



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

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

Hamlet Pizá, Sophia Rolando, Claudia
Ramirez, Stephanie Villanueva, Ana
Zapata

Piura, 18 de noviembre de 2017

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



Análisis experimental de la Elaboración de Bioplástico a partir de la Cáscara de Plátano para el Diseño de una Línea de Producción Alternativa para las Chifleras de Piura, Perú

Hamlet Simón Pizá Cedano
Sophia Rolando Franco
Claudia Cecilia Ramirez Urbina
Stephanie Villanueva Benites
Ana Paula Zapata Carrasco

Sponsor: Dr. Ing. Dante Guerrero Chanduví

Piura, noviembre 2017

Prólogo

El plástico es parte de la vida de las personas actualmente, su evolución se ha estudiado durante años debido a los beneficios que posee y su accesibilidad ha logrado que hasta hoy se analice y se mejore cada vez más su composición, en adición, ha traído muchos avances y desarrollo a la humanidad junto con la tecnología, pero su producción elevada en el mundo sobre todo en el medio ambiente ha producido y produce efectos adversos, lo que ha generado fuertes necesidades de encontrar sustitutos óptimos a las características que brindan los plásticos convencionales para sus distintos usos.

Los residuos del plátano verde bellaco es uno de los principales residuos vegetales en el norte del Perú, debido a la actividad económica de producción de chifle a la que se dedica esta región. La industria chiflera es una industria establecida y con una actividad comercial fuertemente consolidada en la región Piura, esto indica que la merma de cáscara de plátano verde es grande y debido a la presencia de almidón en el endocarpio de estas es considerado apto para la producción de bioplástico a partir de una fuente vegetal.

Los miembros del equipo de BIOPLASTIC SAC agradecen a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este proyecto: el Sponsor, el Dr. Ing. Dante Guerrero; la monitora: Ing. Fabiola Ubillus; y al Ing. Catherin Girón, por sus sugerencias en el tema.

Resumen Ejecutivo

Este proyecto tiene como objetivo principal realizar un análisis experimental de la producción de bioplástico a partir de la cáscara de plátano verde y el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de la región Piura, Perú el cual se desarrolló en un tiempo de 2 meses y medio y con un presupuesto de aproximadamente S/. 12 000, con la finalidad de brindar una oportunidad de negocio a las medianas y grandes empresas productoras de chifles en la ciudad de Piura en el largo plazo.

Para el año 2015, según PromPerú, hubo un crecimiento del 2.6% en la producción de chifles, siendo uno de sus principales motivos el incremento en la demanda del plátano bellaco para la elaboración de chifles y harina de plátano, sobre todo en la región Piura. Adicional a esto, los bioplásticos se han convertido en los sustitutos más atractivos para los plásticos derivados del petróleo, debido principalmente a la alta contaminación que significa la producción de estos últimos y al rápido aumento de los precios del petróleo, así como también el aumento de las regulaciones medioambientales.

Justificando lo mencionado es que se desarrolla este proyecto el cual consta de 5 capítulos: Contexto, Marco teórico, Experimentación y resultados, Diseño de línea de producción, y las evaluaciones del proyecto tanto ambientales como económico-financieras.

El resultado de la investigación es un prototipo de plato de bioplástico a partir de cáscara de plátano verde como almidón, resistente y biodegradable que puede ser propuesto como sustituto de los platos de plástico convencionales.

Paralelamente el impacto generado por esta investigación es positivo, ya que, la alternativa de utilizar las cáscaras de plátano como materia prima para la obtención de bioplástico, es beneficiosa para el medio ambiente. Sin embargo, en el ámbito financiero, la implementación del proyecto es poco atractiva; puesto que, genera una inversión de S/. 72 654.

Finalmente, y por lo anterior se afirma que el proyecto “Análisis experimental de la producción de bioplástico a partir de cáscara de plátano y propuesta de diseño de una línea de producción alterna para la industria chiflera en la ciudad de Piura, Perú”, aprovecha una oportunidad de negocio vista en las mermas de la industria chiflera y una necesidad de sustituir al plástico vista en la actualidad por lo que recomendamos seguir posteriores estudios para su implementación.

INDICE

Introducción.....	7
<i>Capítulo 1:</i>	9
<i>Contexto</i>	9
1.1. Antecedentes.....	9
1.2. Situación actual.....	15
1.2.1. Situación actual del plátano.....	16
1.2.1.1. Producción del plátano en el Perú.....	16
1.2.2. Sector industrial de bioplástico.....	17
1.2.3. Sector industrial: Producción de chifles.....	23
1.2.4. Contaminación actual en Piura.....	25
<i>Capítulo 2:</i>	29
<i>Marco Teórico</i>	29
2.1.1. Definición.....	30
2.1.2. Características.....	31
2.1.3. Usos.....	31
2.2. Plátano.....	31
2.2.1. Cáscara de plátano.....	32
2.2.1.1. Usos de la cáscara de plátano.....	33
2.3. Plástico.....	33
2.3.1. Definición.....	34
2.3.2. Ventajas y desventajas frente al bioplástico.....	36
<i>Capítulo 3:</i>	38
<i>Experimentación y resultados</i>	38
3.1. Metodología del experimento.....	38
3.1.1. Objetivos de la experimentación.....	39
3.1.2. Terminología.....	39
3.2. Diagrama de flujo del procedimiento experimental.....	40
3.2.1. Descripción del proceso.....	41
3.3. Materiales, equipos e instrumentos a utilizar.....	43
3.3.1. Materiales.....	43
3.3.2. Equipos e instrumentos.....	44
3.4. Parámetros a medir en el proceso.....	46

3.5.	Experimentación preliminar.....	49
3.5.1.	Experimentación preliminar I.....	49
3.5.2.	Experimentación preliminar II	52
3.5.3.	Experimentación preliminar III	52
3.5.4.	Lecciones aprendidas.....	53
3.6.	Experimentación	54
3.6.1.	Experimentación I	56
3.6.2.	Experimentación II	59
3.6.3.	Experimento III	61
3.7.	Pruebas.....	62
3.7.1.	Prueba de resistencia a la tracción.....	62
<i>Capítulo 4:</i>		64
<i>Propuesta de línea de Producción</i>		64
4.1.	Capacidad de línea	64
4.2.	Restricciones y limitaciones	65
4.3.	Diagrama de recorrido	67
4.4.	Diagrama de flujo de procesos.....	68
4.5.	Maquinaria y equipos de línea	70
4.5.1.	Molienda.....	71
4.5.2.	Estufa al vacío	72
4.5.3.	Tamiz Industrial.....	73
4.5.4.	Olla mezcladora industrial.....	74
4.5.5.	Prensa	75
<i>Capítulo 5:</i>		76
<i>Evaluaciones del Proyecto</i>		76
5.1.	Evaluación Ambiental.....	76
5.2.	Evaluación Financiera.....	80
5.2.1.	Inversiones.....	82
5.2.1.1.	Activos fijos	82
5.2.1.2.	Activos Fijos intangibles.....	83
5.2.1.3.	Inversión en capital de trabajo	83
5.2.1.4.	Inversión total del proyecto.....	84

5.2.1.5.	Financiamiento.....	84
5.2.1.6.	Préstamos	85
5.2.2.	Ingresos.....	85
5.2.3.	Costos y gastos	85
5.2.4.	Resultados.....	85
5.2.4.1.	Estados de ganancias y pérdidas	86
5.2.4.2.	Flujo económico.....	86
5.2.5.	Indicadores	87
5.2.6.	Flujo de la deuda	87
5.2.7.	Análisis de riesgos.....	88
5.2.7.1.	Análisis del punto de equilibrio	88
<i>Conclusiones:</i>		89
<i>Bibliografía</i>		93
<i>Anexos</i>		99

Introducción

Actualmente se sufren altos niveles de contaminación alrededor del mundo, se han adoptado medidas gubernamentales de protección del medio ambiente en muchos países. Por ello, se han buscado alternativas al uso de productos derivados del petróleo como lo son; por ejemplo, las fuentes vegetales.

Adicional a esto las empresas buscan mejorar su rendimiento y productividad con nuevas formas de innovar y de reciclar sus desechos ideando nuevas formas de satisfacer a su consumidor final.

Dicho esto, los autores de esta investigación vieron la necesidad y oportunidad sobre el proceso de producción de chifles en la ciudad de Piura. La industria chiflera compra el plátano en grandes cantidades y, al separar la pulpa de la cáscara, para la producción de chifles, la cascara al no tener un uso en primera instancia, se desecha, sin tener en cuenta que significa el 40% de la fruta por la que han pagado. Ello llevó a cuestionarse si se le puede dar un uso a la cáscara de plátano verde bellaco.

Después de un *brainstorming* y consultando investigaciones certificadas, se llegó a una alternativa: a partir de la cáscara de plátano obtener bioplástico. Una vez logrado dicho objetivo, la empresa podrá utilizarlo como sustituto a los polímeros convencionales.

Para validar nuestra propuesta se hizo, en primer lugar, un estudio teórico de las materias primas utilizadas y los procedimientos a seguir, así como también un estudio a grandes rasgos del plástico y sus características generales para luego una posterior etapa de experimentación tanto experimentos preliminares como oficiales.

Se diseñó también una propuesta de línea de producción alterna para la industria chiflera a pequeña escala, con la cual se han obtenido datos de maquinaria, diagramas y capacidad.

Información relevante para una posible implementación de dicha línea posterior a este proyecto. Además, se realizó un análisis ambiental y financiero que significa la puesta en marcha de la línea de producción.

Capítulo 1: Contexto

Este capítulo contiene las investigaciones previas realizadas al bioplástico y los productos con características similares a este como lo es el plástico y sus derivados con el fin de poder situar al lector en el contexto del estudio ya que la idea del bioplástico nace no sin antes el descubrimiento de los polímeros (plásticos), su uso globalizado y en como ha venido evolucionando la idea de crear productos cada vez más amigables con el ambiente.

Si bien es cierto el proyecto solo se basa en el análisis experimental del bioplástico a partir de cáscara de plátano y en la propuesta del diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú; creemos que este estudio puede servir de base para futuros proyectos de ejecución y lanzamiento de este mismo producto.

1.1. Antecedentes

El consumo de plásticos convencionales obtenidos de fuentes fósiles está ocasionando graves problemas ambientales: Todo producto industrial, doméstico, alimenticio, medicinal, etcétera, se empaca en plástico. Fuera de esto no solo las ciudades sufren la contaminación, los océanos sufren consecuencias devastadoras por el desecho de los plásticos, aproximadamente el 80% de la basura encontrada en ellos proviene de la tierra y en su mayoría son plásticos (Liñan, 2015), su disposición final genera acumulación en los rellenos sanitarios por su característica de no biodegradabilidad y además su cuestionable proceso de reciclaje (Navia & Villada C., 2014) por lo que el estudio de la elaboración de sustitutos para el plástico ha ido aumentando en los últimos

años, no solo por el aumento de las legislaciones ambientales en muchos países sino también por la conciencia verde. (García Quiñonez, 2015).

La producción creciente de derivados del petróleo y el aumento en el precio de este recurso no renovable, ha hecho que en los últimos siglos se demande un producto sustituto y menos contaminante, muchos estudios se han realizado para disminuir las consecuencias negativas del uso del plástico, desde alterar su composición hasta utilizar otros productos similares como nuevas alternativas de tratamiento y tecnología, es así como nacen los bioplásticos. El bioplástico es un material sustituto del plástico, producto de la evolución de este último con la finalidad de disminuir las desventajas que trae la producción de este polímero al medio ambiente y a la humanidad. Este material biodegradable, se obtiene principalmente utilizando recursos renovables y en algunos casos sus características se asimilan con los plásticos provenientes del petróleo. Existen distintos tipos de bioplásticos como: polímeros obtenidos a partir de biomasa, polímeros a partir de síntesis química utilizando monómeros obtenidos a partir de recursos naturales y polímeros obtenidos a partir de microorganismos. (Pacheco Gina., 2014).

Podemos rescatar las siguientes conclusiones y estudios de las investigaciones previas similares a este análisis experimental:

Los biopolímeros son termoplásticos con características similares a los plásticos derivados del petróleo. A pesar de las evidentes ventajas de los PHA frente a los plásticos derivados del petróleo, su uso está muy limitado debido a su alto costo de producción. (de Almeida, Ruiz, López, & Pettinari, 2004).

López Gil, Alberto Belluci, F.S. Ardanuy Raso, Mónica Rodríguez-Pérez, Miguel Ángel Saja, José Antonio de Altres en su investigación “Almidón termoplástico celular reforzado con fibras naturales: Una opción biodegradable para el envasado de alimentos” resaltan el almidón como prototipo para los bioplásticos y las ventajas de estos últimos por su capacidad de biodegradarse en condiciones controladas. Se describe como se utilizó como método de fabricación una tecnología novedosa de espumado mediante radiación microondas. Además, como agentes de refuerzo para mejorar sus propiedades mecánicas se recurrió a fibras naturales procedentes de la paja de cebada y de los hollejos de la uva, estos agentes o productos similares pueden ser empleados en nuestro análisis experimental. (López Gil, F.S. Ardanuy Raso, Saja, & de Altres, 2012)

Los autores Diana Paola Navia-Porras, Nathalia Bejarano-Arana estudian en su informe “Evaluación de propiedades físicas de bioplásticos termo-comprimidos elaborados con harina de yuca” el comportamiento de las propiedades mecánicas, densidad y color en bioplásticos elaborados con harina de yuca de variedad MPER-183 gelatinizada, reforzados con fibra de fique. Se concluyó que las variables temperatura y presión de compresión afectaron significativamente las propiedades mecánicas, el color y la densidad de los bioplásticos, identificando las condiciones de temperatura de 180 °C y presión de 0 psi como las más favorables. (Navia-Porras & Bejarano-Arana, 2014).

Los autores: De la Rosa Martínez, Andrés Fernando; Núñez Solís y Andrea Carolina centran su investigación “Obtención de una película de bioplástico a partir del colágeno de las patas de pollo” en la obtención de una película biodegradable a partir del colágeno parcialmente hidrolizado de las patas de pollo en medio básico, y su caracterización física, mecánica y de biodegradabilidad, analizando las siguientes propiedades de las biopelículas: espesor, solubilidad, humedad, biodegradabilidad, permeabilidad, y tracción en una sola dirección. De los resultados se concluye que las propiedades de las películas varían de acuerdo a las concentraciones de gelatina y de plastificantes utilizadas debido a las características que cada uno de ellos brinda, como es la resistencia y elasticidad respectivamente. (De la Rosa Martínez & Núñez Solís, 2014)

García Quiñónez en su investigación “Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz” se plantea un método de obtención de un bioplástico a partir de almidón de maíz, que es un recurso natural renovable. Se comprobó una serie de ventajas cuando se comparan con los plásticos convencionales en la parte experimental. Al material obtenido se le realizaron pruebas mecánicas y fisicoquímicas, para comprobar su resistencia y porcentaje de biodegradabilidad con el fin de demostrar que es un bioplástico y dar recomendaciones de los posibles usos industriales que pueda tener como por ejemplo: Esta investigación se limitó hasta la elaboración de una lámina de bioplástico, García recomienda seguir con el proceso hasta la obtención del prototipo de bandeja además de involucrar una investigación de tipo económica para conocer la viabilidad de este tipo de material. (García Quiñónez, 2015).

Mesa Ramos en su investigación “Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio”

tomó como referencia la Norma ISO 17556:2012; para lo cual dividió la investigación en tres etapas: Extracción del almidón, elaboración del bioplástico y ensayo de biodegradabilidad del bioplástico. Como recomendación destaco que: si bien el bioplástico elaborado presenta un alto porcentaje de biodegradación, sus propiedades mecánicas son bajas con respecto a otras investigaciones, por lo que estas pueden ser mejoradas dependiendo del uso que se le quiera dar al bioplástico. (Meza Ramos, 2016).

Como conclusión de las investigaciones previas revisadas y base para entrar al análisis experimental del bioplástico a partir de cascara de plátano podemos decir que:

- 1) Existe una gran diversidad en las opciones de materias primas para bioplásticos, como yuca, almidón de maíz, azúcar, caña y papa.
- 2) Podemos concluir también, que el proceso de obtención de bioplástico es más complicado que el proceso de fabricación de plásticos convencionales obtenidos de derivados del petróleo, debido a la maquinaria utilizada y a los subprocesos de obtención de las materias primas para su producción. Todo esto significaría un costo elevado de producción que lo hace menos atractivo como sustituto de los plásticos convencionales.
- 3) Con respecto a los estudios y experimentaciones llevadas a cabo en las investigaciones previas cuentan con las siguientes etapas: identificación y adquisición de materia primas, procesamiento y experimentación, aplicación de pruebas mecánicas y biológicas (ensayo de biodegradabilidad), análisis de los resultados y un análisis económico. Las cuales adecuaremos a este proyecto.

Los materiales plásticos biopoliméricos continúan en crecimiento, los bioplásticos son una alternativa “verde” y sostenible, resultan más ecológicos ya que reducen la huella de carbono y el uso de un combustible como el petróleo. (Fernández Morales & Vargas Romero, 2015) Datos recientes muestran que la demanda mundial por este tipo de materiales superara las 300 millones de toneladas en el año 2015, creciendo más rápido que los plásticos sintéticos a base de petróleo. Esto está relacionado, con factores como el interés mundial en el uso de los recursos renovables, el constante aumento del precio del petróleo, y la disminución de emisión de gases de efecto invernadero, los cuales aumentan la relevancia del uso de dichos biopolímeros en diversas aplicaciones. (Navia & Villada C., 2014).

Si bien actualmente ya se comercializan, su producción es muy costosa con respecto a los polímeros además de esto se tiene problemas con su duración como envases debido a su biodegradabilidad. En su producción actualmente son líderes países como: Estados Unidos, Canadá, Japón y la Unión Europea, aunque otros países como Australia, Brasil, Corea y China los están produciendo. De una cifra de alrededor de 700,000 toneladas en 2010, la capacidad de producción de bioplásticos se incrementará en 2015 hasta las 1.7 millones de toneladas. (Pacheco Gina., 2014). Además de las desventajas ya mencionadas anteriormente también se ha demostrado que ninguno de los que actualmente se encuentran en uso comercial o en desarrollo es totalmente sostenible. Algunos de ellos son preferibles desde una perspectiva de salud y seguridad y otros son preferibles desde el punto de vista del medio ambiente. (Ballesteros Paz, 2014).

Para poder cubrir completamente la demanda de plásticos en el mundo es necesario fomentar los beneficios de los bioplásticos por encima de su desventaja económica. Este rápido crecimiento de los bioplásticos será posible por la rápida expansión de los bioplásticos en un número cada vez mayor de aplicaciones. Desde los envases, pasando por los autos, los juguetes o las alfombras, hasta los componentes electrónicos, son susceptibles de ser producidos con bioplásticos a base de recursos naturales. (Pacheco Gina., 2014)

Otro punto clave en el estudio, es la materia prima usada para la producción de bioplástico: La cáscara de plátano. Para entender esto es necesario situarse en Piura, Perú. Una de las actividades más importantes y resaltantes de la ciudad de Piura es la producción y comercialización de chifles la cual se remonta a la época prehispánica.

En la región de Piura existen 4 mil 505 hectáreas de banano orgánico y más de 7 mil 413 hectáreas de plátano convencional. En el ámbito nacional esta producción ocupa 160 mil hectáreas, las cuales constituyen el 50% de la superficie sembrada de frutales en el país (RPP Noticias, 2011). Uno de los sectores industriales más grandes en esta ciudad es el de la producción chiflera, los cuales representan un 40% de la materia prima que es desechada al medio ambiente (Zola, 2016), este proyecto pretende analizar la producción de bioplástico a partir de esta merma y estudiar su

viabilidad, sobre todo generar un aporte al desarrollo del sector chiflero y al desarrollo de la ciudad de Piura con un producto amigable al medio ambiente.

Se encontró también algunas patentes en bioplásticos:

- Botella biodegradable para líquidos (Biodegradable bottle for liquids)
 - ✓ Número: WO2013013065 (A1)
 - ✓ Inventores: Berk Adam [US]; Green Lee [US]; Khan Fuad [GB]

- Bioplástico/Bioplastic
 - ✓ Numero: WO2012054003 (A1)
 - ✓ Inventor: Borodatov Aleksandr Ivanovich [UA]

- Cartucho Biodegradable Para Escopetas
 - ✓ Expediente: 002344-2017/DIN
 - ✓ Inventor: Ramírez Lau Carlos

- Película De Múltiples Capas Que Contiene Un Biopolímero
 - ✓ Expediente: 000932-2014/DIN
 - ✓ Inventores: Thompson Brent M.; Wang James H.; Wideman Gregory J.

- Método de preparación de la degradación controlable por ácido poliláctico / almidón de plástico totalmente biodegradable
 - ✓ Inventores: Shizhong Li; Xiaogang Liu; Weihua Pu

- Macetero Biodegradable Para Almacigos De Los Viveros
 - ✓ Expediente: 000034-2009/DIN
 - ✓ Inventores: Castro Mandujano Olivio Nino.

1.2. Situación actual

El caso de los bioplásticos es un claro ejemplo de que se pueden utilizar los desechos de una industria, para que se desarrollen nuevos productos a través de procesos químicos.

Las compañías químicas han asumido que la reducción de costos, el aumento de los rendimientos y el desarrollo de mejores suministros de materias primas garantizarán el éxito de los bioplásticos en el mercado, pero existen una serie de obstáculos no convencionales. Las empresas necesitan crear mercados para los bioplásticos y asegurar a los clientes que los bioplásticos se fabrican de manera sostenible. (Alastair Iles, Abigail, 2013).

La mayor tarea para este tipo de industria es la de identificar nuevas oportunidades de mercado, diseñando distintos tipos de modelo de negocios para aprovechar dichas oportunidades e idear la manera de aumentar el valor del producto comunicando las ventajas de desempeño y la reducción del impacto ambiental que beneficiará a todos.

Para el sector industrial del bioplástico es de gran importancia incluir a todos los actores sociales al momento de definir la sostenibilidad ecológica, de esa manera se reduce el riesgo de que las propuestas de valor sostenibles no puedan continuar innovándose para buscar menores costos de producción.

En esta sección se mostrará la información respecto al sector industrial en mención (bioplástico) a escala global y las empresas o industrias más reconocidos como referente para la presente investigación, ya que en el Perú aún no se cuenta con un desarrollo significativo de este sector.

Puesto que la investigación se centra en la industria chiflera, cuyo rol principal es el de proporcionar la cáscara de plátano, materia prima principal en la elaboración del bioplástico; se hablará de la situación del sector industrial y del insumo principal en tiempos actuales.

1.2.1. Situación actual del plátano

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura:

- En Perú entre 2010 y 2015, la producción de plátano orgánico aumentó en un 94%.
- El 5% de los plátanos producidos en Perú son exportados por cerca de 7 000 pequeños agricultores.
- Entre 2014 y 2015, las exportaciones aumentaron un 19%, alcanzando US \$ 143 millones y cerca de 190 000 toneladas.
- Los plátanos peruanos se exportan a 15 países. Los destinos más importantes son Estados Unidos, los Países Bajos, Alemania, Bélgica, Corea del Sur, Finlandia y Japón.

Con esta información se puede afirmar que se cuenta con la cantidad de materia prima necesaria para el proceso industrial. Además, las cifras indican que este sector irá en incremento por lo que siempre se tendrá el insumo primordial necesario para el proceso.

1.2.1.1. Producción del plátano en el Perú

El cultivo de banano y plátano en el Perú posee una importancia social y económica relevante para la sociedad peruana, debido a que es uno de los productos fundamentales para la canasta familiar alimentaria. Además, genera ingresos permanentes para los agricultores, constituyendo una “caja chica” para sus demás actividades agrícolas.

El plátano es mayormente consumido y cultivado en la selva. Según un estudio realizado por MINAG en el 2009, las variedades de mayor producción en toneladas en la región selva son el Bellaco (la variedad utilizada para la producción de los chifles) con un 22%, el Inguiri con un 42% y el Palillo con el 4%. En cuanto al banano, el de la Isla es el más cultivado con un 26% de toda la producción en la selva, el Bizcochito con un 5% y el manzano con un 2%. Del mismo modo, en la costa peruana, se produce básicamente la variedad de banano “seda”, donde se

encuentra una de las regiones más importantes, como es Piura, la cual es el principal polo de exportación del banano orgánico del Perú (Armando, 2017).

A nivel nacional, en el 2016 se cultivaron 2072.9 miles de toneladas de banano y plátano, siendo de esta manera el segundo cultivo con más producción en el Perú en el año 2016, después del arroz cáscara cuya producción fue de 3160.4 miles de toneladas producidas. La primera región productora fue San Martín con 385.7 miles de toneladas, Loreto con 276.1 miles de toneladas y finalmente Piura con 273.4 toneladas producidas en todo el año. En el **Anexo 1** se muestra una tabla que contiene los datos de producción de plátano y banano en cada región en el año 2016 (Sifuentes, Minag, 2016).

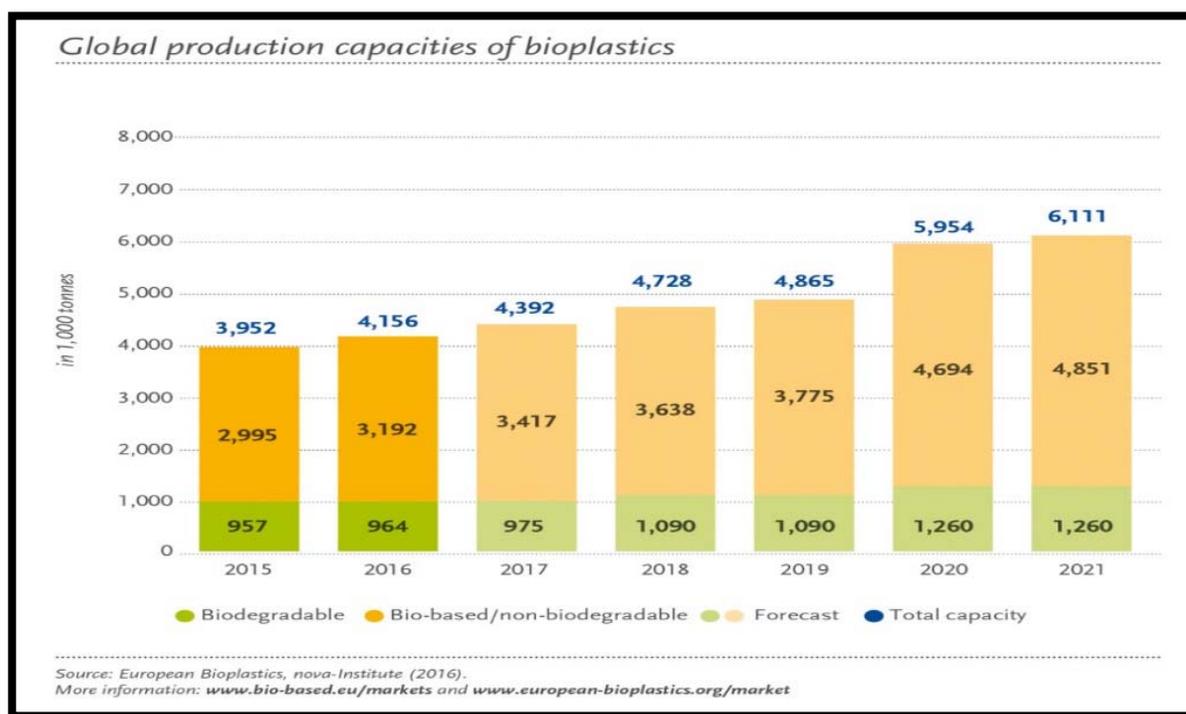
Por otro lado, según datos ofrecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), en el 2011 el Perú se encuentra en el puesto número 15 del ranking de producción de plátano a nivel mundial con 1 967 920 toneladas cultivadas a lo largo de ese año. Además, es el puesto número 4 en producción a nivel sudamericano por debajo de Brasil, Ecuador y Colombia (DRASAM, 2016). En el **Anexo 2** se muestra un cuadro con los países de mayor producción de plátano a nivel mundial.

1.2.2. Sector industrial de bioplástico

Según European Bioplastics en la actualidad, los bioplásticos representan cerca del 1% de los aproximadamente 300 millones de toneladas de plástico que se producen anualmente. Sin embargo, a medida que aumenta la demanda y surgen materiales, aplicaciones y productos más sofisticados, el mercado va creciendo entre 20% – 100% por año.

Según los últimos datos de mercado compilados por European Bioplastics en la Figura 1, se prevé que la capacidad de producción mundial de bioplásticos crecerá un 50 % en el mediano plazo, alrededor de 6,1 millones de toneladas en 2021.

Figura 1. Capacidad global de producción de bioplástico



Fuente: European Bioplastics, 2016.

Finalmente se observa por la gráfica que la tendencia es al crecimiento en la producción de bioplástico. Estos incrementos aseguran que el producto tendrá una demanda a futuro.

A continuación, se presenta las 3 industrias más importantes en el mundo que en la actualidad han desarrollado una línea de plásticos biodegradables:

A. DUPONT: Collaborative Solutions From DuPont Performance Materials

Compañía estadounidense, innovador líder en termoplásticos, copolímeros de etileno¹, elastómeros², polímeros de origen renovable, piezas y formas de alto rendimiento, así como resinas que actúan como adhesivos, sellantes y modificadores.

¹ Copolímeros de etileno: tienen diversos contenidos de acetato de vinilo y múltiples índices de fluidez. Gran variedad de productos para aplicaciones de inyección, extrusión, masterbatch, compounding, plancha espumada y film.

² Los elastómeros son aquellos tipos de compuestos que incluyen no metales en su composición y que muestran un comportamiento elástico.

Apoya una red global de expertos en desarrollo de aplicaciones regionales que trabajan con clientes en toda la cadena de valor para desarrollar soluciones innovadoras en automoción, empaque, construcción, bienes de consumo, electricidad y electrónica. (DuPont, 2017).

DuPont es un líder mundial en el desarrollo de productos innovadores a base de proteínas de soja para aplicaciones industriales. Estos productos están hechos de proteínas de soja modificadas de origen renovable y son fácilmente dispersados e hidratados en sistemas a base de agua.

Sus propiedades funcionales únicas están diseñadas para ofrecer alternativas rentables a los aglutinantes sintéticos, espesantes y emulsionantes.

En una charla de Carol Casarino, Ph.D., ex gerente global de tecnología de DuPont Packaging en “Reshaping of an industry³” (Febrero 2011) mencionó lo siguiente:

"La oportunidad de tocar, sentir, explorar y hablar sobre estos nuevos materiales estimula nuevas ideas para productos duraderos y desechables que no sólo reducen el impacto ambiental, sino que mejoran el rendimiento del producto", dijo Casarino. "La mejora del rendimiento es una distinción importante para los materiales renovables."

DuPont lideró la industria con las primeras familias de materiales de alto rendimiento de fuente renovable para ayudar a reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

Estos materiales incluyen:

- ✓ Resinas: DuPont™ Biomax®
- ✓ Modificadores para la industria del embalaje DuPont™ Sorona® Polímero para tejidos y fibras.
- ✓ Elastómero de poliéster termoplástico DuPont™ Hytrel® RS
- ✓ Nylon Zytel® RS
- ✓ Polímero termoplástico Sorona® EP para automoción y otras industrias de consumo.

³ Remodelación de una industria.

Esta empresa ofrece la mayor línea de biopolímeros de la industria, fabricados con materias primas que contienen un 20-100% de contenido de fuentes renovables procedentes de fuentes vegetales, como la biomasa. También participa activamente en la colaboración con gobiernos, organizaciones no gubernamentales y otras empresas para ayudar a establecer pautas compartidas y significativas para la comunicación de criterios y consideraciones ambientales de beneficios y producción. (DuPont, 2017)

En la actualidad, esta empresa cuenta con áreas destinadas a la investigación y desarrollo de nuevos productos sostenibles y proyectos que tengan este mismo fin.

B. BASF: We create chemistry

En 1865, Friedrich Engelhorn, orfebre y empresario, fundó la sociedad anónima Badische Anilin- & Sodafabrik (BASF) en Mannheim. BASF se dedicó a la producción de tintes pero hasta el día de hoy ha ido ampliando continuamente su gama.

En su página web indican que los plásticos biodegradables se utilizan en las bolsas para los residuos orgánicos y en las películas de plástico para los acolchados y los cultivos, entre otros usos. El plástico compresible ecovio® de BASF, está demostrando sus ventajas en el sector agrícola en China, donde la técnica convencional de uso de plástico para el acolchado con el polietileno no biodegradable se está convirtiendo en un problema grave para el medio ambiente. (BASF, 2017)

La película de plástico fomenta el crecimiento de las plantas y preserva el calor y la humedad del suelo, pero todo el plástico queda después de los campos en forma de tiras pequeñas y finas. El arar, los trozos de plástico permanece bajo la superficie y difícil el crecimiento de las raíces, reduciendo el rendimiento posterior.

Los agricultores que han pasado a utilizar películas de plástico para acolchado biodegradable fabricado con ecovio® han logrado aumentar de nuevo su rendimiento.

Los experimentos a gran escala que BASF ha llevado a cabo durante años en colaboración con organizaciones y socios locales han demostrado el mismo efecto. Por ejemplo, en un campo de

ensayo con patatas en la provincia de Cantón, el rendimiento aumentó en un 18 %, lo que también redujo los costes de cosecha en un 11 %.

Reciclar es una cosa; los materiales biodegradables otra. Hay una demanda cada vez mayor de materiales renovables que sean también biodegradables. Los cartones de bebidas o envases de comida, por ejemplo, pueden fabricarse con plásticos biodegradables formados en parte por materias primas renovables. Tras el uso pueden desecharse y retirarse junto con el resto de residuos orgánicos. (BASF, s.f.)

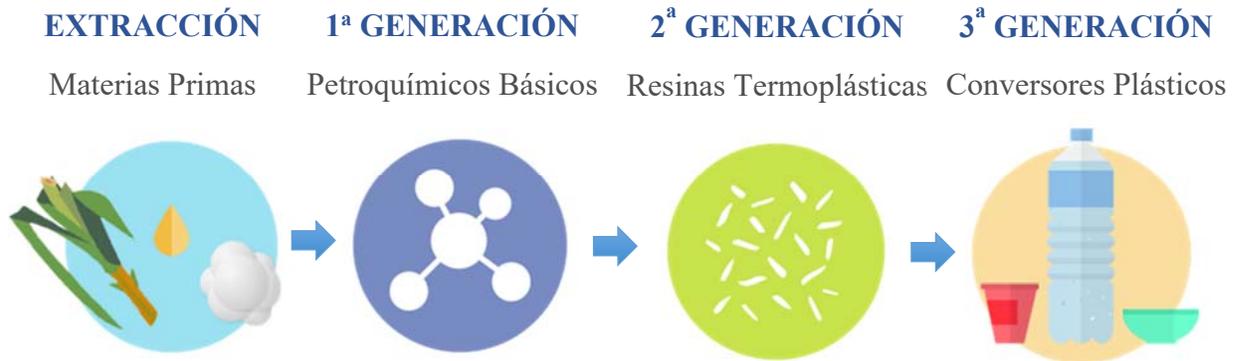
BASF presenta el innovador enfoque de balance de biomasa aplicado a la industria del packaging. A partir de este concepto, se utilizan las materias primas renovables como insumos en el inicio del sistema Verbund de la producción de BASF y luego se asignan a los productos específicos. El sistema conecta de manera inteligente las unidades de producción con la demanda de energía, de modo que el calor liberado en la producción se puede utilizar como energía en otras plantas. Por lo tanto, estos productos ahorran recursos fósiles y ayudan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

C. BRASKEM

Creada en agosto de 2002 por la integración de seis empresas de la Organización Odebrecht y del Grupo Mariani, Braskem es hoy la mayor productora de resinas termoplásticas en las Américas y la mayor productora de polipropileno en Estados Unidos.

Su producción se centra en las resinas polietileno (PE), polipropileno (PP) y policloreto de vinilo (PVC), además de insumos químicos básicos como etileno, propeno, butadieno, benceno, tolueno, cloro, soda y disolventes, entre otros. Juntos, compone uno de los portafolios más completos del mercado, al incluir también el polietileno verde, producido a partir de la caña de azúcar, de origen 100% renovable. (BRASKEM, 2017)

Figura 2 Proceso de BRASKEM



Adaptado de: Fuente especificada no válida.

Esta compañía produce una gran cantidad de polímeros verdes, provenientes de la caña de azúcar. Creando botellas para aplicaciones de alimentos tales como productos lácteos y bebidas. Contenedores para aplicaciones no alimentarias como alcohol, cosméticos y aceites lubricantes, entre otros productos.

1.2.2.1. Normas de calidad del bioplástico

Actualmente el bioplástico sigue normas de calidad desarrolladas por la norma europea, en las cuales se expone lo siguiente:

EN 16640 "Productos biológicos - Determinación del contenido de carbono biológico de productos que utilizan el método de radiocarbono", publicado en 2017, describe cómo medir el isótopo de carbono ^{14}C (método de radiocarbono).

EN 16785-1 "Productos biológicos - Contenido biológico - Parte 1: Determinación del contenido biológico utilizando análisis de radiocarbono y análisis elemental" para dar cuenta también de otros elementos biológicos en un polímero a través del análisis elemental.

EN 13432 "Requisitos para el embalaje recuperable mediante compostaje y biodegradación" es el estándar europeo para envases biodegradables diseñados para el tratamiento en instalaciones

de compostaje industrial y digestión anaeróbica. Requiere al menos un 90% de desintegración después de doce semanas e incluye pruebas de contenido de metales pesados.

Por otro lado, actualmente no existe una norma internacional que especifique las condiciones para el compostaje doméstico de plásticos biodegradables. Sin embargo, existen varias normas nacionales, como la norma australiana AS 5810 "Plásticos biodegradables: plásticos biodegradables aptos para el compostaje doméstico", así como la norma francesa NF T 51-800 "Plásticos: especificaciones para plásticos adecuados para el compostaje doméstico" requiere a menos del 90% de degradación en 12 meses a temperatura ambiente.

El cumplimiento de estas normas es responsabilidad del envasador que pone sus productos en el mercado. Esta responsabilidad no es extensible a los proveedores de sus envases, que, a su vez, al poner estos en el mercado, ya tiene la obligación de cumplir sus propias normas.

1.2.2.2. Empresas productoras de bioplástico en el Perú

Actualmente, la empresa en Perú BIOPLAST es quien viene desarrollando estos procesos a modo de investigación. Sin embargo, la única industria extranjera que actualmente tiene sede en Perú es BASF, en la cual ya se encuentra el tema mucho más desarrollado y poseen productos biodegradables, además de estudios científicos que llevarán a la obtención de nuevos productos.

Existe también una página web de la empresa "Ingredion" quienes proponen el uso de componentes biodegradables en la elaboración de bioplástico. Sin embargo, estos productos se obtienen a través de pedidos.

1.2.3. Sector industrial: Producción de chifles

Los chifles son un producto autóctono de la ciudad de Piura, Perú los cuales son rodajas o tiras de plátano verde fritas en aceite. Su alto nivel de aceptación en el país ha puesto en marcha una industria específica para este producto, naciendo también la diversificación para este, desde chifles picantes, saborizados o tradicionales. No solo se ha ganado una posición a nivel nacional sino también internacional en países de Europa y en Estados Unidos. (Zola, 2016)

1.2.3.1. Empresas chifleras representativas en la región Piura

- **Chifles Olaechea:** La creadora es la señora Lidia Olaechea. Esta empresa tiene 55 años de experiencia, proporcionando mano de obra de calidad para el mercado doméstico y

comercial. Su tienda principal se encuentra en Piura en Calle José Olaya 233, Urb. Miraflores, Piura-Perú.

Estos productos se venden en diferentes locales de Piura y del Perú, principalmente en los supermercados y markets de los grifos.

- **Chifles Cricket's:** Este tipo de snack pertenece a Industria Agrícola S.R.L, empresa familiar fundada en 1993 en Piura. Aparte de la fabricación de chifles, también produce otros snacks como: camotes fritos, habas, maní con pasas, entre otros. Además, ofrece diferentes dulces típicos de la ciudad y de la región, como la natilla y acañas.

En Piura cuenta con tres tiendas principales, además de su venta en diferentes supermercados. En Chiclayo y Trujillo cuenta con una tienda propia en cada región. Cabe resaltar que estos chifles piuranos también se han posicionado en el mercado de Estados Unidos, con grandes exportaciones a lo largo del año.

- **Chifles San Miguel:** Esta marca ofrece una gran variedad de sabores de chifles. Estos son: clásico, ajo especial, tocino, queso y cebolla. Su tienda propia se encuentra en la ciudad de Piura en la Avenida Bolognesi.
- **Chifles Chiflazos:** Su tienda propia está ubicada en la ciudad de Piura en Avenida Progreso 1917, Piura.
- **Chifles Juanita la Española EIRL:** Estos chifles son vendidos en la tienda La Española EIRL, ubicada en Calle Moquegua 358, Piura-Perú.

1.2.3.2. Épocas de producción del plátano

Para el desarrollo del presente proyecto sobre la elaboración de bioplástico a partir de cáscara de plátano, la cual es merma de las empresas chifleras de Piura, es conveniente conocer las épocas de producción de esta fruta en el norte del país para poder evaluar las épocas del año en el cual

hay una mayor oferta en este mercado y, de esta manera, saber cuándo se cuenta con una mayor cantidad de materia prima para la elaboración del producto del proyecto.

La producción de banano en el Perú es permanente durante todo el año, aunque muestra decadencias entre los meses de mayo hasta agosto. Aun así, los periodos de mayor producción varían entre regiones. Por un lado, la producción de plátano y banano en la región selva es mayor entre los meses de octubre y enero. Por otro lado, en la Costa, los meses de mayor producción de banano son generalmente entre febrero y mayo de cada año (Armando, 2017).

1.2.3.3. Exportación de los chifles en el Perú

Se ha considerado importante exponer también acerca de la exportación de los chifles peruanos, de tal manera que se evalúe el nivel de demanda por el mercado internacional. A una mayor cantidad de demanda, la producción chiflera aumentará, lo cual será una oportunidad importante y beneficiosa para el desarrollo del proyecto en la medida que se contará con una mayor cantidad de materia prima para la producción de bioplástico.

Según información dada por la SUNAT y recopilada por el portal Agro Data, en el año del 2016 se exportaron 3 759 643 kilogramos de chifles, lo cual implicó un crecimiento del 12% frente al año 2015 (Ramos, 2016). En el mes de Septiembre del presente año se exportaron 525 925 kilos de chifles, mientras que en el mismo mes del 2016 se exportaron 253 095 kilogramos. Se puede concluir que la exportación de chifles va en crecimiento, debido al aumento de consumo en los diferentes países del mundo. Los países de destino de los chifles que más destacan son: Estados Unidos, Chile, Canadá, Australia y Puerto Rico (Agro Data, 2017).

1.2.4. Contaminación actual en Piura

La contaminación presente en la ciudad de Piura actualmente es de gran magnitud, debido principalmente a la excesiva cantidad de polvo en las calles y a la falta de un centro para relleno sanitario autorizado que cumpla con los estándares de calidad que debería presentar.

Uno de los objetivos principales del proyecto es el lanzamiento de un producto biodegradable en el mercado local, el cual tiene como propósito principal, además de su uso común, la disminución de la contaminación. Es por ello que el proyecto debe dar a conocer la situación actual de la

contaminación en la ciudad de Piura y todos los daños que ocasiona a diario para de alguna manera concientizar a la comunidad e interesados claves, la situación problemática que atraviesa esta ciudad y la ayuda que necesita.

Con este producto indudablemente se disminuirá la contaminación no solo al ofrecer un producto que se degrada, contrario al plástico convencional que demora años en degradarse, sino también ayudará a darle un uso provechoso a la merma de la producción de chifles, la cual actualmente no tiene ningún uso y forma parte de los grandes basurales en inmediaciones de la ciudad, los cuales son focos infecciosos para la población.

En el primer trimestre del 2017, la región fue afectada por el Fenómeno el Niño Costero. Durante su periodo mayor intensidad, causó el desborde del Río Piura afectando a miles de familias de la ciudad de Piura y del Bajo Piura, ocasionando el aumento de polvo en las calles de la ciudad. Esto obligó a que los ciudadanos tomen precauciones y usen mascarillas para evitar la incomodidad y riesgo al inhalar polvo que tenía altos indicadores de contaminación (Zapata, 2017).

A raíz del aumento de polvo en la ciudad, se consideró necesario realizar un estudio de contaminación del aire, el cual fue realizado por el laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura junto con el laboratorio acreditado Analytical. Se concluyó que los materiales de partículas suspendidas en el aire de las calles superan tres veces lo permitido por la regulación ambiental. Este aire contiene polvo, cenizas, hollín cemento, polen sin descartar la presencia de microorganismos patógenos (RPP, 2017). El muestreo realizado arrojó 402,592 microorganismos/m³ de partículas sólidas dispersas en la atmósfera, cuando el límite máximo es de 150 microorganismos/m³. Los equipos para realizar esta investigación se instalaron un día completo en uno de los patios del Centro Comercial Open Plaza. Estos análisis además especificaron que no existe contaminación de gases como el monóxido de carbono. (Tiempo E., 2017)

Indudablemente la composición del polvo que se encuentra en el aire de la ciudad, indica una fuerte contaminación, la cual da lugar a numerosos casos de infecciones respiratorias agudas de la sociedad piurana. Según el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), la ciudad de Piura de enero a marzo del 2017 presentó 24990 casos de este tipo de infección en niños menores de 5 años, lo cual significa una gran amenaza contra la salud de la población.

Por otra parte, en el 2014, el taller sobre Diagnóstico Ambiental Regional en Piura dio a conocer que existe una ausencia de información sobre la cantidad de vertimientos sin tratar, peligro de salinización del recurso hídrico, uso irracional de agua para riego y una adecuada infraestructura hidráulica. Además, se dio a conocer que las municipalidades cuentan con equipos obsoletos de recolección de basura, algunas ciudades solo tienen botaderos y nadie cuenta con rellenos sanitarios. Esto se refleja en la baja educación ambiental que tiene la sociedad piurana. (RPP, 2014)

Como lo descrito antes, en Piura no existe un control adecuado de la basura generada. Mayormente, todos estos residuos se depositan en zonas a las afueras de la ciudad, formando grandes basurales a cielo abierto que se convierten en un foco constante de contaminación y de riesgo sanitario. Según un estudio realizado por la ONG Ciudad Sostenible, el distrito de Piura produce 436 toneladas diarias de basura, las cuales son vertidas en botaderos municipales sin ningún tipo de garantía ambiental (Castro, 2015).

La mayoría de estas enfermedades causadas por los basurales se producen por el contacto directo con los residuos o por vía indirecta, la cual se transfiere a través de los agentes transmisores más comunes: moscas, mosquitos, cucarachas, perros, roedores y gatos que están en contacto y/o se alimentan de estos residuos. Los ciudadanos más vulnerables a captar cualquier infección parasitaria o respiratoria son los niños menores de 5 años, los recién nacidos y las personas de la tercera edad. Generalmente se da en aquellos que sufren de bajos recursos económicos, ya que normalmente son ellos los que habitan muy cerca a estos basurales. Algunas de estas enfermedades relacionadas fuertemente con la basura son: hepatitis virósica, fiebre tifoidea, asma (adquiridas por vías respiratorias), enfermedades de la piel y problemas intestinales como diarrea aguda. (Bonfati, 2004)

Según el INEI, en la región Piura en marzo de 2017 se presentaron 2490 casos de niños menores a 5 años con enfermedades diarreicas agudas. (INEI, 2017) Además, a nivel nacional aproximadamente 265 000 niños menores de 5 años tienen asma, siendo Piura una de las ciudades donde se concentra el mayor número de ellos. (Yesquén, 2017)

Otro punto importante con respecto a la contaminación es la situación del Río Piura. Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA) el estado de la calidad del agua en la parte alta y media de la cuenca del río contiene coliformes termotolerantes que superan los estándares de calidad

ambiental del agua para su consumo directo. Esto se debe principalmente al vertimiento de aguas residuales domésticas sin tratamiento o un tratamiento deficiente de los residuos sólidos y la presencia de animales cerca al curso del agua. (Andina, 2016)

A pesar de que Piura es una ciudad que se encuentra en un crecimiento óptimo, no lo hace de la misma manera a nivel cultural y de concientización sobre la importancia de la conservación del medio ambiente y de cooperar con un desarrollo sostenible. La cantidad de contaminación actual es de un nivel preocupante y necesita la ayuda inmediata de las autoridades, así como el apoyo de la comunidad.

Actualmente, el Gobierno Regional de Piura se encuentra realizando un Plan de Gestión Ambiental 2016-2021. Consiste en un instrumento de planificación regional a largo plazo, elaborado en base a la Política Ambiental Regional y Sistema Regional de Gestión Ambiental. Este plan contiene las metas prioritarias a las que se debe llegar en materia ambiental. Este logro ayudará a conservar el uso de los recursos naturales, mejorar la calidad ambiental y la calidad de vida de la población piurana. No solo busca asegurar la participación de las entidades del estado, sino también involucrar a la sociedad civil organizada, representada por los actores clave en gestión ambiental. (SIAR, 2016)

La primera semana del mes de septiembre del presente año, el Gobierno Regional Piura presentó los “Lineamientos de supervisión y Fiscalización Ambiental”, los cuales reúnen todos los principios ambientales a modo de compendio en materia de Supervisión y Fiscalización ambiental e informativa. Estos lineamientos buscan garantizar una fiscalización ambiental eficiente, eficaz y articulada para que contribuya con el cuidado del medio ambiente para el desarrollo de una Piura sostenible. (SIAR, 2017)

Capítulo 2:

Marco Teórico

Una vez colocados en el contexto de la investigación y la profundidad e importancia del estudio y elaboración de sustitutos a los plásticos derivados del petróleo este capítulo pretende mostrar conceptos básicos y temas a tratar como punto de partida en el análisis experimental de la producción de bioplástico a partir de cascara de plátano, como lo son: el bioplástico, la materia prima a usar: cascara de plátano y el plástico; con el objetivo de suministrar al lector las definiciones necesarias y concisas, así como los datos y características generales, para entender el procedimiento, la experimentación y las razones de estudio de los mismos para la obtención de bioplástico.

2.1. Bioplástico

Existe una combinación de factores que está generando una mayor utilización del plástico biodegradable. Entre estos están el precio de las resinas derivadas del petróleo, la actual conciencia de los consumidores a proteger y preservar el medio ambiente, la madurez tecnológica alcanzada en la generación de productos de alto desempeño con las mismas resinas. En los últimos años algunos fabricantes de envases plásticos han lanzado al mercado diversas formas

de plásticos biodegradables fabricados con polímeros procedentes de recursos naturales renovables, especialmente de los vegetales, maíz para ser más exactos. Aunque hoy en día el mercado de los polímeros se está desarrollando aun no puede competir con los plásticos tradicionales. (Álvarez, Bioplásticos: efectos e impactos sobre la gestión de los envases, 2014)

Como se dice más arriba, la escasez y subida de precio del petróleo, junto con un incremento de las regulaciones medioambientales, actúan de forma sinérgica para promover el desarrollo de nuevos materiales y productos compatibles con el medio ambiente e independientes de los combustibles fósiles. Bajo este contexto, los bioplásticos se ajustan adecuadamente a las nuevas necesidades e inquietudes industriales y sociales. Así pues, tenemos que todos los polímeros naturales basados en carbono, como el almidón, celulosa, lignina, etc, y los monómeros en los que están basados son biodegradables. (Guillén Jiménez Moserrat, 2014)

2.1.1. *Definición*

Los bioplásticos son un tipo de plásticos biodegradables obtenido a partir de materias primas orgánicas, llegando a ser biodegradables por microorganismos como bacterias, hongos, algas, entre otros. De cierto modo, la ventaja que ofrecen los bioplásticos es que preserva fuentes de energía no renovables como lo es el petróleo y disminuye el problema cada vez más difícil del manejo de desechos. (Vargas Romero & Fernández Morales, 2015)

El almidón es un polisacárido abundante, de bajo costo, renovable y totalmente biodegradable que se encuentra en las plantas. El almidón comercial se obtiene de las semillas de cereales, como el maíz, trigo, etc. y de algunas raíces y tubérculos como la papa. (Guillén Jiménez Moserrat, 2014)

Los bioplásticos son polímeros con alto peso molecular y de origen natural proveniente de fuentes renovables como los hidrocoloides con carácter biodegradable. Son considerados una solución para disminuir la contaminación al medio ambiente por plásticos derivados de petróleo; pero sólo el uso de almidones no brinda las características físicas que las industrias demandan. (Chariguaman C, 2015)

2.1.2. Características

- Reducen la huella de carbono.
- Suponen un ahorro energético en la producción.
- No consumen materias primas no renovables.
- Reducen los residuos no biodegradables, que contaminan el medio ambiente.
- No contienen aditivos perjudiciales para la salud.
- No modifican el sabor y el aroma de los alimentos contenido.

2.1.3. Usos

El almidón es uno de los biopolímeros más usados para la generación de envases y utensilios en la industria de alimentos así como:

- Bolsas de supermercados
- Material de empaque para rellenar espacio vacío y proteger la mercancía
- Bolsas de basura
- Productos de higiene y cosméticos
- Aplicaciones medicas
- Interiores de autos
- Decoración
- Construcción
- Juguetes
- Equipos deportivos

2.2.Plátano

El plátano es un fruto de origen asiático, cuyo consumo se ha extendido por todo el mundo. Este se cultiva en todas las regiones tropicales, durante todo el año y es muy importante para las

economías de muchos países en vías de desarrollo. En términos de valor bruto de la producción, el plátano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz (Armando Romero, 2014).

El cultivo del plátano en el Perú, así como la adecuada oferta del producto, tienen una gran importancia social y económica, por ser uno de los productos fundamentales en la dieta alimentaria del poblador peruano (Cárdenas Díaz, 2009).

En la región Piura, el cultivo del plátano constituye uno de los principales productos de agroexportación de la zona. Según algunos estudios, el plátano como actividad económica, aportó 4.8% en el año 2010 a la producción agrícola y para el año 2015 se estimó un crecimiento del 2.6% de su exportación, cuyo principal motivo ha sido el incremento de la demanda del plátano bellaco para la elaboración de chifles y harina de plátano (Torres, 2012).

En este proyecto, para la obtención de bioplástico, utilizaremos las mermas del plátano (cáscaras) generadas por la producción de chifles en las empresas chifleras. El plátano utilizado es del tipo *musa paradisiaca* más conocido como Bellaco.

2.2.1. Cáscara de plátano

La cáscara de plátano es un residuo orgánico que se genera de forma abundante en la Región Piura debido a la alta producción de chifles proveniente de las empresas chifleras y a la producción de harina de plátano.

Esta composición varía dependiendo del origen del material. Ésta, es una fuente abundante de material celulósico, es el constituyente externo del plátano y representa alrededor del 40% de su peso. (Hahn-Hiigerdal, 1996).

Los residuos de la cosecha del plátano son ricos en almidón, el cual puede extraerse para su comercialización directa o para otras aplicaciones, como el tratamiento de aguas o la polimerización. El almidón tiene numerosas aplicaciones en la industria papelera, textil, farmacéutica (como excipiente), de adhesivos, alimentos (como espesante), tratamiento de agua (coagulante) y polímeros. El contenido de almidón en el fruto del plátano es de aproximadamente 70-80% en base seca, mientras que la piel puede contener hasta 50%. (Lambis, 2016)

A medida que el plátano va madurando se produce el rompimiento del almidón en azúcares, por lo cual el plátano verde es más rico en almidón mientras que el maduro lo son en azúcares. El almidón contiene una mezcla de las macromoléculas amilosa (15 a 30%) y amilopectina (70 a 85%), la cual varía de una especie vegetal a otra y determina sus características. A mayor contenido de amilopectina, aumentan las propiedades adhesivas, mientras que la amilosa aumenta la capacidad de gelatinización (Lambis, 2016)

Los almidones extraídos de diferentes fuentes vegetales, como del maíz, papa, en este caso banano, pueden ser empleados en la industria de los polímeros, como materia prima para la elaboración de biopolímeros o como aditivos para la mejora de propiedades de polímeros convencionales.

2.2.1.1. Usos de la cáscara de plátano

- ✓ Fuente de extracción de pectina.
- ✓ Materia prima para bioplástico.
- ✓ Como alimento del compost.
- ✓ Como fertilizante para las plantas.
- ✓ Como repelente de pulgones y áfidos.

2.3. Plástico

El consumo mundial anual de los plásticos sintéticos provenientes del petróleo es mayor a 200 millones de toneladas, con un incremento anual de aproximadamente el 5%. Su alta resistencia a la corrosión, al agua y a la descomposición bacteriana los convierte en unos residuos difíciles de eliminar convirtiéndose en un problema ambiental. El polietileno y el polipropileno, por ejemplo, son dos de los plásticos más usados en la industria y tardan hasta 500 años en descomponerse. Por otro el petróleo un recurso no renovable y su precio varía con el tiempo. Ante esta problemática, se ha desarrollado interés por el uso de bioplásticos. (Pacheco Gina, 2014)

Una de las aplicaciones principales del plástico es el empaquetado, ya que se comercializa una buena cantidad de polietileno de baja densidad en forma de rollos de plástico transparente para envoltorios. El polietileno de alta densidad se usa para películas plásticas más gruesas, como la que se emplea en las bolsas de basura. Por otro lado también se utiliza el polipropileno, el poliestireno, el policloruro de vinilo (PVC) y el policloruro de vinilideno para el empaquetado. Este último se usa en aplicaciones que requieren hermeticidad, ya que no permite el paso de gases (por ejemplo, el oxígeno) hacia dentro o hacia fuera del paquete. De la misma forma, el polipropileno es una buena barrera contra el vapor de agua; tiene aplicaciones domésticas y se emplea en forma de fibra para fabricar alfombras y sogas. El polietileno de alta densidad se usa en tuberías, del mismo modo que el PVC. Este último se emplea también en forma de láminas como material de construcción. Muchos plásticos se utilizan para aislar cables e hilos; el poliestireno aplicado en forma de espuma sirve para aislar paredes y techos. También se hacen con plástico los marcos para puertas, ventanas, techos, molduras y otros artículos.

2.3.1. Definición

Los materiales plásticos son una creación del hombre. Se trata de polímeros, macromoléculas, que tienen propiedades como flexibilidad, durabilidad, versatilidad, de alto rendimiento y bajo costo. Su baja densidad tiene como consecuencia que sea ligero. A continuación podemos apreciar una tabla con una clasificación de los plásticos existentes.

Los plásticos se llaman así porque en alguna parte de su fabricación tienen propiedades plásticas, pueden ser plásticos, solo una vez, o pueden serlo tantas veces como se quiera. Sin embargo esta propiedad no basta para distinguir a los plásticos de otros materiales. Los plásticos son materiales orgánicos, estos están basados en la química del carbono, así mismo son materiales sintéticos, que convierte materias primas en formas nuevas y radicalmente diferentes. Los plásticos son también polímeros de elevado peso molecular, es decir, son moléculas gigantes formadas por numerosas unidades repetidas combinadas en agregados muy grandes. (Terry L. Richardson, 1999)

Tabla 2. Clasificación de los plásticos

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 carga 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)

2.3.2. Ventajas y desventajas frente al bioplástico

La baja densidad relativa de la mayoría de los plásticos tiene como consecuencia que el producto final sea ligero. También tienen propiedades excelentes de aislamiento térmico y eléctrico. Sin embargo, algunos pueden fabricarse para ser conductores de electricidad en caso de que se necesite. Son resistentes a la corrosión por muchas sustancias que atacan a otros materiales, y algunos son transparentes, lo que hace posible utilizarlos para óptica. También resultan fáciles de moldear con formas complejas, lo que permite la integración de distintos materiales y funciones. Y en el caso de que las propiedades físicas de un determinado plástico no se ajusten a los requisitos específicos, el equilibrio de sus propiedades puede modificarse añadiéndole o reforzándolo con cargas, colores, agentes que lo transformen en espuma, sustancias ignífugas, plastificantes, etc; para satisfacer las demandas de una aplicación concreta. (Plastics Europe, 2015)

Al ser materiales artificiales, no existen mecanismos en la naturaleza para su rápida degradación, lo cual constituye una importante desventaja a la hora de su disposición final. El aumento desproporcionado en la generación de desechos sólidos está asociado a tres factores claves: crecimiento de la población, práctica de un estilo de vida sin cuidado del medio ambiente y mejora en el poder adquisitivo de distintos estratos sociales. (Castellon, 2014)

La producción de plásticos derivados de recursos naturales implica un consumo menor de energía, así como menor emisión de gases tipo invernadero al ambiente. Además, los plásticos provenientes de biomasa implican independencia del petróleo. Sin embargo hoy en día los costos de producción de estos plásticos de nueva generación están incrementando. Así mismo y ya que los bioplásticos se encuentran en desarrollo es importante pasar las barreras que limitan su uso, pues no todos los bioplásticos tienen las mismas propiedades mecánicas, de resistencia al agua y permeabilidad de gases que los plásticos tradicionales, es por ello que hoy en día la investigación sobre nuevos plásticos se encuentra en un momento importante. (Pacheco Gina, 2014)

Tabla 3: Bioplástico vs Plástico

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

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 3:

Experimentación y resultados

El siguiente capítulo consiste en las pruebas y análisis de experimentos del proceso de producción de bioplástico, uno de los puntos más importantes del presente proyecto.

Las pruebas experimentales se llevaron a cabo en el Laboratorio de Química de la Universidad de Piura con ayuda de la monitora del proyecto y tuvieron como objetivo principal llegar al prototipo de bioplástico del cual se diseñaría la línea de producción. La principal técnica de experimentación fue el diseño de experimentos y en segundo lugar la técnica de prueba y error. Inicialmente se realizaron pruebas de laboratorio, las cuales nos sirvieron como lecciones aprendidas para poder mejorar las pruebas finales a realizar.

3.1. Metodología del experimento

La metodología del diseño de experimentos de este proyecto se basa en la experimentación. Ésta consiste en repetir un experimento, en diferentes condiciones, obteniendo resultados que presenten una cierta variabilidad (Marin, 2010)

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. Para ello las fuentes usadas provinieron de textos científicos encontrados en *Google Académico*. Se escogieron los cuatro mejores experimentos para así poder contar con más

opciones y determinar cuál resultado era el de mejor calidad y acorde con las características que se estaba buscando para el prototipo de bioplástico.

El proceso de experimentación se realizó en el laboratorio de química de la Universidad de Piura, debido al fácil acceso a todos los instrumentos especializados para poder realizar los experimentos y realizar un trabajo más preciso y confiable. Además, la presencia de la monitora es esencial para el desarrollo del experimento, pues su asesoramiento en los pasos realizados es un punto clave para un trabajo efectivo.

3.1.1. *Objetivos de la experimentación*

El objetivo de este capítulo es estudiar la obtención de un prototipo de bioplástico tipo *plato descartable*, a partir de las cáscaras de plátano bellaco descartadas en las chifleras de Piura (mermas), para ofrecer una propuesta de línea de producción que sea eficiente y que se pueda aplicar en la realidad de esa industria.

3.1.2. *Terminología*

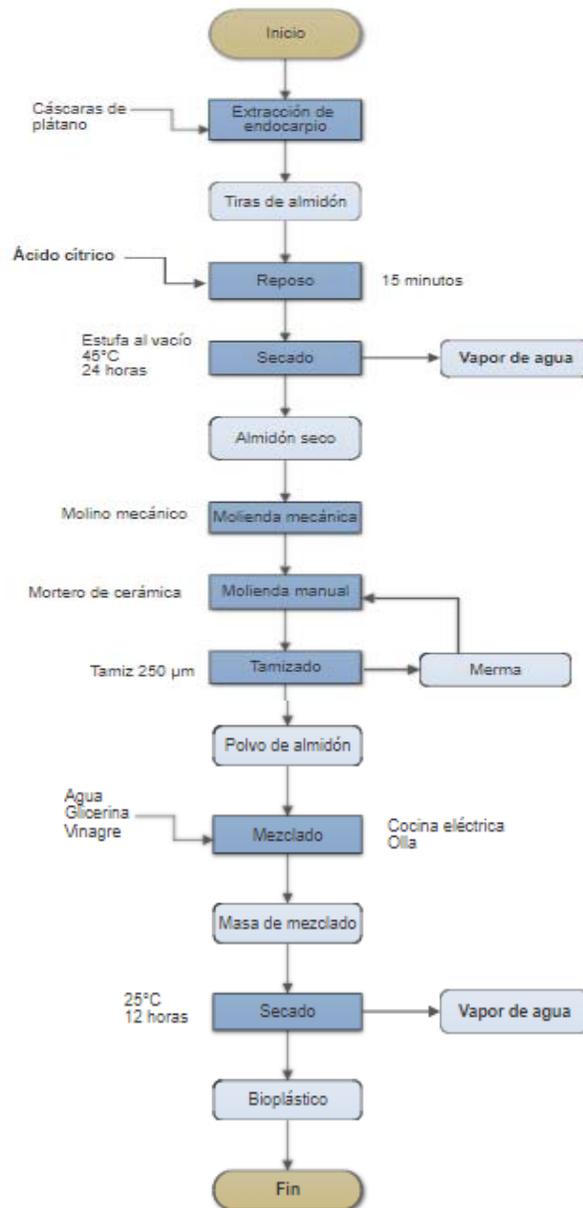
- Endocarpio: finas y delgadas películas de la capa interior entre la cáscara y la pulpa del plátano, en las que se concentra el almidón que caracteriza esta fruta.
- Industrias chifleras: empresas productoras de chifles en la Región Piura, cuyo proceso industrial no es complejo y se caracteriza por tener procesos manuales de corte, fritura y empaque de chifles.
- Solución antipardeamiento: solución empleada para retrasar la oxidación de algunas frutas o verduras, cuando éstas son cortadas y quedan expuestas a oxígeno u otras bacterias.

- Oxidación: es un proceso químico natural, destructivo para la estructura de la comida. Cuando se corta un vegetal o una fruta las enzimas se liberan y se exponen al oxígeno, lo que crea un cambio en su composición química.
- Molienda: proceso que consiste en desmenuzar una materia sólida (láminas de endocarpio), separándolos en pequeños pedazos mediante la fricción de dos piezas sólidas; hasta obtenerse polvo.
- Deshidratación: proceso a través del cual se extrae toda la cantidad de agua posible de un producto mediante la adición de calor a altas temperaturas.
- Biodegradable: que puede descomponerse en elementos químicos naturales por la acción de agentes biológicos: sol, agua, bacterias, aire, etc.
- Plátano bellaco: fruta oriunda de la selva peruana. Rico en vitaminas, almidón y minerales. Cuando está maduro contiene entre 12 y 16 % de azúcar.
- Ácido acético: también llamado ácido metilcarboxílico o ácido etanoico, puede encontrarse en forma de acetato. Es el principal responsable del sabor y olor agrios del vinagre

3.2. Diagrama de flujo del procedimiento experimental

En la Figura 3 se presente de manera visual el procedimiento seguido en las pruebas experimentales, indicando el ingreso de los materiales y los procesos utilizados.

Figura 3: Diagrama de flujo de la elaboración de bioplástico



Fuente: Elaboración propia

3.2.1. Descripción del proceso

- **Extracción del endocarpio:** De las cáscaras de plátano se extrae el endocarpio, cortando, lo más fino que se puedan, delgadas tiras de la parte interior de la cáscara. Lo que se obtiene son las tiras de almidón.

Es importante tener en cuenta que para realizar los experimentos es necesario tener el peso exacto de todo el endocarpio obtenido. Para ello, por cada plátano usado se procedió a:

- 1) Pesar la masa de cada plátano bellaco
 - 2) Pesar las cáscaras del plátano
 - 3) Pesar las cáscaras de plátano luego de extraer el endocarpio
- **Reposo:** Después de la extracción de cada tira de almidón se debe dejar reposando en ácido cítrico con la finalidad de mantenerlo en el estado deseado sin que se oxide durante 15 minutos aproximadamente o hasta cuando se termine de extraer todo el endocarpio de las cáscaras.
 - **Secado:** El secado de las tiras de almidón se llevará a cabo en una estufa al vacío, durante 25 °C en un tiempo de 24 horas. De este proceso se obtiene el almidón seco.
 - **Molienda mecánica:** La primera molienda del almidón seco se da en un molino de maíz. De este proceso se obtiene el almidón el polvo, pero es necesario que los granos sean aún más finos.
 - **Molienda manual:** Este proceso se realiza utilizando un mortero de cerámica con el fin de disminuir la granulometría del polvo.
 - **Tamizado:** El polvo obtenido de la molienda manual se deposita en un tamiz de 250 µm. El polvo de almidón que pasa por el tamiz se guarda en un recipiente y lo que se queda en el tamiz vuelve a ser molido manualmente.
 - **Mezclado:** Se procede a mezclar el polvo de almidón obtenido con los demás insumos necesarios para realizar el bioplástico. Se precalienta en una olla el agua destilada hasta los 70°C. Una vez alcanzada la temperatura deseada se vierten los demás materiales: polvo de almidón, glicerina y vinagre. Las cantidades de cada insumo varía de acuerdo a cada experimento, basándose en la cantidad de polvo a usar. De este proceso se obtiene la masa de mezclado.
 - **Secado:** Este proceso se realiza a temperatura ambiente (25°C). Se vierte la masa de mezclado en un porcelanato y se esparce con ayuda de un rodillo de la manera más

uniforme posible. Se deja secar por aproximadamente 12 horas y el producto final será el bioplástico.

3.3. *Materiales, equipos e instrumentos a utilizar*

3.3.1. *Materiales*

Tabla 4: Materiales utilizados en el proceso experimental

Películas de cáscara de plátano bellaco verde	
Vinagre	
Agua destilada	
Glicerina	
Ácido cítrico	
Aceite de oliva	

Fuente: Google imágenes

3.3.2. Equipos e instrumentos

Tabla 5: Equipos e instrumentos utilizados

Tápers	
Cuchillos y cucharas	
Rodillo	
Balanza digital	
Estufa al vacío	

<p>Molino de maíz</p>	
<p>Mortero de cerámica</p>	
<p>Tamiz 250 um</p>	
<p>Probetas de 10 ml y 100 ml</p>	

Vaso de precipitado	
Cocina eléctrica	
Olla	
Bloque de vidrio	

Fuente: Google imágenes

3.4. *Parámetros a medir en el proceso*

En los siguientes experimentos a presentar se midieron variables cualitativas y cuantitativas

Tabla 6: Masa

Masa	
Significado	Cantidad de materia que posee un cuerpo. Su unidad es el kilogramo.
Medición en el experimento	<ul style="list-style-type: none"> - Después del proceso de cortado de las cáscaras para la obtención de las láminas de almidón - A la salida del proceso de: deshidratación, molienda y tamizado.
Instrumento	<p style="text-align: center;">Balanza</p> 

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Tiempo

Tiempo	
Significado	Es una magnitud física fundamental, el cual puede ser medido utilizando un proceso periódico, entendiéndose como proceso que se repite de una manera idéntica e indefinidamente. Su unidad es el segundo.
Medición en el experimento	<p>El tiempo se midió:</p> <ul style="list-style-type: none"> - En la deshidratación - En la cocción y secado de la mezcla
Instrumento	<p style="text-align: center;">Cronómetro</p> 

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Temperatura

Temperatura	
Significado	Magnitud que mide el nivel térmico o el calor que un cuerpo posee. La escala usada es °C
Medición en el experimento	Se midió en: <ul style="list-style-type: none"> - La deshidratación - En la cocción de la mezcla
Instrumento	Termómetro 

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Granulometría

Granulometría	
Significado	Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.
Medición en el experimento	Se mide: <ul style="list-style-type: none"> - En el tamizado
Instrumento	Tamiz de 250 micras 

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Viscosidad

Viscosidad	
Significado	Resistencia de las moléculas que conforman un líquido para separarse unas de otras.
Medición en el experimento	Se midió: - En la mezcla antes de la cocción para la producción del bioplástico.
Instrumento	<p>Viscosímetro</p> 

Fuente: Elaboración propia

3.5. Experimentación preliminar

Previo a los análisis experimentales se realizaron pruebas preliminares, las cuales permitieron concluir diferentes lecciones aprendidas para los próximos experimentos a realizar para la producción de bioplástico. Se basaron en el cambio de diferentes cantidades de materiales y/o equipos usados en algunas operaciones unitarias de todo el proceso.

3.5.1. Experimentación preliminar I

La experimentación preliminar I se realizó para determinar el ácido cítrico a utilizar en el momento de reposo del endocarpio, para evitar su oscurecimiento. Esto ocurre debido a una enzima presente en las frutas y algunos vegetales que se llama polifenol – oxidasa, la cual cataliza la oxidación de diferentes moléculas en presencia de oxígeno. Para ello se usa un ácido cítrico, el cual contiene vitamina C y ácido ascórbico. Los diferentes ácidos utilizados y comparados fueron la naranja y el limón. (Sanz, 2015).

Para determinar cuál ácido era el mejor se midió el porcentaje de deshidratación. Se tomaron dos muestras diferentes de endocarpio y una se dejó sumergida en jugo de naranja y otra en jugo de limón durante 15 minutos aproximadamente. Después de ello, se ingresó cada muestra en una estufa al vacío a una temperatura de 45°C por 24 horas. La medida de los pesos del endocarpio fue de la siguiente manera:

Tabla 11: Peso de los plátanos

N° plátano	Con naranja			Con limón		
	Peso total (g)	Peso cáscara (g)	Peso endocarpio (g)	Peso total (g)	Peso cáscara (g)	Peso endocarpio (g)
1	219.8	86.4	17.7	242.3	92.7	21.9
2	264.1	95.2	30.6	243.3	95.5	23
3	298.3	85.6	6.7	267.2	94.2	10.5
4	-	-	-	249.4	94.7	16.3
5	-	-	-	271.7	99.9	25.2
6	-	-	-	290.3	104.4	23.1
Peso total cáscara endocarpio(g)	-	-	55	-	-	96.9

Fuente: Elaboración propia

Mientras se extraía el endocarpio de todos los plátanos, se sumergía una muestra en jugo de naranja y otra en jugo de limón. Luego se procedía a pesar la masa entrante de endocarpio y a meterlos a la estufa al vacío.

Tabla 12: Experimento preliminar II

Parámetros	Ácido cítrico utilizado	
	Muestra 1 (con naranja)	Muestra 2 (con limón)
Masa entrante endocarpio húmeda (g)	59.4	146.7
Ácido cítrico (ml)	100	100
Temperatura de secado (°C)	45	45
Tiempo de secado (h)	24	24
Masa saliente endocarpio seca (g)	12.2	25.1
Porcentaje deshidratación (%)	79.46	82.89

Fuente: Elaboración propia

Una vez terminado el proceso de secado, se pesó la masa saliente de endocarpio ya seca y a partir de eso se halló el porcentaje de deshidratación para cada muestra.

- Porcentaje de deshidratación muestra 1:

$$\text{Deshidratación} = \left(\frac{\text{masa inicial} - \text{masa final}}{\text{masa inicial}} \right) \times 100$$

$$\text{Deshidratación} = \left(\frac{59.4 - 12.2}{59.4} \right) \times 100 = 79.46\%$$

- Porcentaje de deshidratación muestra 2:

$$\text{Deshidratación} = \left(\frac{\text{masa inicial} - \text{masa final}}{\text{masa inicial}} \right) \times 100$$

$$\text{Deshidratación} = \left(\frac{146.7 - 25.1}{146.7} \right) \times 100 = 82.89\%$$

Resultados obtenidos

Se determinó que la muestra con mayor porcentaje de deshidratación fue la que contenía limón, por lo que se usó esta fruta para los siguientes experimentos. Además, después del proceso de secado, el color del endocarpio con naranja era marrón oscuro, mientras el color del endocarpio con limón era marrón claro. Por lo tanto, en el aspecto de estética, el limón era más favorable.

Figura 11: Proceso de prueba preliminar I



Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Experimentación preliminar II

Para la siguiente prueba preliminar se utilizó la técnica de Prueba y Error. Para este experimento si se llegó hasta el último proceso de la producción de bioplástico. Se utilizó la muestra de 12 gramos de la prueba preliminar I (con naranja).

En la etapa de mezclado, por 10 gramos de polvo de almidón, la cantidad de agua añadida fue de 40 ml, pero se determinó que la masa de mezclado obtenida tenía muchos grumos debido a que no se pudo disolver bien.

Debido a esto optamos por agregar más cantidad de agua para que la solubilidad sea mejor y por lo tanto la cantidad de grumos disminuya. Se preparó otra muestra de 10 gramos de polvo de almidón y se elevó la cantidad de agua a 60 ml. Con este aumento de cantidad de agua, se disminuyó la cantidad de grumos en el bioplástico y una textura más lisa.

Tabla 13: Experimento preliminar II

Experimento preliminar I		
Materiales	Muestra 1	Muestra 2
Polvo del almidón (g)	10	10
Agua destilada (ml)	40	60
Glicerina (ml)	5	5
Ácido acético (ml)	5	5
Propiedades organolépticas	Textura áspera con numerosos grumos	Textura lisa con menor cantidad de grumos

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Experimentación preliminar III

La siguiente prueba fue para determinar la ventaja del uso del molino de maíz frente al mortero de laboratorio.

Al realizar la prueba preliminar II para obtener el polvo de almidón, se utilizó el mortero del laboratorio para moler el endocarpio seco. Este proceso nos tomó un periodo muy largo de tiempo y mucho esfuerzo físico por parte de los integrantes. Es por ello que se buscó una opción que permita moler de una manera más eficiente.

Un integrante del grupo poseía un molino pequeño de maíz, el cual se decidió usar para realizar las pruebas y medir el tiempo para evaluar en cuánto se reducía. Se realizó de la siguiente manera:

La masa de endocarpio seco con jugo de limón de la prueba preliminar II se dividió en dos muestras diferentes de 12.5 y 12.6 gramos respectivamente. La muestra 1 se molió con mortero y la muestra 2 con molino de maíz. Después de la molienda con molino se tuvo que usar el mortero para la parte de polvo que no pasó por el tamiz, pero la cantidad fue muy pequeña. La diferencia de tiempo fue:

Tabla 14: Experimentación preliminar III

Parámetros	Muestra 1	Muestra 2
Masa endocarpio (g)	12.5	12.6
Tiempo molienda con molino (min)	-	1
Tiempo molienda con mortero (min)	55	13

Fuente: Elaboración propia

Resultados obtenidos

Se determinó que el uso del molino de maíz en el experimento ayudó a reducir los tiempos en un 75 % aproximadamente, además de disminuir el esfuerzo físico de los integrantes que conllevaba la molienda realizada solo con el mortero de laboratorio.

3.5.4. Lecciones aprendidas

- La cantidad de agua utilizada en el mezclado y el tipo de ácido cítrico son determinantes para una mejor apariencia del bioplástico. Por una parte, una mayor cantidad de agua (60 ml) ayuda a la disminución de cantidad de grumos en el bioplástico y el jugo de limón

ayuda a que el color del endocarpio seco sea más claro en comparación con la naranja que crea un color oscuro.

- El porcentaje de deshidratación del endocarpio con limón es menor que el del endocarpio con jugo de naranja, lo que significa que el endocarpio con limón disminuye su humedad en un periodo más corto de tiempo. Para los próximos experimentos se utilizará el limón en el proceso.
- El molino de maíz fue un equipo que nos proporcionó una ventaja en el ahorro de tiempo y esfuerzo físico que conllevaron las primeras pruebas de laboratorio.
- Una recomendación importante en el momento de depositar la masa de mezclado en el porcelanato de vidrio es agregar aceite, de manera que cuando se seque no se pegue a este objeto. De no ser así, se podría malograr el bioplástico en el intento de separarlo.
- El prototipo de bioplástico obtenido era moldeable, por lo que no se iba a poder llegar a la formación del plato que era nuestro prototipo final. Por ello, se determinó la necesidad de incluir en el proceso un aditivo que le de rigidez.

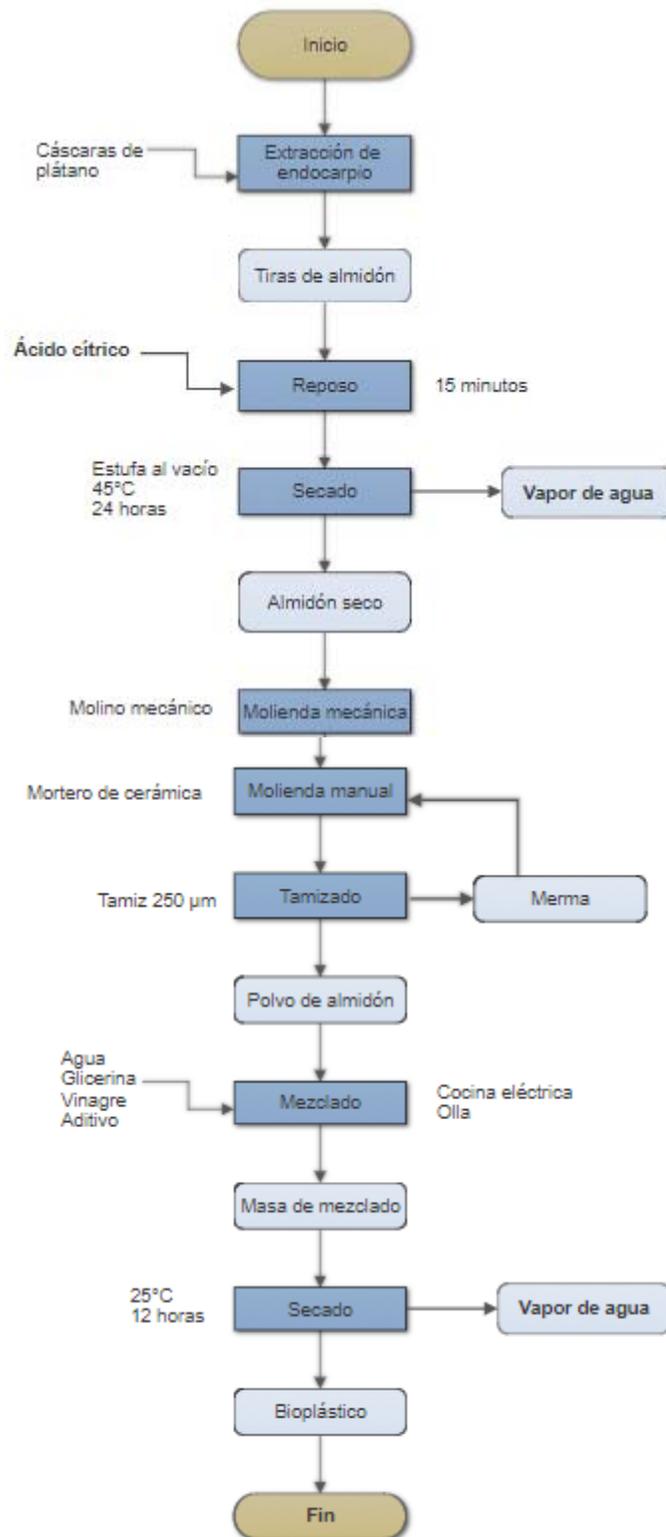
3.6. Experimentación

Teniendo en cuenta las lecciones aprendidas tras las pruebas preliminares, se ha decidido lo siguiente:

- Cambiar el material usado en la solución anti-pardeamiento (ácido cítrico) de naranja a limón para reducir la humedad y además para mejorar su aspecto físico.
- El uso de un aditivo que le genere rigidez al prototipo, ya que lo que se obtiene es una película de bioplástico delgada muy maleable.
- Hacer una prueba con almidón de maíz (maicena) y compararlo con el almidón de plátano obtenido en la experimentación, ya que la maicena es un almidón procesado más elaborado generando así rigidez.

Además, se replanteó la línea de producción del laboratorio, la cual se muestra en el nuevo diagrama de flujo:

Figura 12: Diagrama de flujo II



Fuente:Elaboración propia

3.6.1. Experimentación I

Mezcla de almidón con pegamento de arroz

Una vez replantada la línea de producción, se decidió probar diferentes aglomerantes que le brinden rigidez al bioplástico obtenido en las pruebas preliminares.

La mejor elección fue agregarle un aditivo llamado “pegamento de arroz”. El cual está compuesto por los siguientes ingredientes:

Tabla 15: Materiales del pegamento de arroz

Materia prima	Peso en gramos
Arroz	198 g
Agua	912 ml

Fuente: Elaboración propia

El proceso para obtener el pegamento de arroz es el descrito en la siguiente imagen:

Figura 13: Proceso de preparación del pegamento de arroz



Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido el pegamento, se dispuso a hacer la elaboración del bioplástico, con los siguientes ingredientes:

Tabla 16: Insumos experimentación I

Fórmula 1: Secado a 60°C por 24 horas	
Materia prima	Peso en gramos
Almidón de plátano	15 g
Pegamento de arroz	26 g
Glicerina	5 ml
Vinagre	5 ml
Agua destilada	60 ml

Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Materiales



Fuente: Imagen Propia

La elaboración del bioplástico se hizo de la forma explicada anteriormente con la diferencia que al momento de la mezcla de los ingredientes en la olla, se agrega el pegamento de arroz de manera paulatina. Posteriormente se extiende la mezcla y se deja secar.

Figura 15: Mezcla y secado de bioplástico



Fuente: Imágenes Propias

Resultados obtenidos

Después de dejarlo secar al ambiente durante 24 horas, este fue el resultado obtenido:

Figura 16: Bioplástico de plátano con aditivo



Fuente: Imagen propia

Como se puede ver, el bioplástico obtenido tiene muchos grumos, debido a que el grano de arroz es muy grande. Sin embargo el pegamento de arroz presenta propiedades de secado duro y es casi transparente, por lo cual se ha decidido utilizarlo en nuestros experimentos a futuros como

aditivo, disminuyendo el tamaño del su grano. Esto se conseguirá licuando la mezcla de goma de arroz y así obtener la rigidez deseada de nuestro producto.

3.6.2. Experimentación II

Bioplástico a partir de maicena

La fécula de maíz es el almidón de maíz sin modificar, es un polvo fino, blanco, de sabor y olor característico, recomendado como agente espesante y de retención de humedad en diferentes productos alimenticios (Solutions, 2016).

Se decidió hacer un experimento con maicena, debido a que esta también es un almidón, pero industrializado, de mejor calidad que el almidón de plátano obtenido en los procesos anteriores por lo que se quiso comparar los bioplásticos resultantes.

Para realizar el bioplástico se utilizaron los siguientes materiales:

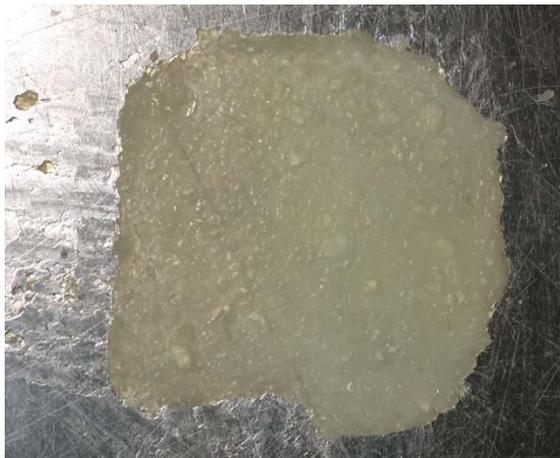
Tabla 17: Insumos experimentación II

Fórmula 2: Secado a 60°C por 24 horas	
Materia prima	Peso en gramos
Maicena	10 g
Agua destilada	60 ml
Glicerina	5 ml
Vinagre	5 ml

Fuente: Elaboración propia

Se mezclaron todos los ingredientes antes mencionados en una olla a fuego lento. Posteriormente se extendió la mezcla en una superficie plana y se dejó secar a temperatura ambiente durante 24 horas.

Figura 17: Mezcla de bioplástico a base de maicena



Fuente: Imagen propia

Resultados obtenidos

Después de 24 horas de secado al medio ambiente, este fue el resultado:

Figura 17: Bioplástico de maicena



Fuente: Imágenes propias

Como se puede apreciar en las imágenes, el bioplástico a base de maicena en una escala del 1 al 5, siendo 1 “muy débil” y 5 “muy rígido”, este se encuentra en el número 4 que vendría a ser “rígido”. Esto se debe a que el almidón de maíz es muy resistente y además es procesado en perfectas condiciones industriales dándole un mejor resultado al bioplástico obtenido.

3.6.3. Experimento III

Obtención del prototipo

Se dispuso a hacer el bioplástico teniendo como referencia lo aprendido en las experimentaciones anteriores.

Como primer paso se licuo la goma de arroz para evitar los grumos y se obtuvo:

Figura 18: Goma de arroz licuada



Fuente: Imagen propia

Esta tenía una consistencia muy parecida a la goma usada para hacer manualidades. Era muy densa y pegajosa.

Tabla 19: Insumos experimento 3

Fórmula 3: Secado a 60°C por 24 horas	
Materia prima	Peso en gramos
Almidón	10 g
Agua destilada	60 ml
Glicerina	5 ml
Vinagre	5 ml
Goma de arroz	5 g

Los pasos para la producción del prototipo de bioplástico, el cual se ha decidido sea un plato, son los siguientes: Mezclar en una olla a fuego lento todos los materiales, agregándole la goma de arroz de una manera paulatina. Luego poner esa mezcla en un molde y hornearla por media hora a 180C.

Resultados obtenidos

Figura 19: Prototipo final



Fuente: Imagen propia

Después de dejar secar por 24 horas pudimos analizar lo siguiente:

El prototipo no pudo conseguir la forma querida de plato, este se desparramo y se volvió una masa sin forma. Esto debido a que el bioplástico se debió compactar con una maquina compresora a una temperatura determinada, con la cual no se contaba, es por ello que nos limitaremos a hacer las pruebas mecánicas con la última película de bioplástico obtenida.

3.7.Pruebas

3.7.1. Prueba de resistencia a la tracción

Como se sabe, la resistencia a la tracción es el máximo esfuerzo de tracción que un cuerpo puede resistir antes de su rompimiento. Para la realización de esta prueba se fijó una escala de fuerzas para medir esta resistencia. La escala fue la siguiente:

- Fuerza 1: Muy baja
- Fuerza 2: Baja
- Fuerza 3: Intermedia
- Fuerza 4: Fuerte
- Fuerza 5: Muy fuerte

Para cada prueba experimental se midió la resistencia a la tracción, midiendo el tiempo que se demoró cada bioplástico obtenido a partir de la aplicación de una fuerza intermedia.

Tabla 19: Medición de fuerza a la tracción

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

Fuente: Elaboración propia

Se concluyó que la prueba preliminar 2 obtuvo la mayor resistencia a la tracción, debido a que se rompió después de 20 minutos aplicando la fuerza.

Capítulo 4:

Propuesta de línea de Producción

Este capítulo comienza con una revisión bibliográfica de los conceptos de capacidad de línea, explicando la manera en que se determina dicho indicador en la propuesta de diseño. Luego, se señala una serie de restricciones y limitaciones características de este proceso.

La línea de producción se esquematiza mediante un diagrama de recorrido y flujo de procesos, basados en el procedimiento necesario para producir bioplástico, que se obtuvo en el capítulo anterior. Por último, aparecen los equipos con la respectiva especificación técnica: capacidad, diámetros, dimensiones, pesos, etc. empleados en el diseño de la línea de producción

4.1.Capacidad de línea

En esta sección se hablará de la capacidad de producción para abordar la mayor cantidad de demanda con las limitaciones de la capacidad de los recursos (maquinas) propuestas en la línea de producción. Para desarrollar esta sección empezaremos mencionando algunos conceptos según “La facultad de ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México”.

- Capacidad de planta: Máxima cantidad disponible de productos que se producen de un proceso en un tiempo determinado.

- Capacidad nominal: Capacidad de diseño para mostrar condiciones adecuadas de funcionamiento. Es un índice de producción.
- Capacidad efectiva: Es un índice de la producción para condiciones reales en un momento determinado.
- Utilización: Se expresa como un porcentaje respecto de la capacidad efectiva, la cual indica una improductividad ocasionada por fallas del proceso.
- Rendimiento: Medida que se usa para indicar la cantidad de productos buenos que salen de un proceso de producción comparada con la cantidad de materiales que entraron.

Tomamos la capacidad mínima de las máquinas de molienda y tamiz industrial para hallar una aproximación de producción de línea. De estos dos valores de capacidad, tomamos el menor; considerándolo como el caso más extremo que puede suceder en el proceso de producción de bioplástico.

Tabla 20: valores de capacidad de las máquinas empleadas para el análisis

<i>Máquinas</i>	Capacidad (kg/h)
<i>Molienda</i>	80
<i>Tamiz industrial</i>	5000

Fuente: Elaboración propia

La capacidad aproximada en el proceso es de 80 kg/h, con la que se inicia proceso. Sin embargo, estos valores son teóricos y están sujetos a la eficiencia propia del equipo, así como parámetros de producción, desperdicios, etc.

4.2. Restricciones y limitaciones

Nuestra línea de producción es de tipo mecánico y secuencial, es decir es manejada por operarios (personas) y contiene una serie de procesos en secuencia, uno tras otro; por lo que cuenta con algunos puntos que limitan la línea.

Así mismo el procedimiento de la obtención de bioplástico consiste en que las cáscaras provenientes de la zona de producción de chifles son depositadas en un recipiente. En este punto un operario se encarga de realizar la operación de cortado: retirar el endocarpio de las cáscaras de plátano; obteniendo finas láminas que pasarán al siguiente proceso de reposo; aquí permanecerán las láminas sumergidas en una solución anti pardeamiento durante 15 minutos.

Pasado este tiempo, el operario se encarga de ingresar las láminas en una estufa al vacío a una temperatura entre 45 °C y 60 °C por un lapso de 24 horas. Las láminas completamente deshidratadas pasan al siguiente proceso: las láminas pasan por un molino de granos industrial y posterior tamiz con el que se logra obtener el polvo base para la producción de bioplástico. Dependiendo de la cantidad de bioplástico a producir, se debe almacenar el polvo obtenido de forma hermética para evitar su hidratación al contacto con el medio ambiente.

Un operario se encarga de realizar la mezcla de ingredientes en partes específicas: agua, glicerina, ácido acético y un aditivo aglomerante en una olla mezcladora industrial, la misma que va rotando la preparación mientras le añade calor para obtener una composición pastosa que se vierte en el molde con forma de plato y se compacta por presión, se deja secar y se obtiene el producto final.

Entre las limitaciones de la capacidad de línea se encuentran:

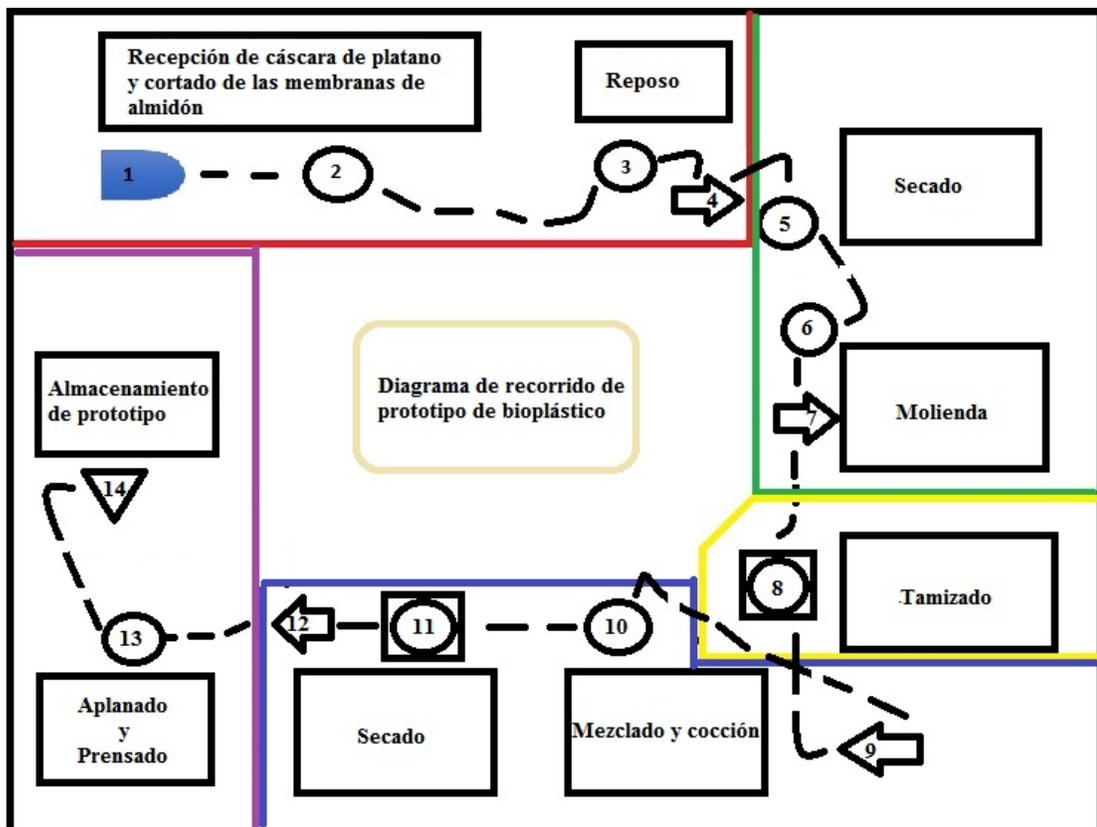
- No se ha realizado una investigación de mercado, por lo que no se cuenta con una demanda real y por lo que se tomara en cuenta la capacidad de las maquinas como capacidad nominal.
- El proyecto no contempla la distribución de planta, ni su localización.
- No se tiene en cuenta el rendimiento real de cada máquina.
- Este proyecto solo contempla una propuesta de diseño de línea con sus respectivos procesos, maquinaria y procedimiento de fabricación.
- Solo se mostrará una propuesta sencilla y relevante, cuya puesta en marcha será decisión personal de cada empresa chiflera de la región Piura.
- La línea de producción no cuenta con un sistema de automatización en ninguna de sus partes.

4.3. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es una representación gráfica de todas los procesos u áreas de la planta, en este caso línea, y después bosquejar una línea que el indica el movimiento del material de una actividad a la otra. Con esto se busca identificar cada actividad mediante símbolos y números en relación con el diagrama de flujo (Niebel & Freivalds, 2009).

El diagrama propuesto cuenta con cinco secciones u áreas dentro del proceso de producción total del bioplástico. Estas áreas han sido divididas y agrupadas según su dependencia entre procesos y la tolerancia de éstos frente a otros. Es decir, si terminando un proceso, se puede parar y esperar hasta empezar el siguiente, sin que afecte esa demora al producto final. A continuación, se presenta el diagrama de recorrido propuesto.

Figura 20: Diagrama de recorrido del proceso de producción de bioplástico



Fuente: Elaboración propia

El diagrama de recorrido presenta 5 secciones, las cuales se dividen de acuerdo al criterio de tiempo y relación entre procesos contiguos; el único proceso que tiene su propia sección es el del tamizado, porque el tiempo que puede permanecer el polvo sin tamizar no afecta en el proceso productivo y, lo mismo ocurre una vez que se tamiza.

Las cáscaras provenientes de la zona de producción de chifles son depositadas en un recipiente. En este punto un operario se encarga de realizar la operación de cortado: retirar el endocarpio de las cáscaras de plátano; obteniendo finas láminas que pasarán al siguiente proceso de reposo; aquí permanecerán las láminas sumergidas en una solución anti pardeamiento durante 15 minutos.

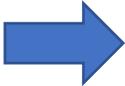
Pasado este tiempo, el operario se encarga de ingresar las láminas en una estufa al vacío a una temperatura entre 45 y 60 °C por un lapso de 24 horas. Las láminas completamente deshidratadas pasan al siguiente proceso: las láminas pasan por un molino de granos industrial y posterior tamiz con el que se logra obtener el polvo base para la producción de bioplástico. Dependiendo de la cantidad de bioplástico a producir, se debe almacenar el polvo obtenido de forma hermética para evitar su hidratación al contacto con el medio ambiente.

Un operario se encarga de realizar la mezcla de ingredientes en partes específicas: agua, glicerina, ácido acético y un aditivo aglomerante en una olla mezcladora industrial, la misma que va rotando la preparación mientras le añade calor para obtener una composición pastosa que se vierte en el molde con forma de plato y se compacta por presión, se deja secar y se obtiene el producto final.

4.4. Diagrama de flujo de procesos

El diagrama de flujo de procesos tiene una codificación que permite registrar los costos no productivos que no se consideran al momento de presupuestar la línea de producción; tales como: distancias recorridas, retrasos, almacenamientos temporales. Tras identificarse los procesos, mediante un análisis se busca tomar medidas para minimizarlos, reduciendo sus costos (Niebel & Freivalds, 2009).

Tabla 21: Símbolos de acuerdo con el estándar ASME

Este símbolo en forma de D indica un retraso o demora, como material sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado o documentos en espera a ser archivados.	
Este círculo grande indica una operación, como por ejemplo clavar, mezclar, taladrar, etc.	
Este símbolo indica transporte, como mover material mediante un carro, mover material mediante una banda transportadora, mover material mediante un operario.	
El cuadrado indica una inspección, como, por ejemplo, examinar material para ver su cantidad y calidad.	
Este símbolo representa almacenamiento, como materia prima en algún almacenamiento masivo, producto terminado apilado en tarimas, etc.	

Fuente: (Niebel & Freivalds, 2009)

Tabla 22: Diagrama de flujo de procesos

Descripción de los eventos	Símbolo				
Espera en la recepción de cáscara					
Cortado de las membranas de almidón					
Reposo de las membranas en ácido acético para que no se oxiden					
Traslado a sector de deshidratado y molienda de las membranas de almidón					
Secado de las membranas de almidón					
Molienda de las membranas de almidón					
Traslado a sector de tamizado					

Descripción de los eventos	Símbolo				
Tamizado de polvo de almidón	●	◐	▼	■	➔
Inspección de polvo de almidón	●	◐	▼	■	➔
Traslado a sector de mezcla y cocción	●	◐	▼	■	➔
Cocción de la mezcla de almidón con vinagre, agua, glicerina y aglutinante	●	◐	▼	■	➔
Secado del prototipo	●	◐	▼	■	➔
Inspección de prototipo	●	◐	▼	■	➔
Traslado a la sección de aplanado y prensado de la mezcla	●	◐	▼	■	➔
Aplanado y prensado de prototipo	●	◐	▼	■	➔
Almacenamiento de prototipo	●	◐	▼	■	➔

Fuente: Elaboración propia

La tabla 22 muestra el flujo que sigue el proceso productivo, resultando un total de 8 operaciones, 1 demora, 1 almacenamiento, 2 inspecciones y 4 transportes. A partir de este flujo pueden mejorarse diferentes aspectos en la línea: el diseño presentado puede mejorarse teniendo determinada la ubicación de la planta. Sin embargo, las empresas productoras de chifles tienen un espacio limitado para la producción, pero muestran interés en este proyecto como una oportunidad a futuro.

4.5. Maquinaria y equipos de línea

Las herramientas empleadas en los puntos anteriores permiten que se pueda estructurar un diseño de la línea de producción. A partir de esta es que se comienza a investigar los diferentes tipos de máquinas industriales que cumplen con la realización de estos procesos y nos permiten una producción de bioplástico a mayor escala. Cabe mencionar que las máquinas se seleccionaron en base a las especificaciones técnicas y se trata de una propuesta de diseño de línea de producción.

4.5.1. Molienda

El molino de granos ejecuta el proceso de molienda, es decir, la reducción del material obteniendo así productos de menor dimensión a los iniciales. Lo que se quiere con este proceso es tener un polvo de almidón que será pasado por un tamiz posteriormente.

La máquina de molienda que se propone es la siguiente:

Figura 21: Máquina moledora



Fuente: Google imágenes

Características de la maquina moledora

Potencia	4 KW
Capacidad	80-120 Kg/h
Dimensiones	1050mm*700mm*1120mm
Peso	220 kg
Humedad	N/D

4.5.2. *Estufa al vacío*

La estufa permite el secado de las películas de almidón extraídas del endocarpio de la cáscara de plátano, cuyo proceso consiste en separar pequeñas cantidades de agua de un material sólido para así reducir el contenido de líquido residual hasta un valor bajo adecuado. Esta máquina separa el ácido acético de las telas de almidón térmicamente mediante evaporación. Es aconsejable reducir el contenido de líquido antes de pasar al proceso de secado en la estufa, ya que los métodos mecánicos son más baratos que los térmicos. (McCabe, Smith, & Harriot, 1991)

Se expone la estufa propuesta para el proceso de secado:

Figura 21: Estufa al vacío



Fuente: Sodimac

Características de la estufa al vacío

Volumen	32 L
Anchura	400 mm
Altura	320 mm
Carga máx.	60 kg
Peso	45 kg
Consumo eléctrico	1600 W

4.5.3. Tamiz Industrial

El tamiz ejecuta el proceso de Tamizado que es un método de separación de partículas de diferentes tamaños. En el tamizado industrial se vierten los sólidos sobre una superficie perforada o tamiz, por lo que deja pasar las partículas pequeñas y retiene las superiores o grandes. Un tamiz puede realizar solamente una separación en dos partes, las cuales se llaman fracciones de tamaño no especificado, porque, aunque se conoce el límite superior o inferior del tamaño, se desconoce su tamaño real. (Perry, 1997)

Se expone la máquina de tamizado propuesta para el proceso del mismo nombre:

Figura 22: Máquina de tamizado



Fuente: Alibaba

Características del tamiz industrial

Modelo	DZSF – 2 lineal vibratorio tamiz
Cubiertas	2 cubiertas
Material	Acero inoxidable SU304
Tamaño de malla	0.2 mm y 1 mm
Tamaño máximo de partícula	20 mm
Peso neto	250 kg
Capacidad	5000 kg/h

4.5.4. Olla mezcladora industrial

La olla accionara el proceso de mezclado y cocción del polvo de almidón fino pasado por el tamiz en el paso anterior y mezclándose con el vinagre, el agua y la glicerina. Esta máquina que es de acero inoxidable, con un área de calentamiento, alta eficiencia térmica y calentamiento uniforme aportara con hacer una unión química adecuada.

Se expone la máquina de mezclado y cocción propuesta para el proceso del mismo nombre:

Figura 23: Máquina mezcladora



Fuente: Alibaba

Características de la olla mezcladora industrial

Modelo	LG – 200
Capacidad	200 L
Diámetro	830 mm
Voltaje	380 V
Temperatura	180°C – 280°C
Dimensiones	1400mm*910mm*1400mm

Fuente: Alibaba

4.5.5. Prensa

Esta máquina da el acabado final del producto. Una vez obtenido el bioplástico en la olla mezcladora industrial, aún a una temperatura elevada, se coloca dicha mezcla en la prensa que le dará forma de plato, mediante presión. Luego, se dejará secar por un lapso de 24 horas hasta obtener el producto final.

Figura 24: Máquina prensadora



Fuente: *Alibaba*

Características de la máquina prensadora

Modelo	GH21 - 125
Capacidad	200 L
Voltaje	380 V
Dimensiones	1400mm*910mm*1400mm

Fuente: *Alibaba*

Capítulo 5:

Evaluaciones del Proyecto

En este capítulo se discute dos principales evaluaciones en el proyecto:

La evaluación ambiental para conocer el impacto ya sea positivo o negativo del proyecto en el medio ambiente, tema que actualmente se evalúa con regularidad debido a la alta contaminación en la que se vive hoy en día.

La evaluación financiera donde se discute el análisis financiero realizado para el supuesto de ejecución de la propuesta de diseño de línea de producción en las chifleras convencionales de Piura, para analizar las consecuencias financieras aplicando técnicas como la recolección de información relevante. Gracias al análisis financiero, es posible estimar el rendimiento que trae consigo una inversión, estudiar su riesgo y su ganancia.

5.1. Evaluación Ambiental

Para el análisis ambiental, se divide el tema en tres partes: la primera, el impacto generado al recoger un residuo orgánico de alta producción en Piura y reutilizarlo en la generación de bioplástico, la segunda, la contaminación ambiental generada por la producción masiva de plástico y la tercera, la eliminación de la utilización de petróleo en la producción de bioplástico.

1. El impacto generado al recoger un residuo orgánico de alta producción en Piura y reutilizarlo en la generación de bioplástico.

El chifle es un producto originario de la Región Piura, el cual consiste en rodajas plátano verde frito, con sal al gusto del consumidor.

Su elaboración se ha convertido en un negocio sostenible y rentable por lo que muchas empresas han optado por la comercialización de este producto, innovándolo, dado que ahora no simplemente se elaboran de la forma tradicional; es decir, salada, sino también en otras presentaciones como dulces, picantes y alargados (Zola, 2016).

Esta industria se ha vuelto importante no solo a nivel nacional sino también a nivel internacional logrando posicionarse en Estados Unidos y Europa. Según ÁDEX (Asociación de exportadores), las exportaciones de chifles peruanos sumaron US\$1.3 millones en el primer semestre del 2011, 23% más respecto al similar período de 2010 (Comercio, 2011)

Para el año 2015, se estimó un crecimiento del 2.6% del principal recurso para su elaboración, siendo uno de sus principales motivos el incremento de la demanda del plátano bellaco para la elaboración de chifles y harina de plátano (Zola, 2016)

De acuerdo a lo expuesto, se puede concluir que la situación actual en el Perú es favorable no solo por la creciente demanda nacional e internacional de chifles para las empresas dedicadas a este rubro sino también para las empresas productores del plátano bellaco. Todo esto supone por ende un crecimiento también del desecho (cáscara de plátano), el cual equivale al 40% en peso del plátano, y de acuerdo a investigaciones y/o estudios puede ser considerada como materia prima para la obtención de bioplástico (Zola, 2016).

2. La contaminación ambiental generada por la producción masiva de plástico

Desde la década de 1950 a la fecha, se han producido 8300 millones de toneladas métricas de plástico, pero cerca de la mitad se creó a partir del 2004. Y gracias a que poseen una alta resistencia a la corrosión, al agua y a la descomposición bacteriana los convierte en unos

residuos difíciles de eliminar convirtiéndose en un problema ambiental. Miles de millones de toneladas de plástico se encuentran en los vertederos, flotando en los océanos o acumulándose en las calles de las ciudades (Schlossberg, 2017).

La mayoría del plástico que se ha fabricado ya no se utiliza: desde 1950, se han desechado cerca de 6300 millones de toneladas métricas. Alrededor del 12 por ciento de esa cantidad se ha incinerado la cual es la única manera de deshacerse del plástico de forma permanente, emitiendo gases de efecto invernadero como: dióxido de carbono, metales pesados, entre otros dañinos para el ambiente; mientras que 9 por ciento se ha reciclado, lo cual sólo retrasa la eliminación final, y el 60 por ciento (cerca de 4900 millones de toneladas métricas) se encuentra en vertederos o desperdigado en el medio ambiente (Schlossberg, 2017)..

Si solo nos centramos en las bolsas plásticas, se calcula que hay más de 18.000 piezas de bolsas plásticas que flotan en cada kilómetro de los océanos del mundo. Además se consumen entre 500 billones, y 1 trillón de bolsas plásticas anualmente. Una bolsa plástica de compra es utilizada en promedio 20 minutos, por lo que tienen una vida útil muy corta, y tardan entre 100 y 400 años en degradarse completamente (Fernández, 2015).

El proceso de degradación de las bolsas plásticas produce su descomposición en pequeñas partículas de petro-polímeros que son ingeridas por tortugas, garzas y peces causando su intoxicación y muerte. Adicionalmente, miles de animales mueren al "enredarse" con las bolsas. Por todo lo anterior el uso indiscriminado de las bolsas plásticas y de otros plásticos tienen una relación directa con el fenómeno del calentamiento global que ha generado el cambio climático. (Díaz, 2012).

El planteamiento de la sustitución de plástico tradicional por bioplástico sería una gran contribución para el cuidado del medio ambiente y como consecuencia le daría un gran valor agregado al producto final y a la empresa productora de chifles.

3. La eliminación de la utilización de petróleo en la producción de bioplástico

La industrialización del plástico derivado del petróleo ha traído inmensos beneficios a la humanidad, permitiendo múltiples avances en temas como la higiene y la seguridad alimentaria. Sin embargo, el uso indiscriminado y el desecho inadecuado del plástico han aumentado descontroladamente; así mismo, ha aumentado el efecto altamente contaminante y nocivo en el ambiente y la salud del hombre (Díaz, 2012).

El consumo actual mundial de plástico es de más de 200 millones de toneladas, con un crecimiento anual aproximadamente del 5%, que representa el mayor campo de aplicación del crudo. Aquí se enfatiza la dependencia de la industria del plástico sobre el petróleo y, en consecuencia, con el aumento del precio del crudo y del gas natural puede tener una influencia económica en el mercado del plástico (Siracusa, 2015).

Para el 2016 según la AIE (Agencia Internacional de la Energía), el petróleo tuvo una demanda de 1.3 millones de barriles al día (mbd) y en el 2017 se calcula que el aumento será de la misma magnitud, hasta una producción total de 97.4 mbd (Gestión, 2016).

Con esto se puede concluir que el petróleo es un recurso natural escaso, que tiene una alta demanda, por lo que su precio se encuentra en constante aumento. Además, se debe considerar que el petróleo es un recurso natural no renovable, por lo que su existencia es limitada. Es por ello que se deben buscar alternativas de solución más amigables con el medio ambiente, como por ejemplo la sustitución del plástico con el bioplástico.

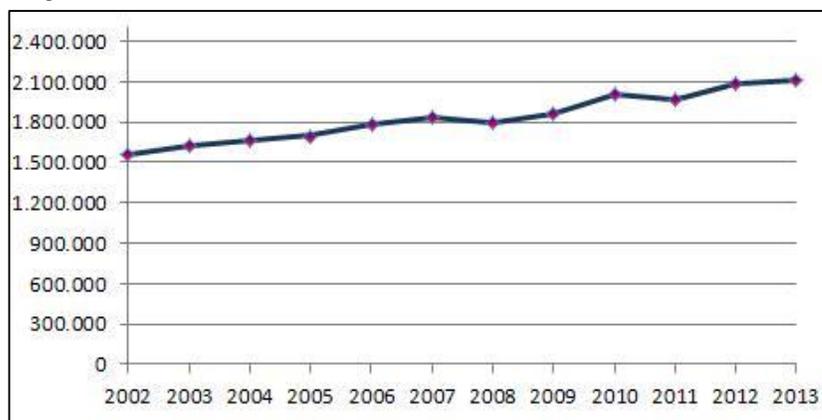
Los bioplásticos son plásticos que su principal virtud es el ser biodegradables y ser obtenidos a partir de materias primas renovables. La mayoría presenta mejor compatibilidad para producir plásticos, y todos llegan a ser biodegradables por microorganismos como bacterias, hongos, algas, entre otros. De cierto modo, la ventaja que ofrecen los bioplásticos a diferencia de los plásticos es que preserva fuentes de energía no renovables como lo es el petróleo y disminuye el problema cada vez más difícil del manejo de desechos. (REMAR, 2011).

5.2. Evaluación Financiera

Se debe considerar que los valores trabajados son estimaciones basadas en analogías con valores reales, además, debido a que la materia prima, la cáscara de plátano, es la merma de estas mismas industrias se considerara un costo de materia prima cero.

La producción de plátanos en el Perú en el 2013 fue de 2'113'806 toneladas, 1.52% superior que la producción del año 2012. (Proyectos Peruanos, 2016).

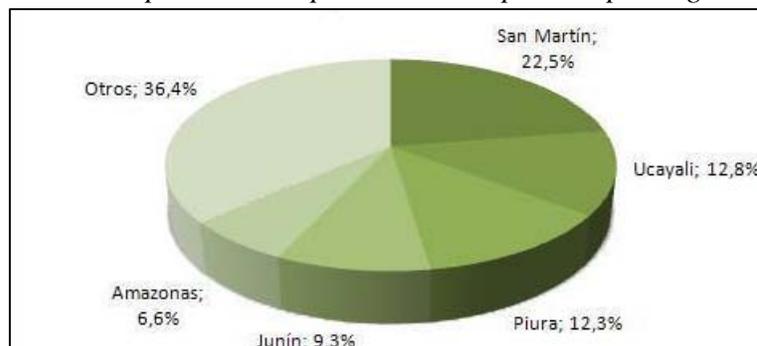
Figura 25: Producción Peruana de Plátano – En Toneladas



Fuente: MINAG – Series Históricas de Producción Agrícola

Además de esto Piura es una de las principales regiones productoras de plátano en el Perú con el 12.3% de la producción para el 2013. (Proyectos Peruanos, 2016).

Figura 26: Participación en la producción de plátano por regiones – 2013



Fuente: MINAG – Series Históricas de Producción Agrícola

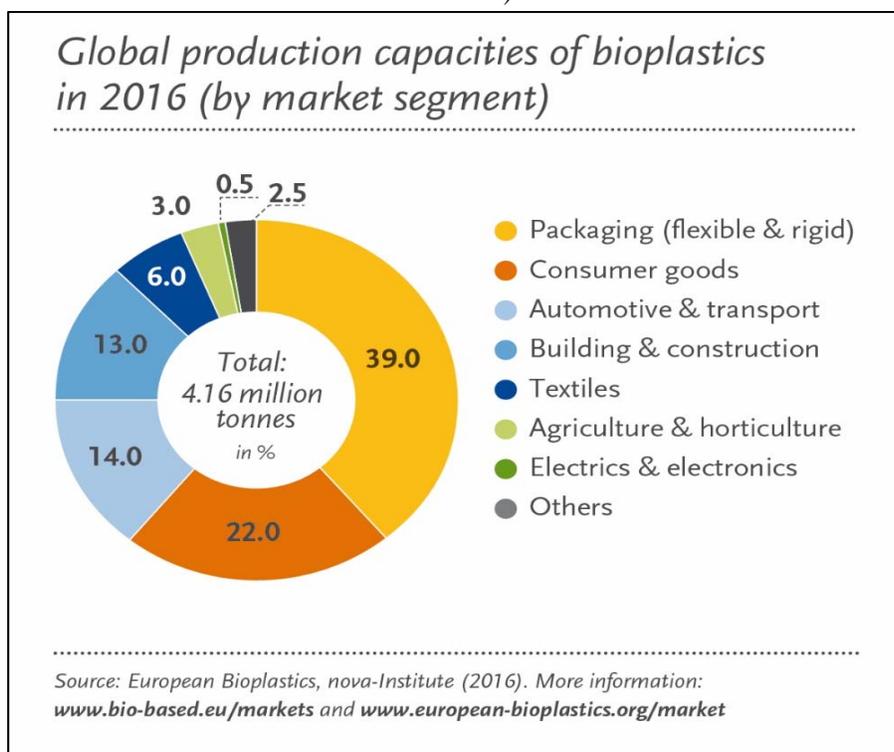
Piura también tuvo el mayor rendimiento de producción de plátano del Perú para el año 2013 con 22.175 Kg/ ha. (Proyectos Peruanos, 2016)

Como se puede ver la producción de plátano es alta sobre todo en la región Piura por la gran producción de chifles, plato típico de la región, es por ello que también la merma de cascara de plátano es grande por lo que la materia prima para el bioplástico tiene una gran oferta.

Por otro lado la alta demanda de nuevos sustituto para el plástico por su alto grado de contaminación es cada vez más insistente como ya se ha visto en las investigaciones previas. Una bolsa plástica de compra es utilizada en promedio 20 minutos y tarda entre 100 y 400 años en degradarse completamente. (Diaz Cajiao & Hurtatiz Hernandez, 2012). Los bioplásticos, biodegradables y productos de las fuentes renovables, son una alternativa a reducir la contaminación generada por los plásticos convencionales que ahogan al planeta y contaminan el medio ambiente.

El mercado se ha visto abocado a la búsqueda constante de nuevos materiales que no sólo permitan satisfacer las necesidades humanas sino que también aporten valor añadido al producto ya terminado. (Diaz Cajiao & Hurtatiz Hernandez, 2012).

Figura 27: Capacidad de producción global de Bioplásticos en 2016 (por segmentos de mercado).



Fuente: European Bioplastics, nova-Institute (2016)

El mercado actual se caracteriza por un alto crecimiento y una fuerte diversificación. Hay una multitud de aplicaciones que van desde botellas de bebidas en el segmento de envases a los teclados en el segmento de electrónica (Diaz Cajiao & Hurtatiz Hernandez, 2012).

Para llevar a cabo este proyecto y generar rentabilidad se plantea una planificación presupuestal, apegada a los requerimientos de una planta generadora de bioplástico a partir de la cascara de plátano, si bien se quiere tener un presupuesto realista, siempre existe un grado de incertidumbre y riesgo, ya que siempre habrá una variación entre lo estipulado y lo real, pero se puede disminuir esta incertidumbre si se considera en todo lo que se necesitará en el proyecto.

5.2.1. Inversiones

5.2.1.1. Activos fijos

En este grupo tenemos principalmente la maquinaria que equivale al 74%, equipos de trabajo que equivale al 19%, y muebles que equivale al 7% de la inversión en activos fijos tangibles por un total de s/. 25,397.00. Los precios fueron consultados en páginas de compra de internet como mercado libre, alibaba etc.

Tabla 24: Activos fijos tangibles

	cantidad	Vida útil	Valor unitario	Valor Total
Maquinaria				
Lavadora de plátanos	1	5	S/. 4,000.00	S/. 4,000.00
Molienda	1	5	S/. 499.00	S/. 499.00
tamiz de acero industrial	1	5	S/.2000	S/. 2000.00
Estufa al vacío	1	5	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00
Mezcladora (olla industrial)	1	5	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
prensadora de bioplástico	1	5	S/. 5,300.00	S/. 5,300.00
Total Maquinaria				S/. 18,799.00
Equipos				
laptops	3	3	S/. 1,300.00	S/. 3,900.00
Teléfonos	3	5	S/. 88.00	S/. 264.00
Multifuncional	1	3	S/. 660.00	S/. 660.00
Total Equipos				S/. 4,824.00
Muebles				

Módulos de trabajos	4	5	S/. 250.00	S/. 1,000.00
Sillas	6	5	S/. 129.00	S/. 774.00
Total Muebles				S/. 1,774.00
TOTAL ACTIVOS FIJOS TANGIBLES				S/. 25,397.00

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.2. Activos Fijos intangibles

Aquí tenemos los gastos de constitución patentes registros y permisos

Tabla 25: Activos Fijos Intangibles

Gastos de constitución	S/. 1,000.00
Licencia de funcionamiento	S/. 500.00
Participación en feria	S/. 300.00
Estatutos	S/. 750.00
TOTAL	S/. 2,550.00

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.3. Inversión en capital de trabajo

Para la producción de bioplástico hemos considerado costos de producción directos como materia prima, insumos y mano de obra; e indirectos como gastos administrativos y gastos en venta.

Tabla 26: Costos Mensuales

1. Costos Directos	Valor Unitario	Unidades totales	Costo Fijo	Costo Variable
Materia Prima e Insumos				
Cáscara de plátano (Kg.)	0	67,500		0
acido acético (L.)	2	12,500		25,000
Agua (Kg.)	0.05	15000		750
Vinagre (L.)	1	1250		1,250
Glicerina (L.)	8	1575		12,600
Pegamento de arroz (Kg.)	0.5	575		288
Mano de Obra				
Operarios	250	7	1,750	
Total			1,750	39,888
2. Costos Indirectos				
<i>Gastos Administrativos</i>				

Mantenimiento	250	1	250	
Sueldo de Personal Directivo	1,500	1	1,500	
Materiales de oficina	100	1	100	
Arbitrios	120	1	120	
Impuesto predial	150	1	150	
Total			2,120	
Gastos de Servicio				
Gastos de Promoción	150	2	750	
Publicidad	200	1	200	
Total			950	

Costo Mensual Total 44,708

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.4. Inversión total del proyecto

La inversión total del proyecto es de S/.72,654.50 soles tal como se muestra en la tabla.

Tabla #27: Inversión total

DETALLE DE LA INVERSIÓN	Monto Total
Activo Fijo Tangible	S/. 25,397.00
Activo Fijo Intangible	S/. 2,550.00
Capital de Trabajo	S/. 44,707.50
Inversión Total	S/. 72,654.50

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.5. Financiamiento

Para financiar el proyecto se recurrirá del total el 50% por préstamo al banco y un 50% por aporte de los accionistas.

Tabla #28: Financiamiento

Financiamiento	%	Monto
Aporte propio	50	S/. 36,327.25
Deuda	50	S/. 36,327.25
TOTAL		S/. 72,654.50

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.6. *Préstamos*

Para cubrir el 50% de la inversión, se solicitará préstamos bancarios. El monto a solicitar será por un periodo máximo de 5 años. Se puede observar que el importe total amortizado es S/.36,327.00 soles, siendo los intereses a S/.14,060.00 soles y el escudo tributario de S/.4,218.00 soles.

Tabla 29: Servicio de la deuda

Servicio de la deuda	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Deuda	36,327	36,327	30,609	24,205	17,032	8,998
Amortización		-5,718	-6,404	-7,173	-8,034	-8,998
Interés		-4,359	-3,673	-2,905	-2,044	-1,080
Cuota		-10,078	-10,078	-10,078	-10,078	-10,078
escudo Tributario		-1,308	-1,102	-871	-613	-324
Saldo Final	36,327	30,609	24,205	17,032	8,998	0

Fuente: elaboración PROPIA

5.2.2. *Ingresos*

Para el tamaño de mercado se pensó en la cantidad de personas que utilizan plástico a diario y su consumo en distintas aplicaciones. Se proyecta alcanzar para el primer año un total de ventas de S/.1,650,000.00. Que corresponden a la venta de 25,000.00 Kg. de bioplástico.

5.2.3. *Costos y gastos*

Como ya mencionamos antes los costos que se tomaran en cuenta son: costos directos e indirectos siendo un total de s/. 44,708.00 mensuales.

5.2.4. *Resultados*

Para la elaboración de las proyecciones del estado de ganancias y pérdidas, los flujos de cajas y la evaluación económica se han tomado en consideración los siguientes supuestos:

El horizonte de evaluación del proyecto es de cinco años, efectuándose los estimados de los ingresos y egresos de la empresa en forma anual.

5.2.4.1. Estados de ganancias y pérdidas

Podemos ver que el costo del producto representa el 30.28% del total de ingresos, obteniendo una utilidad del proyecto de s/: 777,672.00 soles en el primer año, teniendo en cuenta el préstamo y los gastos presupuestados. Así mismo vemos que en segundo año tenemos ingresos de S/. 803,019.00, para el tercer año S/. 827,291.00 para el cuarto año S/.852,295.00 y el quinto año S/.878,053.00 mostrando de esta manera su tendencia ascendente.

Tabla 30: Estado de ganancias y pérdidas

Estado de ganancias y pérdidas	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	1,650,000	1,699,500	1,750,485	1,803,000	1,857,090
Costo de ventas	499,650	514,640	530,079	545,981	562,360
Utilidad bruta	1,150,350	1,184,861	1,220,406	1,257,019	1,294,729
Gasto de venta	39,390	37,691	38,562	39,454	40,368
Utilidad antes de impuestos	1,110,960	1,147,170	1,181,844	1,217,564	1,254,361
Impuesto a la renta	333288	344150.91	354553.28	365269.3	376308.36
Prestamo	10,078	10,078	10,078	10,078	10,078
Utilidad del proyecto	777,672	803,019	827,291	852,295	878,053

Fuente: Elaboración Propia

5.2.4.2. Flujo económico

De los flujos económicos resultantes de la evaluación económica del proyecto, se puede observar que la valoración del proyecto se logra por el aporte del flujo de caja operativo. En la tabla 32 se muestra los flujos resultantes de la evaluación económica del proyecto obteniéndose el VAN S/2,778,804.00 soles lo que genera valor para el accionista y el TIR de 22.84% es así que estos resultados nos indican que el proyecto es viable económicamente.

Tabla 31: Flujo Económico

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(Inversión)	25,397					
(Capital de trabajo)	44,708					
Ingresos		1,650,000	1,699,500	1,750,485	1,803,000	1,857,090
(Costos directos)		499,650	514,640	530,079	545,981	562,360
(Gastos preoperativos)		2,550				
(Gastos administrativos)		25,440	25,949	26,468	26,997	27,537
(Gastos de servicios)		11,400	11,742	12,094	12,457	12,831
Utilidad Bruta		1,110,960	1,147,170	1,181,844	1,217,564	1,254,361
(Depreciación)		5,079	5,079	5,079	5,079	5,079
UdD		1,105,881	1,142,090	1,176,765	1,212,485	1,249,282
(Impuestos)		331,764	342,627	353,029	363,745	374,785
(Prestamo)	36,327	10,078	10,078	10,078	10,078	10,078
escudo Tributario		1,308	1,102	871	613	324
UdDdI		765,347	790,488	814,529	839,275	864,744
Depreciación		5,079	5,079	5,079	5,079	5,079
Flujo Económico	-33,777	770,426	795,567	819,609	844,354	869,823

Fuente: Elaboración Propia

5.2.5. Indicadores

Tabla #32: VAN, TIR y Periodo de recupero del capital

Tasa de descuento	1.10
VAN	2,778,804.3
TIR	22.84
Periodo de recupero del capital	1 año

Fuente: Elaboración propia

5.2.6. Flujo de la deuda

Consideraremos un préstamo de 36,327.0 soles. Con una tasa anual del 12% en 5 años. Se considera que la deuda será pagada en su totalidad en el quinto año tal y como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 33: Flujo de la deuda

Flujo de caja de la deuda	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Saldo Inicial	36,327	36,327	30,609	24,205	17,032	8,998
Interes		4,359	3,673	2,905	2,044	1,080
Principal		-5,718	-6,404	-7,173	-8,034	-8,998
Cuota (Interes + Principal)		-10,078	-10,078	-10,078	-10,078	-10,078
Saldo Final	36,327	30,609	24,205	17,032	8,998	0
Flujo caja deuda	36,327	-10,078	-10,078	-10,078	-10,078	-10,078
Impuestos	-	1,308	1,102	871	613	324
Flujo caja deuda DspImp	36,327	-8,770	-8,976	-9,206	-9,464	-9,754

Fuente: Elaboración propia

5.2.7. Análisis de riesgos

5.2.7.1. Análisis del punto de equilibrio

En la siguiente tabla podemos ver el punto de equilibrio mensual, por lo que es necesario vender un mínimo de 1,234 kilogramos de bioplástico para cubrir los costos.

Tabla 34: Punto de Equilibrio

Costo Fijo Unitario	
Limpieza	
Costo Fijo Total / Numero de productos	0.19
Costo Variable Unitario	
Limpieza	
Costa Variable Total / Número de productos	1.60
Punto de Equilibrio	1,234

Fuente: Elaboración propia

Podemos concluir entonces que el proyecto de bioplástico es viable económicamente.

Conclusiones:

La desventaja a nivel ambiental que significa el uso de los plásticos convencionales derivados del petróleo ha generado en los últimos años una fuerte tendencia en el campo de la investigación a desarrollar sustitutos amigables con el medio ambiente, de esta manera surgen los biopolímeros como una opción dentro de las mismas empresas productoras de plástico a nivel mundial. Es así como se reconoce y sustenta una demanda futura de biopolímeros en el mundo. El análisis experimental de este proyecto puede tomarse como un estudio preliminar para futuras investigaciones acerca de la producción de bioplástico a partir de cáscara de plátano en un proyecto futuro.

Otra desventaja sumada a esto es la alta contaminación y acumulación de basura que se vive actualmente, el consumo de energía por reducir y eliminar los desechos es en la mayoría de los casos alto y costoso, existiendo, por otro lado, métodos de reuso y reciclaje que favorecen al medio ambiente y ralentizan la producción de desechos, es por ello que este proyecto estudia el aprovechamiento de una merma generada en una industria altamente asentada en el país, sobre todo en la zona norte del Perú con el fin de promover una conciencia verde, amigable con el medio ambiente y con el re-aprovechamiento de la materia. La cáscara de plátano tiene, además del uso dado en este proyecto, distintas utilidades en diferentes campos que se pueden potenciar con análisis experimentales e incluso lanzamientos de productos patentados al mercado piurano.

Las empresas productoras de chifles que participaron de las entrevistas dentro del proyecto, muestran interés en implementar una línea de producción alterna que aproveche el gran desperdicio que se genera con cada orden de producción de chifles. El problema principal identificado, radica en la acumulación de los desechos, por lo que tienen que llevarlos por personas externas de la empresa con fines diversos y, mediante esta propuesta, se podría llevar a cabo un nuevo producto, a partir del desecho de un proceso productivo. Generando así ganancias para la empresa.

Dentro de las revisiones bibliográficas, se encontró muchos experimentos realizados para obtener biopolímeros a través de diferentes procesos e involucrando diferentes fuentes de obtención de almidón. Por lo cual, es posible obtener bioplástico a partir de diferentes productos cuya composición de almidón es distinta. Estas evidencias prueban una vez más la tendencia de investigación en la que se encuentran los biopolímeros.

Como conclusiones y recomendaciones del capítulo de experimentación y análisis de resultados, el bioplástico a partir de cáscara de plátano puede adquirir distintas formas según el molde que lo contenga y composición dependiendo de los tipos y cantidades de insumos usados, por lo que puede aplicarse a distintos fines como sustituto en distintos campos de la industria del plástico, dependiendo de la temperatura de cocción de la mezcla y de la presión ejercida en ella.

En el proceso de experimentación se trató de llevar a cabo bajo las mismas condiciones en la realización de cada prueba. Sin embargo, esto no fue determinante para que no se produzcan ciertos tipos de errores que siempre están presentes en los procesos experimentales y, que si bien pueden disminuirse, no pueden ser eliminados ya que involucran errores humanos como: apreciación, medición, empleo de herramientas precisas, entre otros.

El bioplástico como plato frente a platos convencionales de plásticos derivados del petróleo, tiene menor tiempo de degradación debido a su característica más resaltante: su biodegradabilidad por lo que calza perfecto con la utilización rápida de este utensilio, ya que los platos “descartables” son usados, en su mayoría, una única vez, tendiendo a acumularse sin ningún fin más que esperar su largo periodo de degradación.

En el aspecto socio-económico, si bien como se evaluó en los antecedentes el costo de producción de los biopolímeros es elevado con respecto al costo de producción de los plásticos convencionales, se puede resaltar sus ventajas frente al medio ambiente y su contribución a difundir una conciencia verde en las industrias y en el uso moderado del plástico, por lo que su valor agregado sería este último punto que lo hace indiscutiblemente más amigable con la tierra, las personas y mejora la imagen de las empresas que implementan su uso.

Durante todo el proyecto es necesario mantener un orden, coherencia y trabajo conjunto, creándose espacio para la versatilidad y trabajo en equipo. Una de las formas de trabajo del equipo fue la división de tareas por parte de cada integrante, el diseño y estructuración del trabajo permitió realizar actividades en paralelo.

Bibliografía

- AlastairIles, Abigail. (2013). Expanding bioplastics production: sustainable business innovation in the chemical industry. *Journal of Cleaner Production*, 38.
- Altamirano, O. (2012, 11 13). *El Correo*. Retrieved from <http://diariocorreo.pe/ciudad/botadero-controlado-no-va-mas-en-el-distrit-219555/>
- Álvarez, J. V. (2014). *Bioplásticos: efectos e impactos sobre la gestión de los envases*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid - Cátedra ECOEMB.
- Álvarez, J. V. (n.d.). *Bioplásticos: efectos e impactos sobre la gestión de los envases*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid - Cátedra ECOEMB.
- Andina. (2916, 9 5). *Andina*. Retrieved from <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-ana-estudio-revela-contaminacion-del-agua-la-cuenca-del-rio-piura-629487.aspx>
- Armando Romero, C. (2014). *Tendencias de la producción y el comercio del banano en el mercado internacional y nacional*. Lima: MINAGRI - DGPA.
- Armando, C. (2017, 11). *Minagri*. Retrieved from <file:///C:/Users/Sophia%20Rolando/Downloads/boletin-banano.pdf>
- ARTURO CRISTÁN FRÍAS, I. I. (2015). *redalyc*. Retrieved from [redalyc: http://www.redalyc.org/html/539/53906905/](http://www.redalyc.org/html/539/53906905/)
- ASOBIOCOM . (n.d.). Retrieved from Asociación Española de Plásticos biodegradables compostables: <http://www.asobiocom.es/>
- Ballesteros Paz, L. V. (2014). *Biblioteca Digital*. Retrieved from http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/2247/1/Los%20Biopl%C3%A1sticos_Laura%20Ballestero_USBCTG_2014.pdf

- BASF. (2017). Retrieved from <https://www.basf.com/pe/es/we-create-chemistry/creating-chemistry-magazine/resources-environment-and-climate/naturally-good-searching-for-new-bio-based-raw-materials-for-industry.html>
- BASF. (n.d.). *Un empaquetado inteligente*. Retrieved from <https://www.basf.com/pe/es/we-create-chemistry/creating-chemistry-magazine/food-and-nutrition/boxing-clever.html>
- Bonfati, F. (2004). *Universidad nacional del nordeste*. Retrieved from <http://200.45.54.140/unnevieja/Web/cyt/com2004/2-Humanidades/H-006.pdf>
- BRASKEM. (2017). Retrieved from <http://www.braskem.com.br/perfil>
- Cárdenas Díaz, F. (2009, Octubre). *Dirección General de Competitividad Agraria*. Retrieved from Estudio del Mercado de la Cadena de Plátano: http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/banano/estudio_platano.pdf
- Castellon, H. (2014). *Plásticos oxo-biodegradables vs. Plásticos biodegradables*.
- Castro, P. (2015, 01 24). *La República*. Retrieved from <http://larepublica.pe/24-01-2015/piura-genera-820-toneladas-de-basura-al-dia-y-no-tiene-un-relleno-sanitario>
- Chariguaman C, J. A. (2015). *Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá*. Escuela Agrícola Panamericana.
- de Almeida, A., Ruiz, J. A., López, N. I., & Pettinari, M. J. (2004). Bioplásticos: una alternativa ecológica. *Química Viva*, 2.
- De la Rosa Martínez, A. F., & Núñez Solís, A. C. (2014). *Obtención de una película de bioplástico a partir del colágeno de las patas de pollo*. Quito: Universidad Central Del Ecuador.
- Diaz Cajiao, S. F., & Hurtatiz Hernandez, A. R. (2012). *DISEÑO, FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE BOLSAS BIODEGRADABLES*. Bogotá: UNIVERSIDAD EAN.
- DRASAM. (2016). *Diagnóstico de la cadena de valor del cultivo del plátano*. Retrieved from <http://www.drasam.gob.pe/vista/web/docs/DIAGNOSTICO%20PLATANO.pdf>
- DuPont. (2017, Septiembre). Retrieved from <http://www.dupont.com/products-and-services/plastics-polymers-resins.html>
- Estévez, R. (2013, Septiembre 20). *Eco Inteligencia*. Retrieved from <https://www.ecointeligencia.com/2013/09/contaminacion-plastico-fronteras/>
- Fernández Morales, J. J., & Vargas Romero, P. A. (2015). *ELABORACIÓN DE UN PLAN DE NEGOCIOS PARA DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE PAPA EN CONTRA DE LA CONTAMINACIÓN*

- EN COLOMBIA. Retrieved from <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/13350/2/PRODUCCI%C3%93N%20DE%20BIOPL%C3%81STICOS.pdf>
- FERNÁNDEZ MORALES, J. J., & VARGAS ROMERO, P. A. (2015). *ELABORACIÓN DE UN PLAN DE NEGOCIOS PARA DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE PAPA EN CONTRA DE LA CONTAMINACIÓN EN COLOMBIA*. Retrieved from <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/13350/2/PRODUCCI%C3%93N%20DE%20BIOPL%C3%81STICOS.pdf>
- Freshplaza. (2016). *Freshplaza*. Retrieved from <http://www.freshplaza.es/article/99714/Per%C3%BA-La-exportaci%C3%B3n-de-banano-org%C3%A1nico-crece-un-19-procent>
- García Quiñonez, A. V. (2015, Enero). *ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE*. Retrieved from Consorcio de Bibliotecas Universitarias de El Salvador: <http://redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/2436/1/05%20Obtenci%C3%B3n%20de%20un%20pol%C3%ADmero%20biodegradable.pdf>
- García Quiñonez, A. V. (2015). *Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz*. Santa Tecla: Enero.
- Guillén Jiménez Moserrat, S. T. (2014). *¡Contribuye con medio ambiente! ¡Elaboración de bioplásticos a través de polisacáridos!* Cruz Azul: Centro Educativo Cruz Azul.
- Hahn-Hiigerdal, O. L. (1996). Fermentation of lignocellulosic hydrolysates for ethanol production. *Enzyme and Microbial Technology*, 12-331.
- Huilca, F. (2017, 04 02). *Andina*. Retrieved from <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-piura-se-duplica-volumen-basura-la-ciudad-tras-lluvias-e-inundaciones-661215.aspx>
- INEI. (2017). *INEI*. Retrieved from http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1440/index.htm
- IPCNI. (2015). *IPCNI*. Retrieved from IPCNI: <http://ipcni.com.pe/archivos/bol-informativo-2016/bol-banano.pdf>
- Jaramillo, A. (2017, 06 30). *Merca2.0*. Retrieved from <https://www.merca20.com/cuales-son-las-innovaciones-que-mas-atraen-los-consumidores-en-un-empaque/>
- Koo, W. (2017). *Agro Data*. Retrieved from <http://agraria.pe/noticias/exportacion-de-chifles-supero-los-us-14-millones-al-13059>
- Koo, W. (2017, 01 18). *AGRODATAPERU*. Retrieved from <https://www.agrodataperu.com/2017/01/platanos-banano-peru-exportacion-2016-diciembre.html>

- Lambis, H. H. (2016, Mayo 26). *Extracción de almidón a partir de residuos de piel de plátano*. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/303541238_Extraccion_de_almidon_a_partir_de_residuos_de_piel_de_platano
- Liñan, S. G. (2015, Julio 21). *El Financiero*. Retrieved from <http://www.elfinanciero.com.mx/opinion/contaminacion-por-el-plastico.html>
- López Gil, B. A., F.S. Ardanuy Raso, R.-P. M., Saja, M. Á., & de Altres, J. A. (2012). *Almidón termoplástico celular reforzado con fibras naturales: Una opción biodegradable para el envasado de alimentos*. Catalunya.
- Marin, J. (2010). *Introducción al Diseño de Experimentos*. España: Universidad Carlos III de Madrid.
- McCabe, W., Smith, J., & Harriot, P. (1991). *Operaciones unitarias en ingeniería química*. Madrid: McGrawHill.
- Meza Ramos, N. P. (2016). *Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio*. Perú.
- Nadal- Medina, R. M.-S.-R.-S.-G. (2009). GENETIC DIVERSITY OF BANANAS AND PLANTAINS (*Musa spp.*) DETERMINED BY RAPD MARKERS. *Fitotec*, 1-2.
- Navia, D. P., & Villada C., H. S. (2014, Febrero 08). *Revista Biotecnológica*. Retrieved from Universidad del Cauca: <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/296/251>
- Navia-Porras, D. P., & Bejarano-Arana, N. (2014, mayo 16). *Evaluación De Propiedades Físicas De Bioplásticos Termo-Comprimidos Elaborados Con Harina De Yuca*. Retrieved from Colombia
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México DF: McGrawHill.
- Pacheco Gina, F. N.-S. (2014). *Bioplásticos*. México D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pacheco Gina., F. N.-S. (2014). Bioplásticos. *BioTecnología*, p. 1.
- Peláez, F. (2007). *Monografias.com* S.A. Retrieved from <http://www.monografias.com/trabajos5/plasti/plasti2.shtml>
- Perry. (1997). *Chemical Engineer Handbook*. New York: McGrawHill.
- Plastics Europe*. (2015). Retrieved from Plastics Europe: <http://www.plasticseurope.es/usuarios-de-los-plasticos.aspx>

- Proyectos Peruanos. (2016, Setiembre 28). *Proyectos Peruanos*. Retrieved Setiembre 01, 2017, from <http://proyectosperuanos.com/platanos/>
- Ramos, E. (2016). *Agro Data*. Retrieved from <http://agraria.pe/noticias/exportacion-de-chifles-supero-los-us-14-millones-al-13059>
- RPP. (2014, 10 08). *RPP*. Retrieved from <http://rpp.pe/peru/actualidad/piura-registro-de-contaminacion-ambiental-es-inadecuado-noticia-731925>
- RPP. (2017, 5 18). *RPP*. Retrieved from <http://rpp.pe/peru/piura/alerta-por-contaminacion-de-posibles-microorganismos-patogenos-en-piura-noticia-1051616>
- RPP Noticias. (2011, Junio 23). *RPP Noticias*. Retrieved from <http://rpp.pe/peru/actualidad/piura-impulsan-produccion-de-banano-organico-en-el-valle-del-chira-noticia-378256>
- Sánchez, A. (2016). *INEI*. Retrieved from https://www.inei.gob.pe/media/cifras_de_pobreza/pobreza2016.pdf
- Sanz, E. (2015). *Muy interesante*. Retrieved from <https://www.muyinteresante.es/curiosidades/preguntas-respuestas/por-que-se-anade-limon-a-la-manzana-para-evitar-que-se-oscorezca-141372849617>
- Senasa. (2017, 04 18). *Senasa*. Retrieved from <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/exportaciones-peruanas-de-banano-cayeron-en-valor-9-5-en-el-primer-trimestre-del-ano/>
- SIAR. (2016). *SIAR*. Retrieved from <http://siar.regionpiura.gob.pe/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=683&verPor=&idTipoElemento=8&idTipoFuente=>
- SIAR. (2017, 09 07). *Álamo, L.* Retrieved from <http://siar.regionpiura.gob.pe/index.php?accion=verDestacados&idevento=674&idti-poevento=4>
- Sifuentes, E. (2016). *Minag*. Retrieved from http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/produccion-agricola-pecuaria-avicola-dic16_2_0.pdf
- Sifuentes, E. (2016, 12). *MINAGRI*. Retrieved from http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/produccion-agricola-pecuaria-avicola-dic16_2_0.pdf
- Solutions, U. F. (2016). *Ficha técnica de producto terminado*. Retrieved from http://www-unileverfoodsolutions-com.s3.amazonaws.com/ext%2Fdownload%2Fmis%2Fcr%2F156377_es.pdf
- Terry L. Richardson, E. L. (1999). *Industria del plástico*. ee.uu: Ediciones Paraninfo, S.A.

- Tiempo. (2015, 5 30). *El Tiempo*. Retrieved from <http://eltiempo.pe/cuatro-tramos-del-rio-piura-usados-basurales-urbanos/>
- Tiempo, E. (2017, 5 17). *El Tiempo*. Retrieved from <http://eltiempo.pe/la-contaminacion-del-aire-piura-supera-tres-veces-lo-permitido/>
- Torres, S. (2012). *Guía practica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú.
- Vargas Romero, P. A., & Fernández Morales, J. J. (2015, Enero 23). *Repositorio Institucional Universidad Militar de Nueva Granada*. Retrieved from <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/13350/2/PRODUCCI%C3%93N%20DE%20BIOPL%C3%81STICOS.pdf>
- Vezina, A. &. (2016, Setiembre 13). *ProMusa*. Retrieved from Sistema de nomenclatura para los bananos cultivados: <http://www.promusa.org/Sistema+de+nomenclatura+para+los+bananos+cultivados>
- Wikipedia. (2017, agosto 22). *Fundación Wikimedia, Inc.* Retrieved from <https://es.wikipedia.org/wiki/Chifle>
- Wikipedia. (2017, Octubre 26). *Wikipedia*. Retrieved from https://es.wikipedia.org/wiki/Poluci%C3%B3n_por_pl%C3%A1stico
- Yesquén, F. (2017, 06 04). *WALAC*. Retrieved from <http://walac.pe/piura-entre-las-ciudades-con-mas-casos-de-ninos-con-asma-en-el-peru/>
- Zapata, R. (2017, 05 18). *El Comercio*. Retrieved from <http://elcomercio.pe/peru/nino-costero-piuranos-mascarillas-polvo-contaminado-424290>
- Zola, A. B. (2016, Noviembre 19). Retrieved from ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA OBTENCION DE BIOCOMBUSTIBLE A PARTIR DE CÁSCARA DE PLÁTANO Y SU USO EN COCINAS ACONDICIONADAS DE LA INDUSTRIA CHIFLERA EN LA CIUDAD DE PIURA, PERÚ: <https://hdl.handle.net/11042/2830>

Anexos

Anexo #1: Boletín Estadístico de Producción Agrícola, Pecuaria y Avícola, diciembre 2016

Región	Año	Tomate	Zapallo	Avena verde	Zanahoria	Ajo	Cebolla	Maca dorado	Papa	Tronco y raíz	Mango	Frutilla
Nacional	2015	2186,3	2199,6	318,3	176,2	80,8	760,2	396,2	376,6	2 056,3	346,0	344,7
	2016*	2322,6	2055,5	319,5	171,9	74,2	705,0	399,6	452,7	2 072,9	372,9	344,7
Ancash	2015	0,2	0,3	1,8	4,0	0,1	0,0	7,2	0,9	137,4	1,3	9,4
	2016*	0,2	0,3	1,6	4,3	0,1	0,0	6,4	1,0	137,3	2,0	8,3
Arequipa	2015	7,5	11,7	2,6	5,3	0,0	9,0	58,9	26,1	1,5	6,8	0,2
	2016*	5,3	7,8	2,8	5,0	0,0	6,3	43,0	20,5	1,7	6,0	0,2
Ayacucho	2015	2,5	3,5	3,5	2,4	0,8	1,1	19,4	3,7	0,4	0,4	0,4
	2016*	2,7	3,1	3,2	1,6	0,3	1,0	18,5	3,4	0,4	0,3	0,2
Ayacucho	2015	30,8	57,6	10,2	56,6	67,0	450,5	28,8	32,1	0,0	0,2	0,0
	2016*	42,5	58,9	11,1	63,6	68,8	454,0	40,1	32,6	0,0	0,2	0,0
Cajamarca	2015	1,1	0,5	4,1	2,6	1,5	4,3	12,6	5,3	2,6	0,4	1,3
	2016*	1,5	0,5	3,5	1,9	1,8	3,6	9,6	5,1	2,2	0,5	1,2
Cajamarca	2015	1,1	1,7	19,6	3,4	4,5	1,7	28,2	4,7	38,9	9,5	2,8
	2016*	0,9	1,5	18,6	4,0	0,0	1,7	23,7	4,5	39,1	2,2	2,6
Cusco	2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2016*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cusco	2015	0,4	2,5	3,1	6,3	0,0	5,9	37,4	6,2	33,8	0,7	6,7
	2016*	0,4	2,5	3,1	6,3	0,0	5,9	37,4	6,2	33,8	0,7	6,7
Huancavelica	2015	0,1	2,4	20,0	0,2	0,6	0,1	5,8	0,6	0,5	0,2	0,5
	2016*	0,1	2,3	22,2	0,3	0,4	0,1	6,6	0,7	0,5	0,2	0,5
Huancavelica	2015	2,3	11,9	26,7	7,5	0,2	2,0	7,9	2,7	207,4	0,6	3,9
	2016*	2,3	11,9	26,7	7,5	0,2	2,0	7,9	2,7	207,4	0,6	3,9
Huancavelica	2015	1,5	7,3	11,7	4,2	0,1	0,9	5,4	2,8	208,5	0,7	4,1
	2016*	1,5	7,3	11,7	4,2	0,1	0,9	5,4	2,8	208,5	0,7	4,1
Huancavelica	2015	106,3	40,7	0,3	0,0	0,2	91,9	14,1	57,0	2,1	8,3	0,0
	2016*	95,4	45,5	0,3	0,1	0,1	84,9	15,8	56,6	2,1	8,3	0,0
Ica	2015	0,8	2,7	29,2	3,7	3,4	8,0	81,7	31,9	195,0	1,2	31,3
	2016*	0,8	2,6	27,4	3,1	3,2	6,0	77,0	34,1	191,3	1,9	30,2
Ica	2015	5,9	13,9	4,8	5,0	2,8	39,2	9,6	132,8	7,7	4,6	2,5
	2016*	6,5	14,2	4,0	5,6	2,2	25,9	9,7	177,6	7,9	4,5	2,8
La Libertad	2015	12,0	2,9	1,7	4,0	0,0	14,0	20,8	7,7	5,2	32,4	0,9
	2016*	13,1	3,4	4,1	4,7	0,0	16,8	23,7	8,3	7,4	51,0	1,3
La Libertad	2015	49,9	23,0	4,0	40,9	8,3	36,4	28,2	81,3	4,2	10,4	0,4
	2016*	49,2	19,2	3,0	35,0	8,8	44,8	38,2	92,1	3,7	9,6	0,4
Lima	2015	1,6	0,7	0,3	0,4	0,1	7,5	0,8	1,6	0,3	0,0	0,0
	2016*	1,0	0,7	0,1	0,2	0,0	7,7	0,8	1,8	0,3	0,0	0,0
Lima Metropolitana	2015	1,7	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	17,9	3,3	268,0	1,2	34,3
	2016*	1,8	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	19,7	3,5	276,1	1,2	34,9
Lima Metropolitana	2015	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2016*	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Moravia	2015	0,2	0,5	0,1	0,3	0,0	2,3	1,0	6,4	0,0	0,1	0,0
	2016*	0,2	0,5	0,1	0,3	0,0	2,6	0,8	6,2	0,0	0,1	0,0
Pasco	2015	0,0	8,5	2,7	0,6	0,0	0,0	13,2	4,0	92,6	0,1	3,5
	2016*	2,0	0,1	0,8	0,8	0,2	8,2	1,3	4,3	263,8	258,1	1,0
Piura	2015	1,6	0,2	0,8	1,1	0,2	6,3	1,8	7,0	274,3	275,3	1,4
	2016*	1,6	0,2	0,8	1,1	0,2	6,3	1,8	7,0	274,3	275,3	1,4
Puno	2015	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	8,5	0,1	1,5	11,5	0,0	4,6
	2016*	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	8,5	0,1	1,5	11,5	0,0	4,6
San Martín	2015	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	38,2
	2016*	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	38,2	2,1
Tarma	2015	7,4	7,8	0,1	0,0	0,4	18,3	1,6	0,4	0,4	0,1	0,0
	2016*	7,4	7,8	0,1	0,0	0,4	18,3	1,6	0,4	0,4	0,1	0,0

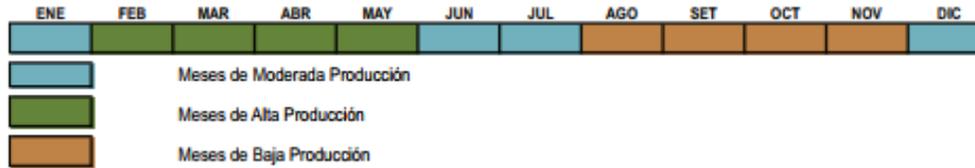
Fuente: SIEA (Sifuentes, Minag, 2016)

Anexo #2: Producción mundial de plátano 2011 (t)

N°	Ubicación	2011
1	Angola	2646070
2	Brasil	7329470
3	Camerún	4776000
4	China	10705740
5	Colombia	5093470
6	Costa Rica	2027120
7	Ecuador	8019764
8	Filipinas	9165040
9	Ghana	3679830
10	Guatemala	2869145
11	India	29667000
12	Indonesia	6132700
13	México	2138690
14	Nigeria	2700000
15	Perú	1967920
16	República Unida de Tanzania	3872770
17	Ruanda	3036314
18	Tailandia	2036430
19	Uganda	11070345
21	Otros	26509297
	TOTAL	145443115

Fuente: FAO 2011 (DRASAM, 2016)

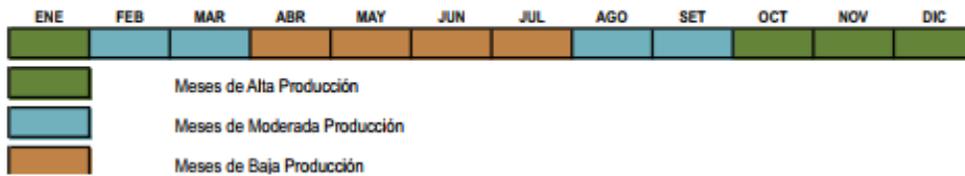
Anexo #3: Estacionalidad de la producción de plátano y banano en Región Piura



Fuente: MINAGRI (Armando, 2017)

Anexo #4: Estacionalidad de la Producción de plátano y banano en la Selva

Gráfico N° 26: Perú. Estacionalidad de la Producción del Plátano v Banano en la Selva



Fuente: MINAGRI (Armando, 2017)

Anexo #5: Piura: se duplica el volumen de basura en la ciudad tras lluvias e inundaciones



Fuente: Andina (Huilca, 2017)

Anexo #6: Cuatro tramos del río Piura son usados como basurales urbanos



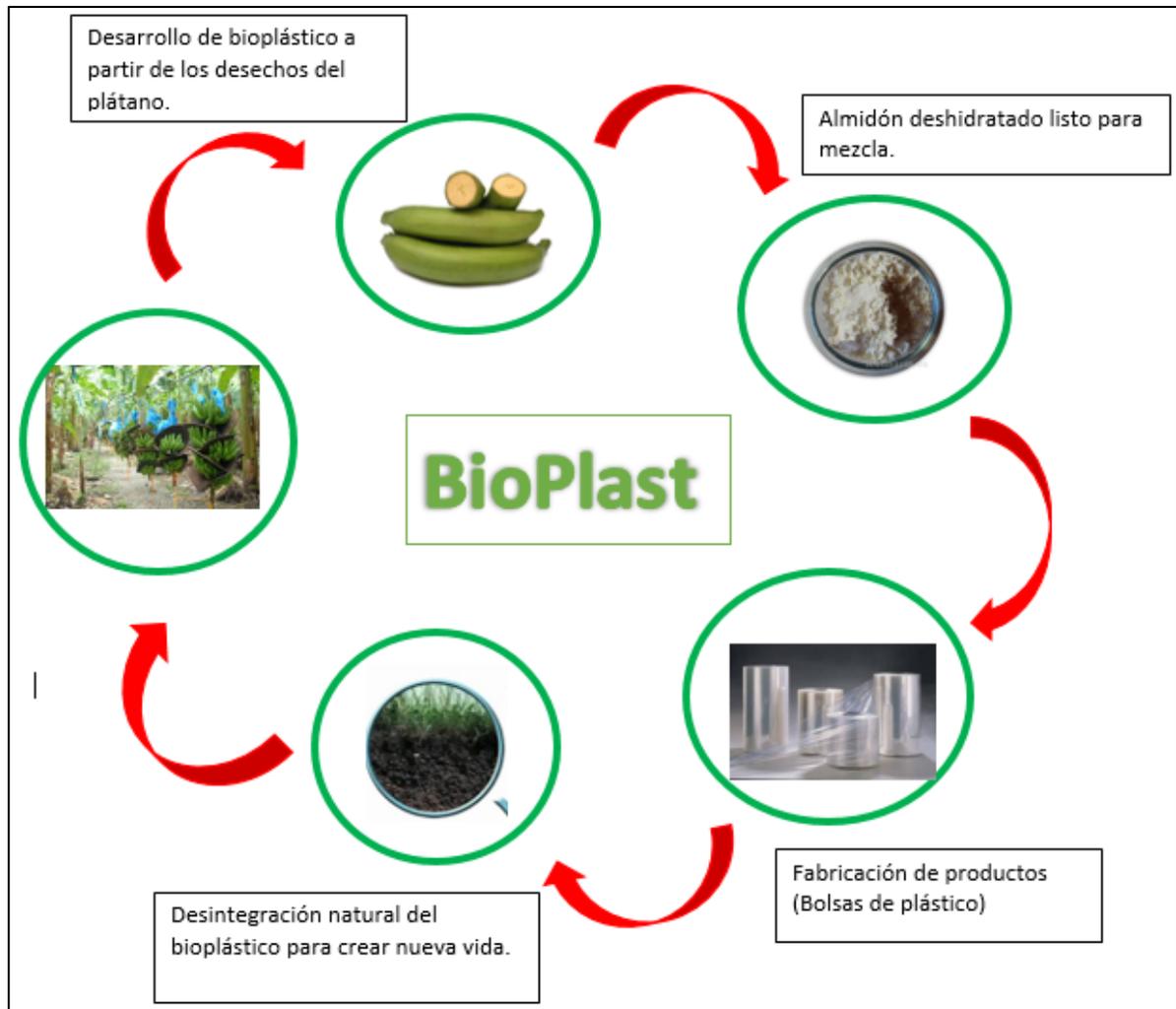
Fuente: Diario el Tiempo (Tiempo, 2015)

Anexo #7: "Botadero controlado" no va más en el distrito castellano



Fuente: El Correo (Altamirano, 2012)

Anexo #8: Ciclo de vida del Bioplástico



Fuente: Elaboración Propia

Anexo #9 Tabla Ingresos

Cantida d de servicio s	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Bioplati co (Kg.)	60,00 0	720,00 0											

Precios	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Bioplás tico (soles /Kg.)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	

Cantida d x Precio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Bioplás tico (soles /Kg.)	240,0 00	2,880, 000											
Ingreso s	240,0 00	2,880, 000											

Fuente: Elaboración propia

Anexo #10: Entrevista a Alberto Casas

Esta entrevista fue realizada el día 12 de setiembre del 2016, en la cual participaron los miembros del equipo y el experto Alberto Casas, dueño de la empresa Juanita la Española E.I.R.L. Se realizó esta entrevista para conocer datos valiosos de esta empresa para el desarrollo del proyecto y para conocer el grado de interés que uno de los principales interesados presentaba con respecto a la idea del proyecto.

Entrevistadores: Stephanie Villanueva.

Stephanie Villanueva: ¿Cuántos kilogramos salen de cáscara de plátano a diario aproximadamente, cuántos plátanos utiliza mensualmente en su empresa?

Alberto Casas: Te voy a hacer un estimado, porque el objetivo de la planta no es la cáscara entonces no tenemos una medida exacta de lo que me pides. La cáscara no nos importa, la regalamos, es más, es basura para nosotros. La planta procesa aproximadamente 2500 plátanos diarios como mínimo, llegando a un tope de 5000 diarios.

Stephanie Villanueva: ¿Plátano bellaco verdad?

Alberto Casas: Si, el bellaco que viene de la selva. Como te seguía diciendo, no tengo una idea exacta de la cantidad de cáscara producida, pero por 2500 plátanos llenamos aproximadamente 8 sacos de cáscara y calculo que cada saco debe pesar alrededor de 18 kilos.

Stephanie Villanueva: ¿Y esas cáscaras las botan, o sea viene alguien y las recoge?

Alberto Casas: Si, viene un chico y se los lleva. Los usa como alimento para cerdos.

Stephanie Villanueva: ¿Cuántas veces por semana viene esa persona las cáscaras?

Alberto Casas: Mas o menos 2 o 3 veces por semana, depende del tiempo.

...

Stephanie Villanueva: ¿Quiénes son sus proveedores de plátanos?

Alberto Casas: Hay dos proveedores, son dos hermanos. El 90% de los chifles producidos son enviados a Lima, casi muy poco se queda acá porque la competencia es muy grande. Trabajamos con toda la cadena de markets de los grifos PECSA, PRIMAX, REPSOL y otros clientes distribuidores. Mi hermana también tiene una empresa y yo le vendo a ella. Ella ya

se encarga de venderle a los grifos. Mi hermana es como la distribuidora, su empresa es la ESPAÑOLITA S.A.C. En Piura, solo vendemos en su tienda.

Stephanie Villanueva: ¿Y cuánto es el costo de la materia prima?

Alberto Casas: En este momento, por cada millar, 360 nuevos soles.

Stephanie Villanueva: ¿Y qué otros gastos comunes tienen en la empresa como luz, agua teléfono?

Alberto Casas: Si, están los gatos de luz, agua que es lo más importante y el tema de alquiler de la planta, por el área de 150 m². También costo fijo de materia prima y combustible. Trabajamos con gas.

...

Stephanie Villanueva: ¿Y el empaquetado?, ¿cómo es el tema del empaque?

Alberto Casas: Tenemos dos tipos de empaquetado. Uno es el celofán común y corriente. Este lo compramos acá. La segunda bolsa es de aluminio. Esa bola si la conseguimos en Lima.

...

Stephanie Villanueva: ¿Tienen maquinaria instalada en la empresa o toda la producción es artesanal?

Alberto Casas: Todo el proceso es artesanal, menos en la parte de embolsado para las bolsas de aluminio. Contamos con una maquina semi automática para el sellado.

...

Stephanie Villanueva: ¿Estaría dispuesto en trabajar con nosotros en un proceso de producción de bioplástico con las cáscaras de plátano? ¿qué es lo primero que esperarías?

Alberto Casas: Si, se ve un proyecto interesante y más que todo ayuda al medio ambiente. Lo primero que desearía saber es que beneficios económicos obtengo con este proyecto.