsas de productos.

La segunda característica es la practicidad de la bolsa, y que por el precio ni se preocupaban porque las bolsas supuestamente son gratis cuando compran sus productos.

4. En caso de que se prohibieran el uso de bolsas plásticas ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la bolsa biodegradable?

Con respecto al precio de las bolsas, la mitad de los participantes está de acuerdo en pagar un adicional por la bolsa biodegradable, pero que se deben ir cambiando de forma gradual el uso de bolsas plásticas por el uso de bolsas biodegradables. El resto de participantes opino que lo pensaría, ya que ellos consideran que a la hora de pagar por sus productos ya viene incluido el precio de las bolsas, por lo que consideran que estarían pagando demás.

5.3. Juicio de Expertos

En esta parte de la investigación de mercado se recopiló la opinión del experto en este tema, el ingeniero Paul Guerrero.

Ing. Paul Guerrero – Experto en investigación de mercado

Ayudó al equipo a formular la encuesta de la siguiente manera:

Recomendó definir el objetivo general y los objetivos específicos que se quería lograr con la encuesta.

Luego ayudó a diferenciar entre los usuarios y el cliente final, ya que el equipo no sabía en qué público enfocarse. Para esta situación en específico recomendó realizar primero una encuesta piloto a los usuarios, para levantar información acerca de que preguntas se debían realizar, para analizar la aceptación, características y precio del producto.

El experto también comentó que la encuesta debía orientarse al mercado de consumo masivo (mayoristas y minoristas) y no al mercado industrial como el equipo había pensado.

Explicó al equipo que la demanda se podía obtener de dos maneras: de fuentes primarias y fuentes secundarias, por lo que recomendó que era más viable que se busque información en el INEI acerca del consumo per cápita de bolsas plásticas, para luego poder definir de acuerdo a la capacidad de la empresa Polímeros del Norte S.A.C el porcentaje del mercado a atender.

Ing. Julio Gustavo Carrasco Fonseca – Experto en Estadística

El motivo de la reunión con el experto fue para despejar dudas con respecto al cálculo del tamaño de la muestra de la población, ya que, si bien es cierto que se conocía la fórmula para hallar dicha muestra, no se tenía claro los criterios para la asignación de los valores a los factores que intervienen en la fórmula.

El experto comentó que en el peor de los casos el porcentaje de la población con el atributo deseado (p) toma el valor de 50%, y que el error (e) es asignado por el equipo de trabajo según la fiabilidad que este le quiere dar de manera razonable a su investigación.

Además, explico el ajuste de la fórmula de la muestra para una población finita, y los valores del intervalo de confianza con los que se podría trabajar.

Capítulo 6

Experimentación

En el siguiente capítulo se analizará el proceso de experimentación cuyo objetivo principal fue la obtención del prototipo de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca. Los experimentos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Química de la Universidad de Piura, de la mano del experto en Química el ingeniero Gastón Eduardo Cruz Alcedo. Las distintas pruebas realizadas fueron comparadas entre sí para determinar cuál de ellas obtuvo las características más cercanas al prototipo deseado. La metodología utilizada para este proceso de experimentación fue la de prueba y error.

6.1. Pruebas experimentales

- a. Variables de control de calidad

Estas variables pueden ser de manera cualitativas y cuantitativas.

➤ Variables cualitativas

- Resistencia a la tracción: Es el máximo esfuerzo de tracción que un cuerpo puede resistir antes de su rompimiento.
- Permeabilidad: Capacidad del prototipo para ser traspasado por el agua u otro líquido.
- Hermeticidad: Protección de su superficie contra la introducción del polvo y la humedad.

➤ Variables Cuantitativas

- Tiempo de producción de bioplástico: comprende el tiempo total desde que se inicia el proceso de producción hasta el tiempo de gelatinización y del tiempo de gelatinización hasta que se obtiene la mezcla final del prototipo.
- Temperatura: comprende en estimar las temperaturas en el punto de gelatinización y la temperatura final.

b. Experimento pruebas experimentales

El proceso de producción de bio-plástico a partir del almidón de yuca para la fabricación de bolsas biodegradables, es un proceso tedioso sin embargo las ventajas del producto final son muchas, por lo cual es importante encontrar un proceso único tal que se equilibre ambas cosas: la dificultad del proceso junto con los beneficios obtenidos para la empresa Polímeros del Norte S.A.C.

Antes de pasar a detallar los experimentos, se muestra a continuación el procedimiento seguido para la experimentación. Ver Figura 42.

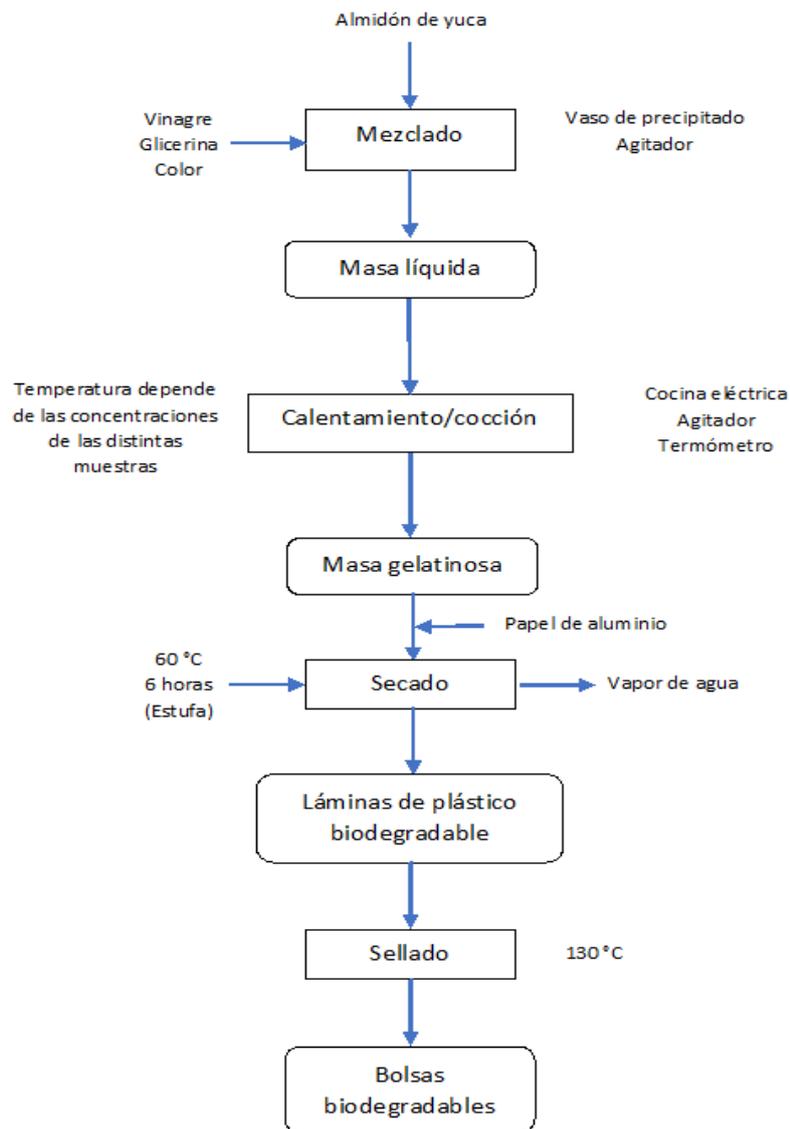


Figura 42. Proceso de experimentación
Fuente: Elaboración propia

A continuación, detallaremos el alcance de los experimentos, el equipo utilizado, el proceso experimental en el laboratorio y las variables de control, así como una discusión final de resultado del prototipo escogido.

Siguiendo el procedimiento plasmado en la figura anterior, para la elaboración del producto, se realizaron los siguientes pasos:

b.1. Elaboración de Prototipo.

Se procedió a preparar 1 prototipo para llegar al experimento y determinar así el grado de calidad para asegurar el éxito del proyecto. Es por ello que el proceso experimental se determinó como consecuencia de una serie de investigaciones realizadas, teniendo como requisito principal la confiabilidad de los documentos investigados y analizados.

Como ya se mencionó, el proceso de experimentación se dio en el laboratorio de química de la Universidad de Piura, ya que ahí se contaba con todos los instrumentos especializados para poder realizar los experimentos y poder realizar un trabajo más preciso y confiable. Además, el

ingeniero Gastón Cruz siempre puso a disposición del equipo de trabajo los materiales necesarios, siendo un aliado esencial para el desarrollo del experimento.

Objetivo del experimento: El objetivo principal en el desarrollo experimental es obtener el prototipo de bolsa biodegradable a base de almidón de yuca, para poder implementar posteriormente la línea de producción de este producto con determinadas características, estándares de calidad y un uso potencial determinado.

b.1.1. Experimentación de prototipo.

A continuación, se describen los materiales usados en los experimentos:

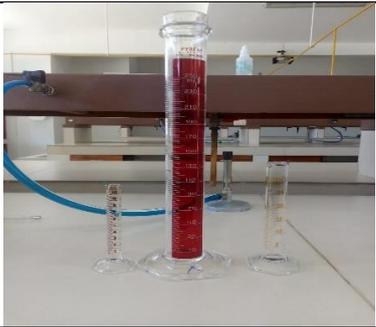
b.1.1.1. Materiales y Equipos.

Los materiales usados en los experimentos realizados fueron los siguientes:

- Almidón de Yuca.
- Vinagre.
- Agua.
- Glicerina.

Los equipos utilizados se muestran en la tabla 5:

Tabla 5. Equipos utilizados para la experimentación

Balanza digital.	
Probetas	

<p>Cocina eléctrica</p>	
<p>Vaso de precipitado</p>	
<p>Varillas de vidrio (Agitadores)</p>	
<p>Termómetro</p>	
<p>Cuchara</p>	

Estufa	
Papel aluminio	

Fuente: Elaboración propia

b.1.1.2. Proceso Experimental.

Para la realización del primer experimento utilizamos un procedimiento base, el cual consta de 4 cucharadas medianas de agua, 1 de vinagre, 1 de glicerina y una de agua; este experimento se ha modificado posteriormente con el fin de ajustar las características del producto final.

1. Medición de los insumos:

En este punto se procedió a pesar la cantidad exacta que representa una cucharada mediana de almidón de yuca (que resultó 7.5 gramos, aproximadamente) y también realizar las respectivas mediciones de una cucharada mediana de glicerina (8.5 ml aprox.), una mediana de vinagre (8.5 ml aprox.), y cuatro medianas de agua (34 ml aprox.).

2. Preparación de Mezclado

Se realiza la mezcla con la que se obtendrá el plástico biodegradable con las siguientes proporciones: En un recipiente al fuego colocamos 4 cucharadas de agua, una de vinagre, una de glicerina y una de almidón de yuca; la mezcla líquida obtenida se revolverá hasta su homogenización y cocción y así lograr una masa espesa.

3. Secado.

Luego la mezcla se esparce con ayuda de una cuchara sobre una superficie plana y seca, para este caso utilizaremos el papel aluminio para proceder luego a su secado en una estufa a una temperatura de 60 °C, quedando de esta manera una lámina de plástico biodegradable, de la cual ya se pueden realizar las medidas cualitativas y cuantitativas que caracterizaran las bolsas biodegradables.

4. Sellado

Luego de obtener dos planchas (superficies planas) del plástico biodegradable, estas pueden ser calentadas a lo largo de sus extremos a una temperatura mayor de su fundición y de esta manera sellar ambas planchas y obtener un prototipo de bolsa.

b.1.1.3. Experimentos

Para la experimentación se han realizado 7 muestras, cuya diferencia radica en la variación de la cantidad de materiales utilizados.

Como se describió líneas arriba, los experimentos se han realizado con ayuda del Ing. Gastón Cruz en el Laboratorio de Química de la Universidad de Piura.

Para poder entender de mejor manera las mediciones realizadas en los experimentos, se explica lo siguiente:

-Tiempo de Gelatinización: Es el tiempo que tarda la mezcla en presentar los primeros trozos de una mezcla gelatinosa lo que indica la inminente transformación del resto de la mezcla.

-Tiempo Final: Es el tiempo que tarda toda la mezcla en convertirse por completo en una masa gelatinosa, por lo que esto indica su retiro de la cocina eléctrica.

Ahora se mostrará a detalle los resultados obtenido de las muestras:

i. Muestra N°01

a. Materiales

Tabla 6. Cantidades de materiales para la muestra N° 01

<i>Materiales</i>	<i>Cantidades.</i>
Almidón de Yuca	7.5 gramos
Agua	34 ml
Glicerina	4.25 ml
Vinagre	8.5 ml

Fuente: Elaboración propia

b. Instrumentos.

Tabla 7. Cantidad de instrumentos para la muestra N° 01

Equipos	Cantidad
Probetas	2
Vaso de 600 ml	1
Varillas de vidrio	1
cuchara	1
Cocina eléctrica	1

Fuente: Elaboración propia

c. Tabla de Resultados.

Tabla 8. Resultados de tiempos y temperaturas

	Tiempos	temperatura
Gelatinización	2.15 min	80°C
Final	2.27 min	88 °C

Fuente: Elaboración propia

ii. Muestra N°02

a. Materiales

Tabla 9. Cantidades de materiales para la muestra N° 02

<i>Materiales</i>	<i>Cantidades.</i>
Almidón de Yuca	7.5 gramos
Agua	34 ml
Glicerina	12.75 ml
Vinagre	8.5 ml

Fuente: Elaboración propia

b. Instrumentos.

Tabla 10. Cantidad de instrumentos para la muestra N° 02

Equipos	Cantidad
Probetas	2
Vaso de 600 ml	1
Varillas de vidrio	1
Cuchara	1
Cocina electrica	1

Fuente: Elaboración propia

c. Tabla de Resultados.

Tabla 11. Resultados de tiempos y temperaturas

	Tiempos	temperatura
Gelatinización	1.10 min	80°C
Final	1.34 min	85°C

Fuente: Elaboración propia

iii. Muestra N°03

a. Materiales

Tabla 12. Cantidades de materiales para la muestra N° 03

<i>Materiales</i>	<i>Cantidades.</i>
Almidón de Yuca	7.5 gramos
Agua	42.5 ml
Glicerina	8.5 ml
Vinagre	8.5 ml

Fuente: Elaboración propia

b. Instrumentos.

Tabla 13. Cantidad de instrumentos para la muestra N° 03

Equipos	Cantidad
Probetas	2
Vaso de 600 ml	1
Varillas de vidrio	1
Cuchara	1
Cocina electrica	1

Fuente: Elaboración propia

c. Tabla de Resultados.

Tabla 14. Resultados de tiempos y temperaturas

	Tiempos	temperatura
Gelatinización	1.16 min	75°C
Final	1.46 min	85°C

Fuente: Elaboración propia

iv. Muestra N°04

a. Materiales

Tabla 15. Cantidades de materiales para la muestra N° 04

Materiales	Cantidades.
Almidón de Yuca	7.5 gramos
Agua	44.25 ml
Glicerina	4.25 ml
Vinagre	8.5 ml

Fuente: Elaboración propia

b. Instrumentos.

Tabla 16. Cantidad de instrumentos para la muestra N° 04

Equipos	Cantidad
Probetas	2
Vaso de 600 ml	1
Varillas de vidrio	1
Cuchara	1
Cocina electrica	1

Fuente: Elaboración propia

c. Tabla de Resultados.

Tabla 17. Resultados de tiempos y temperaturas

	Tiempos	temperatura
Gelatinización	5 seg	75°C
Final	1.05 seg	80°C

Fuente: Elaboración propia

v. Muestra N°05

a. Materiales

Tabla 18. Cantidades de materiales para la muestra N° 05

Materiales	Cantidades.
Almidón de Yuca	4.5 gramos
Agua	40 ml
Glicerina	5 ml
Vinagre	20 ml

Fuente: Elaboración propia

b. Instrumentos.

Tabla 19. Cantidad de instrumentos para la muestra N° 05

Equipos	Cantidad
Probetas	2
Vaso de 600 ml	1
Varillas de vidrio	1
Cuchara	1
Cocina eléctrica	1

Fuente: Elaboración propia

c. Tabla de Resultados.

Tabla 20. Resultados de tiempos y temperaturas

	Tiempos	temperatura
Gelatinización	1.25 min	80°C
Final	2.00 min	90°C

Fuente: Elaboración propia

vi. Muestra N°06

a. Materiales

Tabla 21. Cantidades de materiales para la muestra N° 06

Materiales	Cantidades.
Almidón de Yuca	8.44 gramos
Agua	40 ml
Glicerina	8 ml
Vinagre	20 ml

Fuente: Elaboración propia

b. Instrumentos.

Tabla 22. Cantidad de instrumentos para la muestra N° 06

Equipos	Cantidad
Probetas	2
Vaso de 600 ml	1
Varillas de vidrio	1
Cuchara	1
Cocina eléctrica	1

Fuente: Elaboración propia

c. Tabla de Resultados.

Tabla 23. Resultados de tiempos y temperaturas

	Tiempos	temperatura
Gelatinización	1.33 min	80°C
Final	1.58 min	82°C

Fuente: Elaboración propia

6.2. Resultados de las pruebas para medir las variables cualitativas

En este punto se analizarán las pruebas realizadas para la obtención del prototipo final; las pruebas se han hecho para medir la resistencia a la tracción, permeabilidad y hermeticidad.

a. Resistencia a la tracción

En esta prueba el equipo de proyectos utilizó una escala que describe el nivel de fuerza aplicado, de manera manual (se hizo de manera manual porque no se dispone de un laboratorio que pueda medir esta característica), antes de romper las muestras, la escala es la siguiente:

- Fuerza baja
- Fuerza media
- Fuerza alta

La aplicación de la fuerza para las seis muestras del experimento y el tiempo que tardaron para romperse se muestra en la Tabla 24:

Tabla 24. Medición de fuerza para la prueba resistencia a la tracción

Muestra	Fuerza aplicada	Tiempo antes de romperse
1	Baja	13 segundos
2	Baja	7 segundos
3	Baja	5 segundos
4	Baja	11 segundos
5	Baja	9 segundos
6	Baja	11 segundos

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla, la muestra que tuvo más resistencia a la tracción fue el número uno, sin embargo, no fue la más elástica, al contrario, de todas las muestras esta junto con la número 4 fueron las más rígidas, por ello si se quiere realizar bolsas de un espesor mayor al usado normalmente, esta muestra es una buena opción; es preciso mencionar que estas muestras son las que estaban compuestas por menor cantidad de glicerina. Por otro lado, las muestras que contenían mayor cantidad de glicerina adquirieron mayor elasticidad y elongación, sin embargo, se rompieron más rápido que las mencionadas anteriormente.

A continuación, se comparará los valores de la tabla 24 con los valores del proyecto “Análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la cascara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú”. En la tabla 25 se muestran los valores del proyecto a comparar.

Tabla 25. Medición de fuerza a la tracción Fuente: Elaboración propia

Prueba experimental	Fuerza aplicada	Tiempo transcurrido antes de romperse
1	Baja	11 segundos
2	Baja	17 segundos
3	Baja	5 segundos

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 25, el mayor tiempo alcanzado es de 17 segundos, tiempo mayor a los que se han obtenido en las 6 muestras de la tabla 24. Esto se debe porque a la muestra 2 de la tabla 25 se le agregó goma de arroz, el cual hizo al plástico un poco más resistente, pero a la vez le dio al producto una imagen poco estética.

Permeabilidad

En cuanto a esta variable se puede decir que todas las muestras lograron la impermeabilidad; se realizaron pruebas vertiendo agua sobre las superficies planas de todas las muestras y se pudo comprobar esta característica.

Hermeticidad

Durante el proceso de secado se pudo comprobar que casi todas las muestras se ven un poco vulnerables ante la humedad, sobre todo aquellas que contienen más glicerina, puesto que el tiempo de secado que tomaron superó el del resto (aproximadamente de 2 a 3 días). El hecho de que las muestras se mantengan húmedas hace que el polvo también perjudique de alguna manera el experimento, ya que sus partículas quedan impregnadas sobre la superficie de las láminas del plástico biodegradable.

A continuación, en la figura 43 se muestra uno de los prototipos que el equipo con mucho esfuerzo ha ido mejorando.



Figura 43: Bolsa Biodegradable a base de almidón de yuca.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 7

Diseño del proceso

En este capítulo se muestra la propuesta del diseño del proceso de la línea de producción de bolsas biodegradables que puede adaptar la empresa Polímeros del Norte S.A.C., así como el Manual de Organización y Funciones (MOF) y el Manual de Procedimientos (MAPRO).

7.1. Diseño del proceso productivo

Ahora se describirá la situación actual en la que se encuentra la disposición en planta de la empresa Polímeros del Norte S.A.C., pero también se muestra la propuesta que incluye la adaptación del proceso de producción de bolsas biodegradables al proceso con el que trabaja la empresa.

7.1.1. Actual disposición en planta para la producción de bolsas biodegradables

En la actualidad la empresa Polímeros del Norte S.A.C adquiere sus resinas para producir sus bolsas plásticas. La disposición de planta con la que cuenta se muestra en la Figura N° 44. Esta cuenta con 8 áreas de las cuales 6 son destinadas para producción de bolsas biodegradables.

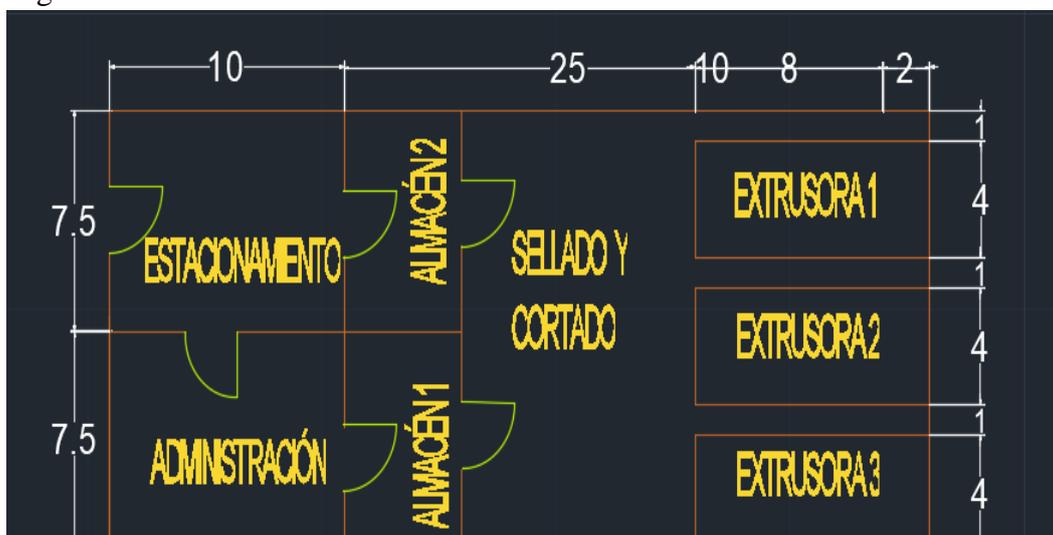


Figura 44. Disposición actual en planta para la empresa Polímeros del Norte S.A.C.
Fuente: Propia

Para la disposición de planta que se pretende con este proyecto, se busca que esta empresa produzca sus propias resinas a base de almidón de yuca. Es por ello que solo se le implementará una línea para producir estas resinas. Esto se observará con más detalle en la figura N°2.

7.1.2. Futura disposición en planta para la producción de bolsas biodegradables

En la figura N° 45 se observa la disposición de planta que tendría la empresa Polimeros del Norte S.A.C cuando esta implemente en su planta la producción de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca.

Esta nueva disposición de planta contaría con 10 áreas en total, la cual tendría tres líneas de producción de bolsas biodegradables.

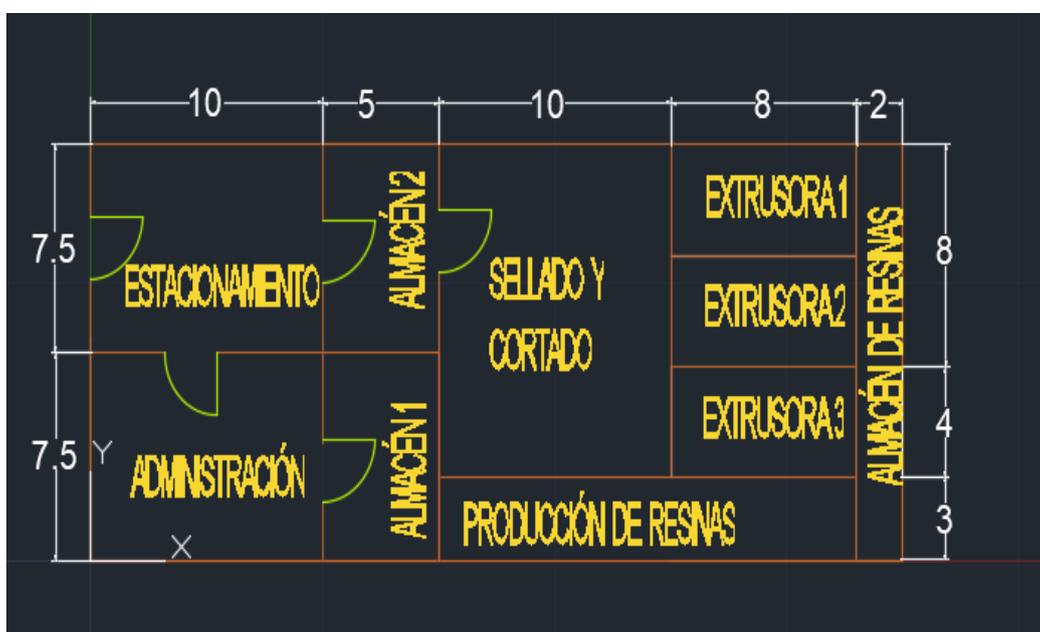


Figura 45. Disposición futura en planta para la empresa Polímeros del Norte S.A.C.
Fuente: Propia

Este sistema de como trabajará esta planta se explicará a continuación con más detalle. Para ello es necesario hacer algunas aclaraciones de algunas de estas áreas.

Estacionamiento: Sirve para realizar la descarga de insumos que se almacenarán en almacén 1. También tendrá la función de carga de los productos terminados que en este caso serían las bolsas biodegradables.

Producción de Resinas: En esta área se producirán las resinas a base de almidón de yuca, vale recalcar que este sería una nueva línea que se implementaría en la empresa Polímeros del Norte S.A.C. Esta área contaría de un calentador, extrusora y cortadora.

7.2. Elaboración del MOF

En este punto propondremos una actualización para el Manual de Organización y Funciones (MOF) de la empresa Polímeros del Norte S.A.C. y en donde detallaremos las funciones de cada proceso necesario para llevar a cabo el diseño del proceso productivo de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca.

Para ello es necesario plantear la estructura de la organización del proceso productivo la cual se detalla a continuación en la Figura 46:

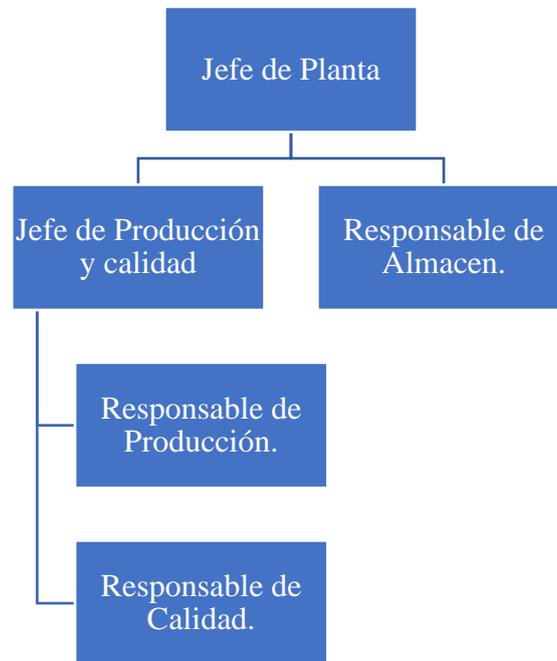


Figura 46. Estructura organizacional de la planta de producción de bolsas biodegradables a partir del almidón de Yuca.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detalla la descripción de los puestos de trabajo mostrados en la estructura organizacional. Ver tablas 25, 26, 27, 28 y 29.

Tabla 26. Descripción del puesto de trabajo del jefe de planta

Descripción del Puesto de Trabajo.			
Puesto de Trabajo	Jefe de Planta.		
Educación	Grado de Construcción	Título	Profesión
	Titulado y colegiado.	Ingeniería Industrial	Ingeniero Industrial
Descripción del puesto de trabajo.	Planificar, gestionar y supervisar la producción de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca en la empresa Polímeros del Norte S.A.C, garantizando de esa manera la calidad de los insumos a utilizar en el proceso productivo.		
Experiencia	Como mínimo 3 años en el rubro de industrial relacionada en la producción de bolsas.		
Otros	Deseable que tenga Maestría o Diplomados en producción.		
	Tenga conocimientos en office a nivel avanzado, tablas dinámicas e inglés nivel intermedio.		
Habilidades.	Capacidad de organización en planta.		
	Capacidad de liderazgo.		
	Eficiente, comunicativo, honesto y responsable		
	Que posea una actitud abierta.		
	Tenga un juicio crítico.		
Responsabilidades y funciones del puesto de trabajo.	Que tenga confianza en sí mismo.		
	Estandarizar la producción de bolsas biodegradables considerando la capacidad de la maquinaria instalada.		
	Gestionar y supervisar la planificación de los procesos que deben llevarse a cabo para el abastecimiento, producción y almacenamiento del producto.		
	Planificar los tiempos muertos de mantenimiento de la planta.		
	Elaboración del presupuesto anual de la planta de producción de bolsas, para contar con un análisis financiero inmediato.		
	Establecer políticas de gestión y prevención de riesgos		
	Verificar el cumplimiento de los estándares y políticas de la empresa Polímeros del Norte S.A.C.		
	Verificar el cumplimiento de los estándares y políticas de la empresa Polímeros del Norte S.A.C.		
Supervisar el mantenimiento que se realiza a la maquinaria de la planta.			
Condiciones del puesto de trabajo			
Tipo de contrato.	Contrato fijo al inicio de la actividad.		
Remuneración.	S/. 4,500.00		
Ubicación física.	Oficina.		
Beneficios sociales.	De acuerdo al régimen laboral especial + Asignación laboral.		
Jornada laboral.	8 horas diarias.		
Horario.	Lunes a Viernes de 07:30 am – 05:00pm		
Frecuencia de pago.	Mensual.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Descripción del puesto de trabajo del jefe de producción y calidad

Descripción del Puesto de Trabajo.			
Puesto de Trabajo	Jefe de Producción y calidad.		
Educación	Grado de Construcción	Título	Profesión
	Técnico o Titulado.	Ingeniería de producción.	Ingeniero Industrial
Descripción del puesto de trabajo.	Gestionar, supervisar y dirigir la producción de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca en la empresa Polímeros del Norte S.A.C, garantizando de esa manera la calidad y limpieza del proceso productivo como el producto terminado.		
Experiencia	Tener experiencia mínima de 1 año en el rubro o industria relacionada		
Otros	Tener certificación en control de calidad.		
	Contar con conocimientos de inglés.		
Habilidades.	Capacidad de organización y distribución en planta.		
	Capacidad de liderazgo.		
	Eficiente, comunicativo, honesto y responsable		
	Que posea una actitud abierta.		
Responsabilidades y funciones del puesto de trabajo.	Que tenga capacidad en dirección de personal.		
	Coordina con la jefatura el mantenimiento de la maquinaria instalada dentro de la planta, para evitar así paradas de la producción.		
	Gestiona las actividades en relación a la producción de bolsas biodegradables.		
	Apoya al jefe de planta con el presupuesto anual de la planta de producción.		
	Coordina con la jefatura la selección de personal calificado para operar la maquinaria.		
Condiciones del puesto de trabajo			
Tipo de contrato.	Contrato fijo al inicio de la actividad de producción.		
Remuneración.	S/. 3,500.00		
Ubicación física.	Planta.		
Beneficios sociales.	De acuerdo al régimen laboral especial + Asignación laboral.		
Jornada laboral.	8 horas diarias.		
Horario.	Lunes a Viernes de 07:30 am – 05:00pm		
Frecuencia de pago.	Mensual.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Descripción del puesto de trabajo del jefe de producción.

Descripción del Puesto de Trabajo.			
Puesto de Trabajo	Jefe de Producción.		
Educación	Grado de Construcción	Título	Profesión
	Técnico.	Técnico Industrial.	Técnico Industrial
Descripción del puesto de trabajo.	Garantizar el funcionamiento del proceso productivo de bolsas biodegradables haciendo uso adecuado de la maquinaria y a la disposición de insumos.		
Experiencia	Tener experiencia mínima de 1 año en el rubro o industria relacionada		
Otros	Tener certificación en control de calidad.		
	Contar con conocimientos de inglés intermedio.		
Habilidades.	Capacidad de organización y distribución en planta.		
	Capacidad de liderazgo.		
	Eficiente, comunicativo, honesto y responsable		
	Que posea una actitud abierta.		
Responsabilidades y funciones del puesto de trabajo.	Coordina el volumen de la producción de bolsas biodegradables.		
	Gestiona las actividades de preparar, transportar y recoger la materia prima e insumos necesarios para la producción.		
	Manipulación de maquinaria utilizada en el proceso productivo.		
	Documentar los volúmenes de producción.		
Condiciones del puesto de trabajo			
Tipo de contrato.	Contrato fijo al inicio de la actividad de producción.		
Remuneración.	S/. 1,500.00		
Ubicación física.	Planta.		
Beneficios sociales.	De acuerdo al régimen laboral especial + Asignación laboral.		
Jornada laboral.	8 horas diarias.		
Horario.	Lunes a Viernes de 07:30 am – 05:00pm		
Frecuencia de pago.	Mensual.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Descripción del puesto de trabajo del jefe de calidad.

Descripción del Puesto de Trabajo.			
Puesto de Trabajo	Jefe de calidad.		
Educación	Grado de Construcción	Título	Profesión
	Técnico supervisor	Ciencias experimentales e industrias.	Técnico en ciencias experimentales e industrias.
Descripción del puesto de trabajo.	Asegurar la calidad de la producción antes y después de cada proceso que forma parte de la producción de bolsas biodegradables.		
Experiencia	Tener experiencia mínima de 2 años en el rubro de control de calidad		
Otros	Tener certificación en control de calidad.		
	Contar con conocimientos de inglés.		
Habilidades.	Trabajo sobre presión.		
	Capacidad de liderazgo.		
	Eficiente, comunicativo, honesto y responsable		
	Capacidad de análisis de información.		
	Orden y limpieza.		
Responsabilidades y funciones del puesto de trabajo.	Determina técnicas de muestreo para analizar la calidad de la producción.		
	Analiza las muestras de insumos para determinar su calidad.		
	Documentar información de análisis de calidad.		
	Informar sobre la aceptación o rechazo de la producción de lotes.		
Condiciones del puesto de trabajo			
Tipo de contrato.	Contrato fijo al inicio de la actividad de producción.		
Remuneración.	S/. 2,500.00		
Ubicación física.	Planta.		
Beneficios sociales.	De acuerdo al régimen laboral especial + Asignación laboral.		
Jornada laboral.	8 horas diarias.		
Horario.	Lunes a Viernes de 07:30 am – 05:00pm		
Frecuencia de pago.	Mensual.		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30. Descripción del puesto de trabajo del jefe de almacén

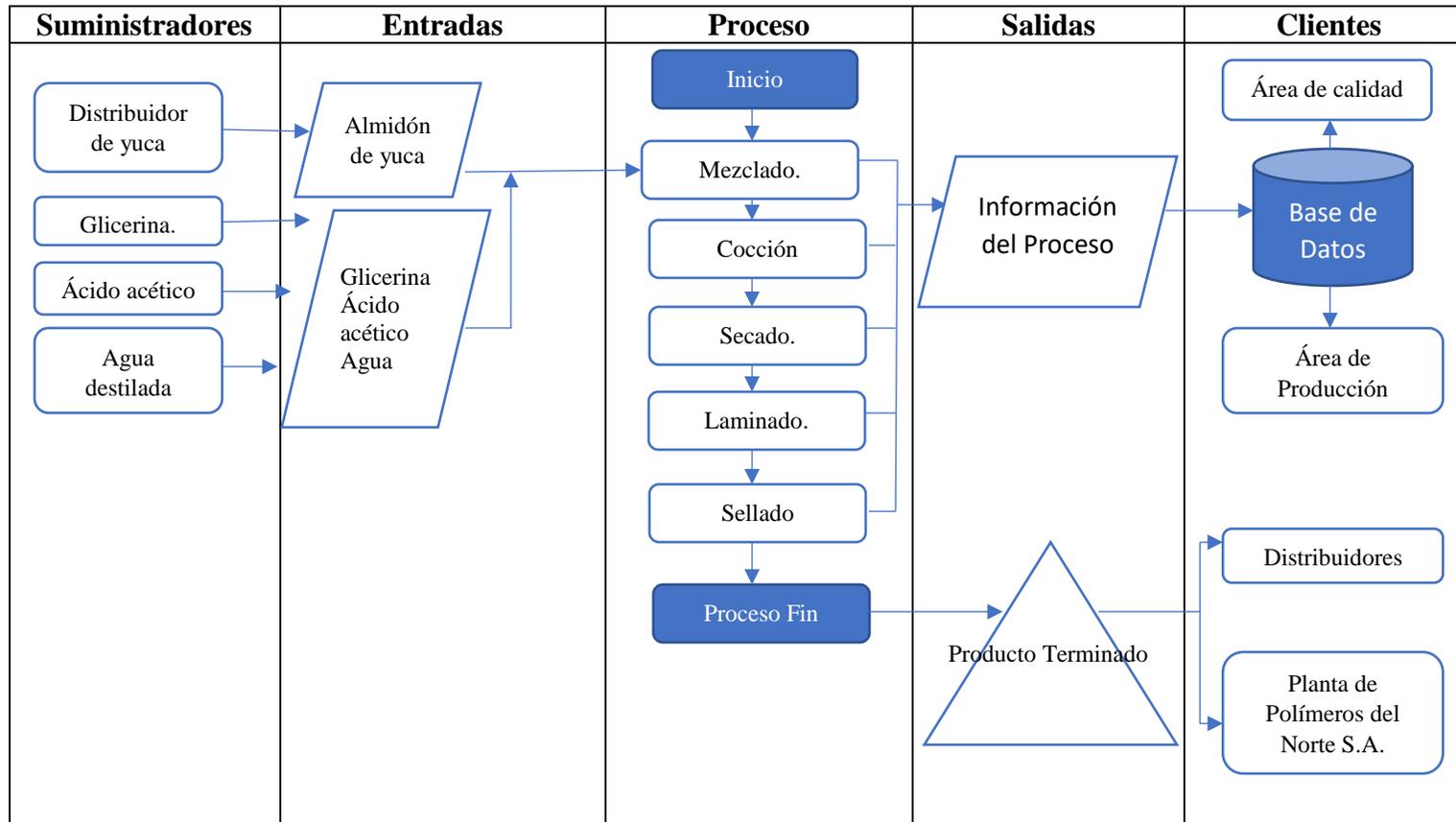
Descripción del Puesto de Trabajo.			
Puesto de Trabajo	Jefe de Almacén.		
Educación	Grado de Construcción	Título	Profesión
	Técnico	Logística	Técnico logístico.
Descripción del puesto de trabajo.	Registrar las entradas y salidas del almacén.		
Experiencia	Tener experiencia mínima de 2 años en el área de logística.		
Otros.	Contar con conocimientos de inglés.		
Habilidades.	Trabajo sobre presión.		
	Capacidad de liderazgo.		
	Eficiente, comunicativo, honesto y responsable		
Responsabilidades y funciones del puesto de trabajo.	Registra las entradas de materia prima e insumos.		
	Registra las salidas de materia prima e insumos.		
	Registra entrada de producto terminado.		
	Registra la salida de producto terminado.		
	Verifica y controla los inventarios del almacén.		
Condiciones del puesto de trabajo			
Tipo de contrato.	Contrato fijo al inicio de la actividad de producción.		
Remuneración.	S/. 2,500.00		
Ubicación física.	Planta.		
Beneficios sociales.	De acuerdo al régimen laboral especial + Asignación laboral.		
Jornada laboral.	8 horas diarias.		
Horario.	Lunes a Viernes de 07:30 am – 05:00pm		
Frecuencia de pago.	Mensual.		

Fuente: Elaboración Propia

7.3. Elaboración del MAPRO

A continuación, se muestra un diagrama de flujo de los procesos involucrados en la elaboración de las bolsas biodegradables (Ver Tabla 31), así como sus entradas y salidas, luego se explicará la obtención de resinas de resinas y la producción de bolsas biodegradables en una de las líneas de producción.

Tabla 31. Mapa de procesos Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

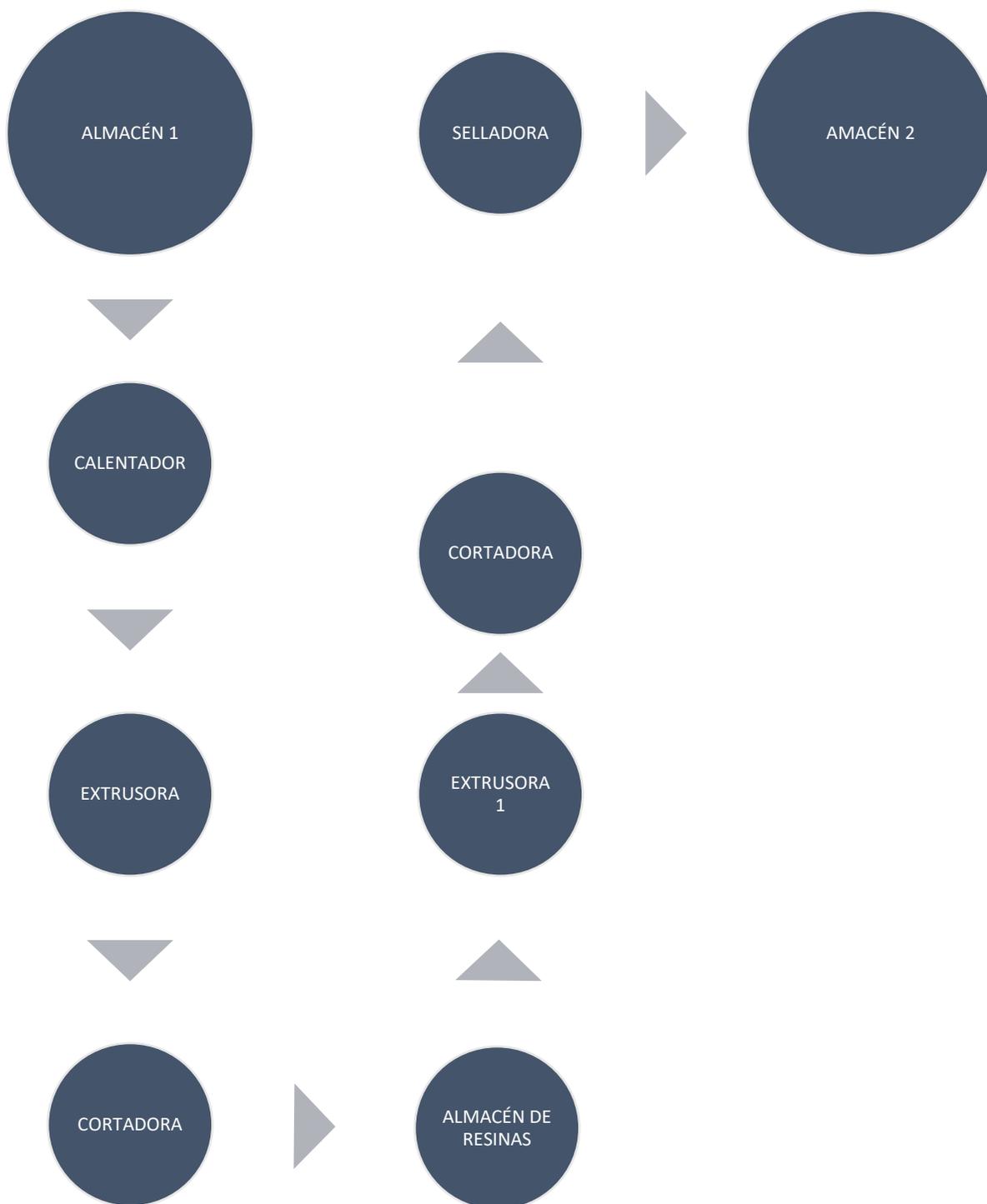


Figura 47. Recorrido de la producción de resinas y bolsas biodegradables.
Fuente: Propia

7.3.1. Descripción de los procesos

En la figura N° 47 se puede observar el proceso de fabricación de las resinas de almidón de yuca, para luego así poder realizar la fabricación de las bolsas biodegradables. A continuación, se explica con más detalle todo este proceso.

Almacén 1: Aquí se almacenarían los insumos que se requieren para la producción de resinas. Los insumos que se almacenarían en esta área son los siguientes: agua destilada, ácido acético, glicerina y almidón de yuca.

Calentador: En este se procede a mezclar los insumos y a calentar esta mezcla, para obtener así plástico biodegradable.

Extrusora: Luego este plástico es introducido en una extrusora, la cual su función es extraer filamentos de plásticos biodegradables.

Cortadora: esta lo que hace es cortar estos filamentos al momento cuando van saliendo de la extrusora. Estos trozos obtenidos son las resinas de almidón de yuca.

Almacén de resinas: Estas resinas se almacenan en sacos de 25 kg y se llevan al almacén de resinas para luego ser utilizadas.

Ahora se explicará cómo se producirían las bolsas biodegradables en una de las líneas, cuando ya se obtengan estas resinas.

Extrusora1: Esta lo que hace es calentar estas resinas a temperaturas muy altas, para así poder aplicar el soplado a esta mezcla y obtener bolsas biodegradables.

Cortadora: La función de esta es cortar a las bolsas y así obtener unidades de estas.

Selladora: Una vez cortada la bolsa, se le sella de la parte de abajo o los costados, esto depende del pedido que se le haya realizado.

Almacén 2: Los pedidos terminados son llevados a este almacén, para luego ser entregados.

Capítulo 8

Análisis financiero

8.1. Análisis financiero

Activos fijos

Dentro de los activos fijos existen activos fijos tangibles e intangibles; Como activo fijo existe principalmente la maquinaria, los precios se obtuvieron de tiendas online y se considera una tasa de cambio de 3.3 soles; Activos intangibles no hay, éstos ya existen en la empresa donde se va a implementar la línea de producción de bolsas. Ver Tabla 32

Tabla 32. Activos fijos tangibles Fuente: Elaboración propia

Compra de activos fijos				
Equipos y materiales	Cantidad	Precio Venta	Valor venta	IGV
Extrusora	1	60000	50847.46	9152.54
Maquina corte y selladora	1	16500	13983.05	2516.95
Total		76500.00	64830.51	11669.49

Fuente: Elaboración propia

Inversión en capital de trabajo

En el Perú se consumen aproximadamente 3000 0000 0000 de bolsas plásticas al año (Mendoza, 2018), con este dato se calcula el consumo de bolsas plásticas per cápita, conociendo la población en la Provincia de Piura de aproximadamente 65020 habitantes (Multisectorial, 2015), lugar donde se venderán las bolsas, se calcula el consumo de bolsas en la provincia de Piura; Obteniendo un total de 6 502 000 bolsas. La industria del plástico según el presidente de La Sociedad de Nacional de Industrias crecerá 5% este año. Con lo cual se estima que la demanda de bolsas crecerá 5 puntos porcentuales para cada uno de los próximos cinco años.

El consumo de bolsas per cápita se muestra en la tabla 33.

La producción de bolsas se dividirá en tres tipos de bolsas, se fabricará bolsas sin asa de 10x15 cm, 8x12 cm y bolsas con asa de 16x19 cm; según la investigación de mercado, éstos tres tipos de bolsas son los más utilizados por los centros de abastecimiento. La densidad de una bolsa es de 0.91gr/cm³. Para el año 1 se estima producir 6 502 000 bolsas, de las cuales el 35% será de 10x15 cm y 8x12 cm, el 30% será de 16x19 cm. Con estos datos se producirán un total de 3147 kg de bolsas. Ver Tabla 33.

Tabla 33: Materia prima total

Bolsas	10x15 sin asa	8x12 sin asa	16x19 con asa
densidad (gr/cm ³)	0.91	0.91	0.91
Ancho (cm)	10	8	16
Largo (cm)	15	12	19
Espesor (cm)	0.003	0.003	0.003
Volumen de 1 bolsa (cm ³)	0.45	0.288	0.912
porcentaje bolsa	35%	35%	30%
Cantidad bolsas	2275700	2275700	1950600
Volumen total	1024065	655402	1778947
Masa (gr)	931899	596415	1618842
Masa (Kg)	932	596	1619
Masa total (kg)	3147		

Fuente: Elaboración propia

Materia prima

Para obtener 1 kg de bolsa se ha utilizado 143 gramos de almidón, 143 ml de glicerina, 143 ml de vinagre y 572 ml de agua destilada. El rendimiento es 100%, toda la materia prima introducida al proceso es transformada en bolsas. Con estas proporciones se puede determinar el costo de producción por insumo para el año 1. Ver Tabla 34 y 35.

Tabla 34: Costo de materia prima e insumos

Materia prima e insumos	Precio (S/)
Almidón (kg)	6
Glicerina (L)	8
Vinagre (L)	1
Agua (L)	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Costo Total de materia prima e insumos

Materia prima/bolsa	10x15 cm	8x12 cm	16x19 cm	Total	Costo
Almidón(Kg)	133.2615785	85.28741021	231.4943991	450.04	2250.22
Glicerina (L)	133.2615785	85.28741021	231.4943991	450.04	3600.35
Vinagre(L)	133.2615785	85.28741021	231.4943991	450.04	450.04
Agua destilada (L)	533.0463138	341.1496408	925.9775965	1800.17	3600.35

Fuente: Elaboración propia

Costos directos de producción

Para la producción de bolsas biodegradables se considera los costos de producción directos, como materia prima, insumos y mano de obra. La mano de obra está conformada por 4 operarios y un jefe de producción. Ver tabla 36.

Tabla 36: Costos directos

Costos directos de producción					
Materia prima	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Almidón	2205.67	2315.96	2431.75	2553.34	2681.01
Glicerina	1406.99	1477.34	1551.20	1628.76	1710.20
Vinagre	441.13	463.19	486.35	510.67	536.20
Agua destilada	4403.61	4623.79	4854.97	5097.72	5352.61
Materia prima con IGV	8457.40	8880.27	9324.28	9790.50	10280.02
Materia prima sin IGV	7167.29	7525.65	7901.93	8297.03	8711.88
IGV	1290.11	1354.62	1422.35	1493.47	1568.14
Mano de obra (4 operarios)	60000	60000	60000	60000	60000
Jefe de producción	22500	22500	22500	22500	22500
Costos directos	90957.40	91380.27	91824.28	92290.50	92780.02

Fuente: Elaboración propia

Capital de Trabajo

El capital de trabajo está determinado por los costos directos de producción, la variación de costos disminuye en los próximos cinco años. Ver tabla 37

Tabla 37: Capital de trabajo

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Capital de trabajo	92400.95	92896.00	93415.80	93961.59	94534.67
Variación de capital de trabajo	92400.95	495.05	519.80	545.79	573.08

Fuente: Elaboración propia

Gastos de servicios

Los gastos de servicios provienen del gasto de energía de las maquinas. Ver tabla 38.

Tabla 38: Gastos de servicios

Gastos de servicios					
Servicio	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Servicio de luz	3000	3000	3000	3000	3000
Total	3000	3000	3000	3000	3000
Gastos de servicio con IGV	3000	3000	3000	3000	3000

Gastos de servicio sin IGV	2542.37	2542.37	2542.37	2542.37	2542.37
IGV	457.63	457.63	457.63	457.63	457.63

Fuente: Elaboración propia

Gastos operativos

Los gastos operativos son la suma de los gastos de servicio y los gastos administrativos. Ver tabla 39.

Tabla 39: Gastos operativos

A precio venta	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gastos de servicios	3000	3000	3000	3000	3000
Gastos administrativos	4500	4500	4500	4500	4500
Total	7500	7500	7500	7500	7500
Gastos operativos					
A valor venta	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gastos de servicios	2542.37	2542.37	2542.37	2542.37	2542.37
Gastos administrativos	3813.56	3813.56	3813.56	3813.56	3813.56
Total	6355.93	6355.93	6355.93	6355.93	6355.93
IGV gastos operativos	1144.07	1144.07	1144.07	1144.07	1144.07

Fuente: Elaboración propia

Activos Fijos

Los activos fijos se componen por la compra de maquinaria para la producción de las bolsas. Ver tabla 40.

Tabla 40: Activos fijos

Activos fijos				
Equipos y materiales	Cantidad	Precio Venta	Valor venta	IGV
Extrusora	1	60000	50847.46	9152.54
Maquina corte y selladora	1	16500	13983.05	2516.95
Total		76500.00	64830.51	11669.49

Fuente: Elaboración propia

Depreciación de los activos fijos

La maquinaria tiene una vida útil de 5 años. Ver tabla 41.

Tabla 41: Depreciación anual

Activo fijos	Valor venta	Vida útil	Deprec./año
--------------	-------------	-----------	-------------

Extrusora	50847.46	5	10169.49
Maquina corte y selladora	13983.05	5	2796.61
Total			12966.10

Fuente: Elaboración propia

Inversión total

La inversión total del proyecto es la suma del capital de trabajo y la inversión en activos fijos. Ver tabla 42.

Tabla 42: Inversión del proyecto

	Precio Venta	Valor venta	IGV
Total de inversiones	168900.95	64830.51	11669.49

Fuente: Elaboración propia

Financiamiento

Para financiar el proyecto se recurrirá al 50% de aporte de los accionistas de la empresa y el otro 50% por medio de préstamo al banco. Ver tabla 43.

Tabla 43: Financiamiento del proyecto

Financiamiento	%	Monto
Aporte propio	50	84450
Préstamo	50	84450

Fuente: Elaboración propia

Préstamo

El monto a solicitar en el banco será por un periodo de 5 años, con una tasa de interés de 10% anual. Ver tabla 44.

Tabla 44: Tabla de amortización

Período	Ppal. Inicio	Pago Capital	Pago Interés	Pago Total	Ppal. Final
0	84,450	-	-	-	84,450
1	84,450	13,833	8,445	22,278	70,618
2	70,618	15,216	7,062	22,278	55,402
3	55,402	16,738	5,540	22,278	38,664
4	38,664	18,411	3,866	22,278	20,253
5	20,253	20,253	2,025	22,278	-

Fuente: Elaboración propia

Estimación de ventas

La venta bolsas biodegradables se venderá por paquetes de 100 bolsas, con un costo estimado de 3 soles por paquete. Ver tabla 45.

Tabla 45: Estimación de ventas

Estimado de ventas	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cantidad	6502000	6827100	7168455	7526878	7903222
Paquetes	65020	68271	71685	75269	79032
Precio unitario (S/)	3				
Ventas con IGV	195060	204813	215054	225806	237097
Ventas sin IGV	165305	173570	182249	191361	200929
IGV	29755	31243	32805	34445	36167

Fuente: Elaboración propia

8.2. Estado de ganancias y pérdidas

Se puede observar que se obtiene una utilidad positiva en cada año de trabajo. Ver tabla 46.

Tabla 46: Estado de resultados

Estado de resultados	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	165305.08	173570.34	182248.86	191361.30	200929.36
Costos de producción	90890.64	91310.17	91750.68	92213.21	92698.87
Utilidad bruta	74414.45	82260.17	90498.18	99148.08	108230.49
Gastos operativos	6355.93	6355.93	6355.93	6355.93	6355.93
UAI	68058.51	75904.24	84142.24	92792.15	101874.56
IR (30%)	20417.55393	22771.27061	25242.67313	27837.64577	30562.36704
Utilidad neta	47640.96	53132.96	58899.57	64954.51	71312.19

Fuente: Elaboración propia

8.3. Flujo de caja económico

El flujo de caja económico proyecta los ingresos y egresos del proyecto, los flujos del proyecto son positivos para los próximos 5 años. Ver tabla 47.

Tabla 47: Flujo de caja económico

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión	168900.95	495.05	519.80	545.79	573.08	
Operación						
Ingresos		195060	204813	215053.65	225806.3325	237096.6491
Egresos		135749.55	151680.04	156154.08	160851.83	165784.46
Costos de producción		92400.95	92896.00	93415.80	93961.59	94534.67
Gastos operativos		7500	7500	7500	7500	7500

IGV		15431.04	28512.76	29995.60	31552.59	33187.42
IR		20417.55	22771.27	25242.67	27837.65	30562.37
Liquidación						107500.77
FCE	-168900.95	58815.40	52613.16	58353.78	64381.43	178812.96

Fuente: Elaboración propia

8.4. Indicadores VAN y TIR

Del flujo de caja económico se obtiene un VAN de 115 357 soles y una TIR de 31%, lo que significa que el proyecto es viable económicamente. Ver tabla 48.

Tabla 48: Indicadores

VAN	S/ 115,357.97
TIR	31%

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 9

Conclusiones

En los últimos años, se ha sido participes del daño causado por el uso irresponsable de las bolsas convencionales derivados del petróleo en el medio ambiente, lo que ha generado que muchas países y entidades gubernamentales prohíban su uso diario de estos productos con leyes o decretos supremos. Así mismo, dicho tema ha generado una fuerte motivación para investigar y desarrollar productos sustitutos que contribuyan al medio ambiente y estos productos pueden ser plásticos biodegradables en sus diferentes presentaciones y usos.

Este proyecto aprovecha productos naturales como el almidón de yuca, con el fin de promover la producción de este tubérculo en la región; así como también promover una conciencia verde, amigable con el medio ambiente.

Muchas empresas productoras de bolsas a base de polímeros, intentando innovar en su producción y contribuyendo con su responsabilidad de medio ambiente, continúan con investigaciones de plástico biodegradable para la producción de bolsas. Es por ello que en esta oportunidad el proyecto tiene como objetivo adaptar el proceso productivo de bolsas biodegradables en la empresa Polímeros del Norte S.A.C, que es una empresa joven dispuesta aportar con el medio ambiente además de aumentar su cartera de negocio.

Para la investigación de mercado se identificaron a los principales interesados del producto final, siendo estos los comerciantes del mercado central de la región Piura, donde los resultados demuestran la aceptación del producto más allá de la comodidad en costos que estos puedan generar, pero que intentan aportar al medio ambiente. Además, se realizó un Juicio de expertos en las áreas de diseño del proceso, investigación de mercado, análisis de resultados y maquinaria a utilizar donde se mostró interés por parte de los expertos ya que es un aporte importante para la región.

Dentro de la revisión bibliográfica de fuentes confiables, se encontró muchos experimentos realizados para obtener biopolímeros a través de distintos procesos y con diferentes productos que contienen almidón. Estas evidencias prueban una vez más la tendencia de investigación y experimentación en la que se encuentran los plásticos biodegradables.

En conclusión, de la experimentación se puede decir que en el 50% de las muestras del bioplástico se llega a obtener las características estimadas por los miembros del equipo, dependiendo de los tipos y cantidades de insumos utilizados en cada muestra, lo que significa que puede utilizarse como sustituto de la industria del plástico.

En el aspecto financiero realizado mediante un flujo de caja tenemos un VAN de 115 357 soles y una TIR de 31%, lo que significa que el proyecto es viable y rentable económicamente.

Al analizar todos los resultados obtenidos, se muestra un gran aporte social ante la problemática vivida por los altos niveles de contaminación del medio ambiente.

Durante el desarrollo del proyecto se llevaron metodologías para el avance del mismo, demostrando compromiso en la división de tareas encomendadas por el líder del proyecto, creándose un espacio de versatilidad e integración por parte de los miembros del equipo. La forma de trabajo de los miembros del equipo fue la división de tareas del diseño del proceso, diseño del producto, investigación del mercado, análisis financiero y de investigación realizando muchas de estas actividades en paralelo.

Bibliografía

- Aristizábal, J., & Sánchez, T. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>
- BACH. (20 de MAYO de 2010). *PROYECTO INTEGRADO*. Obtenido de <http://04fcspr2.blogspot.com/2010/05/proceso-productivo-bolsas-de-plastico.html>
- Esterkin, J. (22 de Febrero de 2008). *Mejores Proyectos*. Obtenido de <https://iaap.wordpress.com/2008/02/22/que-es-el-juicio-de-expertos/>
- Estrada Mora, H. (24 de Octubre de 2012). *Bioplásticos, plásticos compostables y oxodegradables: la realidad sobre la biodegradabilidad de los envases plásticos*. Lima, Lima, Perú. Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/E51F7F4AE72E9B89052581230070C75C/\\$FILE/331_INFTEM3_biodiversidad.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/E51F7F4AE72E9B89052581230070C75C/$FILE/331_INFTEM3_biodiversidad.pdf)
- FAO. (2006). El mercado de almidón añade valor a la yuca. *Enfoques*. Recuperado el 14 de Setiembre de 2018, de <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0610sp1.htm>
- FAO. (2007). *Guía técnica para producción y análisis del almidón de yuca*. Roma: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Recuperado el 14 de Setiembre de 2018, de <http://www.fao.org/docrep/pdf/010/a1028s/a1028s.pdf>
- García, S. (Enero de 2009). Referencias históricas y evolución de los plásticos. Valencia, Valencia, España. Obtenido de <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/ENE09/garcia.pdf>
- Góngora Pérez, J. (Setiembre de 2014). La industria del plástico en México y en el mundo. México, México. Obtenido de http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/761/3/la_industria_del_plastico.pdf
- Hodson, W. K. (2001). *Maynard Manual del ingeniero industrial*. McGraw Hill. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/OB3qRkneqWpFkUmIEZEI0RHVKd2c/view>
- INEI. (2016). *Censo Nacional de Mercado de Abastos 2016*. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1448/libro.pdf
- LANDA, A. B. (17 de AGOSTO de 2010). ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE BOLSAS OXOBIODEGRADABLES. *TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL*. LIMA: UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU.
- Malhotra, N. K. (2008). *Investigación de mercado*. Mexico: Pearson Educación. Obtenido de <http://www.cars59.com/wp-content/uploads/2015/09/Investigacion-de-Mercados-Naresh-Malhotra.pdf>
- Mantilla, F. A. (2015). *Técnicas de muestreo*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas. Obtenido de <file:///C:/Users/laptop/Downloads/T%C3%A9nicas%20de%20muestreo,%20.pdf>
- Mendoza, R. (18 de Febrero de 2018). *Bolsas plásticas, Enemigo silencioso*. Obtenido de <https://larepublica.pe/domingo/1199040-no-las-use>

- Montoya Henao, S. (2007). *Industrialización de la yuca*. Cali: Universidad del Valle.
- Multisectorial, C. (2015). *Comisión Multisectorial*. Obtenido de <https://www.mimp.gob.pe/adultomayor/regiones/Piura2.html>
- ONG Ciudad Sostenible. (2018).
- Pack, A. (2018). *Abc Pack*. Obtenido de <https://www.abc-pack.com/enciclopedia/como-se-hace-una-bolsa-de-plastico/>
- PlasticsEurope. (2018). *PlasticsEurope*. Obtenido de PlasticsEurope: <https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics>
- PlasticsEurope. (s.f.). *PlasticsEurope Productores de materias plásticas*. Obtenido de <https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics>
- Polímeros del Norte S.A.C. (2018).
- Polímeros del Norte S.A.C. (2018).
- Redacción Gestión. (18 de Abril de 2018). Industria plástica podría crecer 5% este año pero requiere apoyo del Gobierno. *Gestión*. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/industria-plastica-crecer-5-ano-requiere-apoyo-gobierno-231807>
- Salazar Nishi, J. (Abril de 2016). Análisis del sector plástico en el Perú. Perú. Obtenido de <http://www.camara-alemana.org.pe/downloads/sni-presentacion.pdf>
- Santiago Campos, S., & Quispe Rosales, K. (2014). *Diseño de un plan de negocio para la introducción de bolsas plásticas biodegradables que contribuya a la conservación del medio ambiente en el mercado de San Juan de Lurigachó*. Lima: Universidad Peruana Unión. Obtenido de <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/315>
- Serna C., L., Rodríguez de S., A., & Albán A., F. (2003). *Ácido Poliláctico (PLA): Propiedades y Aplicaciones*. Obtenido de http://revistas.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/2301/3051
- Suárez Guerra, L., & Mederos Vega, V. (2011). *Apuntes sobre el cultivo de la yuca (Manihot esculenta Crantz). Tendencias actuales*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v32n3/ctr04311.pdf>
- ARISTIZABAL, J., & SANCHEZ, T. (7 de MARZO de 2007). *GUÍA TÉCNICA PARA PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS DE ALMIDÓN DE YUCA*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>
- Aristizabal, J., Sanchez, T., & Mejia, D. (2007). *GUÍA TÉCNICA PARA LA PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS DEL ALMIDÓN DE YUCA*. Roma: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN.
- BACH. (20 de MAYO de 2010). *PROYECTO INTEGRADO*. Obtenido de <http://04fcspr2.blogspot.com/2010/05/proceso-productivo-bolsas-de-plastico.html>
- Esterkin, J. (22 de Febrero de 2008). *Mejores Proyectos*. Obtenido de <https://iaap.wordpress.com/2008/02/22/que-es-el-juicio-de-expertos/>

- Estrada Mora, H. (24 de Octubre de 2012). Bioplásticos, plásticos compostables y oxodegradables: la realidad sobre la biodegradabilidad de los envases plásticos. Lima, Lima, Perú. Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/E51F7F4AE72E9B89052581230070C75C/\\$FILE/331_INFTEM3_biodiversidad.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/E51F7F4AE72E9B89052581230070C75C/$FILE/331_INFTEM3_biodiversidad.pdf)
- FAO. (2006). El mercado de almidón añade valor a la yuca. *Enfoques*. Recuperado el 14 de Setiembre de 2018, de <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0610sp1.htm>
- FAO. (2007). *Guía técnica para producción y análisis del almidón de yuca*. Roma: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Recuperado el 14 de Setiembre de 2018, de <http://www.fao.org/docrep/pdf/010/a1028s/a1028s.pdf>
- García, S. (Enero de 2009). Referencias históricas y evolución de los plásticos. Valencia, Valencia, España. Obtenido de <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/ENE09/garcia.pdf>
- Góngora Pérez, J. (Setiembre de 2014). La industria del plástico en México y en el mundo. México, México. Obtenido de http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/761/3/la_industria_del_plastico.pdf
- Herryman Munilla, M., & Blanco carracero, G. (2005). Ácido láctico y poliláctico: situación actual y tendencias. La habana, Cuba. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2231/223120659007.pdf>
- Hodson, W. K. (2001). *Maynard Manual del ingeniero industrial*. McGraw Hill. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/0B3qRkneqWpFkUmIEZEI0RHVKd2c/view>
- LANDA, A. B. (17 de AGOSTO de 2010). ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE BOLSAS OXOBIODEGRADABLES. *TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL*. LIMA: UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU.
- Malhotra, N. K. (2008). *Investigación de mercado*. Mexico: Pearson Educación. Obtenido de <http://www.cars59.com/wp-content/uploads/2015/09/Investigacion-de-Mercados-Naresh-Malhotra.pdf>
- Mantilla, F. A. (2015). *Técnicas de muestreo*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas. Obtenido de <file:///C:/Users/laptop/Downloads/T%C3%A9cnicas%20de%20muestreo,%20.pdf>
- Montoya Henao, S. (2007). *Industrialización de la yuca*. Cali: Universidad del Valle.
- ONG Ciudad Sostenible. (2018).
- Pack, A. (2018). *Abc Pack*. Obtenido de <https://www.abc-pack.com/enciclopedia/como-se-hace-una-bolsa-de-plastico/>
- PlasticsEurope. (2018). *PlasticsEurope*. Obtenido de PlasticsEurope: <https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics>
- Polimeros del Norte S.A.C. (2018).
- Polímeros del Norte S.A.C. (2018).

- Redacción Gestión. (18 de Abril de 2018). Industria plástica podría crecer 5% este año pero requiere apoyo del Gobierno. *Gestión*. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/industria-plastica-crecer-5-ano-requiere-apoyo-gobierno-231807>
- Ruiz, G. (2005). POLÍMEROS BIODEGRADABLES A PARTIR DEL ALMIDON DE YUCA. *Tesis*. Universidad EAFIT.
- Salazar Nishi, J. (Abril de 2016). Análisis del sector plástico en el Perú. Perú. Obtenido de <http://www.camara-alemana.org.pe/downloads/sni-presentacion.pdf>
- Serna C., L., Rodríguez de S., A., & Albán A., F. (2003). *Ácido Poliláctico (PLA): Propiedades y Aplicaciones*. Obtenido de http://revistas.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/2301/3051
- Durán, J., Morales, M., Yusti, R. (2005). *Formulación para la obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de yuca, variedad MBRA 383*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1053/105316854007.pdf>
- Días, S., Hurtatiz, A. (Febrero de 2012). *Plan de negocio diseño, fabricación y comercialización de bolsas biodegradables*. Recuperado de <http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/1709/DiazSamuel2012.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Kciuk, M., Villard, S., (24 de Enero de 2014). *Estudio de factibilidad técnica, económica, y financiera para la producción de bolsas biodegradables*. Recuperado de <https://repositorio.uade.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/3974/Kciuk.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Minagri (2017). *Boletín estadístico de la producción agrícola y ganadera 2017*. Recuperado de http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/prod-agricola-ganadera/prod-agricola-ganadera-iii-trimestre2017_131217.pdf
- Ministerio de la producción (2017). Reporte de producción manufacturera (pág. 12). Recuperado de http://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publi65609d32dc347d98e_95.pdf
- Córdova. R. (2018). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de bolsas biodegradables en la provincia de Piura*. Recuperado de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1152/IND-COR-OJE-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Meza, P. (2016). *Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual Recuperado de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio*. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2016/Q60-M49-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Urrutia, J. L. (2014). *Diseño de un sistema de control de calidad en la producción de bolsas plásticas (tesis de grado)*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/14292565/tesis-bolsas-plasticas>

Richardson, T.L. y Lokensgard, E. (2000). *Industria del plástico: plástico industrial*, España: Mónica Elvira San Cristobal

Gestión (2018). INDUSTRIA PLÁSTICA PODRÍA CRECER EL 5% ESTE AÑO PERO REQUIERE APOYO DEL GOBIERNO. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/industria-plastica-crecer-5-ano-requiere-apoyo-gobierno-231807>