



TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

ESTUDIO Y PROCEDIBILIDAD DE UN BIOPOLIMERO
DE BAJADENSIDAD A PARTIR DE LA EXTRACCION
DE ALMIDON DE (MUSA BALBISIANA) PARA
FUTURA ADAPATABILIDAD AL PROCESO DE
EXTRUSION

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Presenta:

GONZALEZ TREJO ANDREA VIRIDIANA

201820428

SANCHEZ ROJAS BENJAMIN

201721909

PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO

ASESOR INTERNO:

IQI.ALBERTO COCOM CELAYA

Coacalco de Berriozábal, ENERO/2024

AGRADECIMIENTOS

IQ. González Trejo Andrea Viridiana

Conforme pasa el tiempo y analizas los resultados de tu esfuerzo no queda más que agradecer por todo. En primer lugar, agradezco a dios por permitirme llegar al final y comienzo de una etapa distinta, por la sabiduría que me dio en cada uno de los obstáculos que se me presentaron. Por bendecir mi camino y permitirme ser una profesional.

En segundo lugar, agradezco a mi madre por darme la vida, por educarme y enseñarme a perseguir mis sueños y tener muy claras mis metas, a mi hermana por su apoyo incondicional, por ser un buen ejemplo para mí, por enseñarme y guiarme en momentos difíciles agradezco todo el trabajo u esfuerzo puesto en mí para que este objetivo se cumpliera. A mi padre por seguir en el camino y darme siempre la máxima caridad.

Agradezco a las personas que fueron mi compañía en esta etapa de vida, por los buenos consejos, por los mejores aprendizajes, por cada uno de los momentos compartidos, por esas mínimas y extensas palabras que me motivaban a seguir, a no perder nunca la emoción de que lo lograría, profesores, compañeros, amistades cada momento fue importante e irremplazable.

IQ. Sánchez Rojas Benjamín

Quiero aprovechar estas líneas para agradecer a todas las personas que me han ayudado y me han apoyado a lo largo de estos años de duro trayecto.

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, por darme la vida, por la formación y la educación, por siempre apoyarme y que siempre me han inyectado moral en mis peores momentos, no solo a los vividos a causa de mis estudios sino a los propios de la vida.

A mi madre, por el gran amor y devoción, por el apoyo ilimitado e incondicional, por escúchame y siempre tener algo que decirme, por prepararme mis platillos favoritos y por consentirme como hasta el día de hoy. No hay palabras en este mundo para agradecerte todo mamá.

A mi padre, por el valor y el coraje que has tenido para levantarte ante cualquier adversidad, por ser un ejemplo para mí, un ejemplo de responsabilidad, de trabajo, de generosidad y de buenos valores. Muchas gracias, papá.

A mis hermanos que, por supuesto son los mejores, por su cariño y apoyo incondicional durante este largo proceso, por compartir alegrías y tropiezos juntos los amo a todos.

A mis amigos y compañeros de la universidad que han hecho que este proceso como lo es la carrera se llevara de una forma más amena, gracias por apoyarme con un consejo, un aliento, por las buenas y porque no también las malas experiencias que vivimos juntos.

Por último, no quería pasar por alto la oportunidad de agradecer a todos los profesores que compartieron conmigo sus conocimientos a lo largo de mi educación universitaria.

AUTORÍA

El desarrollo y la experimentación del presente trabajo: “Estudio y procedibilidad de un biopolímero a partir de la extracción de almidón de (MUSA BALBISIANA); para futura adaptabilidad al proceso de extrusión” en el laboratorio de Química analítica, Tecnológico de estudios superiores de Coacalco son de absoluta responsabilidad de los autores

I.Q. González Trejo Andrea Viridiana
I.Q. Sánchez Rojas Benjamín

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo fundamental formular un biopolímero con propiedades adaptables al proceso de extrusión, partiendo de la extracción de almidón de plátano macho, mediante dos métodos diferentes de extracción.

Los métodos de extracción tienen como objetivo recuperar el almidón mediante un método en seco y uno en base húmeda, identificando y verificando la utilidad de cada métodos, para posterior tomar como base el método con mayor % de potencial ; el enfoque principal es reducir los índices de contaminación provocados por plásticos altamente contaminante derivados del petróleo, de acuerdo a investigaciones sobre biomateriales hemos encontrado estrategias que nos han motivado a continuar con el desarrollo de este proyecto apostando a que en los últimos años se han centrado en reducir costos de producción y aumentar la productividad. Los residuos orgánicos son ricos en fuentes de azúcares, y fibra de almidón, los cuáles dentro de este proyecto es factible ver potencialmente útiles dándoles un tratamiento químico en productos con valor agregado.

Hablamos de una futura adaptabilidad al proceso de extrusión porque es uno de los procesos más continuos y factibles en la producción a nivel industrial. Desde que el plástico se convirtió en un factor de importancia para las economías de las naciones; el consumo va de la mano; sabemos que día con día hay nuevos productos novedosos; nuevos usos y nuevas tecnologías.

INTRODUCCION

México, autosuficiente en producción de plátano: Agricultura

De acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en 2020 la producción de plátano fue de dos millones 468 mil toneladas, que se sembraron en una superficie de 81 mil 081 hectáreas en 16 entidades del país.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural -11 de noviembre de 2021

La dependencia federal indicó que la producción de bananos mexicanos es de alta calidad y apreciada en el mundo, pues cada año se comercializan cerca de 600 mil toneladas en mercados como China, Países Bajos, Reino Unido, Corea del Sur, Italia, España, Ucrania y Rumania, entre otros.

Estados Unidos y Japón lideran las compras de la fruta tropical mexicana, las cuales, de acuerdo con el SIAP, observaron un aumento significativo hasta alcanzar poco más de 451 mil y 57 mil toneladas, respectivamente.

El plátano es el fruto más exportado en el mundo, el tercero más producido en México, y nuestro país ocupa el lugar número 12 como productor a nivel mundial.

Los platanales mexicanos generan rendimientos notables, pues su productividad supera la media mundial, con más de 30 toneladas por hectárea, indicó la dependencia federal.

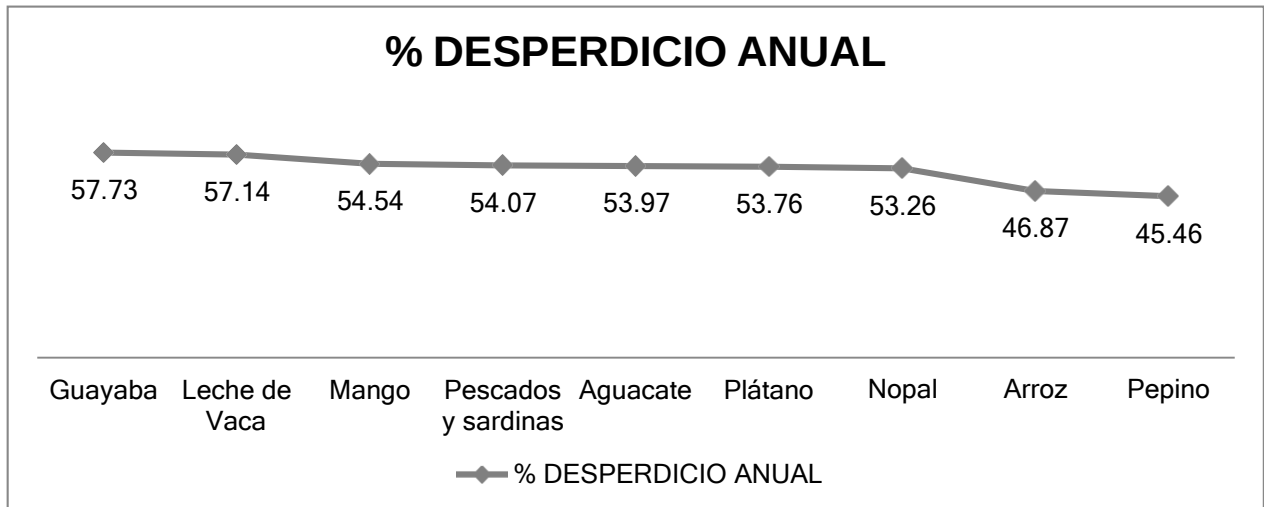
DESPERDICIO DE PLATANO EN MEXICO 2020-2023

Alimentos más desperdiciados en México

De acuerdo a datos de la FAO, la siguiente lista de productos, son los que más se descartan al año en México.

Tabla 1.1 PRODUCTOS CON ALTO % DE DESPERDICIO EN MEXICO 2023

PRODUCTO	% DESPERDICIO ANUAL
Guayaba	57.73
Leche de Vaca	57.14
Mango	54.54
Pescados y sardinas	54.07
Aguacate	53.97
Plátano	53.76
Nopal	53.26
Arroz	46.87
Pepino	45.46



La FAO calcula que en América Latina se pierden al año 127 millones de toneladas de alimentos, 10 veces la capacidad de la central de abastos de la capital mexicana, el mercado mayorista más grande del mundo.

En México, 34% de los alimentos que se producen no llegan hasta el consumo final por diferentes razones. Algunas de ellas son:

- Poca tecnología en el campo.
- Falta de intención de compra justa.
- Caminos intransitables.
- Transportes inadecuados.

Las pérdidas de plátano en México 2023, son una alternativa para no llamarlas desechos y brindar un aprovechamiento futuro al mercado, ya que se permite contribuir al desarrollo de la cadena de producción del plátano; dando opción a que este sea utilizado a futuro en diversas aplicaciones.

Una de las alternativas es el aprovechamiento de materia prima considerada desperdicio o materia inservible, para la extracción de almidón; el plátano es un polisacárido que tiene diversas aplicaciones en diferentes industrias entre las que puede destacar; papel, textil, farmacéutica, adhesivos, y alimentos, en esta última se utiliza para la formulación y/o elaboración de un biopolímero, para el estudio y adaptabilidad del proceso de extrusión, que si lo vemos aplicado en unos años puede ser materia fundamental para la formulación de subproductos de uso cotidiano.

El fruto, plátano es considerado como uno de los frutos con mayor cantidad de almidón, puede llegar a tener entre 70 y 80% en base seca e incluso parte de este proyecto es analizar y verificar si la cascara podría aprovecharse para tal fin. (CABRERA M. et al., 200)

Cuando hablamos del término "CONTAMINACION" puede sonar preocupante pero no tanto cuando lo vemos reflejado en cantidades numéricas ¿Cuántas toneladas de plástico generamos por día, por año, y por persona?

La contaminación por plásticos es uno de los principales retos medioambientales en nuestra actualidad, el proceso de producción y destrucción de los mismos contaminan de manera exponencial los ecosistemas. Con este ritmo se calcula que para el 2050 habrá 12 mil millones de toneladas de residuos plásticos contaminando nuestro planeta.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) declaró que al año se producen alrededor de 300 mil millones de toneladas de residuos plásticos, en el mar el 80 por ciento de los residuos marinos son plásticos. La descomposición de los plásticos sobrepasan los 100 años, razón por la cual el acumulo de los mismos cada vez aumenta.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) muestra que actualmente son 199 millones de toneladas de desechos plásticos en el océano, los cuales representan un mínimo de 85 por ciento de todos los desechos marinos.

Y ¿Ahora? Que solución le damos; pensamos que en 25 años estaremos cada vez mas atacados de contaminación plástica y ¿Realizamos cambios para evitarlo?

Por ello planteamos estrategias para que esas cifras puedan ir a la baja; Con el diseño de nuestro proyecto buscamos implementar un biopolímero a base de la extracción del almidón del plátano teniendo aproximadamente un 83.97% de recuperación.

Aprovechar los residuos como materia prima es un nuevo proceso que favorece de forma ambiental y económica teniendo la seguridad que concluyendo su vida útil no generara residuos contaminantes, y evite mediante ahorro energético la emisión de gases de efecto invernadero al calentamiento global.

La producción de plásticos es cada vez más elevada; llevar un biopolímero a futura producción industrial mediante el proceso de extrusión puede generar implementación de nuevos productos e incluso podemos hablar de más oportunidad de aprovechamiento de materias orgánicas para producción de biopolímeros. Los plásticos son los polímeros mas importantes actualmente en el mercado, tienen una amplia gama de propiedades y son muchos y diversos los métodos de fabricación que satisfacen estos requerimientos es por ello que esta oportunidad de implementación nos parece de lo más viable.

La elaboración de nuestro polímero se debe al almidón que es un carbohidrato que podemos encontrar de manera abundante en la naturaleza tendrá propiedades parecidas a las sintéticas y se le realizara un control de calidad para identificar el porcentaje de adaptabilidad al proceso de extrusión y a la implementación de más biomateriales de este tipo.

Pensamos en el tiempo que tarda en degradarse un material en base de petróleo; y pensamos en los años que estamos reduciendo con la producción de este material, verdaderamente sería una gran diferencia.

CAPITULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

Pensar en biopolímeros fue clave para la identificación de problemáticas recurrentes por la continua producción de plásticos derivados del petróleo; incluyendo también que punto importante fue la posición que actualmente tienen en diversas aplicaciones y que por ello el consumo diario sigue incrementando como futuras cifras dañinas al medio ambiente. Actualmente los biopolímeros y/o biomateriales no son muy comunes en el consumo diario, puesto que seguimos apostando al uso de plásticos convencionales, pero que pasaría si hablamos de nuevas alternativas que a futuro disminuirán las cifras acumulativas de contaminación. El desarrollo de este proyecto busca que este mismo terminando su vida útil no sea contaminante al contrario que sea degradable a corto tiempo y así mismo tenga como resultado mas producción y diversas aplicaciones.

¿Qué es un biopolímero? ¿Cómo radica su importancia? Es de gran importancia dar un amplio concepto sobre que es un biopolímero, cuál es su proceso de degradación, que utilidad futura puede tener, bien. Los términos “biopolímero” o “bioplástico” parecen causar tanta confusión como el término “biodegradable”. El prefijo “bio” viene del griego “vida” y la vida y los plásticos como que no suenan exactamente compatibles.

¿Entonces qué son los biopolímeros? Los biopolímeros son polímeros producidos por organismos vivos, en otras palabras, son biomoléculas poliméricas. Existen 3 tipos principales de biopolímeros: los poli nucleótidos (RNA y DNA), los polipéptidos y los polisacáridos. Y todos estos biopolímeros los encontramos en la naturaleza; en nuestro cuerpo, en las plantas y animales.

El término biodegradación en el campo de los polímeros hace referencia al ataque de microorganismos a estos materiales, proceso a través del cual se obtiene la desintegración del polímero en pequeños fragmentos debido a la ruptura de enlaces en su cadena principal.

La biodegradación de plásticos generalmente es un proceso complejo. Debido al tamaño molecular de los polímeros y a su falta de solubilidad en agua, los microorganismos no son capaces de transportar el material polimérico a sus células donde la mayoría de procesos bioquímicos tienen lugar.

Por lo que inicialmente excretan enzimas extracelulares que de-polimerizan el material. Buscamos que las condiciones sean similares a las de un plástico convencional; considerando las bases del proceso y/o metodología hablamos de un porcentaje de similitud de aprox. 65%, donde el 45% lo enfocaremos en propiedades biodegradables dado que gran parte de nuestro objetivo es enfocado al cuidado de medio ambiente y a una futura adaptabilidad y aplicación a nivel industrial

Actualmente El 75% de los polímeros de almidón se utilizan para la fabricación de envases y embalajes. El 50% de ellos están constituidos por mezclas de almidón con otros polímeros basados en petroquímica, la dirección es realizar el estudio de la procedibilidad al proceso de extrusión identificando que estos biomateriales en conjunto con poliésteres alifáticos; mejoran la procedibilidad y biodegradabilidad.

JUSTIFICACION

PROBLEMÁTICA A RESOLVER O NECESIDAD O REQUERIMIENTO DE MERCADO –ANTECEDENTES

El sector del plástico representa un 5% de la contribución de la industria manufacturera al PIB de México; el consumo de este material en México es de siete millones de toneladas al año. Mónica Conde, directora general de Ambiente Plástico, indicó que, a nivel mundial, el consumo de plástico ronda los 500,000 millones de toneladas; en la cifra se contemplan más de 120 millones de toneladas de material reciclado que se convierte en materia prima nueva.

El crecimiento del sector en México representa un reto para los productores de maquinaria y los operadores de procesos como la extrusión. Mónica Conde, directora general de Ambiente Plástico, explicó que el aumento en la demanda de cubre bocas incrementó el consumo de maquinaria para transformar plástico, específicamente, de fibra de propileo. Actualmente, 4,500 empresas del sector operan en el país; 15 son productoras de resina, 180 proveen maquinaria y equipo, y el resto son fabricantes de compuestos, distribuidores, entre otros. Aproximadamente, el 92% de las empresas son micro, 5% pequeñas, 2% medianas y sólo el 1% es grande.

Ricardo Corona Beltrán, director del Instituto Mexicano de Innovación y Tecnología en Plásticos y Hule de Nuevo León, resaltó que el sector requiere capital humano especializado. Por ello, se creó una carrera universitaria especializada en plástico, con la finalidad de formar profesionales con conocimientos de inyección, extrusión y sopleo de este material.

El director informó que, en 2019, se importaron 3,000 millones de dólares (mdd) en moldes de plástico; en 2021, se importaron 2,800 mdd en moldes y componentes para moldes. "A nivel nacional, existen 319 empresas con vocación de fabricación de moldes; tan sólo en el norte, 163 necesitan personal capacitado para contribuir a la sustitución de lo que se importa". Corona Beltrán mencionó que las empresas productoras de dispositivos médicos tuvieron un crecimiento de 300% y, con ello, aumentó la fabricación de piezas plásticas. "Monterrey se está convirtiendo en un hub de empresas de dispositivos médicos. De tener dos empresas con 20 máquinas de inyección previo a la pandemia, ahora rondan las 450 máquinas de inyección instaladas y serán más". En ese sentido, adelantó que llegará una empresa del ramo (con base en Reynosa) que empleará a 2,500 personas. En base a las estadísticas anteriores nos enfocamos en analizar la alta producción de plástico a nivel mundial pero ¿nos preocupamos por la degradación de todas esas toneladas?, que grandes industrias producen anualmente, pensamos en que un 50 % de los procesos implementaron el reciclaje y el 50% restante trabaja en continua contaminación mucho del producto nuevo que se consume a diario ha sido reprocesado más de 3 ocasiones bajo diferentes procesos, pero que pasa con todo el desperdicio que no se recupera, que solo funciona como basura y que permanece en los suelos, mares, aire, etc. o tan solo con todos los gases tóxicos que se liberan en los procesos productivos.

OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICOS

Formulación de un biopolímero a partir de la recuperación del almidón de plátano macho para futura adaptabilidad al proceso de extrusión

1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recuperar de manera eficiente mediante dos procesos de extracción ; almidón del plátano para formular un biopolímero
- Efectuar el proceso de extracción base húmeda, base seca analizando la eficiencia y el porcentaje de viabilidad de cada proceso.
- Efectuar la elaboración del biopolímero a escala laboratorio
- Determinar parámetros fisicoquímicos y de calidad; tal como dureza, densidad, humedad.
- Estudio y adaptabilidad al proceso de extrusión

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2 MARCO TEORICO Y FUNDAMENTOS

POLÍMEROS

Los polímeros son moléculas de gran tamaño, constituidas por “eslabones” orgánicos denominados monómeros, unidos mediante enlaces covalentes. Los eslabones están formados, fundamentalmente, por átomos de carbono y pueden poseer grupos laterales o radicales con uno o más átomos. Estas moléculas orgánicas son las que constituyen los materiales plásticos que conocemos y también los tejidos de los seres vivos. (RUIZ, 2019)

Las proteínas, la madera, la quitina, el caucho y las resinas, así como la mayoría de las sustancias orgánicas, son polímeros; también lo son materiales sintéticos como los plásticos, las fibras, los adhesivos, etc. Sin embargo, poseen una estructura similar que se rigen bajo las mismas teorías. (CARDENAS, 2018)

HISTORIA DE LOS POLIMEROS

Desde sus orígenes, el hombre ha manipulado en su propio beneficio las sustancias poliméricas naturales. Por ejemplo, ha trabajado la madera, hilado el algodón, la lana y otras fibras vegetales, curtido el cuero, y fabricado materiales compuestos de construcción, como el adobe. Estos avances fueron significativos para el desarrollo de la civilización moderna, aunque no afectaron realmente a la estructura original, o composición, de estos polímeros. Además, cabe mencionar que la vida, tal como la conocemos hoy en día, tiene una base polimérica, puesto que tanto el ADN y el ARN como las proteínas, son macromoléculas naturales. (GARCÍA, 2014)

El consumo de plásticos o polímeros sintéticos ha aumentado muchísimo en los últimos treinta años. Estos materiales se usan como sustitutos de los naturales, tales como

madera, lana, acero y concreto. Sin embargo, el mercado que consume el mayor porcentaje de plásticos es el de embalajes y empaques.

También se usan polímeros plásticos en medicina en la fabricación de los denominados biomateriales. Estos sirven para hacer prótesis, órganos artificiales y se usan también en la preparación de medicamentos.

Los primeros plásticos sintéticos fueron fabricados alrededor de 1860. Nacieron como consecuencia de la búsqueda de materiales sustitutos del marfil, que era muy codiciado y escaso, y de las fibras naturales que pudieran ser moldeados y extruidos en finas hebras. Los primeros plásticos fueron polímeros a los que podríamos denominar "semi sintéticos" ya que se obtuvieron modificando uno natural como la celulosa.

Desde la antigüedad los seres humanos han utilizado polímeros de origen natural para satisfacer algunas de sus necesidades. El asfalto era empleado en el medio oriente en tiempos bíblicos y el algodón era conocido en México antes de la llegada de Colón. También en épocas precolombinas el látex era conocido por algunos pueblos americanos y los mayas lo empleaban para fabricar pelotas para jugar. Colón y otros exploradores que visitaron este continente quedaron fascinados con este material y llevaron muestras a Europa. Al látex le encontraron algunas aplicaciones, donde las más importantes fueron realizadas luego del descubrimiento del proceso de vulcanización. Este descubrimiento fue logrado de forma accidental por el norteamericano Charles Goodyear en 1839 y dio origen a la industria del caucho. En el mismo siglo XIX hubo otros descubrimientos importantes como el de la nitrocelulosa en 1846 por Christian Schönbein que también se logró accidentalmente.

En el mismo año se descubrió el colodión, material a partir del cual se pudo obtener el celuloide en 1860 y que permitió la fabricación de peines y películas fotográficas entre otras cosas. (CALVILLO, 2012)

PROPIEDADES DE LOS POLIMEROS

Los polímeros presentan diversas propiedades y estas determinan el uso al que serán sometidos, estas diversas propiedades son:

Mecánicas: las propiedades dependen del esfuerzo que se aplique, de la temperatura a la que se someta y del tiempo que dure la aplicación. La deformación es la suma de deformación elástica y de la plástica.

Térmicas: los plásticos tienen una baja conductividad térmica, y cuando un elemento sufre un calentamiento breve, puede alcanzar temperaturas de trabajo superiores a las admitidas teóricamente.

Eléctricas: todos los plásticos presentan buenas propiedades dieléctricas y un comportamiento bueno como aislantes eléctricos.

Químicas: depende principalmente de la naturaleza química de la propia molécula básica de la cadena. A la hora de seleccionar un plástico para la fabricación de piezas se debe tomar muy en cuenta el medio en el que se va a encontrar.

Absorción de humedad: La absorción de agua depende fundamentalmente de la polaridad, que es equivalente a la hidrofilia de los monómeros que forman el polímero. La

absorción de agua se especifica en el aumento de peso del polímero después de una permanencia de 24 h. (RUIZ, 2019)

PLASTICOS BIODEGRADABLES

En el tratado Internacional de contaminación marina, se ha ratificado un grupo de restricciones sobre plásticos y desechos que son vertidos en el mar. El congreso de la Unión en Estados Unidos presenta el acta de Control y Contaminación de plásticos en la marina con prohibiciones específicas acerca de los desechos plásticos en el mundo. Consecuentemente, el interés por el desarrollo de productos biodegradables que sustituyan a plásticos convencionales ha ido en aumento. Este tipo de plásticos puede ser susceptible a varios tipos de degradación entre las que se encuentran:

- a) Degradación microbiana la cual se presenta cuando la secreción de enzimas producidas por bacterias y hongos degradan el plástico bajo condiciones aerobias o anaerobias. El rango de degradación es sensible al crecimiento microbiano, mezcla, temperatura y oxígeno en el ambiente.
- b) Degradación por microorganismos, algunos invertebrados e insectos como la babosa y el caracol consumen los plásticos como alimento. Esto ocurre de diversas formas, entre las que se encuentran la masticación, lo que origina un considerable deterioro de las estructuras físicas y químicas de los plásticos. La digestión de estas macromoléculas remueve componentes, tales como enzimas las que entran en contacto con las piezas de plástico ocasionándoles un daño menor.
- c) Foto degradación, se produce cuando la radiación de luz ultravioleta generada por el sol al ser absorbida genera la descomposición de las moléculas plásticas. Estudios realizados en plásticos sintéticos como Polietileno (PE), Polipropileno y poliestireno indican que este tipo de radiación puede ocasionar daños en las capas externas de los mismos. La foto degradación ocasiona una disminución en el peso molecular e introduce grupos de oxígeno en la cadena polimérica, facilitando su degradación química.
- d) Degradación química, algunos aditivos químicos como antioxidantes y peróxidos promueven reacciones que ocasionan el deterioro de la estructura molecular del polímero.
- e) Otros factores como la acción mecánica, viento y la lluvia pueden deteriorar el polímero. Lo extenso de la degradación depende del medio ambiente alrededor del mismo y del tipo de polímero. (RUTIAGA, 2002)

RESIDUOS UTILIZABLES

Como se ha mencionado en los párrafos anteriores la generación de residuos o subproductos de plátano se originan por pérdidas o desperdicios de la cadena o producción alimentaria, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés) presenta una pirámide jerárquica (Figura I- 3) de seis niveles para la recuperación de residuos orgánicos en especial para los residuos de alimentos en los que se da a conocer las acciones que se pueden tomar para minimizar o aprovechar estos residuos, en ella se da prioridad a las acciones de reducción de la fuente, rescate de alimentos para consumo humano y recuperación para alimentación animal.

Como una forma de utilización de los residuos de plátano a continuación se presenta los diversos subproductos de los residuos para una minimización de los residuos, su recuperación o reciclaje para una disposición final mínima en los basureros.

Algunos productos realizados con la elaboración de alimentos son descritos a continuación.

A) Harina. Se obtiene de someter el fruto dañado, la cascara, raquis a un proceso de cortado, molido y deshidratado. Es utilizado en la formulación de productos alimenticios.

B) Almidón, pectinas y derivados. El fruto del plátano y las cáscaras se someten a un proceso de cortado, molido, lavado y secado para obtener el almidón, pectinas y sea utilizado en las distintas industrias como gelificantes, espesantes y/o estabilizadores (alimenticia, farmacéutica, química, textil y de papel). (RAMIREZ, 2019)

POLIMEROS A BASE DE ALMIDON

Debido a la química que poseen los plásticos derivados del petróleo, no se ven afectados por los microorganismos, por lo que se les considera no biodegradables. Sin embargo, no existen plásticos degradables que son obtenidos de materia prima que es renovable, como almidón, aceites vegetales, azúcares considerando a estos como biopolímeros que pueden ser degradados con condiciones controladas.

Un plástico degradable permite mantener su integridad física durante su manufactura debido al material por el cual está construido. Al término de su vida útil se desecha y se degrada por los agentes ambientales que comienzan a cambiar su estructura químicamente, convirtiéndose en sustancias simples, si estos agentes son entes biológicos como microorganismos, el material se denomina biodegradable y los productos son dióxido de carbono y agua. Si la degradación es anaeróbica los productos son metano y dióxido de carbono. (CARDENAS, 2018)

Existen diferentes procesos mediante los cuales se pueden obtener biopolímeros de almidón. Se distinguen tres grandes grupos de productos:

Polímeros derivados de almidón parcialmente fermentado

Polímeros derivados de almidón puro

Polímeros derivados de almidón modificado

BIODEGRADACION DEL ALMIDON

El almidón es metabolizado por organismos que producen amilasas, enzimas que rompen los enlaces glucosídicos entre los residuos alfa-glucopiranosil del almidón. Estas enzimas son producidas por una gran variedad de organismos, incluyendo al hombre, animales, plantas, bacterias y hongos. La mayoría de las amilasas tienen un peso molecular de 50,000 y son secretadas por las células, almacenadas en espacios periplasmáticos o localizadas en tejidos específicos. En general, las amilasas pueden dividirse en dos clases.

La primera consiste en glucosidasas (hidrolasas) donde se incluye la α -amilasa, endoenzima que hidroliza enlaces α -1,4 glicosídicos al azar sobre la molécula de almidón; β -amílase, exoenzima que remueve unidades de maltotriosa del extremo no reductor de la cadena del polímero, sin romper en las uniones α -1,6; las glucoamilasas, exoenzimas que remueven unidades de glucosa sucesivas del extremo no reductor pero que también son capaces de hidrolizar los enlaces α -1,6; las pululanases, endoenzimas que hidrolizan enlaces α -1,6 glicosídicos presentes en el pululan, un polímero lineal de maltotriosas unidos por enlaces α - 1,6. La segunda clase de enzimas degradadoras de almidón consiste en glicosiltransferasas las cuales hidrolizan los sustratos y participan en reacciones que involucran la transferencia de grupos glicósidos. (AREVALO, 1996)

VENTAJAS Y DESVENTAJAS FRENTE AL PLASTICO

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.

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. (PIZA, ROLANDO, & RAMIREZ, 2017)

Tabla 1.2 COMPARATIVA DE UN PLASTICO ESTÁNDAR VS BIOPOLIMERO

BIOPLASTICO VS PLASTICO		
CARACTERISTICAS	BIOPLASTICO	PLASTICO
Degradable al 100%	SI	PARCIAL
Transparente	SI	SI
Moldeable	SI	SI
Resistencia a la corrosión	SI	SI
Baja densidad	SI	SI
Disminuye % de contaminación	SI	PARCIAL
Aislante eléctrico	SI	SI
Tiempo máximo de degradación	1 AÑO	100 AÑOS
Reciclaje	SI	PARCIAL

BIOPLASTICO EN EL PROCESO DE EXTRUSION

El aumento de los precios internacionales del petróleo, la inestabilidad de la situación geopolítica de las regiones que poseen las grandes reservas mundiales y el consenso global sobre la necesidad de promover el desarrollo de tecnología que disminuya la emisión de gases de efecto invernadero, como el CO₂, han impulsado la producción de productos químicos a partir de materias primas basadas en fuentes renovables.

El reciclado es y será una solución, pero se produce sobre el residuo ya generado y, además, no es una alternativa efectiva para todos los plásticos. Los biopolímeros suponen, en cambio, una solución desde el origen del problema. Los biopolímeros, que en su mayor parte proceden de recursos renovables, se basan en una alternativa interesante para la industria de los plásticos. Estos bioplásticos pueden procesarse mediante las mismas tecnologías que los materiales termoplásticos convencionales, tales como extrusión, inyección o soplado. Así, los polímeros basados en recursos renovables biodegradables están mostrando un creciente interés, tanto en la sociedad en general como en la industria de los plásticos, así como en el sector agrícola, ya que supondría una salida de sus productos hacia mercados diferentes. (VALERO & ORTEGON, 2013) Es un proceso termo mecánico, de fusión y mezclado a alta temperatura. Se basa en la acción de uno o dos husillos que giran en una camisa cilíndrica hermética dotada de control de temperatura. La aplicación de una temperatura base (que garantice el fundido del biopolímero) acompañada de las fuerzas de cizalla generadas al hacer girar el bioplástico fundido entre el husillo y el cilindro, resulta en una temperatura y presión elevadas a lo largo del extrusor que mediante su giro mezcla y empuja al fundido. La longitud del husillo tiene tres zonas principales: zona de alimentación, zona de compresión o transición y zona de dosificación. La mezcla fundida es empujada por un aboquilla con un orificio de salida de sección circular. Se forma entonces un hilo o filamento que acto seguido se sumerge en un baño de agua a temperatura ambiente para que la mezcla se solidifique y enfríe. A continuación, el filamento pasa por una estación de secado y corte que lo trocea formando la granza o "pellets". (GARCIA, 2021)

CAPITULO III. DESARROLLO

METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Existen métodos tradicionales de extracción industrial de almidón, pero estos suelen ser no aplicables directamente a especies vegetales ya que el plátano cuenta también con % de compuestos químicos como es la proteína, lípidos y fibra por lo que a nivel laboratorio es necesario realizar ajustes (Flores-Gorosquera et al.,2004;Cabrera M. et al.,2007)

Con el desarrollo de la parte experimental buscamos contribuir al aprovechamiento industrial de los residuos de plátano, implementando un nuevo material aprovechable y amigable con el medio ambiente.

El desarrollo del proyecto consiste en 3 etapas; la primera comprende la caracterización del fruto (**MUSA BALBISIANA**), la segunda que comprende la extracción del almidón por los métodos seco y húmedo y la tercera y última es la formulación de un biopolímero derivado de las cantidades recuperadas de almidón realizando un estudio de adaptabilidad al proceso de extrusión.

ETAPA I

CERACTERIZACION DEL PLATANO MACHO (MUSA BALBISIANA).

Tabla 1.3 ANALISIS DE PULPA DE PLATANO MACHO (MUSA BALBISIANA).

	CANTIDAD
Humedad (%)	65.03
Cenizas (%)	1.00
Grasas (%)	0.37
Fibra (cruda) (%)	1.21
Proteína (%)	1.37
Carbohidratos (g)	32.00
Azucares totales (g)	15.00
Fosforo (mg)	34.00
Calcio (mg)	7.03
Magnesio (mg)	37.00
Potasio (mg)	370-425
Sodio (mg)	1.00
Hierro (mg)	0.59
Zinc (mg)	0.14-019

(Sharrock y Lusty 2000).

-<https://www.vegaaffinity.com/comunidad/alimento/platano-macho-beneficios-informacion-nutricional--f420>

<https://www.botanical-online.com/alimentos/platano-macho-composicion-nutricional>

Tabla 1.3.1 COMPOSICION QUIMICA DE LA PULPA DE PLATANO MACHO (MUSA BALBISIANA).

COMPONENTE	UNIDAD
Carbohidratos	31.9
Agua	65.2
Almidones	32-35
Solidos Solubles (°Br)	13-16
Azucares Totales (g)	17.5
Fibra (g)	1.7
Proteína (g)	1.3
Grasa (g)	0.4
Sodio (mg)	4.00
Hierro (mg)	0.55
Potasio (mg)	487
Calcio (mg)	3.00

<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169130/nutrients> ETAPA

II

PROCESO SECO / HUMEDO

En esta segunda etapa el objetivo esencial es extraer de manera eficiente el almidón de plátano macho (**Musa balbisiana**), evaluando la utilidad de ambos procesos, estableciendo parámetros de operación, encontrándose que la deshidratación del almidón en secador de bandejas de aire caliente, tendrá temperaturas optimas son de 40.1°C a 53.8°C (Ramírez-Estrada et., 2007) con un % de humedad final aproximadamente de 20/100% en un tiempo de 8.20 horas (Cabrera et al., 2007) para el segundo método en base húmeda la recuperación dependerá de 30 a 40°C en un tiempo de 8 a 10 horas para tener un alcance mínimo de humedad aproximadamente de 10/100%. Para el primer método en base seco consiste básicamente en un proceso de adaptado (Kent, 1996; Islas-Hernández, 2005) derivado del proceso de secado una vez se complete el tiempo final.

METODO SECO

Este método se llevara a cabo con la molienda seca del fruto y conlleva una deshidratación del fruto seleccionado; reduciendo al máximo el tamaño de partícula para la evaluación y aplicación de este mismo.

ETAPAS

- Selección y pesado
- Lavado
- Pelado
- Tratamiento químico
- Rebanado
- Secado
- Molido y Tamizado
- Empacado

METODO HUMEDO

El método de extracción de almidón por método húmedo consiste en moler y/o triturar la pulpa, retirando mediante proceso líquido los componentes de pulpa de plátano, que son de gran tamaño, haciendo uso de tamices de distintos calibres, se eliminara por decantación, eliminando las pequeñas fracciones resguardadas en el almidón para finalmente someter la materia a un proceso de secado.

ETAPAS

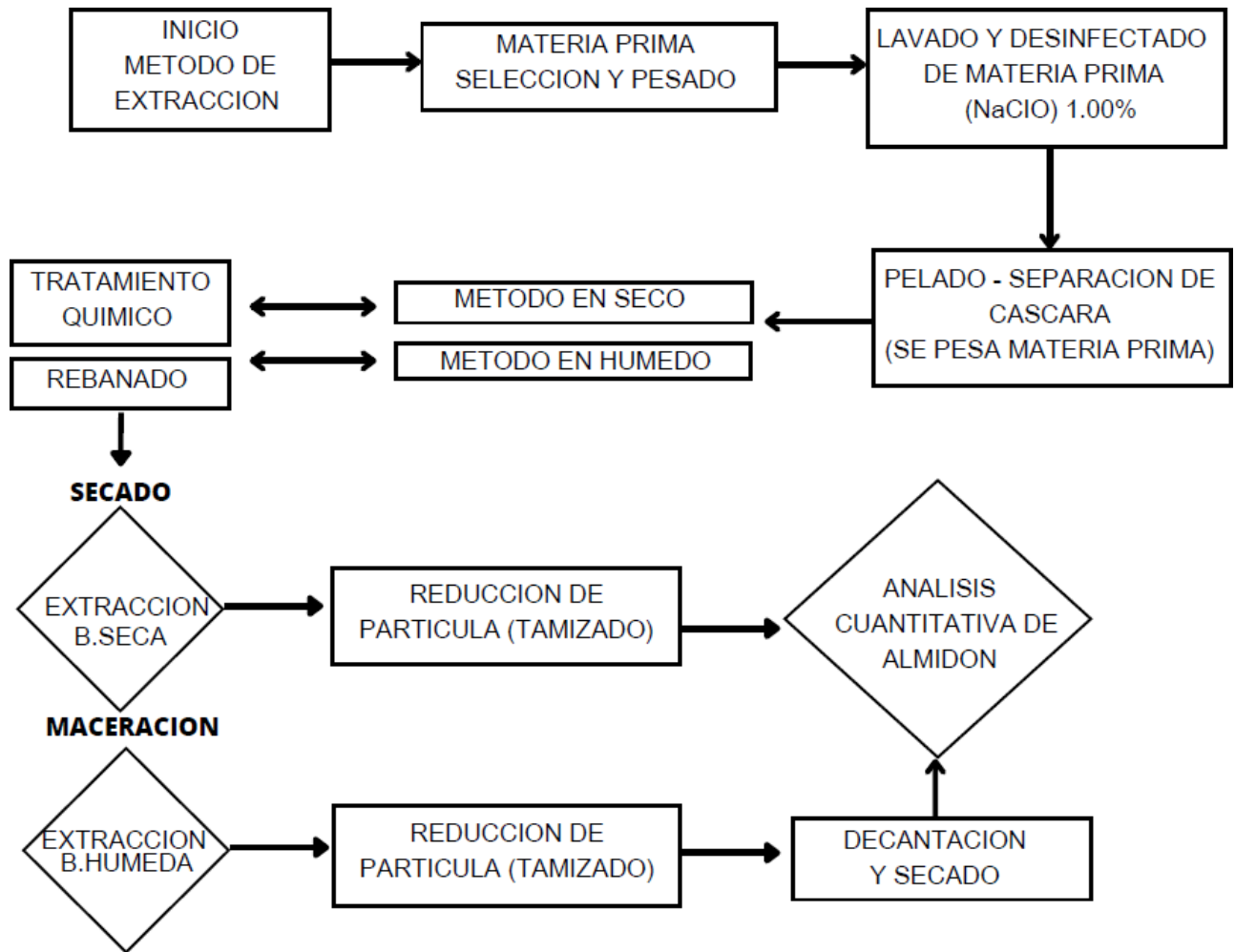
- Selección y pesado
- Lavado
- Pelado
- Rebanado
- Tratamiento químico
- Maceración
- Tamizado
- Decantación
- Secado

El proceso de extracción se llevara a cabo en el laboratorio de química analítica del Tecnológico de estudios superiores de Coacalco (TesCo).

Concluyendo los métodos de extracción se continuara a formular un biopolímero para proceder a realizar el análisis de adaptabilidad al proceso de extrusión.

El fin de esta segunda etapa de desarrollo se busca estandarizar y tomar como base un solo método de extracción de acuerdo a balances de materia, que establecerán el contenido de almidón de la pulpa y con respecto al contenido total de almidón.

DIAGRAMA PROCESO DE EXTRACCION



MATERIALES

Reactivos

1.1 Hipoclorito de sodio de 3.00 %

1.2 Ácido cítrico al 3%

1.3 Ácido ascórbico al 2%

Material

1.1.1 Balanza analítica

1.1.2 Secadora de aire caliente

1.1.3 2-3 Recipientes de vidrio para almacenamiento de materia aproximadamente de 4.00 kg

1.1.4 Embudo de decantación ASTM E438, VIDRIO DE BOROSILICATO 3.3 resistente al calor.

1.1.5 Soporte universal

1.1.6 Vaso de precipitado 250 ml – 500 ml – 1000 ml

1.1.7 Matraz Erlenmeyer de 250 ml – 500 ml

1.1.8 Aro metálico

1.1.9 Papel filtro

1.1.10 2-Charola metálica

1.1.11 Agua destilada

1.1.12 Crisol

1.1.13 Espátula plana

1.1.14 Probeta de agua destilada

1.1.15 Embudo de decantación

1.1.16 Tela de asbesto

1.1.17 Mechero

1.1.18 Agitador

1.1.19 Tamiz

Objetivo: Establecer el rendimiento de extracción de almidón, para un análisis estadístico descriptivo

▪ METODOLOGIA

PROCEDIMIENTO DE EXTRACCION DE ALMIDON - METODO SECO

1. Se seleccionan los frutos a utilizar basándose en criterios de sanidad (**ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN Roma, 2007**), base de cálculo 2.00 kg
2. Se realiza un proceso de lavado con agua potable; retirando la suciedad superficial, y desinfectando los frutos con una solución de NaClO de 3.00 % durante 10 min, ocupando 400 ml de agua para base de 2.00 Kg de materia.
3. Se retiran de la solución y se procede a secar las unidades de materia prima, retirando de manera inmediata la cascara evitando presencia de humedad
4. Las cantidades de materia prima se mantienen en constante evaluación de peso, con el objetivo de identificar el aumento y/o reducción del mismo

5. Aplicación de proceso químico con ayuda de ácido cítrico al 3 M, cuyo objetivo es evitar una reacción de oxidación en la que interviene como sustrato el oxígeno molecular, catalizada por un tipo de enzimas
6. El fruto se rebana en rodajas de 3-4 mm de espesor
7. Se deshidratan en el secador de bandejas de aire caliente a 40°C hasta llegar a 80 °C , importante tener un control de temperaturas para evitar que la materia se carbonice
8. Una vez se tenga un tiempo completo de 8-10 horas se realiza el análisis de las muestras deshidratadas identificando al final del proceso de extracción , el rendimiento de dicho proceso
9. Las rodajas deshidratadas proceden a molerse en un mortero reduciendo el tamaño de la partícula y filtrando nuestra harina en los siguientes tamices

TABLA 1.4 DIMENSION DE TAMIZ

Nº de tamiz	Luz de paso en mm	Nº de tamiz	Luz de paso en mm
18	1.00	35	0,50
20	0,85	40	0,43
25	0,71	50	0,36
30	0,60	60	0,25

PROCEDIMIENTO DE EXTRACCION DE ALMIDON - METODO HUMEDO

1. Se seleccionan los frutos a utilizar basándonos en criterios de sanidad (**ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN Roma, 2007**), se toma como muestra a utilizar 2.00 kg
2. Se realiza un proceso de lavado con agua potable; retirando la suciedad superficial, y desinfectando los frutos con una solución de NaClO 3 M. durante 10 min, ocupando 400 ml de agua para base de 2.00 Kg de materia
3. Se retiran de la solución y se procede a secar las unidades de materia prima , retirando de manera inmediata la cascara evitando presencia de humedad
4. Las cantidades de materia prima se mantienen en constante evaluación de peso, con el objetivo de identificar el aumento y/o reducción del mismo
5. El fruto se corta en rodajas de 3 a 4 mm de espesor que son sumergidas en una solución de ácido ascórbico al 2% en agua destilada durante un periodo de 5 min.
6. La materia que fue rebana se tritura; opción a ser manual o licuadora industrial a velocidad máxima
7. La materia obtenida es una mezcla que posterior se va a tamizar en mallas de 20,40 y 60 US, en cada uno de este tamiz se lava con 3 litros de agua, evaluando que el líquido de salida no tenga residuos aparentes de almidón.
8. La suspensión obtenida se deposita en un recipiente y se deja en estación 2 días
9. Teniendo el líquido recuperado, mediante el proceso de decantación se extraerá el almidón presente.

10. Una vez transcurrido ese tiempo, se procede a secar en bandejas de aire a una temperatura de 40 ° C alcance Max. 65 °C, durante un tiempo de 10 horas medibles.
11. La cantidad obtenida se continúa a pesar y evaluar la utilidad obtenida, almacenándola en bolsa de polietileno de calibre.

DESARROLLO EXPERIMENTAL DE EXTRACCION DE ALMIDON - METODO SECO

1. De acuerdo a la OMS (Organización mundial de la salud), seleccionamos las unidades de fruto a utilizar como materia prima, aplicando seguridad de inocuidad (conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos).
2. Se toma una base de materia prima de 2000 gramos estándar, utilizando como instrumento de medición (balanza granataria de-2610) 610 g, se realiza el peso de las unidades en 4 parcialidades con el objetivo de tener la menor variación (V. 10g Max.



3. Se preparó una solución de NaClO C.13 % con densidad de 1.203 g/ml para una equivalencia de 2 kg x 3.00 Lt de H₂O, se preparó al 3 M -1.170 g/ml-NaClO- Líquido transparente Color: amarillo y verdoso. Densidad a 20°C: 1.170 — 1.203 g/ml Cloro libre: 148.18 g/L Mín.

Debido a la presencia de soda cáustica en el hipoclorito de sodio, el valor del PH aumenta. Cuando el hipoclorito de sodio se disuelva en agua, se generan dos sustancias, que juegan el papel de oxidantes y desinfectantes. Estos son ácido hipocloroso (HOCl) y el ion de hipoclorito el cual es menos activo (OCl⁻).
<https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-hipoclorito-de-sodio.htm#ixzz8BKeeOYHh>

$$M_1 \times l_1 = M_2 \times l_2$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{3.00 M \times 3000 ml}{13.00 M} = \frac{9}{13} = 0.692 L = 692 ml$$

$$\text{Opcion II } \frac{\text{Con. Real}}{\text{Con. Requerida}} = \frac{13}{3} = 4.33$$

$$\frac{3000 ml}{4.33 \%} = 692 ml$$



4. Nuestro proceso de lavado se resume en meter nuestra materia prima durante un periodo de 10 min en la solución preparada de NaClO al 3.00 %, el objetivo es retirar partículas sólidas presentes en la cascara del fruto. se retiraron las unidades secando cada una de ellas y colocándolas en una base seca. Se agrega tabla con los pesos iniciales y posteriores con los pesos después del lavado.
5. Continuamos pesando en 4 parcialidades nuestras unidades de Musa balbisiana identificando si tenemos aumento y /o reducción de nuestro peso inicial equivalente a 2004 g.

1.4.1 Tabla de peso de materia prima

Muestra	Peso parcial sin proceso de lavado (g)	Peso parcial con proceso de lavado (g)
1	588	604
2	576	586
3	430	354
4	410	380
Total	2004	1924
%	100	100
80.00 g por debajo (-)		

6. Verificando y analizando si hay perdida o aumento de peso se procede a retirar la corteza de la pulpa húmeda, cuidando las condiciones de cada unidad, que será la materia principal en el proceso de extracción (Método seco), considerando relación pulpa vs corteza del fruto.

Se identifica y verifica la cantidad base equivalente a 100% (g)

Base de cálculo (g)	Peso real en cantidad de unidades (g)	Peso (g) materia prima después del proceso de lavado	Peso (g) total depulpa húmeda	Total (g) de corteza desprendida
2000	2004	1924	1402	522

El ácido cítrico está presente de forma natural en frutos varios pero también se produce industrialmente siendo apto para el consumo. Usado como ácido por su sabor y por sus cualidades químicas.

7. Una de las mayores limitantes que presentan las frutas mínimamente procesadas, es el desarrollo de coloraciones oscuras no deseadas que afectan negativamente la apariencia de estos productos, siendo este atributo el que determina en mayor medida la aceptación o el rechazo por parte del consumidor (Soliva-Fortuny et al., 2002a; Defilippi y Campos, 2006)
8. El proceso químico para el método seco tiene como objetivo evitar el pardeamiento enzimático, resultado de reacciones originadas por las condensaciones entre compuestos carbonilos y derivados de aminas; o por la degradación de compuestos con enlaces dobles conjugados a grupos carbonilo. Este proceso implica la presencia de carbohidratos en el alimento, ya sea sacarosa, glucosa libre o alguno otro.

El objetivo del tratamiento es evitar que la amilosa del almidón forme enlaces con el yodo y el color sea oscuro.

El pardeamiento enzimático se puede controlar a través del uso de métodos físicos y químicos y, en la mayoría de los casos, se combinan ambos. Los métodos químicos utilizan compuestos que inhiben la acción de la enzima, eliminan sus sustratos (oxígeno y fenoles) o funcionan como un sustrato preferido (Lamikanra, 2002).

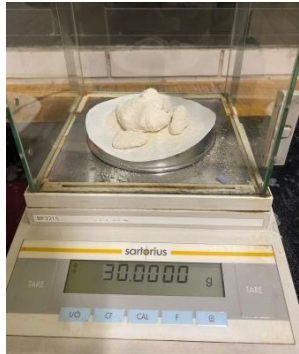
9. Se prepara una solución de ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) al 3 % en una cantidad de 850 ml
Concentración — Reactivo, el objetivo de esta solución es darle un tratamiento a la pulpa de Musa balbisiana con un total de (1402 g), durante un periodo de 15 min.

$$\% = \frac{Xg}{g \text{ Sol.}} \times 100$$

$$X = \frac{3\% (X \text{ Sol})}{100\%}$$

$$\% = \frac{Xg}{1000g} \times 100$$

$$X = \frac{3\% (1000g)}{100\%} = 30g \text{ } C_6H_8O_7$$



Estos sistemas enzimáticos están presentes en la mayoría de los vegetales, pero son de mayor importancia en champiñones, manzanas, duraznos, papas, plátanos, peras y hojas de té. En cambio, en frutas como cítricos y piñas, las reacciones de pardeamiento son menos significativas debido a que contienen pocos sustratos fenólicos y carecen del sistema enzimático (Bello, 2002)

10. Posterior al proceso químico, nuestra masa total equivalente a 1402 gramos, se fraccionara en 5 muestras de 280.4 gramos con el objetivo de evitar la menor pérdida de materia e identificar con más exactitud el peso real, adicional a que partiendo de estas muestras se formulara una película de nuestro polímero a formular.

11. El proceso de secado inicia con una temperatura inicial equivalente a 40°C debido al tiempo de requerimiento total de 10 horas de secado, cada muestra tendrá un periodo de 120 min con una estación de 60 min. Las temperaturas tomadas, fueron controladas evitando que la materia se carbonizara. El incremento de la temperatura se vio reflejado en el periodo de 83 min a 120 min.

TEMPERATURA DE ALCANCE °C (Min 40 °C- Max 80°C)

MUESTRA	Peso exacto de la muestra (g)	Temperatura inicial de secado °C	T°C real a 20 min	T°C real a 40 min	T°C real a 60 min	T°C real a 80 min	T°C real a 100 min	T°C real a 120 min	Peso total en seco (g)
1	280.4	40	44.1	52	55	62	64	66.2	245
Estatus		Per húmedo		Húmedo			Subhúmedo	Seco	
2	280.4	40	43.5	54	55.2	55.9	68	76	251
Estatus		Per húmedo		Húmedo			Subhúmedo	Seco	
3	280.4	40	45	52.8	62	68	71	72	185
Estatus		Per húmedo		Húmedo			Subhúmedo	Seco	
4	280.4	40	43.3	54	57.8	64.2	65	66.9	199
Estatus		Per húmedo		Húmedo			Subhúmedo	Seco	
5	280.4	40	43.2	52	55	64.5	65	67	265
Estatus		Per húmedo		Húmedo			Subhúmedo	Seco	

12. Al término de la eliminación de humedad del fruto (Musa balbisiana), realizamos un análisis y evaluación debido que al deshidratar una fruta, esta pierde alrededor del 75% de su peso original. Teniendo el peso total real a triturar, procedemos a realizar con ayuda de un mortero, la reducción de tamaño de partícula.

La reducción de tamaño es una operación unitaria en la que el tamaño medio de los alimentos sólidos o líquidos se reduce por la aplicación de fuerzas de compresión, impacto



13. El peso obtenido finalmente para el proceso de extracción mediante el método seco fue equivalente a 1145 g, de 1402 g iniciales (Únicamente pulpa). El método de extracción mediante proceso seco tuvo reducción de 257 g.
14. Partiendo de 1145 g, trituraremos la materia seca, hasta reducir la partícula al mínimo, se evalúa nuevamente, teniendo como resultado un total de 447.43 g totales recuperados de almidón mediante el proceso de extracción en seco



de tener el % total de utilidad de cada una de ellas.

1.5 TABLA DE RESULTADOS METODO I

DATOS GENERALES	U (gramos)	(%)
Peso estándar de materia prima	2000	
Materia prima real	2004	100
Peso total	1924	
Peso total de cascara	522	26.05
Peso total de pulpa húmeda	1402	69.96
Humedad inicial de la pulpa	602	30.03
Solución inicial de pulpa	1500	-
	H2O	
Almidón de la pulpa		
Peso total de pulpa seca	1014	50.09
Almidón recuperado con respecto a la pulpa	447.43	22.32
Almidón recuperado con respecto al total	447.73	22.32

CALCULO DEL RENDIMIENTO

CANTIDAD DE MATERIA PRIMA (Gramos) = 100%

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{(100\%)(X \text{ Recuperado})(\text{Base de calculo})}{(2004)}$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{(100\%)(447.43)}{(2004)} = 22.32\%$$

Porcentaje total respecto a base de calculo

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{(100\%)(447.43)}{(1402)} = 31.91\%$$

Porcentaje total respecto al peso total de pulpa

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{(100\%)(447.43)}{(1145)} = 39.07\%$$

Porcentaje total respecto al peso en seco de pulpa

Tabla 1.5.1 EXTRACCION DE ALMIDON

Muestra	Peso inicial pulpa (g)	Peso final en seco(g)	Almidón extraído (g)	% almidón extraído con respecto a la pulpa	% Rendimiento extraído con respecto al total
1	280.4	245	89.09	6.35	19.91
2	280.4	251	91.33	6.51	20.41
3	280.4	185	83.61	5.96	18.68
4	280.4	199	94.75	6.75	21.17
5	280.4	265	88.65	6.32	19.81
Total	1402 g 100%	1145 g 81.66%	447.43 g	6.37 %	25.99%

Base de cálculo 2.00 kg de plátano macho

DESARROLLO EXPERIMENTAL DE EXTRACCION DE ALMIDON - METODO HUMEDO

1. De acuerdo a la OMS (Organización mundial de la salud), seleccionamos las unidades de fruto a utilizar como materia prima, aplicando seguridad de inocuidad (conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos).
2. Se toma una base de materia prima de 2000 gramos estándar, utilizando como instrumento de medición (balanza granataria de-2610) 610 g, se realiza el peso de las unidades en 4 parcialidades con el objetivo de tener la menor variación (V. 10g Max.)
3. Se preparó una solución de NaClO C.13 % con densidad de 1.203 g/ml para una equivalencia de 2 kg x 3.00 Lt de H₂O, se preparó al 3 M -1.170 g/ml
NaClO-Líquido transparente Color: amarillo y verdoso. Densidad a 20°C: 1.170 – 1.203 g/ml Cloro libre: 148.18 g/L Mín.

$$M_1 \times l_1 = M_2 \times l_2$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$
$$V_1 = \frac{3.00 \text{ M} \times 3000 \text{ ml}}{13.00 \text{ M}} = \frac{9}{13} = 0.692 \text{ L} = 692 \text{ ml}$$

$$\text{Opcion II } \frac{\text{Con. Real}}{\text{Con. Requerida}} = \frac{13}{3} = 4.33$$

$$\frac{3000 \text{ ml}}{4.33 \%} = 692 \text{ ml}$$

4. Nuestro proceso de lavado se resume en meter nuestra materia prima durante un periodo de 10 min en la solución preparada de NaClO al 3.00 %, cuyo objetivo es retirar partículas sólidas presentes en la cascara del fruto. Al término del tiempo se retiraron las unidades secando cada una de ellas y colocándolas en una base seca. Se agrega tabla con los pesos iniciales y posteriores con los pesos después del lavado.

Muestra	Peso parcial sin proceso de lavado (g)	Peso parcial con proceso de lavado (g)
1	606	607
2	600	609
3	591	499
4	204	299
Total	2001	2014
%	100	100

13.00 g por arriba (+)

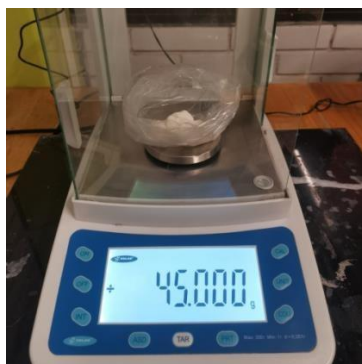
5. Verificando y analizando que para este proceso hubo aumento de peso se procede a retirar la corteza de la pulpa húmeda, evaluando el peso real a ocupar para este método de extracción, los frutos serán rebañados en rodajas de aproximadamente 4 mm de espesor, se depositaran en un recipiente con una solución de ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$), se utilizó el ácido ascórbico como un antioxidante natural, el mismo que permita conservar tanto las propiedades fisicoquímicas como bromatológicas del plátano durante la extracción de almidón.

$$\% = \frac{Xg}{g \text{ Sol.}} \times 100$$

$$X = \frac{3\% (X \text{ Sol})}{100\%}$$

$$\% = \frac{Xg}{1500g} \times 100$$

$$X = \frac{3\% (1500g)}{100\%} = 45g \text{ } C_6H_8O_6$$



6. La solución se aplicara en un periodo controlado y monitoreado de 5 min, al término del tiempo total de 300 segundos la materia , se tritura de manera manual, opción a molerla en licuadora industria
7. Teniendo nuestra materia triturada de deposita en una tela filtrante (Se evalúan g totales), el peso total de molienda es equivalente a 2801g, en comparativa con el peso inicial tenemos aumento de humedad de 787.
8. En una base de 1800 ml agua destilada se sumergirán 2801 g de pulpa con 2telas filtro evaluando y monitoreando el método durante un periodo de 2 días completos, posterior se deja en estación 3 ocasiones más con un total de 1000 ml en periodo de 120 min con el objetivo de que el agua de salida no tenga residuos aparentes de almidón.



9. Todas las fracciones de solución, se almacenan en un recipiente midiendo el total de volumen obtenido, durante un periodo de 4 horas se deja en estación para posterior realizar un proceso de separación (Decantación).
10. La cantidad de almidón obtenida fue de 1266.5 g totales húmedos, esta cantidad se deshidrata a una temperatura de 40-60 °C periodo estimado 8 horas, posterior a eliminar humedad tenemos un total de 663.21 g recuperados.
Se realizó una tabla de temperaturas alcanzadas durante el proceso de secado , para el método de secado se fracciona en 2 cantidades iguales , con el objetivo de que el secado se agilizará.



TEMPERATURA DE ALCANCE °C (Min 40 °C- Max 80°C)									
MUESTRA	Peso exacto de la muestra (g)	Temperatura inicial de secado °C	T°C real a 40 min	T°C real a 80 min	T°C real a 120 min	T°C real a 160 min	T°C real a 200 min	T°C real a 240 min	Peso total en seco (g)
1	633.25	40	51.2	58.9	65.21	72.3	76.9	79	326.33
Estatus		Per húmedo		Húmedo		Subhúmedo		Seco	
2	633.25	40	53.6	63.2	66.3	71.2	78.2	78.5	336.88
Estatus		Per húmedo		Húmedo		Subhúmedo		Seco	

11. El total de almidón al termino del proceso de secado, se deja en estación durante un periodo de 60 min, posterior se retira, se evalúa el peso y se tritura en el mortero durante un periodo de 10 a 15 min, reduciendo al máximo el tamaño de partícula.
12. El total de almidón se almacena en bolsa de polietileno, evitando que se contamine, posterior será ocupado para la formulación del biopolímero.

1.6 TABLA DE RESULTADOS METODO II

DATOS GENERALES	Unidad (gramos)	(%)
Peso estándar de materia prima	2000	
Materia prima real	2001	100
Peso total	2014	
Peso total de cascara	609	30.43
Peso total de pulpa húmeda	1406	70.26
Humedad inicial de la pulpa	595	29.73
Solución inicial de pulpa	1500	-
Peso total de pulpa seca	-	
Almidón recuperado con respecto a la pulpa	663.21	33.14
Almidón recuperado con respecto al total	663.21	33.14

CALCULO DEL RENDIMIENTO

$$CANTIDAD DE MATERIA PRIMA (Gramos) = 100\%$$

$$Rendimiento (\%) = \frac{(100\%)(X \text{ Recuperado})(Base de calculo)}{(2014)}$$

$$Rendimiento (\%) = \frac{(100\%)(663.21)}{(2014)} = 32.92\%$$

$$Rendimiento (\%) = \frac{(100\%)(663.21)}{(1406)} = 47.16\%$$

Los bananos tienen un considerable valor nutricional. Son conocidos por su alto contenido en carbohidratos, potasio y fósforo (ICBF, 2005).

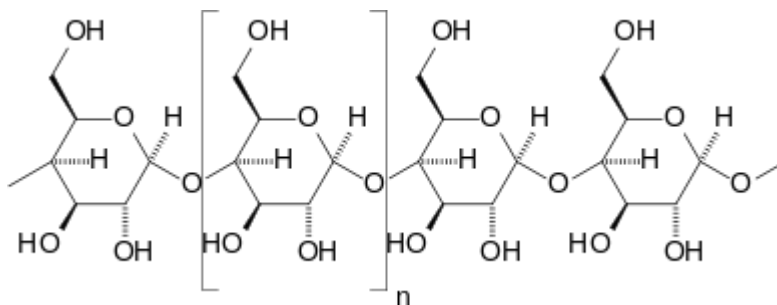
PRUEBA CUALITATIVA DEL ALMIDON

Esta prueba se basa en la identificación de almidón en una muestra, presentando una Coloración azul como reacción positiva de la presencia de este carbohidrato, haciendouse de una solución de yodo. Para la preparación de la solución con yodo se disuelven 1.4 g de yodo en una solución de 3.6 g de yoduro de potasio, con 10 ml de agua destilada y aforar a 100 ml. (Hassid and Newfeld, 1970).

Pesar una pequeña cantidad de almidón de 3 g, colocar 45 ml de agua a punto de ebullición, agregar el almidón y dejar enfriar. Agregar unas gotas de solución de yodo a la solución de almidón y observar cambio positivo o negativo.

PRUEBA CUANTITATIVA DEL ALMIDON

X Para la verificación de la cantidad de almidón presente en las especies vegetales se realiza por el método de reacción colorida con yodo, el cual consiste en la aplicación de la técnica Espectrofotometría U.V., donde la muestra diluida que contiene una solución de yoduro de potasio se le realiza las lecturas respectivas en un espectrofotómetro



En base a las muestras analizadas; los resultados de utilidad y % recuperado de almidón extraído, realizaremos la formulación de un material biodegradable (BIOPOLIMERO), con el objetivo de que sea estudiado a la adaptabilidad del proceso de extrusión.

El objetivo funcional de la elaboración de un material biodegradable y el estudio al proceso de extrusión es identificar nuevas bases con propiedades aplicables a nuevos productos. La formulación del biopolímero por dos diferentes procesos tiene como finalidad hallar con precisión un proceso estándar; de la extracción de almidón, permitiendo que el aprovechamiento bajo el mismo % de utilidad.

Los biopolímeros son polímeros producidos por organismos vivos, tales como plantas, animales o microorganismos, y son sintetizados por enzimas procesadoras que vinculan componentes básicos como azúcares, aminoácidos o ácidos grasos hidroxilados para formar moléculas de alto peso molecular. Estos polímeros son derivados directamente por fermentación o por polimerización química. Sin embargo, también se ha conseguido crear biopolímeros sintéticos.

Los biopolímeros se consideran materiales sustentables ya que son biodegradables también son biocompatibles ya que se degradan dentro del cuerpo en presencia de enzimas y procesos naturales siendo reabsorbidos y sin tener efectos secundarios en sistemas biológicos. Estas propiedades de los biopolímeros están siendo explotadas por el campo médico para el suministro de fármacos y en ingeniería de tejidos (Moradali y Rehm, 2020; Jain y col., 2020).

Los polisacáridos son conocidos por su estructura compleja y diversidad funcional (Stawski y Jantas, 2003). La estructura lineal de algunos de estos polisacáridos es, por ejemplo, la celulosa (1,4-b-D- glucano), la amilosa (un componente del almidón 1, 4-a-D- glucano) y el quitósan (1, 4-b-D- polímero de glúcidos), le proporcionan a algunas películas dureza, flexibilidad y transparencia; las películas son resistentes a las grasas y aceites. El entrelazamiento, por ejemplo, del quitósan con aldehídos hace la película más dura, insoluble en agua y le proporciona una alta resistencia (Benavides, 2002; Srinivasa et al., 2004).

El almidón es otra materia prima en abundancia, específicamente el que proviene del maíz, tiene propiedades termoplásticas cuando se realiza la disrupción estructural a nivel molecular. La presencia de amilosa en un 70% en almidones de amilo-maíz da una estructura fuerte y más flexible a la película. La estructura ramificada del amilopectina generalmente le da a la película pobres propiedades mecánicas. Los compuestos de los almidones hidroxipropilados son usados para la preservación de caramelos, pasas, nueces y dátiles para evitar la rancidez oxidativa (Tharanathan, 2003). La síntesis de la polimerización e injertación de monómeros tales como acrilonitrilo (AN), generan un precursor de fibras acrílicas utilizadas en la preparación de compuestos de almidón más polímero (almidón-injerto-PAN), los cuales son también biodegradables (Tharanathan, 2002).

Las investigaciones en plásticos biodegradables basadas en almidón se iniciaron desde 1970y continúan actualmente en varios laboratorios del mundo. Las tecnologías que aún se siguen desarrollando, están relacionadas con la incorporación del gránulo de almidón o almidón en forma gelatinizada a las formulaciones de las películas fabricadas en procesos de compresión, extrusión soplado, extrusión de un sólo tornillo o doble tornillo y moldeopor inyección (Blacido et al., 2005; Parra et al., 2004).

El problema que han presentado las películas fabricadas con almidón es la sensibilidad a la humedad, la cual se ha reducido utilizando en las formulaciones polivinilalcohol (PVA), glicerina, sorbitol, bases nitrogenadas, etc. (Shamekin et al., 2002; Smits et al., 2003; Finkenstadt y Willett, 2004; Yu, 2004; Acosta et al., 2006).

La plastificación del gránulo de almidón nativo o almidón hidrolizado se obtiene por la disrupción estructural que resulta de una disminución de los cristales durante el proceso de extrusión y la acción del plastificante, emergiendo un nuevo tipo de material conocido como almidón termoplástico (TPS) (Acosta et al., 2005; Villada, 2005).

En base a datos estadísticos y datos experimentales de extracción, la formulación de nuestro polímero busca que a futuro se adapte a nivel industrial.

EXPERIMENTACION – FORMULACION DEL ALMIDON

La estructura del almidón: Está compuesto fundamentalmente por dos polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina, además de una fracción minoritaria (de 1% a 2%) de formación no glucosídica. La mayoría de los almidones en su estructura glucosídica están conformados por un 20 % de amilosa y 80 % de amilopectina (Marín, 2016)

El almidón constituye una excelente materia prima para modificar la textura y consistencia de los alimentos (French, 1984; Biliaderis, 1991). Su funcionalidad depende del peso molecular promedio de la amilosa y la amilopectina, así como de la organización molecular de estos glucanos dentro del gránulo. Los almidones nativos se utilizan porque regulan y estabilizan la textura y por sus propiedades espesantes y gelificantes.

Biopolímeros basados en almidón: Según Reyna, (2018) Está formado por una mezcla de dos polímeros, amilosa y amilopectina. La amilosa es una molécula lineal y la amilopectina es una molécula ramificada. Los almidones más comunes contienen alrededor del 25% de amilosa y 75% de amilopectina.

El 75% de los polímeros de almidón se utilizan para la fabricación de envases y embalajes. El 50% de ellos están constituidos por mezclas de almidón con otros polímeros basados en petroquímica. Las mezclas de almidón con poliésteres alifáticos mejoran su procesabilidad y biodegradabilidad.

FORMULACION DE BIOPOLIMERO

El objetivo de aprovechar las cantidades obtenidas de almidón, a partir de los métodos de extracción es formular un biopolímero que a futuro pueda ser una base fundamental para la aplicación y el desarrollo de nuevos productos a nivel industrial.

Los bioplásticos son compuestos de alto peso molecular elaborados a partir de fuentes naturales, tales como cultivos de poliésteres microbianos, de almidón, celulosa, entre otros. El almidón ha sido una de las principales materias primas consideradas para tal fin, debido a su alta disponibilidad, bajo costo, carácter renovable, biodegradabilidad y competitividad económicamente en relación al petróleo (Chariguamán, 2015).

El desarrollo experimental se llevó a cabo en el Laboratorio de Química analítica, del tecnológico de estudios superiores de Coacalco.

DESARROLLO

FORMULACION DE UN BIOPOLIMERO

Objetivo apartir del almidón de (**Musa balbisiana**) CH_3COOH Ácido acético, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ Glicerol, NaOH Hidróxido de sodio, H_2O Agua destilada.se obtiene un biopolímero plástico con características y propiedades similares a un plástico convencional.

La elaboración del bioplástico se llevó a cabo considerando la metodología que describe Guzmán (2013).

MATERIALES

1. CH_3COOH Ácido acético
2. NaOH Hidróxido de sodio
3. H_2O Agua destilada
4. Aceite Epoxi dado de soya

METODO SECO

Para la formulación de las películas del primer método (BASE SECA), continuamos trabajando por fracción, con el objetivo de obtener e identificar las propiedades de cada una de las películas a obtener.

1. Por cada 100 g de (Almidón) se van a colocar 100 ml de agua destilada, evaluando las temperatura de inicio y las temperaturas alcanzadas (T° Max 70°C), la mezcla que se genera se lleva a Temperatura de 40°C durante un periodo de 5a 8 min

Gelatinización

Ocurre en un rango estrecho de temperaturas que varía dependiendo de la fuente del almidón. El almidón de yuca gelatiniza en agua a temperaturas entre los 60°C y 67°C , lo que consiste en un hinchamiento de las moléculas de almidón debido a que el agua penetra en su estructura molecular

2. Llegando no a mayo de 40°C se agrega el CH_3COOH 0.1M, durante un periodo de 8-12 min, se requiere control de temperatura evitar se eleve a más de 70°C .

3. Teniendo completo un tiempo de 20 min aproximados, y una temperatura no mayor a 71 °C se agregan 10 ml de epoxidado de soya

Retrogradación

Posterior a la gelatinización, en el momento en que deja de introducirse calor y comienza la etapa de enfriamiento, la viscosidad crece de nuevo y se presenta el fenómeno denominado retrogradación.

4. Cada una de las muestras requiere control de temperatura , y contante agitación , identificada una viscosidad intermedia se retira la mezcla y se coloca en una superficie de cristal , en estación de 60- 120 min

Transición vítrea

La transición vítrea de un material polimérico se refiere al cambio inducido por el calor sobre las características de un polímero, el cual con el incremento de la temperatura pasa de sólido frágil y quebradizo a flexible

5. El NaOH únicamente se agregara en cantidades de 2 a 8 ml, medibles en cado de que la viscosidad sea muy elevada a la normal.

Tabla 1.7 FORMULACION DE PELICULA BIOPOLIMERICA ALMNIDON BASE SECA

MUESTRA	Temperatura de inicio °C	Almidón (g)	Cantidad de agua destilada (ml)	Temperatura Final °C
1	40 ° C	245	245	68 °
2	40 ° C	251	251	71°
3	40 ° C	185	185	66 °
4	40 ° C	199	199	64 °
5	40 ° C	265	165	65°
Total	-	1145	-	-

METODO HUMEDO

Para el aprovechamiento y formulación de almidón extraído mediante el método húmedo se realizara un sola placa que será evaluada sin fracción alguna, dado que la recuperación fue totalizada a la masa total inicial (Pulpa).

La elaboración del bioplástico se llevó a cabo considerando la metodología que describe Guzmán (2013).

MATERIALES

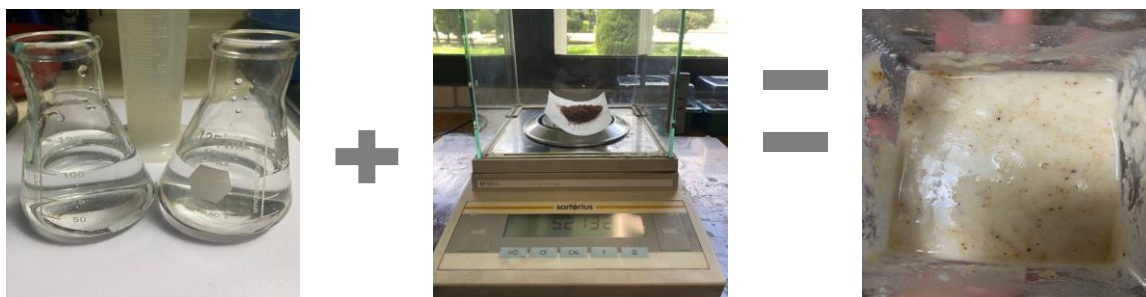
1. CH₃COOH Ácido acético
2. Aceite Epoxidado de soya
3. NaOH Hidróxido de sodio
4. H₂O Agua destilada

EXPERIMENTACION

1.7.1 FORMULACION DE PELICULA BIOPOLIMERICA ALMIDON BASE SECA

MUESTRA	Temperatura de inicio °C	Almidón (g)	Cantidad de agua destilada (m)	Temperatura Final °C
1	40 ° C	663.21	660	76 °

1. Por cada 100 g de (Almidón) se van a colocar 100 ml de agua destilada, evaluando las temperatura de inicio y las temperaturas alcanzadas (T° Max 80°C), la mezcla que se genera se lleva a Temperatura de 40 °C durante un periodo de 10 - 15 min
2. Llegando no mayor de 50 °C se agrega el CH_3COOH 0.1M, durante un periodo de 20 min , se requiere control de temperatura evitar se eleve a más de 80 °C
3. Teniendo completo un tiempo de 35 min aproximados, y una temperatura no mayor a 81 °C se agregan 10 ml de epoxidado de soya
4. Cada una de las muestras requiere control de temperatura , y contante agitación , identificada una viscosidad intermedia se retira la mezcla y se coloca en una superficie de cristal , en estación de 60- 120 min
5. El NaOH únicamente se agregara en cantidades de 12 a 19 ml, medibles en cada de que la viscosidad sea muy elevada a la normal.



3 EVALUACION Y/O IMPACTO SOCIAL, ECONOMICO, AMBIENTAL- ESCALAMIENTO Y PROTOTIPOS FUNCIONALES, MANUFACTURA Y PRUEBAS

La misión de este proyecto es implementar nuevas bases biodegradables para disminuir los altos índices de contaminación que actualmente tenemos, derivados de la producción estándar de plásticos; estudiar la adaptabilidad de un biopolímero en el proceso de extrusión tiene como objetivo identificar las condiciones de operación del proceso, para futura industrialización.

Con base a los resultados obtenidos, identificamos que podemos alcanzar un porcentaje mayor de extracción optimizando el proceso húmedo y/o seco, lo que es equivalente a tener mejores estrategias para la formulación de nuevos productos, adicional a esto es viable en cuanto a reducción de costos estandarizando y optimizando el método húmedo. Base a la formulación de las películas poliméricas de almidón el desarrollo fue bueno y las condiciones de operación se mantuvieron dentro del rango de 40 a 80°C.

Se realizó un análisis previo de consideración del plastificante que ocuparíamos para la realización de nuestra película entre glicerol y epoxidado de soya considerando que es un plastificante altamente concentrado y aplicable para resinas de polietileno, poliestireno, PVC, etc. Se descartó trabajar con glicerol debido a que realizamos una prueba de formulación y a temperatura de 72 °C nuestra mezcla se mantenía líquida lo que significa que la humedad estaría arriba del 80%, se tomó como base realizar la formulación con epoxidado destacando que es un plastificante utilizado a nivel industrial, teniendo mejores propiedades físicas.

PRUEBAS FISICAS

DUREZA

La dureza de un biopolímero es equivalente con la resistencia a la fuerza o fractura, una dureza generalmente corresponde a resistencia al desgaste abrasivo. Definiremos dureza como la resistencia de un material a la deformación plástica localizada. Los diferentes métodos desarrollados para medir la dureza en general consisten en producir una deformación local, en el material que se ensaya, a través de un indentador (Beltrán M. y., 2012).

Las pruebas de dureza fueron realizadas en la empresa Dispersiones Plásticas S.A. De C.V. en el laboratorio de desarrollo de nuevos materiales y control de calidad con un Durómetro escala Shore, bajo la norma **SHORE ISO 48-4, ASTM D2240**.

De las películas obtenidas, se tomaron muestras de 12 g aproximados, con el objetivo de evaluar la prueba de biodegradabilidad, hubo pequeña variación de acuerdo a los gramos pero el rango se consideró de 3 a 5 g.

A temperatura de 50-55 °C

Tabla 1.8 DUREZAS – EXTRACCION METODO SECO.

MUESTRA 1 12.3 g	MUESTRA 2 12.6 g	MUESTRA 3 12.10 g	MUESTRA 4 12.00 g	MUESTRA 5 12.30 g
11	11	12	11	13
12	13	12	12	11
10	12	12	12	10
X=11	X =12	X=12	X=11.66	X=11.33
X = 11.60				

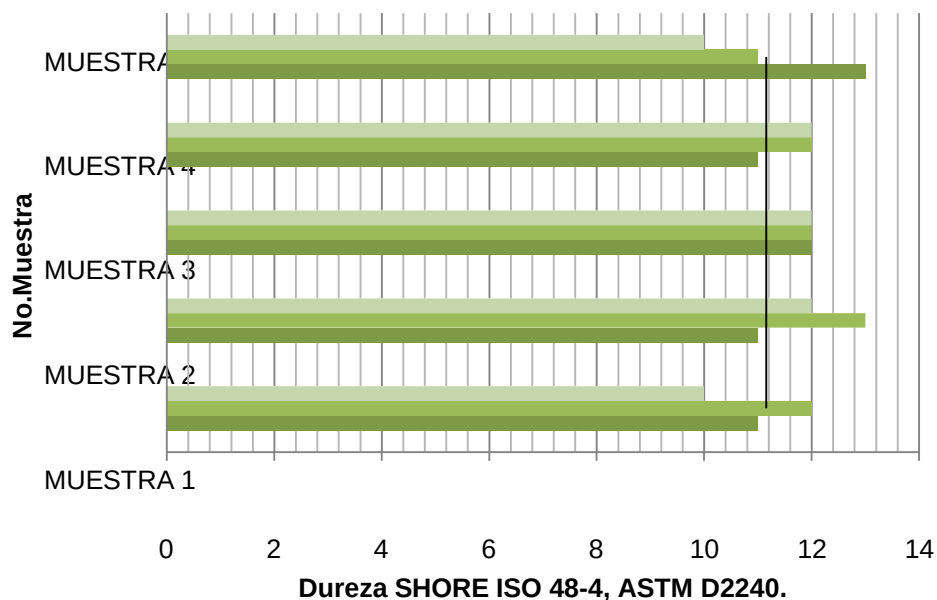
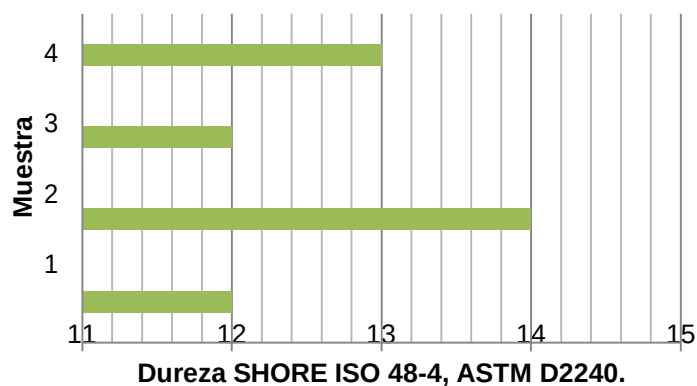


Tabla 1.8.1 DUREZAS – EXTRACCION METODO HUMEDO

MUESTRA 1	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4
X	12	14	12	13
X=12.75				



De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 1.8 Y 1.8.1 el alcance de durezas, bajola norma SHORE ISO 48-4, ASTM D2240 (SHORE A, Goma blanda, elastómeros y caucho natural), las muestras de biopolímero obtenidas se posicionan en el rango de plásticos blandos, lo que determina que es un material con dureza baja sin embargo los resultados experimentales nos permiten determinar que es un material competente entorno al diseño de materiales a base de almidón.



DENSIDAD

Densidad, es la relación entre la masa de un cuerpo por unidad de volumen. La prueba de densidad para el biopolímero formulado se realiza con el objetivo de identificar y comparar la densidad de un plástico convencional, con un nuevo material cuyo objetivo rápida en futura adaptabilidad industrial.

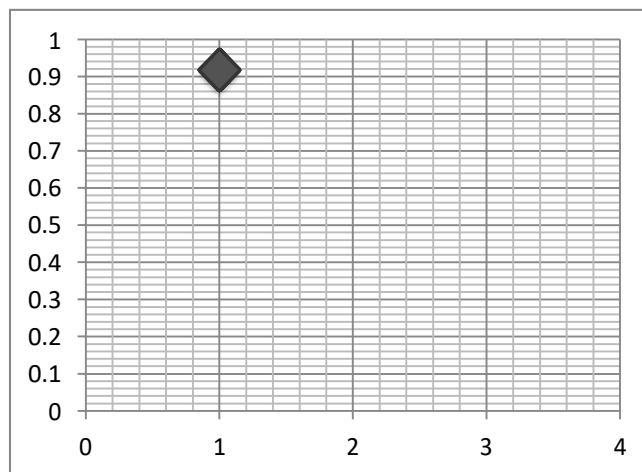
La metodología de cálculo consiste en pesar analíticamente una muestra del material formulado, posterior evaluar el peso de una probeta de cap.100 ml con 50 ml de agua, se sumerge la muestra y se determina el volumen obtenido.

De acuerdo al análisis de resultados, el cálculo de densidad se realizara con la película obtenida del almidón que se obtuvo del método húmedo.

El peso total de nuestra película de equivalente a 5.51 g y el volumen de incremento fue equivalente a 6 ml

$$d = \frac{m}{v}$$

$$d = \frac{5.51 \text{ g}}{6 \text{ ml}} = 0.918 \text{ cm}^3$$



De acuerdo al cálculo de densidad realizado en el Laboratorio de química analítica del tecnológico de estudios superiores de Coacalco, y base a consultas realizadas comparamos nuestra formulación de biopolímero con la densidad de un polietileno TIPO I (Es un polímero con una densidad comprendida entre 0.910 – 0.925 g/cm³; es incoloro, inodoro y no toxico. El Polietileno de baja densidad se divide en: Polietileno de baja densidad, Polietileno lineal de baja densidad, Polietileno de muy baja densidad y Etil —Vinil — Acetato.)

De acuerdo a los resultados de análisis obtenidos, empleados en Dispersiones Plásticas S.A. De C.V. y en el tecnológico de estudios superiores de Coacalco los alcances obtenidos permiten determinar que el material puede industrializarse por su alto potencial y aplicarse al proceso de extrusión.

Se realizó un estudio de condiciones de operación, partiendo en comparativa de un material elaborado de polietileno con % de almidón.

PRUEBAS DE DEGRADACION

La norma ASTM D 5488-944 define la biodegradabilidad como la capacidad de un material de descomponerse en dióxido de carbono, metano, agua y componentes orgánicos o biomasa, en el cual el mecanismo predominante es la acción enzimática de microorganismos.

El objetivo de realizar pruebas de biodegradabilidad al polímero antes ya formulado es verificar, comprobar y dar validez de que es un material altamente diseñado para producirse continuamente, disminuyendo los índices que se producen con el uso y consumo de un plástico tradicional

Se consideraron 4 periodos de 10 días evaluables a temperatura de 55 °C considerando que pudiese requerir como límite 50 días, esto aplicable a prueba de tierra y/o suelo

1.9 PRUEBAS DE DEGRADACION

PRUEBA (tiempo)	PERIODO I Peso inicial	PERIODO II Peso	PERIODO III Peso	PERIODO IV Peso
<u>Prueba bajo tierra</u>	1 día 12.00 gms	11 días 10.47 gms	22 días 8.66 gms	33 días 7.52 gms

De acuerdo a la tabla 1.9 el proceso mediante el cual evaluamos que el material formulado sea biodegradable cubrió los periodos establecidos que se establecen dentro de nuestros objetivos específicos, de acuerdo al periodo evaluado es un material que puede tener buenos resultados aplicables a nuevos productos, debido a su corto periodo que requiere para degradarse.

Y a que posee buenas propiedades físicas, adaptables a un tipo de modificación, por la capacidad que posee el almidón de plátano.

Sin embargo las pruebas que se aplicación bajo tierra afectaron que el material tuviera cambios físicos de forma avanzada.

La prueba que se utilizó para este método, gano humedad, y el periodo de evolución se alargó más de lo contemplado.

En un periodo evaluado de 33 días tuvimos únicamente una pérdida de 4.48 gramos, no es tan malo pero para un análisis de contacto directo con el suelo pudiera mejorar.

El material formulado y diseñado tuvo una segunda prueba de evaluación de % biodegradable, con el objetivo de identificar otro método más por el cual podemos atacar nuestro problema inicial , que es la contaminación, uno de nuestros objetivo era que los periodos fueran cortos una vez este material cumpliera su vida útil

La prueba se desarrolló tomando una muestra que cumpliera con la prueba de dureza, esta misma tenía que tener un análisis inicial de peso, posteriormente la misma se colocaría en una superficie en seco a temperatura ambiente expuesta al sol, la cual sería evaluada en periodos de cada 8 horas, identificando si el material tras un periodo transcurrido de tiempo tenia pérdida de peso, la evaluación se aplicó en un periodo de 14a 28 días.

La prueba inicial fue de 12 gramos, el peso de la muestra se evaluó, después de 7 días transcurridos cuando el material comenzó a tener cambios físicos

Del día 1 al 7 – con 12.00 gms iniciales, pasamos a tener 11.40 gms con un cambio físico en el material, la muestra cambio a ser más delgada.

8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
11.18	11.17	10.9	10.6	9.99	-	-	-	7.39	7.3	7.3	7.3	6.9	6.9	-	-

Realizando un análisis al día 12 el material comenzó a tener cambio y desgaste en las orillas de la muestra, presentando pequeñas rupturas y la colorimetría del mismo se tono más oscura.

Al día 14 el análisis fue mejor porque el material recibió directo el rayo del sol, se pesó hasta el día 16 y los resultados fueron muy buenos perdió al menos 2.60 gramos.

Al día 18 la muestra había reducido su tamaño al menos un 60% de lo inicial, la muestra había perdido flexibilidad y al pesarla teníamos una muestra cristalina con posibilidad de sufrir rupturas, se volvió ligera.

Al día 20 la tenía una pérdida del al menos el 45 % de su peso inicial por lo que el segundo análisis tuvo mejores resultados que el primero

De un peso inicial de 12.00 g , tuvimos transcurridos 22 días, un peso final de 6.98 g.

ESTUDIO AL PROCESO DE EXTRUSION

Dentro del proyecto se planteó un segundo objetivo el cual radica en estudiar el proceso del biopolímero ya antes formulado, en proceso de extrusión, partiendo de las temperaturas a las que se formuló la película de almidón. De acuerdo con lo antes

desarrollado el material no debe de trabajarse a más de 40 °C ya que podría tener biodegradabilidad inmediata.

El proceso consiste en establecer condiciones de operación piloto, identificando las temperaturas y presiones equivalentes a tener buenos resultados.

La prueba piloto se desarrolla en el laboratorio de la empresa Dispersiones Plásticas S.A. De C.V, en una maquina a escala pequeña con una prueba de 500 g de almidón con humedad no mayor a 5 %, lo cual tendrá un proceso de molienda en un mezclador, latoma de tiempo inicia con una temperatura inicial de 15° C, durante un periodo de 3 min. Al alcance de 23 °C se agrega el epoxi dado de soya y posterior el NaOH, estas condiciones se establecen en base a los resultados obtenidos de la película y a estándares de producción a nivel laboratorio control de calidad.

Se prende que el almidón con el resto de los aditivos, plastifique y pueda ser extruido después de alcanzar una temperatura de 30- 40 °C

Generalmente el proceso de extrusión cuenta con aproximadamente de 9 a 11 zonas de calentamiento, a escala laboratorio y para el estudio de este material ocupamos 3 zonas de calentamiento estandarizando dentro de manejo de maquina piloto.

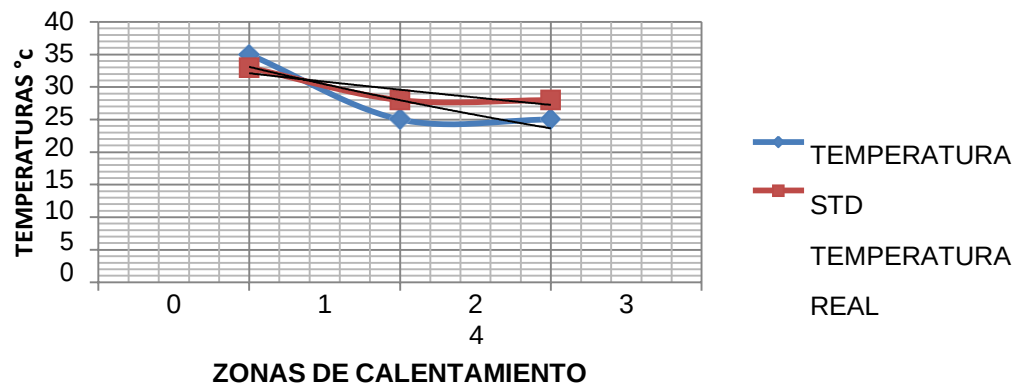
- ZONA 1. 35 °
- ZONA 2. 25 °
- ZONA 3. 25 °
-

CONDICIONES DE OPERACIÓN ESTANDAR Y REALES

2.0 Temperaturas reales dentro del proceso

ZONAS DE CALENTAMIENTO	TEMPERATUR AINICIAL °C	T ° C REAL	T ° C REAL	T ° C REAL	T ° C REAL
MEZCLADOR	15 °	15.12	15.33	15.41	15.41
TIEMPO REAL (MIN)	3	Temperaturas tomadas durante el periodo de 3 min			
ALIMENTADOR	15.41 °	16.9	17.6	19.9	22.8
TIEMPO REAL (MIN)	15	16	19	22	24
TEMPERATURA REAL ZONAS DE CALENTAMIENTO					
ZONA 1	35	33			
ZONA 2	25	28			
ZONA 3	25	28			

Grafico- INTERPRETACION DE TEMPERATURAS



Estudiar y establecer condiciones de operación de un biopolímero en el proceso de extrusión tiene como objetivo estandarizar cada una de las operaciones para futura aplicación industrial.

La prueba piloto que se desarrolló para nuestro material, se basó partiendo de estándares del (laboratorio desarrollo de nuevos materiales), siendo una única prueba, las condiciones de operación fueron controladas, dando como resultado un excelente pelletizado del mismo, a esto nos referimos que los 500 g de almidón empleados en la prueba fueron tomados del proceso de extracción en húmedo, y durante el periodo de 3 min a 15.00-15.41 °C tuvimos un secado de la materia teniendo al menos 5 % de humedad.

Fue importante que durante la adición del plastificante y antes de alimentar a la extrusora nuestra materia estuviera en un estado semi-sólido identificando presencia de humedad, con el objetivo de que las temperaturas empleadas de la maquina permitieran integrar correctamente cada uno de reactivos y el proceso se llevara a cabo correctamente.

Al término de la prueba piloto se realizó un análisis en conjunto, las condiciones presentadas en la tabla 2.0 se establecen como estándar para este estudio.

CONCLUSIONES DEL PROYECTO

La importancia de los resultados anteriores permiten determinar que el método de extracción en base húmedo presenta mayor porcentaje de almidón recuperado (663.21g) equivalente a 32.92 % en comparativa con el método de extracción base seca (447.43 g) equivalente a 25.25 % tenemos una diferencia de 215.78 g en base de cálculo de 2000 g brutos.

Analizando y verificando los métodos de extracción de almidón cada uno de ellos se realizó de manera diferente con el mismo objetivo, por lo que las operaciones efectuadas fueron consecuencia de los resultados obtenidos, El método húmedo, implicó operación de lavado, tamizado, y decantado, permitiendo separar mayor contenido de nutrientes entre ellos el más importante (Almidón), en conclusión para el método seco no se permitió tener mayor porcentaje de extracción dado que el secado de materia con rango de temperaturas, no tolero separar proteínas, fibras, minerales y otros nutrientes. De acuerdo con los porcentajes de utilidad; se identificó y analizo que el método por extracción

húmedo logra tener mayor alcance de recuperación del carbohidrato lo que para nosotros presenta buen potencial, para la futura adaptabilidad industrial.

Los resultados alcanzados no descartan que el método seco no sea confiable sin embargo puede prosperar, evaluando el impacto ambiental y económico podría ser el método de extracción selecto. La formulación de un biopolímero a partir de una macromolécula compuesta de dos polímeros, tiene enfoque en el campo de los polímeros dado que es un material con alto potencial para el desarrollo de síntesis de materiales biodegradables, se logró determinar mediante análisis físicos estudio de dureza, densidad y tiempo de degradación. Lo que nos permite concluir que se puede industrializar, y es aplicable al método de extrusión; de acuerdo a investigaciones y consultas realizadas actualmente es un material con alta posibilidad de modificarse por métodos como glucosilación, reacción de acilación, modificación para obtención de almidón termoplástico, etc. Para el estudio del proceso de extrusión de nuestro material formulado, bajo la reglamentación del laboratorio de calidad, no se nos permitió que el proceso fuera evidenciado, sin embargo se permitió la recopilación de información para el estudio de dicho proceso

RECOMENDACIONES Y EXPERIENCIA PERSONAL ADQUIRIDA

El desarrollo de nuevos productos radica en las necesidades del día con día, conocer nuestro entorno y buscar alternativas para un bien social con adaptación al entorno industrial, fue clave para tener resultados productivos partiendo de un objetivo con enfoque de desarrollo y diseño de un nuevo producto biodegradable.

Los análisis y el tiempo empleado para cada una de las partes que integran este proyecto fueron esenciales para autoevaluar que cada uno de los pasos fuera acorde a la planeación, importante mencionar que partimos de una teoría llamada “CICLO DEMING” donde la planeación nos permitió evaluar desde un problema específico hasta la selección de materia prima, hacer (DO) en esta etapa llevamos a cabo el desarrollo de dicho material donde estratégicamente evaluamos cada paso que se desarrollaba, fue una etapa en donde se repitieron partes experimentales, por tanto el periodo fue extenso sin embargo nos permitió continuar a la etapa tres (CHECK) controlar, en donde lo antes desarrollado se verificó, permitiendo generar cambios necesarios, fue una etapa complicada para la formulación del producto biodegradable pero nos permitió cerrar con la última etapa de (ACT) actuar, aquí concluimos de manera en la que pudimos evaluar todos los alcances, estableciendo las mejoras dentro de este proyecto.

Cada paso, cada desarrollo, cada experimentación, cada análisis tuvo una razón de ser en este proyecto los objetivos fueron alcanzados al menos en un 80%, lo que nos permite tener una visión mejor en el enfoque y aplicación industrial.

4 COMPETENCIAS DESARROLLADAS

- Análisis de resultados aplicable a la calidad de un producto nuevo.
 - Conocimiento de desarrollo de nuevos materiales a base de diversas materias primas, orgánicas.
Estudio del comportamiento de un material biodegradable
 - Caracterización de materia prima aplicable a un nuevo desarrollo.
 - Toma de tiempos y movimientos en el proceso de extrusión para evaluar condiciones operativas.
-

I. FUENTES DE INFORMACION

- AREVALO, K. (1996). *ELABORACION DE PLASTICOS BIODEGRADABLES A PARTIRDE POLI SACA R11) O S Y SI ESTUDIO DE BIODEGRADACION A NIVEL DE LABORATORIO Y CAMPO*. MONTERREY : UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON .
- CALVILLO, U. (2012). *"SISTEMATIZACIÓN CUALITATIVA DE LAS RELACIONES ESTRUCTURA PROPIEDADES Y CONDICIONES DE PROCESAMIENTO EN MATERIALES POLIMÉRICOS"*. SALTILLO: CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA .
- CARDENAS, M. (2018). *EXTRACCION DE ALMIDON A PARTIR DE RESIDUOS DE BANANO (MUSA PARADISIACA) PARA LA ELABORACION DE UN BIOPOLIMERO*. CUENCA: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA.
- GARCÍA, J. M. (2014). *LA EDAD DE LOS POLÍMEROS UN MUNDO DE PLÁSTICO*. ESPAÑA: UNIVERSIDAD DE BURGOS.
- GARCIA, L. (2021). *DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE ESTRATEGIAS DE MEJORA DE LAS PROPIEDADES ESTETICAS DE BIOPOLIMEROS* . ESPAÑA:UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA .
- PIZA, H., ROLANDO, S., & RAMIREZ, C. (2017). *ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO PARA EL DISEÑO DE UNALÍNEA DE PRODUCCIÓN ALTERNAPARA LAS CHIFLERAS DE PIURA,PERÚ* . PERU: UNIVERSIDAD DE PIURA.
- RAMIREZ, K. (2019). *GENERACIÓN DE RESIDUOS DE PLÁTANO Y SU POSIBLE UTILIZACIÓN PARA APOYAR LA SEGURIDAD ALIMENTARIA*. CUERNAVACA:UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MORELOS.
- RUIZ, G. (2019). *"OBTENCIÓN DE UN BIOPOLÍMERO A PARTIR DE HARINA DE PLÁTANO DE DESECHO (Musa x paradisiaca)"*. VILLAHERMOSA: INSTITUTOTECNOLÓGICO DE VILLAHERMOSA.
- RUTIAGA, O. (2002). *ELABORACION DE PELÍCULAS PLASTICAS FLEXIBLES A PARTIR DE POLIMEROS NATURALES COMO UNA ALTERNATIVA DE EMPAQUE Y LA EVALUACION DE SUS PROPIEDADES* . MONTERREY: UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON .
- VALERO, M. F., & ORTEGON, Y. (2013). *BIOPOLIMEROS: AVANCES Y PERSPECTIVAS*. MEDELLIN: UNIVERSIDAD DE LA SABANA .
- Felder, R.M., & Rousseau, R.W. (2004). Principios elementales de los procesos químicos. Wind Engineering, 33(1). <https://doi.org/10.1260/0309-524X.33.3.305>
- Galvez A.G. (2016). Elaboración de plástico biodegradable a partir del almidón extraído de maíz (Zea mays). Universidad San Carlos de Guatemala. Recuperado a partir de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5102/>
- García, A. (2015). Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE. <https://doi.org/10.1142/S0217979211101259>
-