

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica



TESIS

TÍTULO : **EFECTO DE GLICERINA Y MELAMINA SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL BIOPLÁSTICO DE ALMIDÓN EN SEMILLA DE *Persea americana mill.* “PALTA”**

Para Optar el : Título Profesional de Químico Farmacéutico

Autores : Bachiller Espinoza Ñaupari, Edson Víctor
Bachiller. Oscco Villegas, Celia Rosilda

Asesor : Mg. Q.F. Rafael Peña, Beatriz

Línea de Investigación Institucional : Salud y Gestión De La Salud

Fecha de Inicio y culminación : Julio 2019 – Julio 2021

Huancayo – Perú
2021

DEDICATORIA

A mis padres Maria Ñaupari Capcha, Víctor Espinoza Briceño y a mi hermano Luis Espinoza Ñaupari por el inmenso apoyo que me brindaron para poder finalizar mis estudios.

Edson Victor, Espinoza Ñaupari.

DEDICATORIA

A mis padres Julio Oscco, Aurea Villegas y a mis hermanos por el inmenso apoyo que recibí para poder culminar mis estudios.

Celia Rosilda, Oscco Villegas

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a la “Universidad Peruana Los Andes”, a la facultad de Ciencias de la salud por facilitarnos los laboratorios para la realización y ejecución de nuestro trabajo de investigación.

INTRODUCCIÓN

En las industrias alimentarias, farmacéuticas, transportes y la de construcción se utilizan los plásticos que se obtiene a partir de derivados del petróleo. Los plásticos como polímeros permanecen en el medio ambiente por largos períodos de tiempo y por tanto existe acumulación, generando así grandes cantidades de residuos sólidos. Muchos de estos materiales pueden ser reciclados, sin embargo, este proceso produce grandes cantidades de sustancias tóxicas que afectan notablemente el medio ambiente.

Bajo este contexto se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de elaborar bioplástico basado en almidón de semilla de palta, el cual fue inicialmente extraído de esta fruta para luego ser usado como materia prima. Posteriormente con los datos obtenidos experimentalmente, se buscó determinar el rendimiento del proceso estudiado, así como la biodegradabilidad del plástico obtenido.

El trabajo de investigación tuvo el propósito de elaborar bioplástico basado en el almidón de semilla de *Persea americana Mill Variedad Fuerte* “Palta”, el cual inicialmente el almidón fue extraído de los residuos de palta generados por las pequeñas empresas industriales que posteriormente ser usado como materia prima. Los plásticos biodegradables ofrecen una serie de ventajas cuando se comparan con los plásticos convencionales. Estos son completamente degradados en compuestos como agua, anhídrido carbónico y humus que no dañan el medio ambiente. El objetivo principal del proyecto es evaluar el efecto de la glicerina y melamina sobre las propiedades físico-mecánicas del bioplástico a partir de almidón de semilla de *Persea americana Mill* variedad Fuerte “palta”; al material obtenido se le realizaron pruebas mecánicas, 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.

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
INTRODUCCIÓN	v
CONTENIDO	vi
CONTENIDO DE TABLAS	viii
CONTENIDO DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	11
1.2. Delimitación del problema	12
1.3. Formulación del problema	12
1.3.1. Problema general	12
1.3.2. Problemas específicos	12
1.4. Justificación.....	13
1.4.1. Social	13
1.4.2. Teórica.....	13
1.4.3. Metodológica.....	14
1.5. Objetivos	14
1.5.1. Objetivo general	14
1.5.2. Objetivos específicos.....	14
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	
2.1.-Antecedentes	15
2.2.-Bases teóricas o científicas.....	20
2.3.-Marco conceptual	26
CAPÍTULO III HIPÓTESIS	28
3.1.-Hipótesis general	28
3.2.-Hipótesis específico.....	28
3.3.-Variables.....	29
CAPÍTULO IV METODOLOGÍA	30
4.1.-Método de investigación	30
4.2.-Tipo de investigación	30
4.3.-Nivel de investigación	31

4.4.-Diseño de la investigación.....	31
4.5.-Población y muestra	32
4.6.-Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
4.7.-Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	35
4.8.-Aspectos éticos de la investigación	35
CAPÍTULO V:RESULTADOS.....	36
5.1 Descripción de resultados	35
5.2 Contratación de hipótesis	40
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	47
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS.....	63
Matriz de consistencia	64
Matriz de operacionalización de variables	66
Matriz de operacionalización de instrumento.....	66
Instrumento de investigación y constancia de su aplicación	67
Declaración de confidencialidad.....	71
Fotos de la Aplicación del Instrumento.	73

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Composición y características de almidón de semillas de palta.....	24
Tabla 2: Matriz del experimento.....	33
Tabla 3: Composición del análisis químico proximal de la semilla.....	36
Tabla 4: Determinación del rendimiento de almidón a partir de semilla de palta.....	37
Tabla 5: Composición química del almidón obtenido a partir de semilla.....	37
Tabla 6: Comportamiento de la propiedad mecánica de elongación del bioplástico.....	38
Tabla 7: Biodegradabilidad.....	38
Tabla 8: Interacción según el modelo de superficie de respuestas.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema del diseño factorial.....	31
Figura 2: Esquema Experimental de Obtención de Plástico Biodegradable.....	34

RESUMEN

En la industria existe una gran producción de residuos que deben ser desechados por el cual en este trabajo intentamos reducir los sobrantes, al menos de este tipo de restos orgánicos como son el almidón de semilla de *persea americana Mill.* “Palta” orgánicos para esto analizamos la relación el porcentaje de melamina y el porcentaje de glicerina añadido en el plástico biodegradable que diseñamos y elaboramos.

Para esto se tomó una muestra que fue la semilla de *Persea americana Mill* “Palta” que se obtuvo del mercado central del distrito y provincia Huancayo. Para lo cual se procedió a cortar las semillas de palta en láminas delgadas lavándolas hasta dejarlas completamente limpias y secas en una estufa; estas se mezclaron formando una suspensión la cual será enfriada y precipitada en un lapso de tiempo; el almidón seco se sometió a trituración y tamización.

La formación de la suspensión es un procedimiento de suma importancia porque se añadió los componentes que son el almidón de la semilla de palta, la glicerina y la melamina para finalmente calentar y formar el biopolímero que se evaluó y comprobó la elongación y la biodegradabilidad para obtener un producto estable.

PALABRAS CLAVE:

Biopolímero, almidón, melamina, glicerina, biodegradable, biodegradabilidad.

ABSTRACT

In the industry there is a large production of residues that must be discarded, which is why in this work we try to reduce the surpluses, at least of this type of organic remains, such as the starch of the American persea mill. Organic "avocado" for this we analyze the relationship between the percentage of melamine and the percentage of glycerin added in the biodegradable plastic that we design and manufacture.

For this we took a sample that was the seed of *Persea americana* Mill "Palta" that will be obtained from the central market of the Huancayo district and province. For which the avocado seeds were cut into thin slices, washing them until they were completely clean and dry in a stove; These will mix to form a suspension which will be cooled and precipitated over a period of time; the dried starch will undergo crushing and sieving.

The formation of the suspension is a very important procedure because the components that are the starch of the avocado seed, the glycerin and the melamine will be added to finally heat and form the biopolymer that was evaluated and verified the elongation and biodegradability to obtain a stable product.

KEYWORDS:

Biopolymer, starch, melamine, glycerin, biodegradable, biodegradability.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En la industria de productos biológicos hay una gran producción de residuos que deben ser eliminados, este aspecto trae consigo problemas relacionados a la forma de eliminación, ya que de no hacer adecuadamente ello contribuye a la contaminación, además a ello se suma el incremento del uso de envases plásticos de difícil degradación, incrementándose problemas ambientales. Debido a lo indicado se incrementa la preocupación de desarrollar y promover el uso de bioplásticos, que se convertirían en embalajes sostenibles, estos se pueden obtener a partir de recursos biológicos renovables, pues muchos se consideran residuos pero que contengan polisacáridos como almidón, celulosa, etc. y que se consideran seguros para ser utilizados en aplicaciones alimentarias y farmacéutica. En la región central del Perú se produce *Persea americana Mill Variedad Fuerte* “Palta”, que es muy apreciado y consumido debido a sus características nutricionales y beneficiosas para la salud. Sin embargo, el fruto posee una gran parte que viene a ser la semilla que según otros

estudios esta es una buena fuente de almidón, por lo que lo convierte en una fuente para la obtención de un biopolímero, pero no se conocen la tecnología de obtención del polímero a partir de esta materia prima¹

En el Perú, en promedio se usan al año aproximadamente 30 kilos de plástico por ciudadano, al año se suman cerca de 3 mil millones de bolsas plásticas, casi 6 mil bolsas por cada minuto.² Actualmente fue publicado el reglamento de la Ley de plásticos (Ley N° 30884), que regula aquellos de un solo uso y los recipientes o envases descartables por la excesiva contaminación y la nada favorable capacidad de descomposición del plástico, dicha ley también incluye temas de fiscalización y sanción para quienes incumplan la norma.²

La región Junín no es excepción para esta gran problemática de contaminación con un 27% de residuos son plástico derivado del petróleo a esto el presente proyecto dará una alternativa de solución hacia este problema.²

1.2 Delimitación del problema

El proyecto de investigación está orientado en el campo de la industria farmacéutica en el aspecto de innovación de nuevos productos, además de estar en el área de biomateriales (tecnología farmacéutica), dicha investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad Peruana Los Andes Huancayo realizándolo entre los meses julio 2020 a junio 2021, siendo el problema de investigación la influencia de uso de plastificantes para la obtención de bioplástico a partir de almidón de semilla de *Persea americana Mill.* Variedad Fuerte “Palta”, que mejoren las características físicas-mecánicas y biodegradabilidad deseable.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

¿Cuál es la influencia de la adición de glicerina y melamina en la propiedad físico-mecánica de elongación y biodegradabilidad del bioplástico de almidón de semilla de *Persea americana Mill* “palta”?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿Cómo influye la variación de los porcentajes de adición de glicerina y melamina en la propiedad físico - mecánica de elongación del

bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de *Persea americana* Mill “Palta”?

- ¿Cómo influye la variación de los porcentajes de adición de glicerina y melamina en la propiedad de biodegradabilidad del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de *Persea americana* Mill “Palta”?
- ¿Cómo se determina el porcentaje óptimo de adición de glicerina y melamina para la obtención del bioplástico a partir de almidón de semilla de *Persea americana* Mill? “Palta” según sus propiedades físico-mecánica de elongación y biodegradabilidad?

1.4 Justificación

1.4.1 Social

A pesar de los varios usos que tiene el plástico proveniente de derivados del petróleo en la vida diaria del hombre, éste también causa muchos problemas ambientales en el planeta, debido a su composición química y al requerir mucho tiempo para su degradación. Ante este contexto se necesita tecnologías más limpias y que no dependan del petróleo como insumo, se desea investigar e innovar buscando nuevas fuentes de polímeros biodegradables para la elaboración de bioplástico aprovechando las semillas de palta, que son utilizadas por un número cada vez mayor de industrias que busca satisfacer la creciente demanda, extraer el almidón de dichos residuos y elaborar un bioplástico como material amigable con el medio ambiente y que en un futuro, con posteriores estudios, pueda ser de gran utilidad en nuestra sociedad.

1.4.2 Teórica

La relevancia o aporte teórico de la propuesta de investigación reside en que los resultados que se obtuvieron permitieron conocer los factores tecnológicos que influyen en el aprovechamiento de almidón para la obtención de bioplástico a base de almidón de palta, lo que demostrará que estas bioplásticos pueden competir con los plásticos hechos con

petróleo debido a que presentan características cualitativas y físico mecánicas apropiadas, además de un tiempo corto de biodegradabilidad.

1.4.3 Metodológica

La justificación desde la dimensión metodológica, se utilizó procesos tecnológicos estandarizados que permitieron la obtención de bioplástico a partir de almidón de semilla de palta utilizando plastificantes con la finalidad de definir las características físico mecánicas y de biodegradabilidad del bioplástico obtenido y la eficacia de cada plastificante usado en los tratamientos y se convierta este estudio en una propuesta muy atractiva tanto para la parte industrial como ambiental.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Evaluar la influencia de la glicerina y melamina en la propiedad físico-mecánica de elongación y biodegradabilidad del bioplástico de almidón de semilla de *Persea americana* Mill “palta”.

1.5.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar la propiedad físico-mecánica de elongación del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de *Persea americana* Mill “Palta” a diferentes porcentajes de glicerina (3 y 6%) y melamina (3 y 9%).
- ✓ Determinar la propiedad de biodegradabilidad del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de *Persea americana* Mill “Palta” a diferentes porcentajes de glicerina (3 y 6%) y melamina (3 y 9%).
- ✓ Determinar el porcentaje óptimo de glicerina y melamina para la obtención del bioplástico a partir de almidón de semilla de *Persea americana* Mill. “Palta”, según sus propiedades físico-mecánica de elongación y biodegradabilidad aplicando la metodología de superficie de respuesta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Internacionales

Castillo R.,⁸(2015), en su proyecto “Bioplástico a base de cáscara de plátano”, dio como resultado que de todos los métodos para fabricación de bioplástico probados en este proyecto logró sobresalir el que se realizó a base de vinagre y glicerina, ya que se observó que presentaba buenas propiedades mecánicas, como lo son la flexibilidad y la resistencia además de mencionar que uno de los factores que pudo llegar a afectar negativamente el bioplástico resultante fue la temperatura de secado, ya que no se disponía de un horno, por lo cual el secado se realizó a temperatura ambiente y debido a los cambios térmicos el bioplástico resultó corrugado. Para evitar esto, el secado debe ser realizado a una temperatura constante.

Charro E.⁹, (2015) en su tesis de grado “Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata”, concluye que las propiedades mecánicas de las películas permiten determinar un uso. De acuerdo con el comportamiento mecánico y de barrera al vapor de agua analizado, se concluye

que las películas con mejores características presentan un bajo porcentaje de glicerina de 2,4 % y un alto porcentaje de melamina de un 8 a 9 %. Asimismo, concluye que las películas se degradan mayormente en condiciones aerobias, por el contacto con el aire y los microorganismos aerobios que ayudan a degradar la película con liberación de CO₂. Mientras que en condiciones anaerobias se libera metano como parte de la degradación.

Baldenebro C.¹⁰ (2018), realizó estudios sobre la obtención de bioproductos con valor agregado a partir de la cáscara y semilla de aguacate regional del Estado de Sinaloa. El objetivo del estudio fue aprovechar la cáscara y semilla de aguacate regional para la identificación y cuantificación de compuestos fenólicos, así como la producción de bioetanol de segunda generación y enzimas celulolíticas. Para la obtención de bioetanol y producción de enzimas; se llevó a cabo una extracción de almidón de la semilla de aguacate, el polvo resultante se llevó a una hidrólisis enzimática donde se obtuvo 16.3 g/L de glucosa. También se evaluó el pretratamiento químico con ácido sulfúrico al 0.75% de cáscara y semilla encontrando en la fase líquida de la semilla 53.3 g/L de glucosa y en cáscara 36.5 g/L de glucosa. Por otra parte, se evaluó la producción de enzimas celulolíticas en cáscara y semilla de aguacate encontrando que *Cladosporium cladosporioides* indujo a una mayor producción de celulasas en cáscara aguacate regional. Por lo que el uso de los subproductos del aguacate regional tiene potencial para su uso en la producción de bioetanol y enzimas celulolíticas; también, pueden ser usados para la extracción de compuestos fenólicos y antioxidantes.

Ruiloba I. *et al.*¹¹ (2019), realizaron investigaciones sobre la elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango, primeramente, se obtuvo el almidón a partir de la semilla del mango verde, fue evaluada sus características presentando valores adecuados similares a otras investigaciones que evaluaron los almidones, luego el almidón obtenido fue empleado para la elaboración del bioplástico y para lograr la característica plastificante se empleó la glicerina.

Gadhavé R. *et al.*¹²(2019), realizaron el estudio para determinar el efecto del tiempo de precipitación de Semillas de aguacate para producir almidón. Cada cien gramos de suspensión de aguacate era precipitado por gravedad con variaciones de 4 horas, 8 horas, 12 horas, 16 horas, 20 horas y 24 horas. El rendimiento de almidón se lavó y se secó usando un horno a 70 ° C durante 30 minutos. Rendimiento de almidón fue de 24,20 gramos a las 24 horas. El resultado de la caracterización del almidón fue de 73,62%, contenido de agua 16,6%, amilosa 0,07%, amilopectina 73,55%, contenido de cenizas 0,23%, contenido de proteínas 2.16%, contenido de grasa 1.09%. Analizador de viscosidad arrojo 91.33°C de temperatura de gelatinización. Los análisis de microscopía electrónica de barrido obtuvieron almidón ovalado de 20 µm gránulos El análisis infrarrojo de la transformada de Fourier del almidón obtuvo el espectro máximo de O-H grupo de alcoholes, alcanos C-H y éter C-O.

Dalle M. *et al.*¹³ (2016), desarrollaron investigaciones sobre Películas de polímero de base a partir de residuos biológicos de extracción de aceite de aguacate. La investigación tuvo como objetivo producir películas de polímero de base biológica a partir de residuos de extracción de aceite de aguacate. La metodología consistió en preparar soluciones a partir de puré, utilizando como aditivos glicerol, almidón de yuca y celulosa microcristalina. Las películas obtenidas del residuo puro presentaron un comportamiento quebradizo. Todas las películas presentaron valores bajos de permeabilidad al vapor de agua (0.064 a 0.446 g mm m² kPa⁻¹ h⁻¹) y fracción soluble en agua media (43.79 a 56.92%). Las películas con almidón de yuca y glicerol presentaron los mejores resultados, con propiedades mecánicas (tracción: 2.70 MPa; alargamiento: 13.7%) y térmicas en el rango típico encontrado en la literatura para películas de base biológica.

Lubis M. *et al.*¹⁴ (2016), investigaron sobre la producción de bioplástico de semillas de palta. El bioplástico elaborado fue preparado a partir de almidón de semilla de aguacate y reforzado con MCC de fibras de palma de azúcar con relación de composición de 6: 4; 7: 3, 8: 2 y 9: 1 (p / p). El glicerol funcionó como

plastificante con variación de 0.1; 0.2; 0.3 y 0.4 (v / w de almidón). La celulosa microcristalina se disolvió en NaOH al 5% (p / v) antes de ser mezclado con el almidón plastificado. Las propiedades mecánicas de bioplástico se determinaron por la resistencia a la tracción y el alargamiento a la rotura análisis donde se da que la mejor condición de los bioplásticos obtenidos es de relación 7: 3 con 0.2 (v / w) de glicerol agregado que es 2.74 MPa para resistencia a la tracción y 3.16% para alargamiento a la rotura. El análisis FT-IR mostró los grupos funcionales de bioplásticos, la mayoría de los grupos O-H, que se encontró al agregar celulosa microcristalina que representaba enlaces de hidrógeno sustanciales.

Nacionales

Mantilla M. y Zavala M.³ (2018), investigaron la caracterización del almidón de la semilla de *Persea Americana* Mill. (Palta) var. Hass, Fuerte y Criolla. El rendimiento en la extracción fue similar para las variedades Hass, Criolla y Fuerte con 31,76%; 24,78% y 26.15 respectivamente. Los gránulos de almidón predominantemente de forma ovalada para las tres variedades. La concentración de amilosa fue 34,93%; 39,75% y 44,89% y amilopectina 65,07%; 60,25% y 55,11% para Hass, Criolla y Fuerte respectivamente. El porcentaje de hinchamiento a los 90°C fue 18,17%; 16,27% y 17,32%, para las variedades Hass, Criolla y Fuerte respectivamente. La solubilidad fue similar para las tres variedades: fuerte 14,70% Hass 13,26 y criolla 13,40%. El porcentaje de sinéresis fue menor para variedad Hass a los 21 días con de 1,3%, mientras que fuerte fue 20,7%. En conclusión, los gránulos de almidón de las semillas de *Persea americana* Mill Var. Hass y fuerte tienen forma similar. El almidón de la var. Hass presentó mayor porcentaje de hinchamiento y menor porcentaje de sinéresis estadísticamente significativo, en las demás características no hubo diferencias.

Guerrero C.⁴ (2018), este proyecto tuvo como objetivo principal realizar el diseño de un sistema productivo para la obtención de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca en la empresa Polímeros del Norte S.A.C., el cual tuvo desarrollo durante un periodo de dos meses y medio. Polímeros del Norte S.A.C. es una empresa piurana que produce bolsas plásticas y está orientada al mercado

industrial, actualmente es la única empresa que produce bolsas plásticas en nuestra región y junto con ella los miembros del equipo trabajaron para la realización de este proyecto.

Espinoza A.⁵ (2017), evaluaron la resistencia mecánica y deformación en tracción en función del porcentaje de glicerol para plásticos biodegradables a base de almidón del Tubérculo *Manihot Esculenta Crantz*. Los porcentajes de glicerol usados en el bioplástico fueron de 4, 7, 9, 12, 15 %. El bioplástico fue expuesto a una temperatura de 50° en una estufa eléctrica por 24 horas para lograr su secado total. Para el estudio se elaboraron 15 probetas rectangulares de bioplástico con dimensiones de 100 x 15 mm tal como lo indica la norma ASTM D882. Se realizó el ensayo de tracción en un texturómetro. Los resultados finales muestran que la resistencia y deformación en tracción de bioplástico a base de almidón de yuca, obtenidos a diferentes niveles de plastificante son la máxima de 2,124 Mpa para un 4% de glicerol y la mínima de 0,051 Mpa para el 15 % de glicerol. En cuanto a deformación se alcanzó a 40,79 % de deformación al 4% de glicerol y a 33,35% a un 15% de glicerol. Se concluye que el aumento del porcentaje de glicerol influye de manera negativa en la resistencia máxima a la tensión, así como también a la deformación de los bioplásticos a base de almidón de yuca.

Miñano B.⁶ (2016), obtuvieron un biopolímero a partir de camote, para ello obtuvieron harina de camote, fue sometida a fermentación para la obtención de glucosa, obteniendo 14 g*L⁻¹, y ácido láctico 2,162 g*L⁻¹, el ácido concentrado se mezcló con agar obteniéndose un bioplástico degradable, con un aspecto rugoso y finalmente realizaron la prueba de biodegradabilidad.

Meza R.⁷ (2016), realizó una investigación en elaboración de bioplástico a partir de residuos de la papa variedad Yungay, residuos de papas fritas, primeramente extrajo el almidón, mediante decantaciones, se obtuvo el almidón con una relación de amilosa amilopectina de 26,1/73,79; segundo se elaboró el bioplástico, para ello se realizó la hidrólisis química del almidón para lograr polimerizar el almidón, luego se añadió agua y glicerol como plastificantes,

tercero, se evaluó las características físicas y mecánicas del bioplástico, se seleccionó la más resistente, y se determinó la tracción (1,47 Mpa), la elongación (19,99%) y finalmente se evaluó la biodegradabilidad encontrando un 64,21% comparado con el polietileno (0,83%).

2.2 Bases teóricas o científicas.

2.2.1. Bioplásticos.

Bioplástico es un término utilizado para materiales de embalaje sostenibles, son derivados de recursos renovables, es decir, producidos a partir de fuentes agroalimentarias, materiales como almidón, celulosa, etc. y que se consideran seguros para ser utilizados en aplicaciones alimentarias. Para mejorar las propiedades mecánicas y la barrera contra el agua propiedades, se puede mezclar fácilmente con otros polímeros¹³.

En la actualidad se usan los plásticos elaborados con materiales plastificantes a base de ftalatos y poliamidas que pueden bioacumularse en organismos, pero hay mucha variabilidad entre especies e individuos según el tipo de plastificante y con fines experimentales. Sin embargo, los factores de concentración son generalmente más alto para invertebrados que vertebrados, y puede ser especialmente alto en algunas especies de moluscos y crustáceos. Los plásticos contienen ftalatos, poliamidas, cadmio, plomo los cuales han sido mostrados en estudios con animales, estos pueden provocar obesidad⁸. Además, se usa para la fabricación de plástico PVC, cloruro de vinilo, es un conocido carcinógeno y la exposición puede causar angiosarcoma del hígado en las personas¹⁴.

El plástico biodegradable hecho de recursos renovables disminuye la dependencia en petróleo y reduce la cantidad de material de desecho, sin dejar de producir un producto que proporciona beneficios similares a los plásticos tradicionales¹⁰. La principal diferencia entre los polímeros sintéticos y los polímeros naturales es que la presencia de oxígeno y nitrógeno en los polímeros naturales. El oxígeno y el nitrógeno en la estructura del polímero permiten que el polímero sea biodegradable¹¹. Los polímeros de base biológica se ha

demostrado que es una alternativa viable para reemplazar estas fuentes fósiles, también tiene ventajas ambientales, como la disminución de las emisiones tóxicas¹⁵.

2.2.2. Polisacáridos en la fabricación de Bioplástico

Son biopolímeros más empleados en la elaboración de alimentos como estabilizante, gelificante, espesante y como formadores de películas o bioplásticos destinadas a consumo. Los polisacáridos se extraen de fuentes vegetales y entre los más importantes se encuentran el almidón y la celulosa; los polisacáridos obtenidos de algas marinas como son los alginatos, las carrageninas y el agar; y de los macroorganismos incluyen el dextrano y la goma.

2.2.2.1. Almidón

El almidón es uno de los polisacáridos de reserva energética de los sistemas vegetales y el más abundante en las plantas y se encuentra en las hojas, flores, frutos, semillas, diferentes tipos de tallos y raíces. El almidón es utilizado por las plantas como fuente de carbono y energía (Smith, 2001).

Las principales fuentes de almidón son los cereales (40 a 90%), las raíces (30 a 70%), los tubérculos (65 a 85%), las legumbres (25 a 50%) y algunas frutas inmaduras como los plátanos, semilla de palta y mangos, que contienen aproximadamente el 70% de Almidón por peso seco (Santana y Meireles, 2014).

2.2.2.2. Amilosa.

Es un biopolímero que está formado por monómeros de glucosa bajo el enlace α -1,4 glucosídico, de cadena lineal. Los almidones ricos en amilosa mantienen su forma cuando se moldea; gelifican mientras los almidones sin amilosa espesan, pero no gelifican. La amilosa puede formar una cuarta parte del granulo de almidón (Charro, 2015).

2.2.2.2. Amilopectina.

La amilopectina es el biopolímero que está en mayor proporción en los almidones que aproximadamente representa el 80%, esta estructuralmente formado por monómeros de glucosa con enlaces α (1,4) glucosídico. La amilopectina presenta una cadena ramificada con unidades de glucosa con enlaces α -D- (1,6). Las ramificaciones hacen que la Amilopectina sea menos soluble en agua que la amilosa y que tengan un peso molecular alto de hasta 200 millones de dáltones. (Moreira, 2014)

2.2.3. Plastificantes

Son sustancias inodoras, de volatilidad baja e incolora se utilizan en la obtención de plásticos para ayudar a aumentar su flexibilidad y alargamiento. Cuando se añade a otro tipo de sustancia altera sus propiedades físicas/mecánicas. Son eficaces por la capacidad que tienen para reducir los enlaces de hidrogeno internos y aumenta espacios intermoleculares los más comunes son sorbitol, glicerol, melamina o el polietileno siendo el más eficaz el glicerol, facilita la movilidad de cadenas del almidón poliméricas como acción lubricante. Estos evitan que las láminas se dañen durante la manipulación o su almacenamiento, pero esto pueden afectar a la permeabilidad de vapor.¹⁶

2.2.3. 1. Glicerol

Es un alcohol trivalente higroscópico, también llamado glicerina o propanotriol, los tres grupos alcohólicos le permiten ser soluble en agua, también este componente retarda la degradación de los termoplásticos, es una sustancia que actúa como plastificante y tiene una densidad mayor a la del agua, dotará a los biofilms de flexibilidad.¹⁷

2.2.3. 2. Melamina

Son poli sulfonatos como el naftaleno, tiene un mecanismo de acción similar a los plastificantes de primera generación, produciendo un efecto de dispersión eléctrica, aunque de mayor intensidad.¹⁷

Las películas flexibles a base de almidón que contienen poliésteres para mejorar la procesabilidad, presenta resistencia al agua y resistencia al desgarro¹⁸.

2.2.4 Palta

La palta o el aguacate es el fruto del árbol denominado palto, este fruto es una baya que presenta la forma redonda o periforme y los colores son variables, a veces verde oscuro y a veces un morado oscuro tendiendo al negro, esta variedad es debido a la variedad y de su estado de madurez, de tamaño mediano aproximadamente de 6 cm de diámetro¹⁹.

2.2.4.1 Composición química

La palta presenta fibra que puede cambiar según la variedad, este fruto es alto en kilocalorías, alto contenido de grasas (6 a 30%), minerales y vitaminas (A y B), bajo en vitamina C, poco de vitamina D y E, es muy consumido en forma fresca en diferentes potajes fríos, en la industria alimentaria se usa como puré y se puede extraer el aceite, también contiene proteínas¹⁹.

2.2.4 Clasificación taxonómica

El nombre científico de la palta es:

Persea americana

Nombres comunes: aguacate, palta, pagua, avocado, cura, persée abacate, avocadobaum²⁰.

2.2.5 Semilla de aguacate

La semilla de la palta representa del 15 al 18 % del peso total, sin embargo, está influenciado por la variedad y sus características son las siguientes:

- Contienen fibra y aminoácidos que ayudan a prevenir enfermedades cardiacas. Debido a que el 70% de aminoácidos están en la semilla y su aceite reduce los niveles de colesterol ayudando a mejorar enfermedades cardiovasculares y disminuir paros cardiacos.
- Presenta más fibra que cualquier otro alimento, es un excelente agente anti-inflamatorio del tracto intestinal, infecciones, y diarrea.
- Contiene compuestos fenólicos previenen las úlceras intestinales e infecciones virales y bacterianas (Salas, 2015).

2.2.6 Almidón de semilla de aguacate

Existen reducidos estudios sobre la extracción y caracterización de almidón de semillas de palta, en relación con sus propiedades fisicoquímicas. Las semillas de palta son consideradas como fuente de biopolímeros que contribuyen al conocimiento existente sobre las nuevas fuentes de almidón. En consecuencia, han existido investigaciones sobre el almidón de las semillas de aguacate debido a la abundancia de esta planta, su alto rendimiento de fruto, así como la caracterización y utilización de una nueva fuente de almidón a partir de este subproducto.²¹

La composición química del almidón de semilla de palta se observa en la tabla 1 y se concluye, que la semilla de palta presenta un alto contenido de almidón y pigmento, este contenido de almidón lo convierte en materia prima para la fabricación de bioplásticos.²²

Tabla 1. Composición y características de almidón de semillas de palta²²

Componentes del almidón de semilla de aguacate	Porcentaje (%)
Almidón	67.6950
Amilosa	32,4739
Amilopectina	35,3212
Agua	1,087
Ceniza	1,013
Grasa	1,860
Proteína	10.440

Fuente: Salas, L. (2015)

2.2.7 Películas biodegradables

Las películas elaboradas a base de almidones controlan el desarrollo de microorganismos, cambios fisiológicos y fisicoquímicos, intercambio gaseoso, mejorando así las características organolépticas del alimento.²³

Las propiedades de la película resultante dependen de factores tales como: tipo de almidón y plastificante, una vez unidos se formará el almidón termoplástico, lo que proporcionará un material termoplástico que se podrá moldear²⁴.

Las películas son membranas que se solidifican en condiciones ambientales y controladas, están conformadas de distintas materias primas, entre éstas: almidón, plastificantes, aceites, conservantes, antioxidantes, que ayuden a mantener propiedades como: fijación, reflexibilidad, tensión superficial, y deben contar con las características necesarias para mantener un buen desempeño en la aplicación²⁵.

2.2.8 Componentes de las películas biodegradables

2.2.8.1 Almidón

Es un biopolímero que se encuentre en la naturaleza formando parte de diversos recursos renovables como: tubérculos, semillas y raíces de las plantas, situado en el endospermo. Uno de los recursos más renovables, biodegradable, barato y ampliamente disponible²⁵.

2.2.9.2 Plastificantes

Son aquellos componentes de películas que se agrega para suavizar la estructura rígida de las películas, sustancias estables y no volátiles con un alto punto de ebullición, es muy importante en formación de películas debido a que estas afectan las propiedades mecánicas y la permeabilidad, alterando la estructura y la movilidad de la cadena y los coeficientes de difusión de gases y agua al reducir fuerzas intermoleculares e intramoleculares. Los plastificantes utilizados como aditivos en la matriz polimérica, ayuda al proceso, aumentando la flexibilidad y reduciendo las fuerzas intermoleculares, el agua es el disolvente principal para la formación de polímeros naturales además de los glicoles como el sorbitol y la glicerina por su bajo peso molecular, conveniente para realizar el proceso de plastificación²⁴.

El glicerol

Es el plastificante más utilizado para reducir la naturaleza frágil, ayuda a mejorar la flexibilidad de la película, aunque lo que le puede afectar es la

permeabilidad de vapor de agua y gases, ya que es muy hidrófilo e higroscópico, es de bajo peso molecular, es buen modificador de interacciones entre macromoléculas y es el que ayuda a aumentar la movilidad de las cadenas de los polímeros.²⁶

Melamina.

La melamina es un compuesto orgánico que a menudo se combina con el formaldehído para producir la resina de melamina, un polímero sintético que es resistente al fuego y tolerante al calor. La melamina puede ser fácilmente moldeado con calor medio durante un tiempo, pero se establecerán en una forma fija al momento de su enfriamiento, esta propiedad hace que sea ideal para ciertas aplicaciones industriales. Su fórmula molecular es $C_3H_6N_6$.²⁷

2.3 Marco conceptual

2.3.1. La palta (*Persea americana* Mill)

Es el único representante de importancia económica entre las frutas comestibles de la familia *Lauraceae* y es originario de México y Centro América. Presenta un creciente valor en el mercado internacional no solo por su calidad nutritiva sino también por sus usos medicinales y en la industria cosmética²⁸

2.3.1 Almidón

El almidón, o fécula, es una macromolécula que está compuesta por dos polímeros distintos de glucosa, la amilosa (en proporción del 25 %) y la amilopectina (75 %). Es el glúcido de reserva de la mayoría de los vegetales²⁹.

2.3.2 Plastificantes.

Los plastificantes o plastificadores son aditivos que suavizan los materiales (normalmente mezclas de plástico) a los que se añaden. Aunque se usan los mismos compuestos para plásticos, los efectos son ligeramente diferentes³⁰.

2.3.3 Semilla

La semilla, simiente o pepita es cada uno de los cuerpos que forman parte del fruto que da origen a una nueva planta; es la estructura mediante la cual

realizan la propagación de las plantas que por ello se llaman espermatofitas (plantas con semilla). La semilla se produce por la maduración de un óvulo de una gimnosperma o de una angiosperma. Una semilla contiene un embrión del que puede desarrollarse una nueva planta bajo condiciones apropiadas. También contiene una fuente de alimento almacenado y está envuelta en una cubierta protectora.³¹

2.3.4 Envase biodegradable

Es una lámina de materia orgánica que se utiliza como embalaje y que es biodegradable.³¹

2.3.5 Glicerina

Este compuesto es un alcohol que se usa en cosmética por sus propiedades para la piel. También llamada glicerol, la glicerina es un alcohol líquido que se utiliza para elaborar diversos productos cosméticos como el jabón y otros productos, aunque también se puede obtener para hacer remedios caseros.³²

2.3.6 Melamina

La resina melamina, resina MF o resina melamina-formaldehído (a veces también acortada a simplemente melamina) es un material termo endurecible duro, hecho por condensación de formaldehído²⁷.

2.3.7 Elongación de plástico

Es una magnitud que mide el aumento de longitud que experimenta un material cuando se le somete a un esfuerzo de tracción antes de producirse su rotura.³²

2.3.8 Biodegradabilidad

La biodegradabilidad es la capacidad que tienen las sustancias y los materiales orgánicos de descomponerse en sustancias más sencillas debido a la actividad enzimática de microorganismos.³³

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis general.

La glicerina y melamina influyen en las propiedades físico-mecánica de elongación y biodegradabilidad del bioplástico obtenido de almidón de semilla de *Persea americana Mill* “palta”

3.2 Hipótesis específico.

- La variación de porcentajes de adición de glicerina (3 y 6%) y melamina (3 y 9%) influye en la propiedad físico-mecánica de elongación del bioplástico obtenidos de almidón de semilla de *Persea americana Mill* “Palta.
- La variación de porcentajes de adición de glicerina (3 y 6%) y melamina (3 y 9%) influye en la propiedad de biodegradabilidad del bioplástico obtenido de almidón de semilla de *Persea americana Mill* “Palta.
- La adición de diferentes niveles en porcentajes de glicerina y melamina presentan diferencias en las propiedades físico-mecánica de elongación y biodegradabilidad de los tratamientos de bioplástico obtenidos del almidón de semilla de *Persea americana Mill* “Palta” mediante la metodología de superficie de respuesta.

3.3 Variables.

3.3.1 Variable independiente: Tipos de plastificantes (glicerina y melamina).

3.3.1.1 Definición conceptual.

Son pequeñas moléculas agregadas para suavizar un polímero por debajo de su transición vítrea para reducir su cristalinidad o punto de fusión.

3.3.1.2 Definición operacional.

Se consideran dos dimensiones: tipo (glicerina y melamina) y concentración del plastificante.

3.3.1.3 Variable dependiente: Propiedad físico-mecánica de elongación y biodegradabilidad.

3.3.1.4 Definición conceptual.

Propiedad mecánica de Elongación: Estudia el comportamiento de resistencia a la tracción de rotura del bioplástico

Propiedad de biodegradación: Capacidad de un material de descomponerse en dióxido de carbono, metano, agua y componentes orgánicos, o biomasa, por acción enzimática de microorganismos, y se mide por ensayos estándares en un periodo específico de tiempo bajo condiciones de almacenamiento.

3.3.1.5 Definición operacional.

Se consideran dos dimensiones: indicador de resistencia a la tracción e indicador de biodegradación.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Método de investigación.

Para Bunge M. define el método científico como “el conjunto de reglas que señalan el procedimiento para llevar a cabo una investigación cuyos resultados sean aceptados como válidos por la comunidad científica.”³⁴ por lo tanto en la investigación se siguieron los pasos del método científico, se emplearon técnicas y procedimientos para la obtención de conocimientos válidos y comprobables científicamente, de forma objetiva ya que se desarrolló rigurosamente siguiendo los pasos en forma lógica y ordenada para obtener respuestas eficaces, que podrán ser reproducidas en otros contextos³⁴.

4.2 Tipo de investigación

Según Rocha C. Manifiesta que “La investigación práctica o aplicada busca o tiene como fin la aplicación inmediata de los conocimientos obtenidos” por ende la investigación fue de tipo aplicada, debido a que el propósito de la investigación fue resolver un problema de naturaleza práctica, con aplicación, utilización y consecuencias prácticas.^{34, 35}

4.3 Nivel de investigación.

Según Rocha C. detalla que el nivel de investigación explicativo “se centra fundamentalmente en determinar los orígenes y las causas del fenómeno u objeto sujeto a investigación, es decir, conocer por qué suceden o se presentan determinados hechos, en qué condiciones ocurren y qué los produce o provoca” en consecuencia el trabajo de investigación es de nivel explicativo, porque determina el origen o causas del fenómeno o comportamiento de una variable dependiente en función de la variable independiente; por ser estudios de causa-efecto, requiere control y debe cumplir otros criterios de causalidad³⁵.

4.4 Diseño de la investigación.

“Considerando las variables de estudio la investigación es de diseño experimental por tener como objeto de estudio la manipulación de variables experimentales en condiciones controladas. El cual resulta útil para evaluar qué modelo de predicción debería considerarse más preciso para esta investigación” Gutiérrez y Vara (2008)³⁶.

El diseño de investigación se desarrolló en base a un diseño factorial con un punto central y cuatro puntos factoriales, el cual estudia el efecto de dos factores/aditivos (glicerina y melamina) considerando dos niveles (nivel bajo (-) y nivel alto (+)) en cada uno. Para determinar las combinaciones o tratamientos de los aditivos se empleará la metodología de superficie de respuesta³⁶.

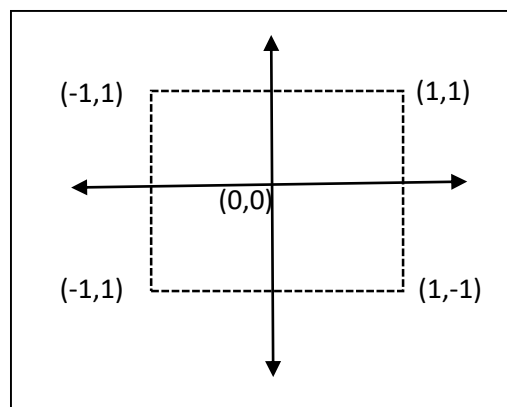


Figura 1. Esquema del diseño factorial ³⁶

4.5 Población y muestra.

La población que se tomó para la presente investigación fue la semilla de *Persea americana* Mill “Palta” que se obtuvo del mercado central del distrito y provincia Huancayo. (Mercado de frutas).

La muestra estuvo conformada por 50 Kg de semillas de *Persea americana* Mill “Palta” para cuatro tratamientos con tres repeticiones, seleccionados a través de un muestreo de tipo no probabilístico intencional, considerando:

4.5.1 Criterios de Inclusión y Exclusión:

- a. Criterios de inclusión:** Semillas de *Persea americana* Mill. Var. Fuerte “Palta” seleccionadas con la técnica de la observación y que estén en buen estado, libres de microorganismos y materias extrañas sin daño biológico, con las características físicas y de madurez adecuadas, las cuales no deben presentar alteraciones morfológicas y fisiológicas.
- b. Criterios de Exclusión:** Semillas de *Persea americana* Mill. Var. Fuerte “Palta” seleccionadas con la técnica de la observación y que estén en mal estado, infectadas; con presencia de alteraciones morfológicas y fisiológicas

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

4.6.1 Técnicas.

La técnica que se utilizó en la investigación fue la observación de tipo estructurada porque se buscó probar una hipótesis, considerando que la investigación fue concluyente de alta precisión y objetividad, desarrollado a nivel laboratorio.

4.6.2 Instrumentos.

Se utilizó ficha de evaluación donde se recolectaron los datos que se obtuvieron del proceso de elaboración de bioplásticos según los porcentajes de glicerina y melamina empleados en el tratamiento para elaborar bioplásticos, además se utilizó cuadros comparativos para diferenciar los resultados obtenidos de los ensayos de las propiedades físico-mecánicas (Elongación del plástico y biodegradabilidad) de bioplásticos obtenidos a partir de almidón de semilla de palta³⁷.

4.6.3 Procedimiento de la investigación.

A. Procedimiento de extracción del almidón de semilla de palta.

Las semillas de palta se cortaron en láminas delgadas^{38,39}, con un grosor de ± 2 mm, enjuagadas repetidamente con agua hasta que esté limpio y seco en estufa durante 6 horas. Las semillas de palta secas se mezclaron agregando 1: 5 (p / v) de agua para formar la suspensión. La suspensión de almidón fue enfriada y precipitada por variación de tiempo. El almidón húmedo se secó en un horno a una temperatura de 50 ° C durante ± 24 horas. El almidón se secó, se sometió a una molienda y se tamizó con una malla de diámetro de 100 mesh⁴⁰

B. Procedimiento de la obtención de bioplástico de almidón de semilla de palta.

El proceso de obtención de bioplástico se resumen en la figura 2 donde la operación más importante fue la formulación de la suspensión por dilución en un vaso de precipitación; para cada tratamiento se añadió a cada formulación almidón de semilla de palta, 3% y 6% de glicerina y 3% y 9% de melamina, luego se colocó la suspensión de cada formulación sobre una placa calefactora para calentar y formar el biopolímero con un control permanente de agitación y temperatura hasta obtener el Bioplástico.

Tabla 2. Matriz del experimento.

Tratamientos	Factores	
	% Glicerina	% Melamina
1	3	3
2	3	9
3	6	3
4	6	9

Fuente: Propia

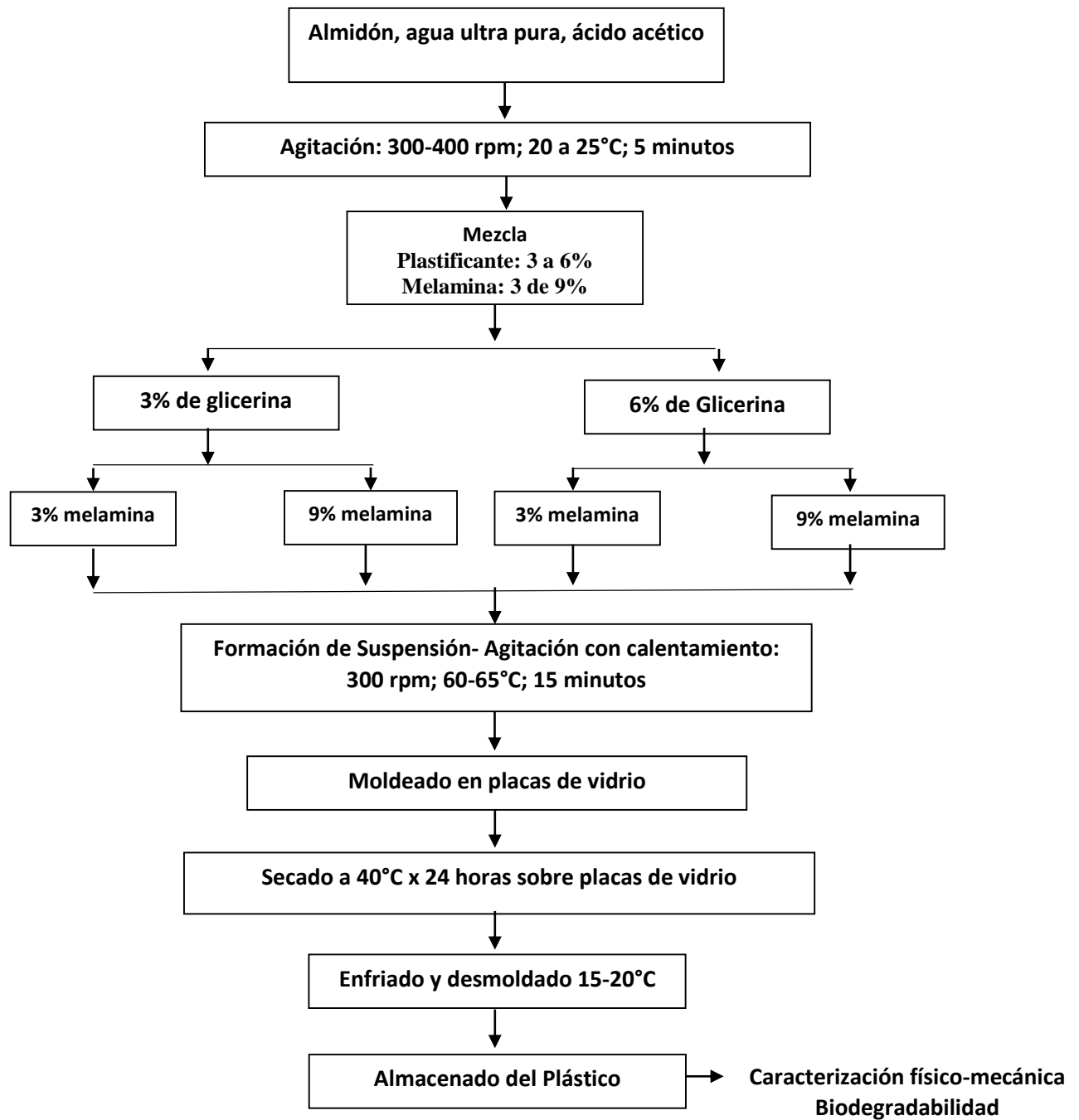


Figura 2. Esquema Experimental de Obtención de Plástico Biodegradable de Almidón de Semilla de *Persea americana* Mill. Var. Fuerte “Palta” (Mantilla M., y Zavala M.,)^{41, 42, 43}

C. Evaluación de las propiedades físico mecánicas del bioplástico.

Se realizó en la última etapa los análisis de laboratorio para evaluar los ensayos de las propiedades físico mecánicas (elongación del plástico), biodegradabilidad y luego se compararon los resultados obtenidos de elongación y biodegradabilidad del bioplástico de obtenido de almidón

4.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

4.7.1 Diseño Experimental.

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar (DCA) con dos factores de variación y con dos subniveles, haciendo cuatro tratamientos con tres repeticiones y doce observaciones. Este diseño consiste en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales, ideal para experimentación en laboratorios⁴⁷.

El modelo estadístico diseño completamente al azar

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde: Y_{ij} = variable de respuesta (elongación y % biodegradabilidad)

μ = efecto de la media general

τ_i = efecto de la i-ésimo experimental (tratamientos)

ε_{ij} = efecto (error experimental)

4.8 Aspectos éticos de la investigación.

Se tomaron los aspectos de protección medioambiental y respeto hacia la biodiversidad; actuando responsable y verazmente con relación a los datos colectados y presentados. Así mismo, las fuentes y referencias que se utilizaron en el desarrollo del proyecto de tesis serán mencionadas de manera adecuada, respetando los derechos del autor y los criterios de confiabilidad de la información, autenticidad de los resultados de los análisis de las muestras, sin que haya existencia de conflictos de interés, en base a lo establecido en los artículos 27° y 28° del Reglamento general de Investigación de la Universidad Peruana Los Andes.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Resultados referidos a la determinación del análisis químico proximal.

En la tabla 3 se muestran los resultados de la evaluación del análisis químico proximal de la semilla de palta bajo tres repeticiones y la desviación estándar., obtenido según los métodos recomendados por la AOAC 2008.

Tabla 3. Composición del análisis químico proximal de la semilla de *Persea Americana* Var. Mill fuerte “palta”.

Componentes g/100g	Media %	DesvStand ±
Humedad	14,14	0,23
Proteínas	18,29	0,71
Grasa	16,22	0,56
Fibra	4,49	0,25
Cenizas	0,86	0,05
Carbohidratos totales	46,01	1,57

Fuente: propia

5.2 Resultados referidos a la extracción de almidón de semilla de palta.

La tabla 4 muestra los resultados obtenidos del proceso de extracción de almidón nativos a partir de semilla de palta, para la cual se procedió a realizar 10 extracciones obteniendo gravimétricamente el peso del almidón y el rendimiento porcentual.

Tabla 4. Determinación del rendimiento de almidón a partir de semilla de palta.

NUMERO DE EXTRACCIONES	peso de semilla (g)	Peso de almidón (g)	% de Rendimiento
1	980	325,87	33,25
2	1135	387,58	34,15
3	1263	435,76	34,50
4	957	306,45	32,02
5	1259	410,06	32,57
6	1158	388,62	33,56
7	1064	364,62	34,27
8	1085	366,29	33,76
9	995	335,51	33,72
10	1167	394,21	33,78
Promedio	1106,30	371,50	33,56
Desviación estándar	103,89	37,90	0,73

Fuente: propia

5.3 Resultados referidos a la determinación de la composición química del almidón de semilla de palta.

Tabla 5. Composición química del almidón obtenido a partir de semilla de *Persea americana* Var. Mill fuerte “palta”

Componentes g/100g	Media	DesvStand ±
Humedad	2,53	0,32
Proteínas	1,99	0,11
Grasa	1,07	0,08
Cenizas	1,02	0,13
Amilosa	35,80	1,10
Amilopectina	38,63	1,03
Almidón	74,43	2,11

Fuente: propia

5.4 Resultados sobre las propiedades del bioplástico.

La tabla 6 indica el promedio de numero de muestras procesadas para encontrar el promedio viable para la obtención del mejor promedio de elongación del plástico biodegradable.

Tabla 6. Comportamiento de la propiedad mecánica de Elongación del bioplástico obtenido a partir de almidón de *Persea americana* Var. Mill fuerte “palta”.

Muestras	Factor 1	Factor 2	Propiedad mecánica	
	A:Glicerina %	B:Melamina %	Promedio	Des Estand.
1	3,00	9,00	70,73	8,42
2	4,50	10,24	30,51	5,50
3	6,62	6,00	17,43	7,53
4	2,38	6,00	58,71	10,10
5	3,00	3,00	60,77	8,95
6	4,50	6,00	36,71	9,27
7	6,00	3,00	12,63	5,11
8	4,50	1,76	14,76	4,97
9	6,00	9,00	8,71	2,88

Fuente: propia

5.5 Resultados de la biodegradabilidad del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de palta.

La tabla 7 representa el número de muestras procesadas para determinar el mejor promedio de biodegradabilidad

Tabla 7. Biodegradabilidad.

Muestras	Factor 1	Factor 2	Biodegradabilidad %	
	A:Glicerina %	B:Melanina %	Promedio	Des Estand.
1	3,00	9,00	60,75	8,02
2	4,50	10,24	80,44	10,79
3	6,62	6,00	81,55	4,50
4	2,38	6,00	85,38	5,80
5	3,00	3,00	45,63	8,87
6	4,50	6,00	81,58	5,86
7	6,00	3,00	60,99	15,66

8	4,50	1,76	85,04	7,19
9	6,00	9,00	67,14	11,55

Fuente: Propia.

5.6 Optimización del proceso de obtención de bioplástico a partir de almidón de semilla de palta.

Tabla 8. Interacción según el modelo de superficie de respuestas de los parámetros de elongación y biodegradabilidad.

Std	Run	A:Glicerina %	B:Melanina %	Elongación (kg/cm2)	Biodegradabilidad %
3	1	3,00	9,00	70,73	60,75
10	2	4,50	6,00	36,71	81,58
9	3	4,50	6,00	36,71	81,58
11	4	4,50	6,00	36,71	81,58
8	5	4,50	10,24	30,51	80,44
6	6	6,62	6,00	17,43	81,55
5	7	2,38	6,00	58,71	85,38
1	8	3,00	3,00	60,77	45,63
12	9	4,50	6,00	36,71	81,58
13	10	4,50	6,00	36,71	81,58
2	11	6,00	3,00	12,63	60,99
7	12	4,50	1,76	14,76	84,04
4	13	6,00	9,00	8,71	67,14

Fuente: propia

Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

Std Error of Design
Std Error Shading
0.500 1.500

Std Error of Design = 0.447
Std # 9 Run # 10
X1 = A: GLICERINA = 4.5
X2 = B: MELAMINA = 6

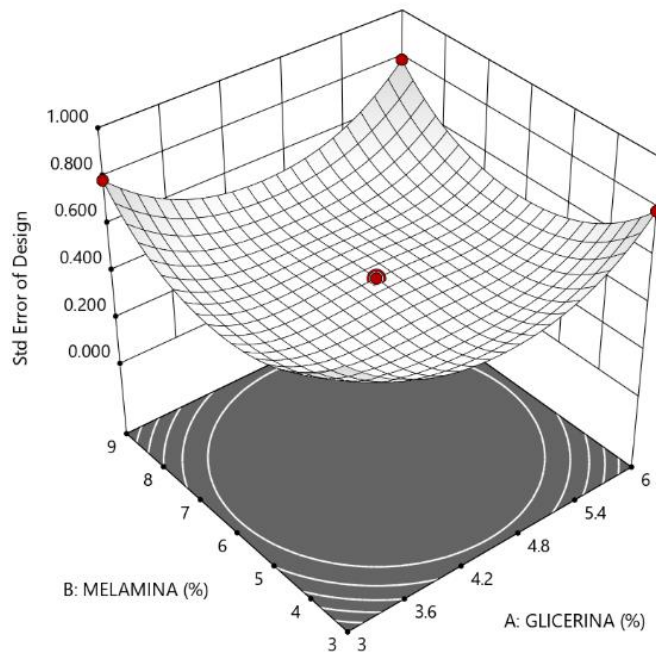


Grafico 3. Superficie de respuesta del proceso de optimización de la elaboración de bioplástico a partir de almidón de palta utilizando como plastificante glicerina y melamina.

➤ **Superficie de respuesta del ensayo de la tracción-deformación- Elongación.**

En el gráfico 4 se visualiza el efecto de la interacción del % de glicerina y % de melamina sobre la propiedad de la tracción-deformación- Elongación del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de palta; a un nivel de 95% de nivel de confianza se logró optimizar empleando 4,5% de glicerina y 6% de melamina, obteniéndose una elongación de 36,71 kg/cm²

Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

ELONGACION (Kg/cm2)

● Design Points

-- 95% CI Bands

Std # 9 Run # 10

X1 = A: GLICERINA = 4.5

X2 = B: MELAMINA = 6

B- 3

B+ 9

Y = ELONGACION (Kg/cm2) = 36.71

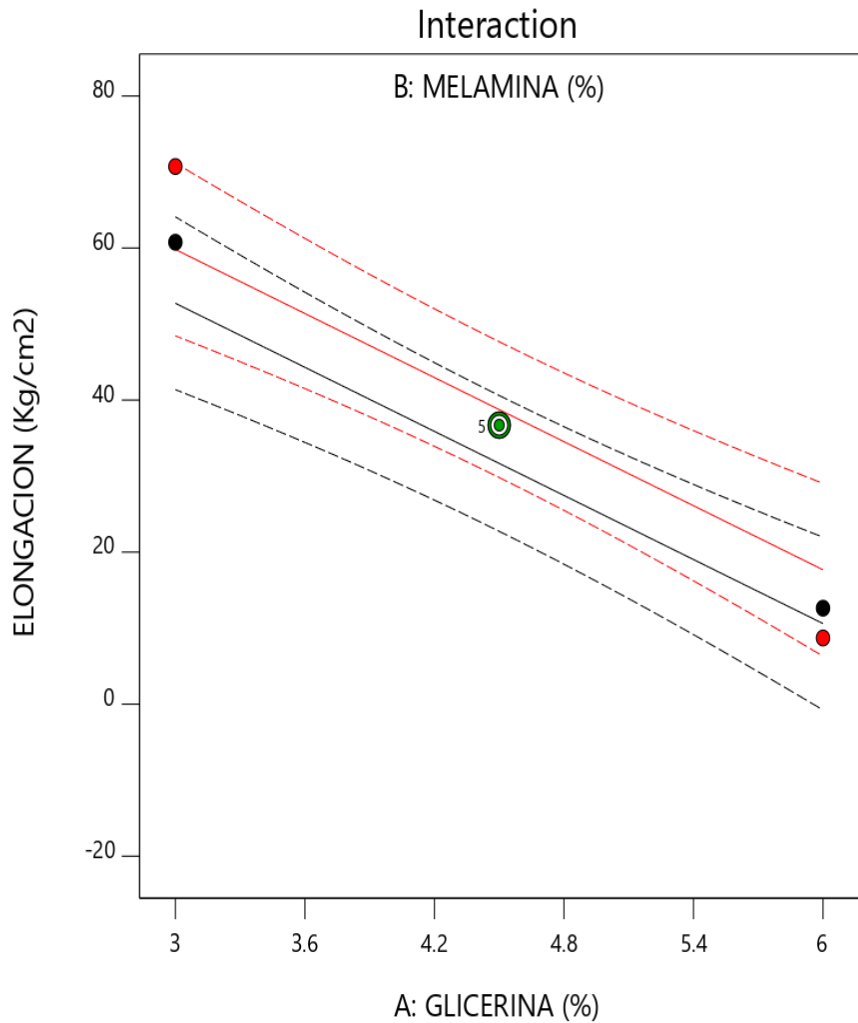


Grafico 4: Interacción de los niveles de glicerina y melanina sobre la propiedad mecánica de elongación del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de palta.

Mientras en el gráfico 4, se obtiene solo considerando un único factor de 4,5% de glicerina en la obtención del bioplástico una elongación de 36,71kg/cm²; esto indica que la plastificante glicerina tiene mayor efecto sobre las propiedades mecánicas del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de palta.

Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

ELONGACION (Kg/cm2)

● Design Points

-- 95% CI Bands

Std # 10 Run # 3

X1 = A: GLICERINA = 4.5

Actual Factor

B: MELAMINA = 6

Y = ELONGACION (Kg/cm2) = 36.71

CI = (5.21438, 23.0817)

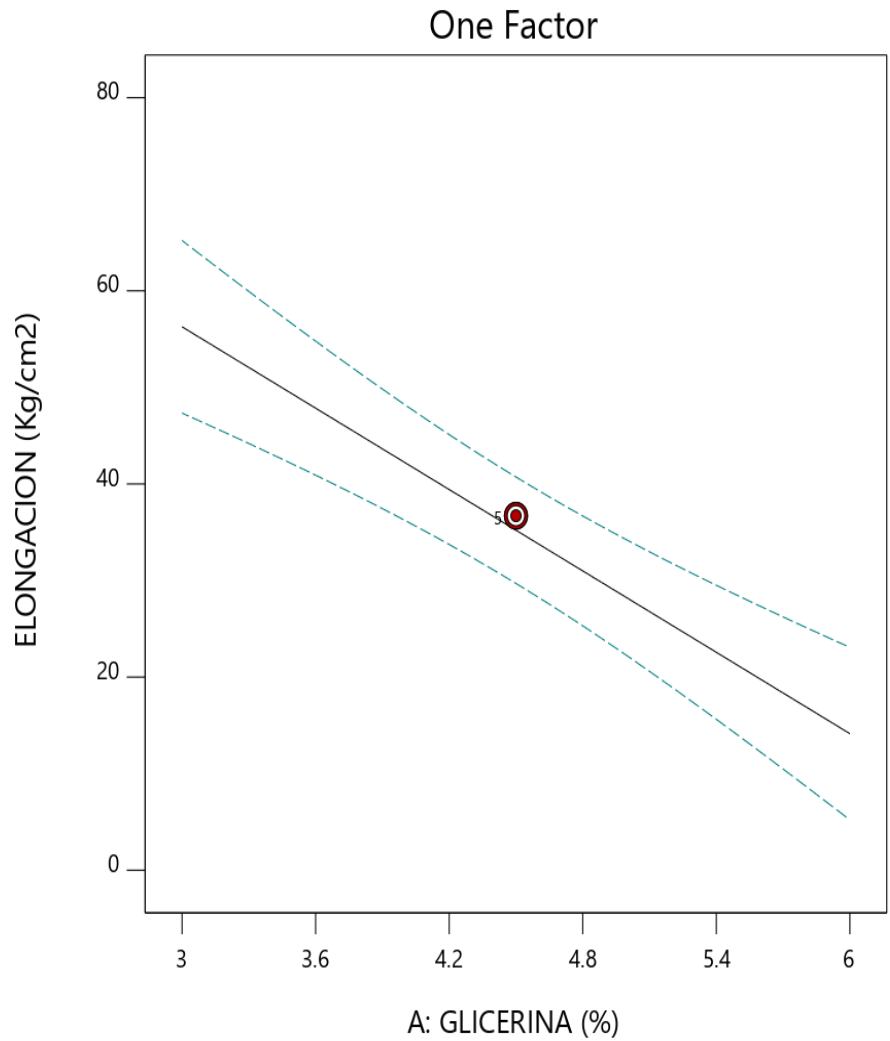


Grafico 5. Interacción de único factor del nivel de plastificante glicerina sobre las propiedades mecánicas de elongación del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de palta.

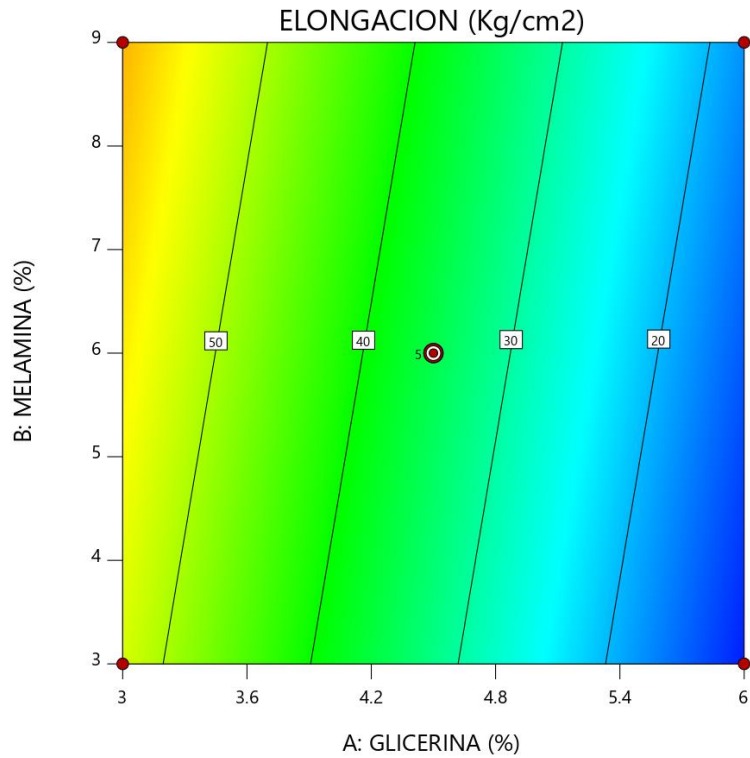
Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

ELONGACION (Kg/cm2)

● Design Points
8.71 70.73

ELONGACION (Kg/cm2) = 36.71
Std # 9 Run # 10

X1 = A: GLICERINA = 4.5
X2 = B: MELAMINA = 6



Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

ELONGACION (Kg/cm2)

● Design points above predicted value
○ Design points below predicted value
8.71 70.73

ELONGACION (Kg/cm2) = 36.71
Std # 9 Run # 10
X1 = A: GLICERINA = 4.5
X2 = B: MELAMINA = 6

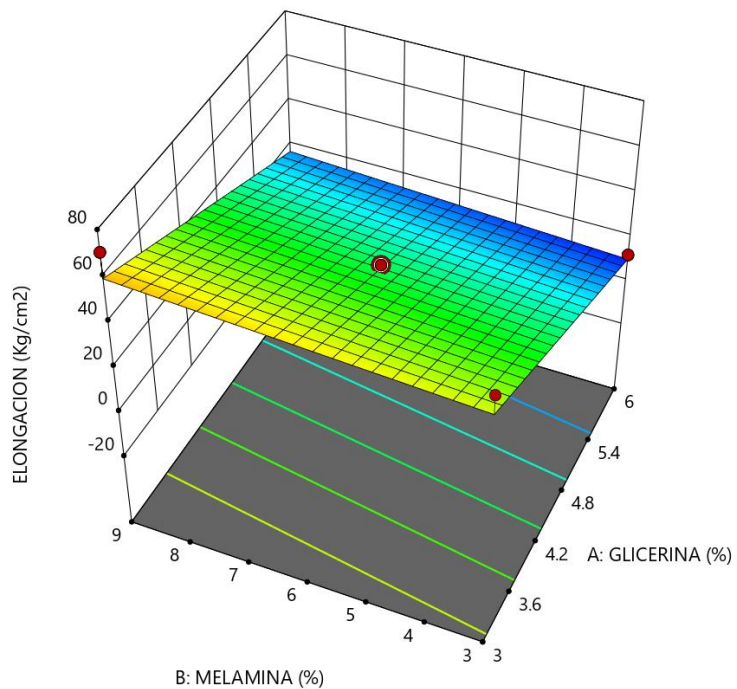


Grafico 6 y 7. Superficie de respuesta de la Interacción de niveles de plastificantes de glicerina y melamina sobre las propiedades mecánicas de elongación del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de palta.

➤ **Referidos a los experimentos de biodegradabilidad del bioplástico.**

En el gráfico 8 se muestran los resultados experimentales de la biodegradabilidad del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de palta; donde se obtiene el más alto porcentaje de biodegradabilidad de 85.38% a los 20 días utilizando niveles de 2,38% de glicerina y 6% de melamina; y como una biodegradabilidad mínima de 45.63% al mismo tiempo utilizando 3% de glicerina y 3% de melamina; por lo que se puede indicar que el factor glicerina influye significativamente en las propiedades de biodegradabilidad.

Además, se muestra la interacción del plastificante, glicerina y melamina sobre la biodegradabilidad, lográndose optimizar en 4,5% de glicerina y 6% de melamina se obtiene un porcentaje de biodegradabilidad óptima de 81,58% de degradación bajo condiciones aeróbicas obtenidas a nivel de laboratorio.

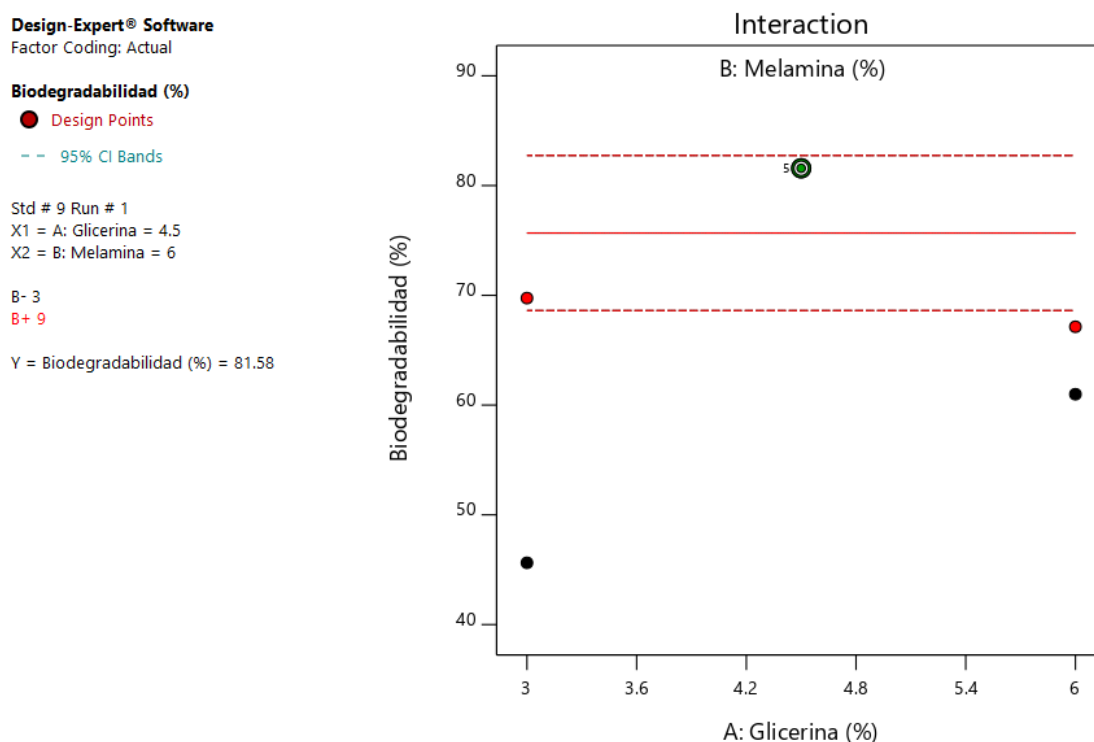


Gráfico 8: Interacción de niveles de glicerina y melamina sobre la biodegradabilidad del bioplástico obtenido a partir de almidón de semillas de palta.

Del mismo modo en la gráfica 9 de contornos se ratifica que se optimiza la biodegradabilidad del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de palta al 4,5% de glicerina y 6% de melamina logrando obtener 81,58% en un rango de 45,63% hasta un 85,38% como un valor máximo de biodegradabilidad a condiciones aeróbicas a nivel de laboratorio.

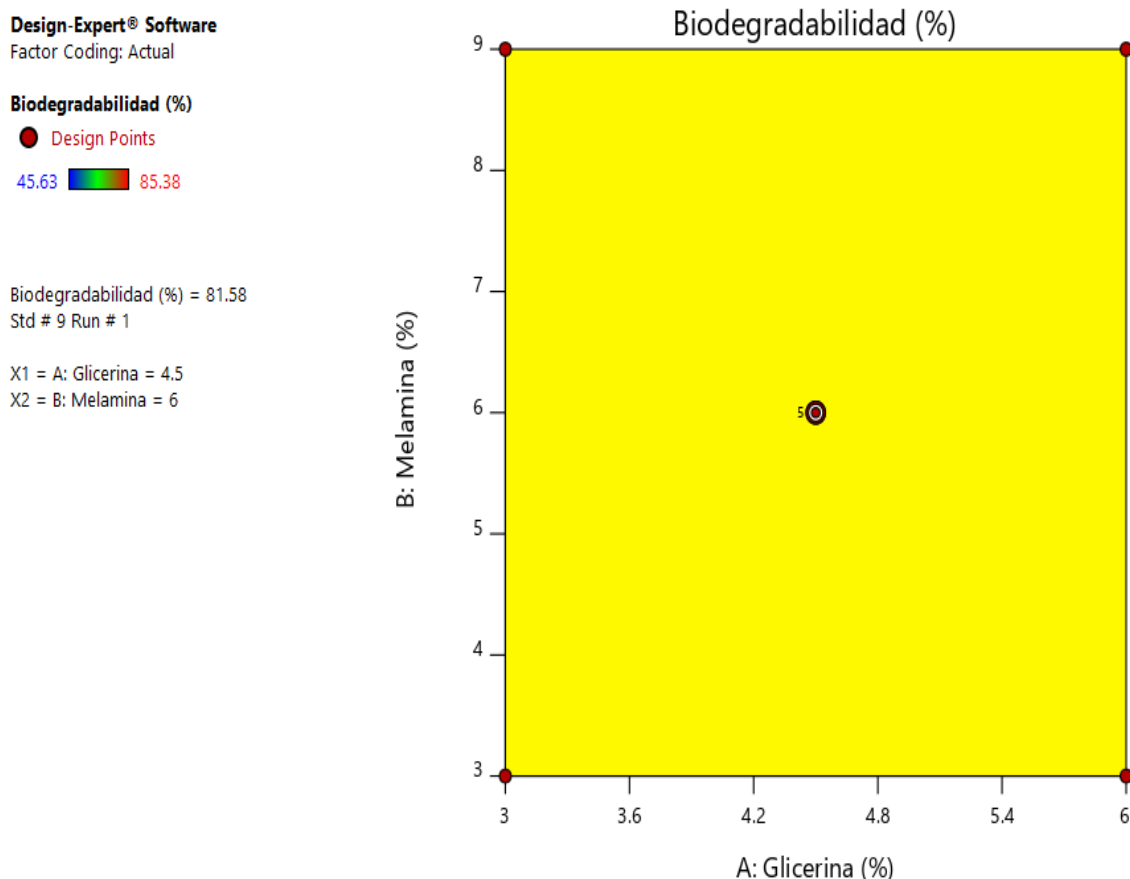


Gráfico 9. Gráfico de contornos de la interacción de plastificantes sobre los valores de biodegradabilidad en el bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de palta.

En la gráfica 10 se muestra la superficie de respuesta de los factores de estudio de la interacción de glicerina y melamina en la obtención de bioplástico a partir de almidón de semilla de palta; en donde los niveles óptimos de utilización de % de glicerina y % de melamina se logra registrar al 6% de glicerina y 9% de melamina para obtener una biodegradabilidad en el tiempo de 20 días de 67,14% en un rango de 45,63 hasta un valor máximo de 85,38% bajo condiciones atmosféricas.

Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

Biodegradabilidad (%)

● Design points above predicted value

○ Design points below predicted value

45.63  85.38

Biodegradabilidad (%) = 67.14

Std # 4 Run # 8

X1 = A: Glicerina = 6

X2 = B: Melamina = 9

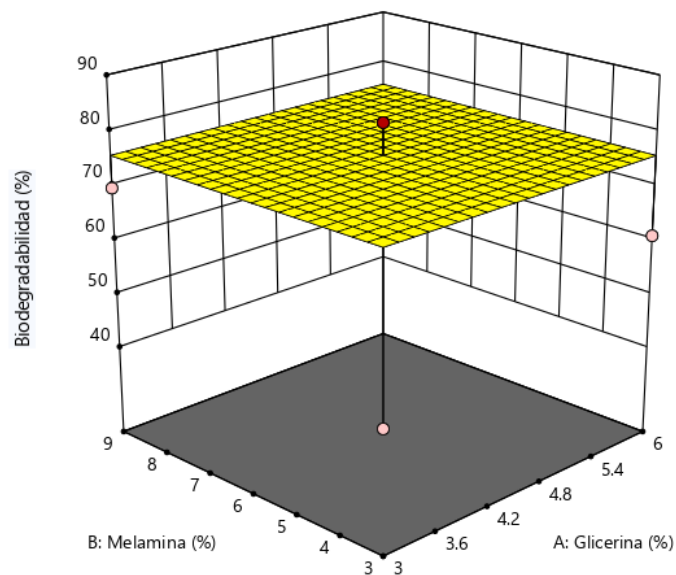


Grafico 10. Superficie de respuesta de las interacciones de los niveles de glicerina y melamina en la obtención de bioplástico a partir de almidón de semilla de palta.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

➤ Respecto a la composición químico proximal de la semilla de *Persea Americana* Var. Mill fuerte “palta”.

En la tabla 3, se reportan los resultados de la composición químico proximal de la semilla de *Persea Americana* Var. Mill fuerte “palta”, donde el contenido promedio de carbohidratos totales de $46,01 \pm 1,57$; proteínas de $18,29\% \pm 0,71$; grasa de $16,22\% \pm 0,56$; fibra $4,49\% \pm 0,25$; cenizas de $0,86\% \pm 0,05$ y humedad de $14,14\% \pm 0,23$ respectivamente; estos resultados son relativamente diferentes a lo reportado por Bressani *et al.*, (2009)⁴⁸ donde menciona que la semilla de palta presenta $56,04 \pm 2,58\%$ de humedad; $1,87 \pm 0,31\%$ de lípidos; $1,95 \pm 0,16\%$ de proteínas; $1,87 \pm 0,24\%$ de cenizas; $5,10 \pm 1,11\%$ de fibra cruda y de $33,17 \pm 2,73\%$ de carbohidratos totales, son diferentes por la variedad de palta y el grado de madurez de la fruta observados por Bressani, pero de igual manera son buena materia prima para la elaboración del bioplástico.

Por otro lado, según el reporte de Arukwe *et al.*⁴⁹, indica que el contenido de carbohidratos en la semilla de *P. americana* es de $48,11 \pm 4,13$ g / 100 g. Respecto al contenido de lípidos según el reporte de Oluwole *et al.*⁴⁹ y Arukwe *et al.*⁴⁹ es inferior a los resultados obtenidos de $12,24 \pm 0,07$ g / 100 g y $16,54 \pm 2,10$ g / 100 g esto tiene relación al proyecto de investigación por la cantidad de carbohidratos que existe en la muestra ya que esta cantidad representa en gran medida al almidón que contiene por lo que concluimos que la muestra es ideal para el proceso de fabricación de bioplásticos.

En lo que corresponde al contenido de proteínas obtenido en la investigación, los valores reportados por Arukwe *et al.*⁴⁹ como por Oluwole *et al.*⁴⁹ son inferiores a los valores de $17,94 \pm 1,40$ g / 100 g y $4,44 \pm 0,06$ g / 100 g respectivamente por la variedad de palta tomada ya sea por el grado de madurez y tiempo de conservación.

Los contenidos de cenizas de *P. americana* en el presente estudio son ligeramente inferiores a los $2,40 \pm 0,19$ mg / 100 g reportados por Arukwe *et al.*⁴⁹ y a los valores de $1,15 \pm 0,03$ g / 100 g registrados por Oluwole *et al.*⁵⁰

El contenido de humedad registrado en la semilla de *P. americana* en el presente estudio demuestra que la semilla es rica en humedad. Sin embargo, el contenido de humedad obtenido en el estudio, es superior a los $2,40 \pm 0,19$ g / 100 g registrado por Arukwe et al.⁴⁹ esto implica a que la mayor humedad indica que existe mayor cantidad de carbohidratos que implica que la palta posee almidón servirán como plastificante.

➤ **Respecto al rendimiento de extracción de almidón de semilla de *persea americana* var. *Mill* “palta”.**

En la tabla 4 se pueden verificar que el rendimiento promedio de un numero de 10 extracciones de almidón a partir de semillas de *Persea Americana Var. Mill* fue de $33,56 \% \pm 0,73\%$, siendo el porcentaje de extracción mínima fue de 32,02% mientras que el valor máximo de rendimiento obtenido fue de 34.50%. Estos resultados obtenidos en la investigación se encuentran cercanos al rendimiento promedio de 33,17% reportado por Bressani, R. (2009)⁴⁸ y superiores al rendimiento de 30% en promedio de almidón en semilla de *Persea Americana Var. Mill* reportados por Sullcaray Huanquis G 2014⁵¹ y Undurraga M, Salinas F, Ruz N., 2009⁵²

Sin embargo, también hay estudios que indica, que el peso de semilla en función al peso total de fruto de palta se encuentra en el rango de 15 a 18%; sin embargo, estos valores dependen de la variedad (Rengifo Gratelli PG y García JA, Ramos M, Mora J., 2009).⁵³

El peso promedio del fruto fue de 757 g, con proporciones promedio de piel, pulpa y semilla alrededor 8,7%, 67,1% y 24,2%, para un contenido de humedad de la semilla de palta fue del 66,3% y el rendimiento de almidón fue del 14,2% (base húmedo) reportado por Martins dos Santos et al.⁵⁴

➤ **Respecto a la composición química del almidón de semilla de palta.**

En la tabla 5. la composición química del almidón de semilla de *Persea americana Var. Mill* fuerte se muestra un contenido de humedad de $2,52\% \pm 0.32\%$; proteínas $1.99\% \pm 0.11\%$; grasa $1.07\% \pm 0.08\%$; cenizas $1.02\% \pm 0.13\%$; amilosa

35.80 % \pm 1.10%; amilopectina 38.63% \pm 1.03% y contenido total de almidón de 74.43% \pm 2.11% respectivamente.

Sin embargo, los reportes de Martins dos Santos et al.⁵⁴ de la fracción de almidón indica que presentó un color más oscuro (rosado) que el característico color blanco conocido y sobre una base seca, la muestra de almidón presentó 0.09% de grasa, 0.38% de ceniza, 0.07% de proteína y 0.14% fibra cruda resultados totalmente diferentes al obtenido en el estudio.

En la investigación el almidón de palta presentó 35.80% \pm 1.10% de amilosa, superior a los registrados por Peroni, Rocha y Franco (2006)⁵⁵ para el almidón de yuca (19,8%), pero inferiores a los reportados por Sandhu y Singh (2007)⁵⁶ para maíz normal (24,5%) y Ashogbon y Akintayo (2012)⁵⁷ para arroz (26,4%).

Macena, J. F. F. et al.⁵⁸ en la investigación de desarrollo en el almidón extraído de semillas de aguacate obtuvo el almidón en polvo de color marrón claro con una textura aterciopelada. La composición química del almidón de la semilla mostró, 15.36% de humedad, 1,97% de proteínas, 0,42% de lípidos y 0,02% de cenizas. Sin embargo, Silva et al (2013)⁵⁹ obtuvo en el almidón de semilla de *Persea americana* bajo contenido de proteína (0.52%), lípidos (0.38%) y cenizas (0.19%) en la variedad “manteiga”. Por otro lado, Batista, Silva y Liberato (2010)⁶⁰ hallaron para almidón de maíz un contenido de cenizas de 0.02% resultados diferentes al presente estudio, pero obtuvo valores de humedad más altos de 11,70% y 0,65% de proteínas.

Macena, J. F. F. et al.⁵⁸ obtuvieron un contenido de amilosa de almidón palta fue de 30,41% de amilosa El contenido es responsable de varios factores que afectan la propiedad de poder de hinchamiento, solubilidad y formación de gel de almidón. En la literatura, una amplia variación en el contenido de amilosa ha sido relacionado para diferentes almidones, ya que está influenciado por recursos botánicos y métodos de determinación (Kaur; Singh, 2016).⁶¹

Lemos y col. (2018)⁶² detecto un porcentaje de amilosa de 19,7, 20,46, 16,36 y 11,19% en almidones nativos de maíz, papa, plátano y yuca, respectivamente, inferiores a los valores obtenidos en el almidón de aguacate en la presente

investigación. Por otro lado, también inferiores a lo detectado por Builders et al. (2010)⁶³ y Santos et al. (2016)⁶⁴ donde reportan niveles de 32,5% y 21,5% de amilosa en el almidón nativo de semilla de aguacate respectivamente. Por lo que en el almidón extraído de la semilla de aguacate en el presente estudio se logra obtener un alto contenido de amilosa y además indica estos investigadores que el rendimiento de extracción de almidón de semilla de aguacate resultó un 10,67% que es un valor muy por debajo comparado a lo obtenido en la investigación.

Según los reportes de Hernández-Carmona et al. (2017)⁶⁵ donde estudió la extracción de almidón de residuos de cáscaras de plátano reportaron rendimientos de almidón entre 2,1 a 6,3%. Los resultados muestran que el rendimiento de almidón obtenido en semilla de palta considerado desechos es mucho mayor a otras fuentes convencionales de almidón, como la yuca (18.00 - 29,33%) tal como indica Williams et al., (2019).⁶⁶

➤ **Respecto al comportamiento de la Elongación como propiedad mecánica del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de *Persea Americana* Var. Mill “palta”.**

La tabla 6, muestra los valores de las propiedades mecánicas del bioplásticos obtenido utilizando dos tipos de plastificante; de los nueve 9 tratamientos arrojan valores desde 8,71 hasta 70,73 kg/cm² en relación a los niveles de usos del porcentaje de glicerina y melanina respectivamente.

En los estudios que presenta Lubis M. et al (2018)⁶⁷, muestra que el alargamiento en el valor de rotura disminuyó con la adición de Contenido de celulosa microcristalinizada. Mientras tanto, la adición de plastificantes a los bioplásticos tiene el efecto contrario. La adición de rellenos de celulosa microcristalina de 1 a 4 g causó una disminución en el alargamiento a la rotura valor del 15,88% al 2,90%. Mientras el plastificante de glicerina dio el valor máximo de elongación a la rotura de 15,88%. Según este estudio las mejores propiedades mecánicas del bioplástico obtenido con glicerina y celulosa microcristalina cuando se utilizaron 0,2 (v/p) de glicerina y de 3 g de celulosa microcristalina, lo que dio un alargamiento de 3,16% a la rotura. Sin

embargo, estos resultados no concuerdan con los valores de elongación y propiedades mecánicas obtenidas en la presente investigación.

Por otro lado, Sanyang, M.L et al. (2015)⁶⁸ indican que la flexibilidad deseada de las películas de embalaje biológico depende de su aplicación prevista y transporte, manipulación y almacenamiento posteriores de alimentos envasados. Además mencionan que el alargamiento creciente en la película se debe a la disminución de plastificantes en el enlaces intermoleculares entre amilosa, amilopectina y amilosa-amilopectina en la matriz de almidón y, por lo tanto, sustituida por enlaces de hidrógeno formados entre plastificantes y moléculas de almidón, por lo que esa interrupción y reconstrucción en el almidón las cadenas moleculares reducen la rigidez y promueven la flexibilidad de la película al permitir más movilidad de la cadena.

➤ **Respecto al comportamiento de la Biodegradabilidad del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de *Persea Americana* Var. Mill “palta”.**

En la tabla 7 se muestran que el % de biodegradabilidad calculada en la presente investigación en función a los niveles de plastificantes utilizados; donde se tiene una biodegradabilidad máxima de 85,38% para una mezcla en la formulación de la elaboración del bioplástico de 2,38% de glicerina y 6 % de melamina mientras que se obtuvo la más baja biodegradabilidad de 45,63% del bioplástico al usar una mezcla de 3% de glicerina y 3% de melamina respectivamente.

Bertuzzi, M. A. et al. (2014)⁶⁹ menciona que la biodegradabilidad según la norma técnica ASTM D-5488-94D se define como el proceso capaz de sufrir descomposición a dióxido de carbono, metano, agua, compuestos inorgánicos o biomasa, por acción enzimática de microorganismos, que se miden mediante ensayos estándar, en un periodo especificado de tiempo.

Los resultados de la prueba de biodegradabilidad mediante el método gravimétrico, se consideró un tiempo de exposición de 20 días, y se evaluó la pérdida de peso en intervalos de tiempo cada 4, 10, 15, y 20 días en condiciones aeróbicas. Se tomaron

varias muestras de bioplásticos con dimensiones de 2,5 cm x 2,5 cm. A estas películas se las evaluó en condiciones aeróbicas (2 cm de profundidad).

En los resultados de la investigación que desarrollo Charro M. (2015)⁷⁰, puede notarse verse que cuanto más largo sea el tiempo de entierro, mayor será la pérdida de peso del bioplástico, lo que significa que mayor será la se produjo la biodegradación del bioplástico obtenido a partir de almidón de papa; llegando a una biodegradación del bioplástico al 100%, cuya formulación fue de 6,6% de glicerina y 6% de melamina en un tiempo de 20 días bajo condiciones aeróbicas; mientras en la presente investigación se llegó a una degradación a los 20 días hasta 85.38% en el bioplástico formulado con una mezcla de 2,38% de glicerina y 6% de melamina resultados que no concuerdan con los datos obtenidos en la presente investigación.

Si se compara con la norma técnica ASTM, tiempo de descomposición para películas plásticas PLA de Japón y PCL de Inglaterra son 60 días. Las reacciones de degradación química en polímeros lineales provocan una disminución en peso molecular o acortamiento de la cadena de longitud. El almidón tiene enlaces de acetal que son muy fáciles de degradar.

- **Respecto al proceso de optimización de las variables para la obtención de bioplástico partir de almidón de semilla de *Persea Americana* Var. Mill “palta” y la interacciones de los plastificantes (Niveles de glicerina y melanina)**

En la tabla 9 se muestra la media de los factores de estudio en donde para obtener bioplástico a partir de almidón de palta se pueden utilizar una concentración mínima de 2,38% de glicerina y 1,76% de melamina y siendo las concentraciones máximas de 6,62% de glicerina y 10,24% de melamina

Tabla 9. Media de los factores glicerina y melamina para obtener el plástico biodegradable en óptimas condiciones.

Factor	Nombre	Unidades	Tipo	Mínimo	Máximo	Media	Std. Dev.
A	GLICERINA	%	Numérico	2.38	6.62	4,5	1.22
B	MELAMINA	%	Numérico	1.76	10.24	6,00	2.45

En grafica de superficie de respuesta se puede visualizar que la mezcla de 4,5% de glicerina y 6% de melamina es el punto óptimo para el proceso de obtención de bioplástico a partir de almidón de semilla de palta, con buenas propiedades mecánicas

CONCLUSIONES

1. En el comportamiento de las propiedades mecánicas de la elongación máxima de 70.73 kg/cm² a la ruptura la concentración óptima es de glicerina 3% y melamina 9%, y para una elongación mínima de 8,71 kg/cm² la concentración de glicerina 6% y de melamina 9%. Con estos resultados se puede concluir que de todos los tratamientos experimentados a nivel de laboratorio estarían cumpliendo con al menos dos de las variables de respuesta investigadas.
2. Según los ensayos de biodegradabilidad bajo condiciones aeróbicas en un periodo de tiempo de veinte días de control se logró obtener según los niveles de utilización de glicerina y melamina una biodegradabilidad máxima de 85,38% ±5,80 a una concentración de 2,38% de glicerina y 6% de melamina; y para una biodegradabilidad mínima de 45,63% ± 8,87 a una concentración de 3% de glicerina y 3% de melamina. Con estos resultados se concluye que la plastificante glicerina influye significativamente en la biodegradabilidad del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de palta más que la melamina.
3. Respecto a la optimización de parámetros para la obtención de bioplástico a partir de almidón de semilla de palta, en la propiedad mecánica de elongación del bioplástico obtenido de palta, se logró a un nivel de 95% de nivel de confianza empleando 4,5% de glicerina y 6% de melamina, obteniéndose una elongación de 36,71 kg/cm² y para optimizar la biodegradabilidad del bioplástico obtenido se deberá utilizar 4,5% de glicerina y 6% de melamina para una biodegradabilidad óptima de 81,58% ; bajo estos parámetros óptimos se concluye que el bioplástico presenta las mejores características mecánicas y de biodegradabilidad.
4. Según estos resultados de la investigación según los diagramas de Superficie de Respuesta de los resultados obtenidos, no hay una muestra de bioplástico óptimo para todas las especificaciones exigidas. Los niveles de concentración de los plastificantes modifican significativamente la tendencia de la respuesta, sin que se obtenga que la misma muestra de bioplástico sea la óptima en más de un experimento; por lo que se puede concluir que, según las propiedades más importantes se seleccione los parámetros optimizados como referencia para posibles aplicaciones del bioplástico obtenido en el presente estudio.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar más estudios del aprovechamiento de la elongación del bioplástico considerando otras variedades de palta y optimizar los procesos de extracción de almidón.
- En el proceso de obtención de bioplástico de almidón se recomienda hacer estudios para la implementación equipos a nivel piloto como un extrusora de laboratorio para facilitar la obtención de estas películas de diferentes fuentes de materias primas que presenten alto contenido de almidón
- Realizar estudios sobre el porcentaje de amilosa en diferentes materias primas de origen vegetal, ya que es muy importante este componente en la obtención de bioplásticos y ayuda a plastificación.
- Realizar estudios de la elaboración de bioplásticos referidos a los parámetros de agitación bajo diferentes condiciones de mezclas de plastificantes con la finalidad de láminas de bioplástico físicamente similares al poliestireno comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alejandra T. La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos [Tesis], Bogotá; Universidad Nacional de Colombia; 2012.
2. Ministerio del ambiente del Peru [en línea]. disponible en [<http://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>]consultada 28/12/2019
3. Mantilla R, Zavala A. Extracción y caracterización de almidón de las semillas de *Persea americana* Mill. (palta) var. fuerte, hass y criolla [Tesis]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo Facultad de Farmacia y Bioquímica; 2018.
4. Guerrero C. Diseño de un sistema productivo para la obtención de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca en la empresa Polímeros del Norte S.A.C. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura, 17 de noviembre de 2018.
5. Espinoza A, Puglisevich R. Influencia del porcentaje de glicerol sobre la resistencia y deformación en tracción de plásticos biodegradables a base de almidón del tubérculo *Manihot esculenta* Crantz [Tesis]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo Facultad de Ingeniería Molina; 2017.
6. Miñano B, Gamboa A. obtención de un biopolímero a partir del ácido láctico utilizando como materia prima el almidón de camote [Tesis]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo;(2016).
7. Meza R. Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; (2016).
8. Castillo, R; Escobar, E; Fernández, D; Gutiérrez, R; Morcillo, J; Núñez, N; Peñaloza, S. 2015. Bioplástico a base de cascara de plátano. Revista de iniciación científica. Panamá s.v. (1): 36-37.
9. Charro Espinosa, MM. 2015. Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata. Tesis para obtención de título. Tesis Título. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 14-20, 67 p.
10. Baldenebro C. Obtención de bioproductos con valor agregado a partir de la cáscara y semilla de aguacate regional del Estado de Sinaloa. [Tesis]. México: Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional; 2018.

11. Ruiloba I, Quintero R, Correa J. Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1815>. consultado 28 12 2019.
12. Gadhave R, Das A, Mahanwar P, Gadekar P. The Future of Sustainable Packaging [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.4236/ojpchem.2018.82003>. Consultada 28 12 2019.
13. Dalle M, Pagno C, Haas C, Jung L, Hickmann F, Medeiros C. Biobased polymer films from avocado oil extraction residue: Production and characterization. *Journal of Applied Polymer Science* (2016). 133(37). doi:10.1002/app.43957
14. Lubis M, Harahap M, Ginting M, Sartika M, Azmi H. Effect of microcrystalline cellulose (mcc) from sugar palm fibres and glycerol addition on mechanical properties of bioplastic from avocado seed starch (*persea americana* mill). *Proceedings of Engineering & Technology, Computer, Basics & Applied Sciences*. Phuket, Thailand, 331(2011), 1-10 ;(2016).
15. Heindel J, vom S. Overview of Obesity and the Role of Developmental Nutrition and Environmental Chemical Exposures. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 304, 90-96 ;(2009).
16. Bolt H. Vinyl Chloride—A Classical Industrial Toxicant of New Interest. *Critical Reviews in Toxicology*, 35, 307-323. <https://doi.org/10.1080/10408440490915975>; (2005).
17. Stevens E. *Green Plastics: An Introduction to the New Science of Biodegradable Plastics*. Princeton University Press, Princeton; (2002).
18. Biliaderis C. Structures and Phase Transitions of Starch Polymers, in *Polysaccharide Association Structures in Food*. Marcel Dekker, Walter RH, New York, 57-168; (1998).
19. Imre B, Pukánszky B. Compatibilization in Bio-Based and Biodegradable Polymer Blends [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2013.01.019>. Consultada 01 01 2020.
20. Marvizadeh M, Oladzadabbasabadi N, Mohammadi N, Jokar M. Preparation and Characterization of Bionanocomposite Film Based on Tapioca Starch/Bovine Gelatin/Nanorod Zinc Oxide. *International Journal of Biological Macromolecules* [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.02.067>;(2017) consultada 02 01 2020.

21. Asaf K. Synthesis and Properties of Starch Based Bio-Materials. University of Groningen, Groningen; (2008).
22. Salas, L. Aguacate símbolo de juventud, belleza y salud. ProHass, Michoacán. 2015.
23. Lacerda, L., Carvalho, M., Bauab, T., Demiate, I., Denck, T., Pereira, M., & Schnitzler, E. The effects of heat-moisture treatment on avocado starch granules. *J Therm Anal Calorim.* 2014.
24. Ginting, H., Ramadhan, F., Annisa, & Singgih, M. Effect of Gelatinization Temperature and Chitosan on Mechanical Properties of Bioplastics from Avocado Seed Starch (*Persea americana* mill) with Plasticizer Glycerol. *The International Journal Of Engineering And Science (IJES)*,. 2015. 4(12), 36-43.
25. Solano, L., Alamilla, L., & Jiménez, C. Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas.*, 2018. 21(2), 1-13. doi:<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.153>
26. Pilla, I. Desarrollo de un material termoplástico obtenido a partir de almidón de Oca (*Oxalis Tuberosa*) y plastificantes. Quito. 2017.
27. Santiago, M. Elaboración y caracterización de películas biodegradables obtenidas con almidón nanoestructurado. Veracruz. 2015
28. Álvarez, R. Formulación de recubrimiento para frutas cítricas estudio de impacto mediante aproximación metabolómica y evaluación de la calidad postcosecha. Medellín. Obtenido de <http://posgrado.frba.utn.edu.ar/investigacion/tesis/MTA-2012-Sofia%20Miramont.pdf>.
29. Zerrillo, Hugo. Qué es la melamina. p.1. [en línea]. [Fecha de consulta: 03 de marzo del 2014]. Disponible en:
30. Wool R, Sun X. Bio-Based Polymer and Composites. Elsevier Academic Press, Cambridge; (2005).
31. Muneer F. Bioplastics from natural polymers. *Introductory paper at the Faculty of Landscape Architecture, Horticulture and Crop Production Sciences, Alnarp*; (2014).
32. Šprajcar M, Horvat P, Kržan A. Biopolymers and bioplastics. Ljubljana;(2012).
33. Alves J, Reis K, Menezes E, Pereira F, Pereira J. Effect of cellulose nanocrystals and gelatin in corn starch plasticized films. *Carbohydrat Polymer*, 115(2015), 215-222; (2015).

34. Ali A, Yu L, Liu H, Khalid S, Meng L, Chen L. Preparation and Characterization of Starch-Based Composite Films Reinforced by Corn and Wheat Hulls [en línea]. Disponible en: [https://doi.org/10.1002/app.45159;\(2017\)](https://doi.org/10.1002/app.45159;(2017)). Consultada 03 01 2020.
35. Meza P.R., Quipuzco L. U. y Meza V. C. investigaron sobre la elaboración de bioplásticos y determinación de su biodegradabilidad. Rev. del Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM vol 22 n° 43, 2019: 67 – 80
36. Bunge M. La ciencia. Su método y su filosofía
37. Rocha, C. M. Metodología de la investigación. Oxford University Press. 2015.
38. Gutiérrez, H; Vara, R de la. Análisis y diseño de experimentos. 2 ed. Distrito Federal, MX. McGraw-Hill Interamericana.2008. 545 p.
39. Official Methods of Analysis of AOAC International. Diecinueveava Edición. Editorial Gaitherburg, Md. Editor: Latimer, George W. 2012. Volumen II.
40. Srianta, Hendrawan B, Kesumawati N and Blanc P J 2012 International Food Research Journal. 19 941.
41. Cinelli, P.; Chiellini, E.; Lawton, J.W.; Imam, S.H. 2006. Foamed articles based on potato starch, corn fibers and poly(vinyl alcohol). Polym. Degrad. Stab. 91: 1147– 1155.
42. López, O. Desarrollo, caracterización y aplicación de envases biodegradables a partir de almidón (tesis doctoral en Internet). La Plata: Universidad Nacional de laplata:2012.244p.Disponible:http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/2651/Documento_completo.pdf.
43. Costa, F.; Cappellin, L.; Longhi, S.; Guerra, W.; Magnago, P.; Porro, D.; Soukoulis, C.; Salvi, S.; Velasco, R.; Biasioli, F.; Gasperi, F. Assessment of apple (*Malus x domestica* Borkh.) fruit texture by a combined acoustic-mechanical profiling strategy. Postharvest Biology and Technology, 2011; 61 (1): 21-28.
44. Jawaid M, Abdul K. Cellulosic/synthetic fibre reinforced polymer hybrid composites: A review. *Carbohydrat Polymer*, 86(1), 1-18;(2011).
45. Ruiloba I, Quintero R., Correa J. Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango [en línea]. Disponible en: [https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1815;\(2018\)](https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1815;(2018)). Consultada 04 01 2020.
46. Dalle M, Pagno C, Haas C, Jung L, Hickmann F, Medeiros C. Biobased polymer films from avocado oil extraction residue: Production and characterization. *Journal of Applied Polymer Science*, 133(37). doi:10.1002/app.43957; (2016).

47. Enríquez M, Velasco R, Ortiz V. Composición y procesamiento de películas biodegradables basadas en almidón. Estudios Públicos [en línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a21.pdf>. Consultado 05 01 2020
48. Rodríguez A. Biodegradabilidad de materiales bioplásticos. [en línea]. Disponible en: <file:///C:/Users/Hp/Downloads/12-ArielRguez.pdf>. Consultada 06 01 2020.
49. Supo J. Seminarios de investigación Científica. Metodología de investigación científica para las ciencias de la salud. Perú: 2012. 34p. Disponible: file:///C:/Users/WinID/Downloads/kupdf.net_investigacion-cientifica-joseacute-supopdf.pdf.
50. Bressani R. La composición química capacidad antioxidativa y valor nutritivo de la semilla de variedades de aguacate. [Internet].2009
51. Arukwe U, Amadi BA, Duru MKC, et al. Chemical composition of *Persea americana* leaf, fruit and seed. *IJRRAS*. 2012;11(2): 346-349.
52. Oluwole S, Yusuf K, Fajana O, Olaniyan D. Qualitative studies on proximate analysis and characterization of Oil from *Persea americana* (Avocado Pear). *J Nat Sci Res*. 2013; 3(2): 68-73.
53. Sullcaray Huanquis, Gaby. Evaluación Del Efecto De La Temperatura De Esterilización Y De Extrusión En La Reducción De Taninos Presentes En La Semilla De Palta (*Persea Americana*). 2014.
54. Undurraga M, Salinas F, Ruz N. Posibles usos de semilla y cascara del fruto del palto (*Persea americana*).2008. Editorial Pontificia Universidad Catolica de Valparaiso. Quillote. Chile.
55. Rengifo Gratelli PG, et al. Lima – Perú Caracterización del aceite de la semilla de palta *Persea Americana* Mill. Var. Hass fuerte y medición de su actividad antioxidante; 2014.
56. Danilo Martins dos Santos, et al. PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF STARCH FROM AVOCADO SEED (*PERSEA AMERICANA* MILL). B. CEPPA, Curitiba, v. 34, n. 2, jul./dez. 2016.
57. Rocha, et al. Características estruturais e físico-químicas de amidos de mandiocinha salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). *Cienc. Tecnol. Aliment.*, v. 28, n. 3, p. 620-628, jul./set., 2006.

58. Sandhu, K.S. et al. Some properties of corn starches II: Physicochemical, gelatinization, retrogradation, pasting and gel textural properties. *Food Chem.*, v. 101, n. 4, p. 1499-1507, Apr., 2007.
59. Ashogbon, et al. Morphological, functional and pasting properties of starches separated from rice cultivars grown in Nigeria. *Int. Food Res. J.*, v. 19, n. 2, p. 665-671, Feb., 2012.
60. Macena, J. et al. Physico-chemical, morphological and technological properties of the avocado (*Persea americana* Mill. cv. Hass) seed starch. *Ciência e Agrotecnologia*, (2020).
61. Silva, I. et al. Characterization of the chemical and structural properties of native and acetylated starches from avocado (*Persea americana* Mill.) seeds. *International Journal of Food Properties*, 20:279-289, 2017.
62. Batista, W. et al. Chemical and mass properties of phosphorylated wheat and maize starches. *Food Science and Technology*, 30(1):88-93, 2010.
63. Kaur, M. et al. Physicochemical, morphological, pasting, and rheological properties of tamarind (*Tamarindus indica* L.) kernel starch. *International Journal of Food Properties*, 19(11): 2432-2442, 2016.
64. Lemos, P. et al. The important role of crystallinity and amylose ratio in thermal stability of starches. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 131(3):2555-2567, 2018.
65. Builders, P. F. et al. The physicochemical and binder properties of starch from *Persea americana* Mill (Lauraceae). *Starch/ Stärke*, 62(6):309-320, 2010.
66. SANTOS, D. M. et al. Physicochemical properties of starch from avocado seed (*Persea Americana* Mill). *Boletim do CEPPA*, 34(2):1-12, 2016.
67. Hernández, F. et al. Starch extraction potential from plantain peel wastes. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5:4980-4985, 2017.
68. Williams, G. et al. Characterization of starch from New Cassava accessions at different maturity. *Journal of Food Security*, 7(5):170-174, 2019.
69. Lubis M, Mara bangun harahap, muhammad hendras. ginting, mora sartika, hidayatul azmi. production of bioplastic from avocado seed starch reinforced with microcrystalline cellulose from sugar palm fibers. *Journal of Engineering Science and Technology* Vol. 13, No. 2 (2018) 381 – 393.
70. Sanyang, M.L et al. Effect of plasticizer type and concentration on tensile, thermal and barrier properties of biodegradable films based on sugar palm (*arenga pinnata*) starch. *Polymers (Basel)*, 7(6), 1106-1124; (2015).

71. Bertuzzi, M. et al. Estudio de la permeabilidad al vapor de agua de films comestibles para recubrir alimentos p.4. [en línea]. Disponible en: <[http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CD%20INTERACTIVO S/NOA2002/Estudio%20permeabilidad%20vapor.pdf](http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CD%20INTERACTIVO%20S/NOA2002/Estudio%20permeabilidad%20vapor.pdf)> [Fecha de consulta: 6 de febrero del 2014].
72. Charro, M., Obtención De Plástico Biodegradable a Partir De Almidón de Patata, Quito: s.n. 2015

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de Consistencia

“EFECTO DE GLICERINA Y MELAMINA SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL BIOPLÁSTICO DE ALMIDÓN DE SEMILLA DE *PERSEA AMERICANA MILL*. “PALTA”

PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACION	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION
<p>GENERAL ¿Cuál es la influencia de la adición de glicerina y melamina en la propiedad físico-mecánica de elongación y biodegradabilidad del bioplástico de almidón de semilla de <i>Persea americana Mill</i> “palta”?</p> <p>ESPECIFICOS Problema específico 1: ¿Cómo influye la variación de los porcentajes de adición de glicerina y melamina en la propiedad físico-mecánica de elongación del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de <i>Persea americana Mill</i> “Palta”?</p> <p>Problema específico 2: ¿Cómo influye la variación de los porcentajes de adición</p>	<p>GENERAL Evaluar la influencia de la glicerina y melamina en la propiedad físico-mecánica de elongación y biodegradabilidad del bioplástico de almidón de semilla de <i>Persea americana Mill</i> “palta”</p> <p>ESPECIFICOS ✓ Determinar la propiedad físico-mecánica de elongación del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de <i>Persea americana Mill</i> “Palta” a diferentes porcentajes de glicerina (3 y 6%) y melamina (3 y 9%). ✓ Determinar la</p>	<p>SOCIAL: Los profesionales de farmacia poseen conocimientos adquiridos durante la formación universitaria, lo que nos permite tomar conciencia de lo perjudicial que es el uso de plásticos, ocasionado problemas ambientales; por lo que la propuesta de investigación es mejorar la sostenibilidad y aprovechar recursos vegetales como la semilla de palta para producir productos biodegradables y coadyuvar a dar soluciones a la problemática ambiental. Por las razones ya indicadas, es muy importante el desarrollo de la presente investigación, que permitirá aprovechar residuos como son las semillas de palta para la obtención de</p>	<p>GENERAL La glicerina y melamina influyen en las propiedades físico-mecánica de elongación y biodegradabilidad del bioplástico obtenido de almidón de semilla de <i>Persea americana Mill</i> “palta”.</p> <p>ESPECIFICOS Hipótesis específico 1: La variación de porcentajes de adición de glicerina (3 y 6%) y melamina (3 y 9%) influye en la propiedad físico-mecánica de elongación del bioplástico obtenidos de almidón de semilla de <i>Persea americana Mill</i> “Palta.”</p> <p>Hipótesis específica 2: La variación de porcentajes de adición de glicerina (3 y 6%) y melamina (3 y 9%) influye en la propiedad de biodegradabilidad del bioplástico obtenido de almidón de</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE. - Porcentaje de plastificante. - Porcentaje de glicerina: 3 y 6%. - Porcentaje de Melamina: 3 y 9%.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades físico-mecánicas: - Elongación del plástico. - Biodegradabilidad</p>	<p>Tipo de investigación. Aplicada.</p> <p>Nivel de investigación. Explicativo</p> <p>Diseño De La Investigación. Diseño experimental.</p> <p>Población y muestra. La población requerida para la presente investigación será la semilla de <i>Persea americana Mill</i> “Palta” que se obtendrá del mercado central del distrito y provincia Huancayo.</p> <p>La muestra estará conformada por 5 Kg de semillas de <i>Persea americana Mill</i> “Palta” para cuatro tratamientos con tres repeticiones, seleccionados a través de un muestreo de tipo no probabilístico intencional.</p>

<p>de glicerina y melamina en la propiedad de biodegradabilidad del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> Mill “Palta”?</p> <p>Problema específico 3: ¿Cómo se determina el porcentaje óptimo de adición de glicerina y melamina para la obtención del bioplástico a partir de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> Mill? “Palta” según sus propiedades físico-mecánica de elongación y biodegradabilidad?</p>	<p>propiedad de biodegradabilidad del bioplástico obtenido a partir de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> Mill “Palta” a diferentes porcentajes de glicerina (3 y 6%) y melamina (3 y 9%).</p> <p>✓ Determinar el porcentaje óptimo de glicerina y melamina para la obtención del bioplástico a partir de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> Mill. “Palta”, según sus propiedades físico-mecánica de elongación y biodegradabilidad aplicando la metodología de superficie de respuesta.</p>	<p>plásticos biodegradables en beneficio de la población.</p> <p>TEORICO: El desarrollo del proyecto de investigación coadyuvará el acervo de investigaciones innovadoras relacionadas al campo de la eco eficiencia ambiental de tipo analítico, cuantitativo y experimental, de mucha trascendencia científica en salud pública, socioeconómica y sanitaria de aporte teórico para el desarrollo del país y calidad de vida de la población.</p> <p>METODOLOGICO: Comprobar que la metodología que se utilizará, para realizar la investigación propuesta será la más adecuada para alcanzar con criterios científicos los objetivos propuestos.</p>	<p>semilla de <i>Persea americana</i> Mill “Palta.”</p> <p>Hipótesis específica 3: La adición de diferentes niveles en porcentajes de glicerina y melamina presentan diferencias en las propiedades físico-mecánica de elongación y biodegradabilidad de los tratamientos de bioplástico obtenidos del almidón de semilla de <i>Persea americana</i> Mill “Palta” mediante la metodología de superficie de respuesta.</p>		<p>Instrumento. Ficha de recolección de datos.</p> <p>Análisis estadísticos. Se aplicó el software Design expert 11 que ofrece un arreglo de opciones de diseños experimentales y diseños de optimización para analizar el plástico biodegradable.</p>
---	--	--	--	--	--

Anexo 2

Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA
a) independiente ✓ Porcentaje de glicerina ✓ Porcentaje de Melamina	la glicerina es un plastificante y además brinda humectación al polímero Son la segunda generación de plastificantes, están basados en polímeros sintéticos. La reducción de agua es similar a la de los naftalenos, pero mejoran considerablemente las resistencias	Agregar la glicerina o melaminas, a la solución de almidón, mezclar y continuar mezclando hasta tener una solución homogénea. Colocar el vaso sobre el agitador térmico a 150°C y 500 RPM durante los seis primeros minutos, posteriormente subir las revoluciones a 800 RPM durante dos minutos, finalmente se dejó a 1400 RPM hasta que la muestra presente una consistencia gomosa (aproximadamente cinco minutos).	3% y 6% de glicerina 3 y 9% de melamina	gr/100g de almidón de semilla de palta. g/100g de almidón de semilla de palta	Intervalo: Cuantitativo
B) Dependiente ✓ Elongación del plástico. ✓ Biodegradabilidad	Alargamiento del plástico sometido a tracción antes de romperse. Biodegradabilidad es la capacidad de un material de ser biodegradado, es un proceso natural en el que un material por acción biológica, cambia y en general pierde sus propiedades originales ²⁹	Para realizar los ensayos de tensión se cortarán 4 tiras de 5 mm x 50 mm por cada tipo de bioplástico y por cada repetición. Asimismo, se acondicionará un equipo con un Dial incorporado para registrar el estiramiento de las tiras ante las cargas hasta su punto de ruptura. El ensayo tuvo una duración de 30 a 90 días, utilizando compost como medio de degradación, un control negativo de polietileno de baja densidad, un control positivo de celulosa (filtros de celulosa sin ceniza), la muestra de bioplástico a ensayar y un blanco; se realizará una repetición para cada muestra.	Esfuerzo(MPa) Número de días del ensayo.	% de elongación % de Biodegradabilidad	Intervalo Cuantitativo

Anexo 3

INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN DE RECOLECCION DE DATOS COMPOSICIÓN QUIMICO PROXIMAL DE SEMILLA Y ALMIDON DE PALTA

COMPOSICIÓN DE LA SEMILLA DE PALTA

Componentes g/100g	R1	R2	R3	Media	DesvStand ±
Humedad	14.23	13.87	14.31	14.14	0.23
Proteínas	18.34	17.56	18.98	18.29	0.71
Grasa	16.12	15.72	16.82	16.22	0.56
Fibra	4.23	4.51	4.72	4.49	0.25
Cenizas	0.91	0.85	0.81	0.86	0.05
Carbohidratos totales	46.17	47.49	44.36	46.01	1.57

COMPOSICION DE ALMIDON DE SEMILLA DE PALTA

Componentes g/100g	R1	R2	R3	Media	DesvStand ±
Humedad	2.16	2.68	2.75	2.53	0.32
Proteínas	1.98	2.1	1.89	1.99	0.11
Grasa	1.1	0.98	1.12	1.07	0.08
Cenizas	0.87	1.08	1.12	1.02	0.13
Amilosa	35.75	34.72	36.92	35.80	1.10
Amilopectina	38.84	37.52	39.54	38.63	1.03
Almidón	74.59	72.24	76.46	74.43	2.11

EXTRACCION DE ALMIDON DE SEMILLA DE PALTA

NUMERO DE EXTRACCIONES	Peso de semilla (g)	Peso de almidón (g)	% de Rendimiento
1	980	325.87	33.25
2	1135	387.58	34.15
3	1263	435.76	34.50
4	957	306.45	32.02
5	1259	410.06	32.57
6	1158	388.62	33.56
7	1064	364.62	34.27
8	1085	366.29	33.76
9	995	335.51	33.72
10	1167	394.21	33.78
Promedio	1106.30	371.50	33.56
Desviación estándar	103.89	37.90	0.73

PROPIEDADES DEL BIOPLASTICO A PARTIR DE ALMIDON DE SEMILLA DE PALTA.

			Propiedades mecánicas				
	Factor 1	Factor 2	Elongación (kg/cm ²)				
Muestras	A:Glicerina %	B:Melanina %	R1	R2	R3	Promedio	Des Estand.
1	3.00	9.00	70.45	62.45	79.28	70.73	8.42
2	4.50	10.24	30.76	24.89	35.89	30.51	5.50
3	6.62	6.00	17.46	24.95	9.89	17.43	7.53
4	2.38	6.00	58.48	68.92	48.73	58.71	10.10
5	3.00	3.00	60.89	51.76	69.65	60.77	8.95
6	4.50	6.00	36.32	46.17	27.64	36.71	9.27
7	6.00	3.00	12.75	17.68	7.46	12.63	5.11
8	4.50	1.76	14.87	19.67	9.73	14.76	4.97
9	6.00	9.00	8.97	11.45	5.71	8.71	2.88

Muestras	Factor 1	Factor 2	Biodegradabilidad %				
	A:Glicerina %	B:Melanina %	R1	R2	R3	Promedio	Des Estand.
1	3.00	9.00	60.47	68.91	52.87	60.75	8.02
2	4.50	10.24	80.26	91.32	69.74	80.44	10.79
3	6.62	6.00	81.88	76.89	85.88	81.55	4.50
4	2.38	6.00	85.24	91.24	79.65	85.38	5.80
5	3.00	3.00	45.95	54.34	36.61	45.63	8.87
6	4.50	6.00	81.74	75.64	87.35	81.58	5.86
7	6.00	3.00	60.67	76.81	45.49	60.99	15.66
8	4.50	1.76	84.11	78.37	92.65	85.04	7.19
9	6.00	9.00	67.35	55.49	78.58	67.14	11.55

OPTIMIZACIÓN DE LA OBTENCIÓN DE BIOPLASTICOS A PARTIR DE ALMIDON DE SEMILLA DE PALTA

DETERMINACIÓN DEL % OPTIMO DE GLICERINA Y MELAMINA

Std	Run	A:Glicerina %	B:Melanina %	Elongación (kg/cm2)	Biodegradabilidad %
3	1	3.00	9.00	70.73	60.75
10	2	4.50	6.00	36.71	81.58
9	3	4.50	6.00	36.71	81.58
11	4	4.50	6.00	36.71	81.58
8	5	4.50	10.24	30.51	80.44
6	6	6.62	6.00	17.43	81.55
5	7	2.38	6.00	58.71	85.38
1	8	3.00	3.00	60.77	45.63
12	9	4.50	6.00	36.71	81.58
13	10	4.50	6.00	36.71	81.58
2	11	6.00	3.00	12.63	60.99
7	12	4.50	1.76	14.76	84.04
4	13	6.00	9.00	8.71	67.14

ANEXO 4: DECLARACION DE COMPROMISO DE AUTORIA

DECLARACIÓN PERSONAL DE COMPROMISO DE AUTORIA

Yo, Espinoza Ñaupari, Edson Víctor (Tesisista 1)

Identificado con D.N.I. 44116562

Yo, Oscoco Villegas, Celia Rosilda (Tesisista 2)

Identificado con D.N.I. 71874223

De la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, autor(a/es) de la Tesis titulada:

EFFECTO DE GLICERINA Y MELAMINA SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL

BIOPLÁSTICO DE ALMIDÓN DE SEMILLA DE PERSEA AMERICANA MILL. "PALTA"

DECLARO QUE

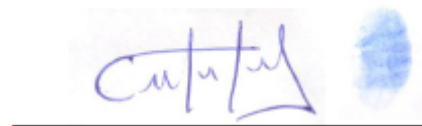
El tema de tesis es auténtico, siendo resultado de mi (nuestro) trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor.

En este sentido, soy (somos) consciente(s) de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, son objeto de sanciones universitarias y/o legales.

Huancayo, 21 de Setiembre de 2020



Tesisista 1: Espinoza Ñaupari, Edson Víctor
D.N.I. 44116562



Tesisista 2: Oscoco Villegas, Celia Rosilda
D.N.I. 71874223

ANEXO 5: DECLARACION DE DECLARACION DE CONFIDENCIALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD

Yo.....Osoco Villegas, Celia Rosilda....., identificado (a)
con DNI N°71874223..... estudiante/docente/egresado la escuela profesional
de.....Farmacia y Bioquímica....., (vengo/habiendo) implementando/implementado
el proyecto de investigación titulado
«EFEECTO DE GLICERINA Y MELAMINA SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL
BIOPLÁSTICO DE ALMIDÓN DE SEMILLA DE PERSEA AMERICANA MILL. "PALTA".....»,
en ese contexto declaro bajo juramento que los datos que se generen como producto de la
investigación, así como la identidad de los participantes serán preservados y serán usados
únicamente con fines de investigación de acuerdo a lo especificado en los artículos 27 y
28 del Reglamento General de Investigación y en los artículos 4 y 5 del Código de Ética
para la investigación Científica de la Universidad Peruana Los Andes , salvo con
autorización expresa y documentada de alguno de ellos.

Huancayo,21..... de Setiembre.. 2020.



Apellidos y nombres: Osoco Villegas, Celia Rosilda
Responsable de investigación

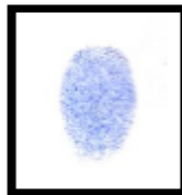



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD

Yo..... Espinoza Ñaupari Edson Víctor....., identificado (a) con DNI N° ..44116562..... estudiante/docente/egresado la escuela profesional de..... Farmacia y Bioquímica....., (vengo/habiendo) implementando/implementado el proyecto de investigación titulado “ EFECTO DE GLICERINA Y MELAMINA SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL BIOPLÁSTICO DE ALMIDÓN DE SEMILLA DE PERSEA AMERICANA MILL. "PALTA" ..”, en ese contexto declaro bajo juramento que los datos que se generen como producto de la investigación, así como la identidad de los participantes serán preservados y serán usados únicamente con fines de investigación de acuerdo a lo especificado en los artículos 27 y 28 del Reglamento General de Investigación y en los artículos 4 y 5 del Código de Ética para la investigación Científica de la Universidad Peruana Los Andes , salvo con autorización expresa y documentada de alguno de ellos.

Huancayo,21..... de .Setiembre... 2020.




Apellidos y nombres: Espinoza Ñaupari Edson Víctor
Responsable de investigación

ANEXO 6: GALERIA FOTOGRAFICA

Foto. 1: Recepción de Palta Fuerte.



Foto 2. Selección de frutos de palta Fuerte.



Foto 3: Extracción de la semilla de palta.





Foto 4. Cascara de frutos de Palta.



Foto 5 Obtención de semilla de palta.



Foto. 7. Pesado de pulpa de pulpa de palta.

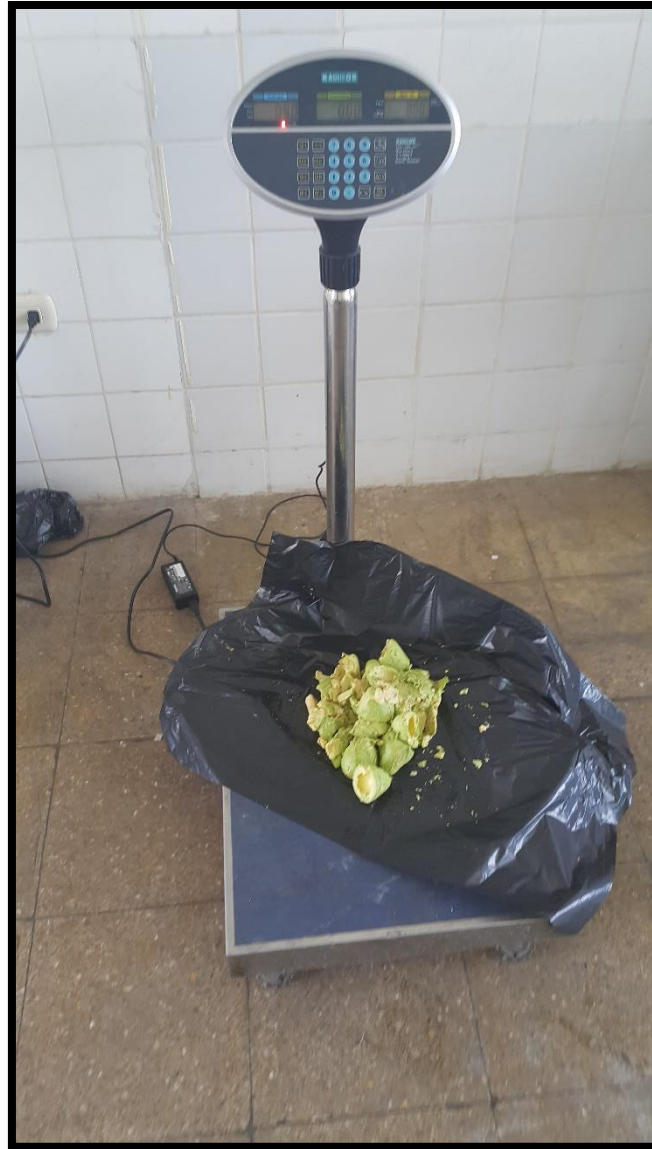


Foto 8. Pesado de Semilla de palta.



Foto 9. Proceso de obtención de almidón de semilla de palta.



Foto 10. Pasta de semilla de palta.





Foto 11. Extracción de almidón.





Foto 12. Proceso de sedimentación de almidon en frascos esteriles.



Foto 13. Separación de sobre nadante y del almidón.





Foto 14. Separación de almidón.





Foto 15. Almidón de semilla de palta.



Foto 16. Almidón de semilla de palta.



Foto 17. Almidón de semilla de palta.



Foto 18. Proceso de obtención de bioplástico de almidón de semilla de palta.

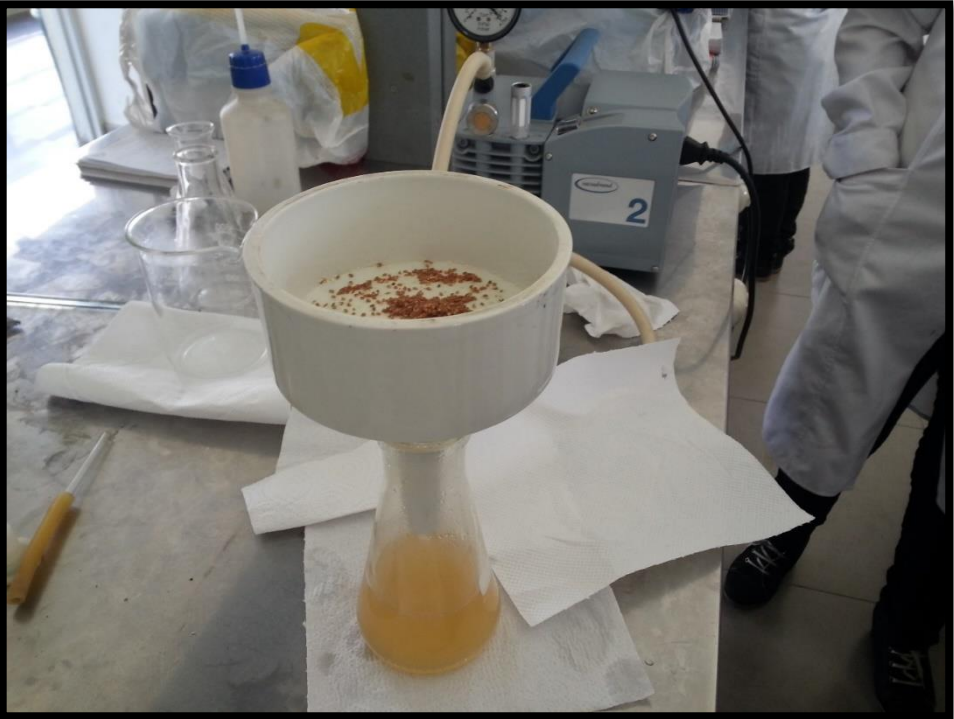






Foto 19. Formulación de bioplástico (glicerina y melamina).

