



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**ELABORACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE LAS
SEMILLAS DE ALPISTE (*Phalaris canariensis* L) PARA USO COMO
EMPAQUES FARMACÉUTICOS**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

AUTOR: JESSICA PAULINA YUMISACA GUERRERO

DIRECTORA: Ing. VIOLETA MARICELA DALGO FLORES, MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

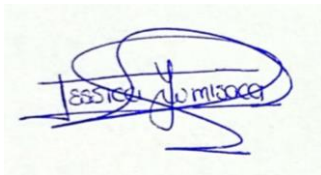
© 2022, Jessica Paulina Yumisaca Guerrero

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, JESSICA PAULINA YUMISACA GUERRERO, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 11 de abril de 2022




A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jessica Paulina Yumisaca Guerrero", with a large, stylized flourish above the text.

Jessica Paulina Yumisaca Guerrero

060396107-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **ELABORACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE ALPISTE (*Phalaris canariensis* L) PARA USO COMO EMPAQUES FARMACÉUTICOS**, realizado por la señorita **JESSICA PAULINA YUMISACA GUERRERO**, ha sido revisado minuciosamente por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos, científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Carlos Pilamunga Capus PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-04-11
Ing. Violeta Maricela Dalgo Flores MSc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-04-11
Dr. Galo Alberto Insuasti Castelo MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-04-11

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado se lo dedico a mis padres Francisco y Marina quienes han sido mi guía y apoyo día a día; por brindarme su amor, comprensión y estar junto a mí en cada dificultad. Por sus esfuerzos por brindarme una educación de calidad y por haberme ayudado con los recursos necesarios para alcanzar una de mi meta más anhelada, culminar mi carrera. A mis hermanas por estar presentes en todo momento, brindándome fortaleza y consejos para afrontar cualquier adversidad. Sobre todo, por alentarme, motivarme y apoyarme incondicionalmente a cumplir mis sueños.

Jessica

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
SUMMARY.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Bases teóricas:.....	4
1.2.1. <i>Bioplástico</i>	4
1.2.2. <i>Biodegradación</i>	5
1.2.3. <i>Alpiste</i>	5
1.2.4. <i>Semillas de alpiste</i>	6
1.2.5. <i>Polisacáridos</i>	8
1.2.6. <i>Almidón</i>	8
1.2.7. <i>Plastificante</i>	9
1.2.8. <i>Ácido acético (C₂H₄O₂)</i>	9
1.2.9. <i>Carboximetilcelulosa (CMC)</i>	9
1.2.10. <i>Agua destilada (H₂O)</i>	9
1.2.11. <i>Empaque</i>	9

CAPÍTULO II

2. METODOLOGIA.....	10
2.1. Hipótesis.....	10
2.2. Identificación de variables.....	10
2.2.1. <i>Variable dependiente</i>	10

2.2.2.	<i>Variable independiente</i>	10
2.3.	Operacionalización de variables	11
2.4.	Tipo y Diseño de investigación:	12
2.5.	Población de estudio	12
2.6.	Tamaño de la muestra	13
2.7.	Método de muestreo	13
2.8.	Métodos de recolección de datos	13
2.9.	Técnicas de recolección de datos experimentales:	13
2.9.1.	<i>Lugar de realización</i>	13
2.9.2.	<i>Materia prima, reactivos, materiales y equipos</i>	14
2.9.2.1.	<i>Materia prima</i>	14
2.9.2.2.	<i>Reactivos</i>	14
2.9.2.3.	<i>Materiales</i>	14
2.9.2.4.	<i>Equipos</i>	14
2.9.3.	<i>Extracción de almidón</i>	15
2.9.3.1.	<i>Técnica de extracción.</i>	15
2.9.4.	<i>Caracterización del almidón</i>	16
2.9.5.	<i>Elaboración del bioplástico</i>	18
2.9.6.	<i>Caracterización del bioplástico</i>	19

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	21
3.1.	Caracterización de las semillas de alpiste	21
3.2.	Extracción de almidón	22
3.3.	Ensayos de caracterización físico química de almidón	23
3.4.	Formulación del bioplástico	24
3.4.1.	<i>Determinación de concentración de almidón</i>	24
3.4.2.	<i>Determinación de la concentración de CMC</i>	25
3.4.3.	<i>Formulaciones planteadas en base al diseño factorial 2²</i>	26
3.4.3.1.	<i>Prototipo de cada formulación</i>	27
3.5.	Ensayos de caracterización físico química del bioplástico	28
3.5.1.	<i>Ensayos físico químicos</i>	29
3.5.1.1.	<i>Espesor</i>	29

3.5.1.2.	<i>Humedad</i>	29
3.5.1.3.	<i>Solubilidad</i>	30
3.5.1.4.	<i>Permeabilidad al vapor de agua</i>	31
3.5.2.	<i>Ensayos mecánicos</i>	31
3.5.3.	<i>Parámetros microbiológicos</i>	32
3.6.	Determinación de biodegradabilidad	33
3.7.	Aplicabilidad como empaque farmacéutico	36
3.8.	Análisis estadístico y comprobación de hipótesis	37
 CONCLUSIONES		41
RECOMENDACIONES		41
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Fuentes de obtención de biopolímeros	4
Tabla 2-1:	Clasificación taxonómica	6
Tabla 1-2:	Operacionalización de las variables	11
Tabla 2-2:	Matriz de niveles de concentración en base a las variables almidón y glicerina.....	12
Tabla 3-2:	Matriz de combinaciones en base a los niveles de concentración	12
Tabla 4-2:	Ensayos de caracterización del almidón.....	16
Tabla 5-2:	Parámetros físicos.....	19
Tabla 6-2:	Parámetros mecánicos	20
Tabla 7-2:	Parámetros microbiológicos	20
Tabla 1-3:	Resultados de la caracterización de las semillas de alpiste.	21
Tabla 2-3:	Resultados del rendimiento del almidón	22
Tabla 3-3:	Resultados del análisis de caracterización físico química del almidón	23
Tabla 4-3:	Resultados de porcentaje de amilosa/amilopectina en el almidón.....	23
Tabla 5-3:	Resultados del análisis microbiológico del almidón	24
Tabla 6-3:	Resultados de características organolépticas en relación al contenido de almidón ...	25
Tabla 7-3:	Resultados de la determinación del CMC	25
Tabla 8-3:	Resultados de las formulaciones plantea en base al diseño factorial 2 ²	26
Tabla 9-3:	Resultados de espesor.....	29
Tabla 10-3:	Resultados del contenido de humedad.....	29
Tabla 11-3:	Resultados de solubilidad	30
Tabla 12-3:	Resultados de permeabilidad al vapor de agua (PVA)	31
Tabla 13-3:	Resultados del ensayo de tracción	31
Tabla 14-3:	Resultados del análisis microbiológico	33
Tabla 15-3:	Resultados de la degradabilidad en agua.....	33
Tabla 16-3:	Resultados de la degradabilidad en la tierra	34
Tabla 17-3:	Resultados de la degradabilidad en el ambiente	35
Tabla 18-3:	Análisis de varianza del rendimiento del almidón.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Imagen de la planta de alpiste.....	5
Figura 2-1:	Semillas de alpiste.....	7
Figura 3-1:	Composición nutricional del grano de alpiste descascarado.....	7
Figura 1-3:	Semillas de alpiste.....	21
Figura 2-3:	Prototipo del BPA1	27
Figura 3-3:	Prototipo del BPA2	27
Figura 4-3:	Prototipo del BPA3	28
Figura 5-3:	Prototipo del BPA4	28
Figura 6-3:	Prueba piloto de aplicabilidad.....	36
Figura 7-3:	Comprimido expuesto a una caída.....	36

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2:	Flujograma del proceso de extracción del almidón	15
Gráfica 2-2:	Flujograma del proceso de elaboración del bioplástico.....	18
Gráfica 1-3:	Ensayos de tracción de las biopelículas.....	32
Gráfica 2-3:	Diagrama de caja y bigotes de la humedad	38
Gráfica 3-3:	Diagrama de caja y bigotes del porcentaje de solubilidad.....	39
Gráfica 4-3:	Diagrama de caja y bigotes para la permeabilidad al vapor de agua.....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: EXTRACCIÓN Y RENDIMIENTO DE ALMIDÓN

ANEXO B: CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN

ANEXO C: OBTENCIÓN DEL BIOPLÁSTICO

ANEXO D: CARACTERIZACIÓN DEL BIOPLÁSTICO

ANEXO E: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AMILOSA EN EL ALMIDÓN

ANEXO F: RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL ALMIDÓN

ANEXO G: RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL BIOPLÁSTICO

ANEXO H: RESULTADOS DEL ANÁLISIS MECÁNICO DE TRACCIÓN

RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad la elaboración de un bioplástico a partir del alpiste (*Phalaris canariensis L*) para uso como empaques farmacéuticos. Se utilizó como materia prima el almidón que se extrajo de las semillas de alpiste mediante el método húmedo, evaluando el porcentaje de rendimiento. A continuación, se realizó la respectiva caracterización del almidón donde se conoció parámetros fundamentales como la temperatura de gelatinización, el porcentaje de amilosa y amilopectina, entre otros. Consecutivamente, se elaboró la biopelícula en base al diseño factorial 2^2 , el cual proporcionó cuatro formulaciones con dos niveles de concentraciones de dos variables que fueron el almidón y plastificante. Se procedió a analizar parámetros físicos como humedad, espesor, solubilidad y permeabilidad; parámetros mecánicos como resistencia a la tracción; y microbiológicos como aerobios mesófilos, mohos y levaduras, y coliformes totales; donde se obtuvo que la formulación BPA3, fue la película más óptima, puesto que presentó resultados favorables con respecto a las características ya mencionadas. Se diseñó un ensayo piloto para probar la aplicación de la biopelícula mediante la elaboración de un blíster a base del mismo, para comprimidos naturales. Finalmente se determinó la biodegradabilidad de la película en tres medios: agua, tierra y ambiente. Se concluye que el prototipo del bioplástico se puede utilizar como empaque farmacéutico y que tiene una vida de degradación menor a la de otros plásticos convencionales. Se recomienda realizar estudios de viabilidad para darle uso como recubrimiento de medicamentos como cápsulas y tabletas.

Palabras clave: <BIOPLÁSTICO>, <ALMIDÓN>, <ALPISTE (*Phalaris canariensis L*)>, <BIODEGRADACIÓN>, <ENSAYO DE TRACCIÓN>.

LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Número de reconocimiento: 0705-UTP-DBRA-2022
Ecuador, urn:ietf:params:spki-attr:certificacao:00000001-0000-0000-0000-000000000000
Fecha: 2022.04.18 12:08:01 -05'00'



0705-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The aim of this study was to develop a bioplastic from canary seed (*Phalaris canariensis L*) to be used as pharmaceutical packaging. The starch that was extracted from the canary seed by means of the wet method was used as raw material, evaluating the yield percentage. Next, the respective characterization of the starch was carried out where fundamental parameters such as the gelatinization temperature, the percentage of amylose and amylopectin, among others, were known. Consecutively, the biofilm was elaborated based on the 2² factorial design, which provided four formulations with two levels of concentrations with two variables that were starch and plasticizer. Later, physical parameters such as humidity, thickness, solubility and permeability; mechanical ones such as tensile strength; and microbiological such as mesophilic aerobes, molds and yeasts, and total coliforms were analyzed; where it was obtained that the BPA3 formulation was the most optimal film, since it presented favorable results with regard to the aforementioned characteristics. A pilot trial was designed to test the application of the biofilm by making a blister pack based on it, for natural tablets. Finally, the biodegradability of the film was determined in three media: water, soil and environment. It is concluded that the bioplastic prototype can be used as pharmaceutical packaging and has a shorter degradation life than other conventional plastics. It is recommended to carry out feasibility studies to use it as a coating for medicines such as capsules and tablets.

Keywords: <BIOPLASTIC>, <STARCH>, <CANARY SEED (*Phalaris canariensis L*)>, <BIODEGRADATION>, <TENSILE TEST>.

EDISON
HERNAN
SALAZAR
CALDERON

Firmado
digitalmente por
EDISON HERNAN
SALAZAR
CALDERON
Fecha: 2022.05.05
12:34:07 -05'00'

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el uso desmedido e inadecuado de plásticos ha generado altos niveles de contaminación en todo el mundo, puesto que al desecharlos permanecen en la naturaleza por prolongados períodos de tiempo y que al aglomerarse producen cantidades grandes de residuos, ocasionando un gran impacto ambiental. En el mundo, cada año se utilizan 500.000 millones de bolsas plásticas y cuando se desechan en la basura común, terminan en las corrientes de agua y causan la muerte de alrededor de 100.000 mamíferos marinos (Primicias, 2019: p.1).

En el 2018 los ecuatorianos arrojaron 12.739,01 toneladas de basura diarias según los últimos datos del INEC. De esos datos, el 11,43% fue plástico, es decir, una cifra de 531.461 toneladas anuales. Y la mitad de esa cifra corresponde a plástico que tiene un solo uso como fundas, contenedores de espuma flex, etc. Por lo cual llegaron a la conclusión que en Ecuador al año se desecha alrededor de 261.778 toneladas de este plástico que difícilmente se puede reciclar (Morán 2020).

Actualmente en la industria farmacéutica los materiales plásticos son una de las opciones más empleadas e importantes en el área de empaque, debido a que, sirven como envase que permite acondicionar para su manipulación, conservación, protección, información y transporte de los productos farmacéuticos, además de brindar seguridad, higiene, estabilidad, inocuidad, etc (Suescun, 2007, p.10). Por lo que representa un gran impacto al ambiente, debido a que, por las características propias de empaque sanitario, no se pueden reutilizar y su periodo de degradación es muy largo, lo que genera grandes desechos. En consecuencia, en los últimos años se ha visto la necesidad de elaborar un producto sustituto y menos contaminante.

La problemática causada por el uso indiscriminado de plásticos derivados del petróleo y su incidencia en el ambiente ha promovido la indagación para el desarrollo de nuevas fuentes y técnicas de producción que permitan generar plásticos biodegradables, es decir, que tengan un periodo más corto de degradación y que sea menos dañino para el ambiente. Los bioplásticos suponen una solución ante tal problema, ya que son materiales sustitutos del plástico y biodegradables, que tienen la finalidad de disminuir las desventajas que trae la fabricación de este polímero al medio ambiente. Este material biodegradable, se obtiene especialmente utilizando recursos renovables de origen natural y en ciertos casos sus características se asemejan con los polímeros procedentes del petróleo.

Por esta razón, a través de esta investigación se propone como alternativa al uso de productos derivados del petróleo, la utilización de productos orgánicos como base para la síntesis de un biopolímero que beneficia al ambiente, debido que, al ser un producto ecológico y fácilmente degradable por microorganismos como hongos y bacterias, generará menos contaminación.

Es por este motivo que se planteó la elaboración de un bioplástico a partir de las semillas de alpiste (*Phalaris canariensis L*), que cumpla con el carácter biodegradable y que será evaluado en cuanto a sus características mecánicas para comprobar su calidad como empaque farmacéutico.

OBJETIVOS

Objetivo general

Obtener un bioplástico a partir de las semillas de alpiste (*Phalaris canariensis L*) para uso como empaques farmacéuticos.

Objetivos específicos

- Extraer y caracterizar el almidón a partir de las semillas de alpiste.
- Desarrollar formulaciones óptimas para la obtención del bioplástico mediante la evaluación de parámetros físico químicos como la humedad, la solubilidad, el espesor en base a la norma NTE INEN 2542, la permeabilidad al vapor de agua en base a la norma ASTM E96/ E 96M-05/Desecante; y parámetros mecánicos como la resistencia a la tracción en base a la norma NTE INEN 2637.
- Determinar la biodegradabilidad del bioplástico obtenido, mediante una evaluación cualitativa.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

El plástico se ha venido desarrollando a través de la historia, siendo unos de los inventos que ha cambiado la vida de los seres humanos. Gracias a las propiedades que lo caracterizan como su resistencia, su liviano peso, entre otras; han permitido que se desarrolle diversos productos que han facilitado muchas actividades. Sin embargo, pese a ser un material que tiene gran aplicabilidad, representa un gran impacto negativo al ambiente, debido a que posee alta resistencia a la corrosión, al agua y a la descomposición; los transforma en residuos difíciles de eliminar (Valero, Ortegón y Uscategui, 2013, pp. 171-172).

Esto ha conllevado a la búsqueda de biopolímeros, los mismo que son a base de recursos naturales lo que le permiten ser un producto biodegradable, disminuyendo este impacto negativo que trae consigo el uso del plástico convencional. Existen varios estudios para la obtención de bioplásticos a base de recursos renovables, los mismo que se citan a continuación:

En la investigación “ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO PARA EL DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN ALTERNA PARA LAS CHIFLERAS DE PIURA, PERÚ” menciona que el plástico ha permitido desarrollar grandes avances y beneficios a la humanidad, en cambio, su producción a gran escala, ha ocasionado efectos desfavorables en el medio ambiente. Al norte de Perú tienen por actividad comercial fuertemente consolidada la producción de chifle, por ende, genera gran cantidad de residuos de cáscara de plátano verde, por lo cual, desarrollaron y obtuvieron un prototipo de plato de bioplástico, a partir de cáscara de plátano verde como almidón, resistente y biodegradable que puede ser planteado como sustituto de los platos de plástico convencionales (Pizá et al, 2017, p.9).

En el proyecto de investigación “Optimización de las propiedades mecánicas de bioplásticos sintetizados a partir de almidón” han visto la necesidad de obtener biopolímeros elaborados a base de recursos renovables que son biodegradables, como un sustituto para disminuir el impacto ambiental que trae el uso de plásticos convencionales. Por lo cual han desarrollado un método de obtención, han propuesto formulaciones y han comparado el desempeño del bioplástico a partir del almidón de maíz (Nárvaez, 2016, pp-17-22).

En el estudio denominado “Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango” se estableció el desarrollo de materiales a partir de polímeros orgánicos a base de biomasa que sean

biodegradables; lo cual se ha orientado en el almidón el cual es un polisacárido abundante y económicamente competitivo con el petróleo. Esto les ha motivado para obtener el almidón contenido en las semillas de mango verde, el cual mostró características comparables a la de otras fuentes de almidón; que continuamente, fue utilizado en la fabricación del plástico biodegradable adicionando glicerina como agente plastificante (Ruiloba et al. 2018, pp. 29-31).

En el trabajo de investigación “OBTENCIÓN DE PLÁSTICO BIODEGRADABLE A PARTIR DE ALMIDÓN DE PATATA” se elaboraron películas a base del almidón de papa mezclado con diferentes plastificantes como alcohol polivinílico, glicerina y bórax en diferentes concentraciones. Se realizó la respectiva caracterización física, mecánica y biodegradable de los bioplásticos obtenidos (Charro, 2015, pp. 52-66).

1.2. Bases teóricas:

1.2.1. Bioplástico

Son polímeros que provienen de recursos naturales y renovables que tienen su origen en materias orgánicas y que se caracterizan por ser biodegradables, es decir, son sustancias que se descomponen debido a la acción de los microorganismos, y que bajo condiciones ambientales naturales favorecen dicha descomposición (Barahona Alvear et al., 2019, p-139).

Los biopolímeros se pueden obtener a partir de la fuente que se observan en la tabla 1-1.

Tabla 1-1: Fuentes de obtención de biopolímeros

Origen	Fuente
Animal	Colágeno y gelatina
Marino	Quitina y quitosan
Agrícola	Lípidos y grasas e hidrocolides Proteínas Polisacáridos
Microbiano	Ácido Poliláctico (PLA) Polihidroxicanoatos (PHA)

Fuente: (Villada., et al, 2007,pp. 6-10).

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2022.

1.2.2. Biodegradación

Este término en el campo de los polímeros hace mención al ataque de microorganismos como bacterias, hongos y algas, a estas sustancias; proceso del cual se consigue la desintegración del polímero en fragmentos pequeños debido a la ruptura de enlaces en su cadena principal. Los compuestos finales que se obtiene tras este proceso son dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) (Morillas et al., 2015, p.4).

1.2.3. Alpiste

El alpiste (*Phalaris canariensis* L) es una planta anual, de aproximadamente un tamaño de hasta 1 m de altura, proveniente de las islas canarias, que se cultiva mayoritariamente en las zonas templadas o frías para la obtención de sus granos. Es una gramínea con un ciclo de cultivo y prácticas de elaboración similares a las de otros cereales como el trigo (*Triticum aestivum* L.) y la avena (*Avena sativa* L.) (Dicovski y Peter, 2020, p.2).

a) Morfología de la planta

- **Tallo:** Glabro (sin pelos), con forma cilíndrica y simple o ramificado en la base.
- **Hojas:** Lígulas membranáceas, de color verde de 2 a 8 mm de largo, de 0.8 a 1.8 cm de ancho.
- **Panícula:** Espiciforme, ovada a oblongo ovada, densa, de 1.2 a 4 cm de largo y hasta 2 cm de ancho.
- **Frutos y semillas:** Grano oval lanceolado, color café, de tamaño aproximado de \pm 4 mm de largo y que posee por envoltura una cáscara (Perdomo y Mondragón, 2009: p.1).

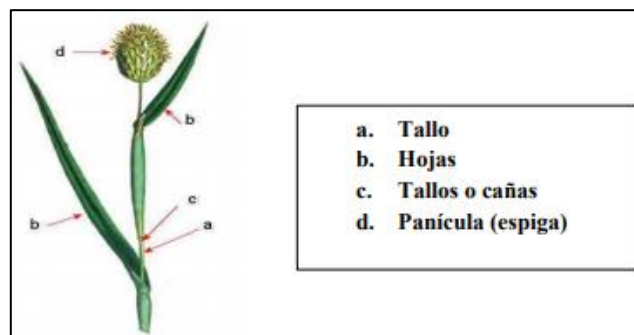


Figura 1-1: Imagen de la planta de alpiste

Fuente: (Carballido, 2021, p.1).

b) Taxonomía

Tabla 2-1: Clasificación taxonómica

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Liliopsida</i>
Orden:	<i>Poales</i>
Familia:	<i>Póaceae o graminea</i>
Subfamilia:	<i>Pooideae</i>
Tribu:	<i>Aveneae</i>
Género:	<i>Phalaris</i>
Especie:	<i>Phalaris canariensis L.</i>

Fuente: (Dicovski y Peter, 2020, p.3).

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2022.

c) Requerimientos edafoclimáticos

- **Suelo:** Se adapta a distintos tipos de suelos, sobre todo en aquellos suelos aptos para el cultivo de otros cereales como el trigo. Además, su siembra es de forma convencional y se aplican las mismas técnicas que para los otros cereales de grano fino.
- **Clima:** Un clima templado, soleado y húmedo ayudan a un desarrollo óptimo. Las plantas de alpiste son resistentes a las heladas, especialmente en los estadios tempranos, reportándose supervivencia de plántulas con temperaturas de -5°C. Sin embargo, existen evidencias sobre su sensibilidad a temperaturas bajas durante las etapas reproductivas, donde las temperaturas cercanas a 0°C puede producir pérdidas de rendimiento en granos. En cambio, las temperaturas altas apresuran el desarrollo y crecimiento de las plantas de alpiste (Sinavimo, 2016: p.1).

1.2.4. Semillas de alpiste

Consideradas también un fruto, llamadas cariopse. Estos granos poseen una capa de salvado que rodea al endosperma y al germen. Tienen en su composición alrededor del 69% de carbohidratos de los cuales el almidón representa el 58%, un 21% de proteínas y el 7% de aceite. El almidón de alpiste presenta menor contenido de amilosa alrededor de 16 a 22%, que el de otros cereales como trigo y maíz. Además, es libre de gluten, posee mayor viscosidad, y el gel que se forma es altamente estable y rígido cuando se congela o se calienta (Canaryseed, 2016, p.1).



Figura 2-1: Semillas de alpiste

Fuente: (Flores N, 2020).

a. Composición química

May 2016

Canaryseed (<i>Phalaris canariensis</i>) Nutrient Composition of Canaryseed Groats <small>Hairless (glabrous) Varieties</small>						
Energy (cal) (per 100g)		399	Energy (KJ) (per 100g)		1670	
Macronutrients		%, dry basis	Vitamins			mg/100g
Ash		2.6	Niacin		1.1	
Carbohydrate		68.7	Thiamine		0.79	
Starch		57.6	Riboflavin		0.12	
Oil Content		6.7	Folate		0.1	
Protein (Nx 5.7)		21.3	Minerals			mg/100g
Fibre		%, dry basis	Calcium		32	
Soluble Fibre		0.6	Iron		6.6	
Insoluble Fibre		5.6	Magnesium		216	
Total Dietary Fibre		6.2	Phosphorous		664	
Fatty Acid Composition		as % total lipids	Potassium		400	
Myristic (C14)		0.16	Sodium		0.8	
Palmitic (C16)		11.38	Zinc		3.7	
Hexadecenoic (C16:1)		0.14	Copper		0.7	
Margaric (C17)		0.04	Manganese		6.1	
Stearic (C18)		1.22	Selenium		0.1	
N-9 Oleic (C18:1)		29.10	Amino Acid Composition			g AA/100g protein
Octadecenoic (C18:1)		0.71	Alanine		4.5	
Linoleic (C18:2)		53.39	Arginine		6.4	
n-3 alpha-Linolenic (C18:3)		2.42	Aspartic		4.4	
Arachidic (C20)		0.11	Cystine		2.5	
Eicosenoic (C20:1)		0.95	Glutamic		26	
Behenic (C22)		0.04	Glycine		3.1	
n9 Erucic (C22:1)		0.11	Histidine		1.6	
Lignoceric (C24)		0.05	Isoleucine		3.9	
Total Saturates		13.03	Leucine		7.6	
Total Monounsaturates		31.06	Lysine		2.6	
Total Polyunsaturates		55.88	Methionine		1.9	
Total Omega 3		2.41	Phenylalanine		6.5	
Total Omega 6		53.39	Proline		6.2	
Total Omega 9		30.21	Serine		4.5	
			Threonine		2.7	
			Tryptophan		2.8	
			Tyrosine		3.6	
			Valine		4.8	

Figura 3-1: Composición nutricional del grano de alpiste descascarado.

Fuente: (Canaryseed, 2016, p.1).

b. Aplicaciones

- Actualmente las semillas de alpiste se utilizan casi exclusivamente para consumo de aves ornamentales.
- En la industria cosmética se puede utilizar como un ingrediente en polvo, debido a que el almidón es de fácil extracción.

- En las industrias textil y farmacéutica se utiliza como espesante, agente gelificante y estabilizador coloidal.
- En alimentación humana debido al alto contenido de almidón, se ha evaluado la elaboración de diversos productos alimenticios como tortillas, panes, muffins, barras energéticas, pastas, etc. Además, que la harina puede reemplazar hasta el 35% a la harina de trigo en la fabricación de diversos productos.
- En aplicaciones medicinales se conoce que es utilizado para el tratamiento de enfermedades renales, hiperglucemia, hipercolesterolemias e hipertensión (Cogliatti, 2012, pp.76-77).

1.2.5. Polisacáridos

Los polisacáridos se obtienen de la condensación de numerosas moléculas de monosacáridos con la respectiva pérdida de moléculas de agua. Los de mayor importancia son:

- El almidón y el glucógeno son sustancias de reserva en células vegetales y animales respectivamente.
- La celulosa que está presente en células vegetales y tiene la función de sostén.

Los tres están compuestos por la unión de moléculas de glucosa, sin embargo, se diferencian por la disposición espacial de estas moléculas (Cortes, 2010, p.2).

1.2.6. Almidón

Es la mayor reserva de energía en las plantas y figura una de las principales fuentes de energía para y seres humanos y animales. Es una sustancia conformada por la mezcla de dos polisacáridos similares:

- **Amilopectina:** Constituye el 80% de almidón total, formado por aproximadamente 2000 000 unidades de glucosa unidas por enlaces glucosídicos α 1,6 en forma de cadenas ramificadas y son insolubles en agua.
- **Amilosa:** Constituye el 20% de almidón total. formado por 200 a 300 unidades de glucosa unidas mediante enlaces glucosídicos α -1,4, en forma de largas lineales y solubles en agua (Nárvaez, 2016, p.7).

1.2.7. Plastificante

Es una sustancia que se agrega a un material plástico o elastómero con el fin de incrementar su flexibilidad y facilitar su transformación. Un plastificante puede disminuir la viscosidad del fundido o reducir el módulo elástico del fundido, mediante el cambio de su comportamiento reológico, ya que logra movilizar moléculas, proporcionando plasticidad al material (Enríquez et al., 2012, p.186).

1.2.8. Ácido acético ($C_2H_4O_2$)

Es uno de los ácidos carboxílicos más utilizados como intermediario químico, estabilizante y extensor. La aplicación más importante de este ácido es la obtención del monómero de acetato de vinilo que es utilizado para elaborar emulsiones como resinas de base para pinturas, revestimientos de papel, adhesivos, y acabados textiles (INSST, 2018, p.2).

1.2.9. Carboximetilcelulosa (CMC)

Es un derivado de la celulosa, un polímero de la glucosa, se obtiene a partir de la celulosa del algodón o de maderas, modificada químicamente. Es semejante a la celulosa, pero a contraste de ella, es muy soluble en agua, además es un agente estabilizador de espesamiento, tiene gran adhesividad y que proporciona geles de buena consistencia. (Acofarma, 2016, p.1).

1.2.10. Agua destilada (H_2O)

Es el agua compuesta por dos átomos de hidrógenos y a un átomo de oxígeno, que ha pasado por un proceso de destilación a fin de eliminar impurezas presentes en el contenido líquido. Es de uso frecuente en laboratorios e industrias manufactureras, debido a que las prácticas realizadas en estos lugares, requieren de agua libre de electrolitos, sales y demás impurezas.

1.2.11. Empaque

Es aquel material de estructura flexible o sólida que contiene, envuelve, conserva y protege al envase, siendo su objetivo primordial el facilitar el almacenaje y distribución en grandes cantidades, además protege al producto de golpes y caídas durante su distribución (Cámara de Comercio de Bogotá, 2019, p.5).

CAPÍTULO II

2. METODOLOGIA

2.1. Hipótesis

Hipótesis 1

H0: No existe una interacción entre las variables RPM y tiempo, que influyan sobre el rendimiento de almidón.

H1: Existe una interacción entre las variables RPM y tiempo, que influyan sobre el rendimiento de almidón.

Hipótesis 2

H0: El bioplástico elaborado a partir de las semillas de alpiste (*Phalaris canariensis*) no presenta propiedades físico químicas, mecánicas y microbiológicas adecuadas.

H1: El bioplástico elaborado a partir de las semillas de alpiste (*Phalaris canariensis*) presenta propiedades físico químicas, mecánicas y microbiológicas adecuadas.

2.2. Identificación de variables

2.2.1. Variable dependiente

- Espesor
- Humedad
- Permeabilidad al vapor de agua
- Resistencia a la tracción
- Biodegradabilidad

2.2.2. Variable independiente

- Fórmulación del almidón extraído de las semillas de alpiste con los aditivos.

2.3. Operacionalización de variables

Tabla 1-2: Operacionalización de las variables

VARIABLES	CONCEPTO	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	
Variables Dependientes:	Espesor	Es el grosor de la lámina bioplástica.	INEN 2542: Láminas plásticas. Requisitos. Medición directa con pie de rey. (NTE INEN-ISO 4593)	
	Humedad	Cantidad de agua presente en la lámina bioplástica en términos de su peso seco.	Método gravimétrico por secado. Equipo de medición (Termobalanza).	
	Solubilidad	Es la acción de un material o cuerpo de disolverse en un medio líquido.	LABORATORIO Y TECNOLÓGICO URUGUAY No 4-2009-INN TEC – 33	Equipo de medición (balanza analítica).
	Permeabilidad al vapor de agua	Es la cantidad de vapor (gramos) que pasa por unidad de superficie (m ²) de un material de espesor unitario (mm) por unidad de tiempo (h).	ASTM E96/ E 96M-05/Desecante	Equipo de medición (balanza analítica).
	Resistencia a la tracción	Determina cuando alcanza el punto final de la degradación.	NTE INEN 2637: Ensayo de tracción para determinar el punto final de la degradación de polietileno y polipropileno degradables.	Maquinaria de prueba del tipo <i>velocidad constante de movimiento de cruceta</i>
	Biodegradabilidad	Descomposición por efecto de la acción de microorganismos de origen natural como bacterias, hongos y algas.	NTE INEN 2643: Especificaciones para plásticos compostables.	Medición Cualitativa
Variable Independiente:	Formulación del almidón extraído de las semillas del alpiste los aditivos	Combinación de los componentes a fin de obtener un producto con las mejores características.	Propiedades físicas, químicas, mecánicas y biodegradables. Equipos de medición de los parámetros físicos, mecánicos y biodegradables.	

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

2.4. Tipo y Diseño de investigación:

El presente proyecto de investigación tiene un enfoque experimental de tipo cuantitativo, debido a que se basó en la elaboración de un bioplástico a base de un producto del género de las gramíneas, como lo son las semillas del alpiste, además se evaluó parámetros físico químicos, microbiológicos y mecánicos, que permitieron determinar la biodegradabilidad y la calidad del mismo.

En cuanto al diseño de investigación se utilizó el diseño factorial 2^k , en donde se establece y optimizan las variables. Se tomó como variables 2 de los componentes de la formulación del bioplástico que son el almidón y la carboximetilcelulosa (CMC), cada uno con dos niveles de concentración, uno bajo (-) y uno alto (+), como se muestra en la tabla 2-2.

Tabla 2-2: Matriz de niveles de concentración en base a las variables almidón y carboximetilcelulosa.

	Almidón	Carboximetilcelulosa
Concentración 1	-A	-CMC
Concentración 2	+A	+CMC

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

En base al diseño factorial 2^2 se trabajó con 4 puntos factoriales, la misma que proporciona 4 formulaciones con 4 combinaciones de las 2 variables con los 2 niveles de concentración como se muestra en la tabla 3-2.

Tabla 3-2: Matriz de combinaciones en base a los niveles de concentración

Formulación	Almidón	CMC	Nivel combinado
1	-A	-CMC	-A; - CMC
2	-A	+CMC	-A; + CMC
3	+A	-CMC	+A; - CMC
4	+A	+CMC	+A; + CMC

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

2.5. Población de estudio

En la presente investigación la población de estudio corresponde al muestreo de las semillas del alpiste (*Phalaris canariensis*) que se obtuvo del Mercado San Alfonso del Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

2.6. Tamaño de la muestra

Se trabajó con 5 kg de semillas de alpiste y por lo tanto el tamaño de la muestra fue la cantidad de almidón obtenido.

2.7. Método de muestreo

La recolección de las semillas de alpiste se realizó mediante un muestreo aleatorio, pero tomando en cuenta los siguientes criterios:

Criterios de inclusión:

- Buen estado
- Libre de impurezas

Criterios de exclusión:

- Deterioro de las semillas.
- Alteración del estado físico por microorganismos como mohos.

2.8. Métodos de recolección de datos

La recolección de información se obtuvo de fuentes bibliográficas como: artículos científicos, revistas científicas, internet, fichas técnicas, normas INEN, FAO.

Para el tratamiento y análisis de datos experimentales se utilizó los programas estadísticos Excel y Minitab.

2.9. Técnicas de recolección de datos experimentales

2.9.1. Lugar de realización

Laboratorio de investigación de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

2.9.2. Materia prima, reactivos, materiales y equipos

2.9.2.1. Materia prima

- Semillas de Alpiste

2.9.2.2. Reactivos

- Agua destilada
- Ácido acético
- Carboximetilcelulosa

2.9.2.3. Materiales

- Balanza Analítica
- Vasos de precipitación
- Reverbero
- Varilla de agitación
- Pinzas de acero inoxidable
- Placas petri de vidrio
- Tamiz N° 60
- Probeta
- Mortero con pistilo
- Aguja Brookfield N° 20

2.9.2.4. Equipos

- Estufa
- Licuadora
- Termómetro
- Termobalanza
- Desecador
- Viscosímetro Brookfield
- Pie de rey

2.9.3. Extracción de almidón

2.9.3.1. Técnica de extracción

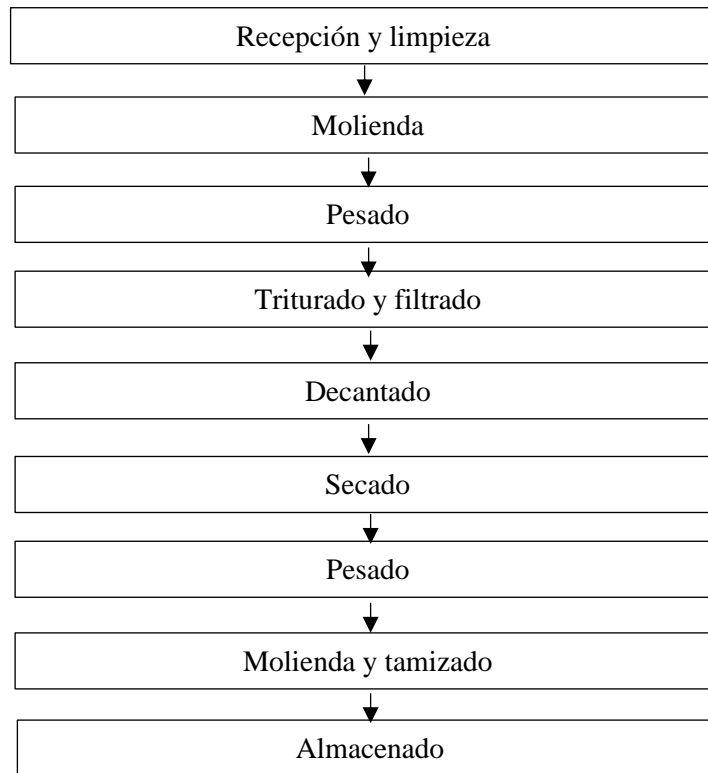


Gráfico 1-2: Flujograma del proceso de extracción del almidón

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

Se realizó la extracción por el método húmedo.

- **Recepción y limpieza:** Seleccionar las semillas de alpiste en buen estado y limpiar la muestra mediante la eliminación de impurezas.
- **Molienda:** Moler la muestra para una mejor obtención de almidón.
- **Pesado:** Pesar 100 gr de muestra y adicionar 250 mL de agua destilada.
- **Triturado y filtrado:** Someter a trituración mediante la licuadora y posterior a una filtración mediante un colador.
- **Decantado:** Decantar por 1 día, posteriormente eliminar el sobrenadante.
- **Secado:** Recoger el sedimento en bandejas de aluminio y colocar en la estufa 45°C por 24 h.
- **Pesado:** Pesar el almidón en base seca para determinar el rendimiento.
- **Molienda y tamizado:** Moler mediante trituración en un mortero y posteriormente tamizar en un tamiz N° 60.
- **Almacenado:** El almidón obtenido se acondiciona en bolsas ziploc y se almacena a temperatura ambiente.

2.9.4. Caracterización del almidón

Tabla 4-2: Ensayos de caracterización del almidón

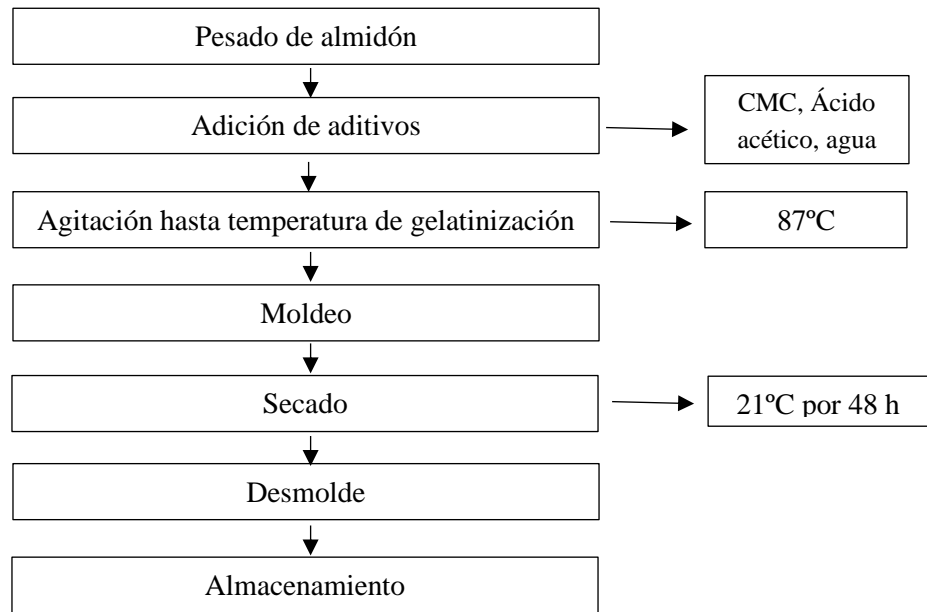
Ensayo	Procedimiento	Cálculo	Indicador
Temperatura de gelatinización	<ul style="list-style-type: none"> - Pesar 10 g de almidón y adicionar agua destilada hasta completar 100 mL. - Colocar un vaso de precipitación con 250 ml de agua en un reverbero y calentar hasta 85°C. - Tomar 50 ml de la muestra suspendida en un vaso de 100 mL - Insertar la muestra en el agua a 85°C - Agitar constantemente con un termómetro hasta observar la formación de una pasta. - Leer la temperatura a la que se gelatiniza. 	Medición directa	(Aristizábal y Sánchez, 2007, p. 72).
Viscosidad de brookfield	<ul style="list-style-type: none"> - Pesar 25 g de almidón deshidratado y adicionar agua destilada hasta completar 500 mL. - Colocar la mezcla en un reverbero y calentar y agitar hasta punto de ebullición. - Dejar enfriar el gel hasta 25°C. - Leer la viscosidad en el viscosímetro a 10 rpm. 	Medición directa	(Aristizábal y Sánchez, 2007, p. 70).
Humedad	<ul style="list-style-type: none"> - Pesar 5g de almidón - Colocar en la termobalanza y leer la humedad. 	Medición directa	(Aristizábal y Sánchez, 2007, p. 91).
Solubilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Pesar 1,25 g de almidón en tubos de centrifuga previamente secos a 60 °C y agregar 30 mL de agua destilada precalentada a 60°C y mezclar. - Colocar los tubos en el equipo de baño maría a 60° C por 30 min. A los 10 min de haber iniciado se agita la suspensión. - Introducir los tubos en la centrifuga a 4900 RPM por 30 min. - Decantar el sobrenadante en unos vasos y medir el volumen. - Colocar 10 mL del sobrenadante en un vaso de precipitación de 50 mL previamente pesado. - Introducir el vaso en la estufa a 70°C durante 24 horas. - Pesar el vaso. 	$ISA = \frac{Peso\ soluble\ (g) * V * 10}{Peso\ muestra\ (g)}$ <p>ISA: Índice de solubilidad en agua</p>	(Aristizábal y Sánchez, 2007, p. 73).

pH	<ul style="list-style-type: none"> - Pesar 20 g de almidón y mezclar con 100 mL de agua destilada por 15 min. - Filtrar la mezcla a través de un papel filtro. - Tomar una alícuota de 25 mL y medir el pH. 	Medición directa	(Aristizábal y Sánchez 2007, p. 89).
Cenizas	<ul style="list-style-type: none"> - Talar previamente los crisoles de porcelana. - Pesar 1 g de almidón y colocar en la mufla e incinerar a 550°C por un tiempo de 3 horas. - Sacar y enfriar en un desecador hasta obtener un peso constante. - Pesar y calcular la cantidad de cenizas. 	$\%C = \frac{M2 - M}{M1 - M} * 100$ <p>%C= Porcentaje de cenizas totales M= Peso del crisol vacío M1= Peso del crisol con la muestra M2= Peso del crisol con las cenizas</p>	(Aristizábal y Sánchez 2007, p. 91).
Contenido de amilosa/amilopectina	<ul style="list-style-type: none"> - Se envió una muestra al laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) para la determinación de amilosa. - Con el resultado se realizó una resta del 100% para determinar el contenido de amilopectina. 	-	-
Análisis microbiológico	<ul style="list-style-type: none"> - Se envió una muestra al laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Agua y Alimentos (SAQMIC) para el análisis de aerobios mesófilos, levaduras y mohos, y coliformes totales. 	-	-

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

2.9.5. Elaboración del bioplástico

Para la elaboración de la biopelícula se tomó en cuenta la metodología impartida por Charro (2015, p.30), pero variando las cantidades de los componentes de acuerdo a formulaciones.



Gráfica 2-2: Flujograma del proceso de elaboración del bioplástico

Elaborado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

Procedimiento:

- **Pesado:** Pesar el almidón según corresponda la formulación.
- **Adición de aditivos:** Añadir los aditivos CMC, ácido acético y agua, según lo requiera en la formulación.
- **Agitación:** Agitar hasta llegar a la temperatura de gelatinización que es de 87°C.
- **Moldeo:** Colocar la mezcla en el respectivo molde de vidrio.
- **Secado:** Secar a temperatura ambiente por 48 horas.
- **Desmolde:** Desmoldar la biopelícula.
- **Almacenamiento:** Almacenar para su posterior caracterización.

2.9.6. Caracterización del bioplástico

Tabla 5-2: Parámetros físicos

Parámetro	Procedimiento	Cálculo	Indicador
Humedad	<ul style="list-style-type: none"> - Cortar una lámina de plástico de 2,5x2,5. - Colocar en la termobalanza. - Leer la humedad, realizar por triplicado. 	Medición directa	-
Espesor	<ul style="list-style-type: none"> - Cortar una lámina de plástico de 2,5x2,5 cm. - Medir con el pie de rey el espesor. - Sacar el promedio de las mediciones. 	Medición directa	INEN 2542
Solubilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Cortar una lámina de plástico de 2,5x2,5 cm. - Colocarla en un recipiente pequeño y añadir 80 mL de agua. - Situar el recipiente en una centrifuga a 100 RPM por 1 hora. - Filtrar y poner la lámina en la estufa a 40°C y posterior a 105°C para obtener un peso constante. - Realizar por triplicado. 	$\% \text{ Solubilidad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$ Pi= Peso inicial seco Pf=Peso final seco	LABORATORIO TECNOLÓGICO URUGUAY No 4- 2009-INN TEC – 33
Permeabilidad al vapor de agua	<ul style="list-style-type: none"> - Activar el gel de sílice, colocándolo en una estufa a 105°C por un tiempo de 24 horas. - Preparar una solución saturada de cloruro de sodio y colocarla en la base de un desecador. - Tomar los tubos de ensayo y medir el diámetro. - Llenar la ¾ parte de cada tubo con el gel de sílice. - Cortar la biopelícula de 2,5x2,5 cm, colocarla en la boca del tubo, y sellarla herméticamente con cinta adhesiva. - Pesar los tubos y colocarlos en el desecador, en un ambiente con una humedad relativa de 60-75% y una temperatura de 20-27°C, por 6 horas. - Los tubos deben ser pesados cada hora. - Realizar por triplicado el ensayo. 	$WVTR = \frac{(Q/t)}{A} * E$ Donde: WVTR= Tasa de transmisión al vapor de agua. Q=Peso ganado en gramos del desecante. t= tiempo empleado en la prueba en horas. A= área de la biopelícula E= espesor de la biopelícula.	ASTM E96/ E 96M-05/Desecante

Biodegradabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Cortar 4 láminas de plástico de 2,5x2,5 cm de cada formulación. - Colocar las 4 láminas sobre una cantidad de tierra. - Colocar 4 láminas sobre una cantidad de agua. - Colocar 4 láminas sobre una superficie con buen flujo de aire. - Medir cada 3 días las láminas por un mes. - Determinar el porcentaje de degradabilidad. 	NTE INEN 2643
--------------------------	---	---------------

Elaborado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

Tabla 6-2: Parámetros mecánicos

Parámetro	Procedimiento	Indicador
Resistencia a la tracción	- Se envió una lámina del biofilm al laboratorio Laborat de Ensayo de Materiales (LENMAV) para la determinación de este ensayo, mediante el análisis de la probeta.	NTE INEN 2637

Elaborado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

Tabla 7-2: Parámetros microbiológicos

Parámetro	Procedimiento	Indicador
Coliformes totales	- Se envió una lámina del biofilm al laboratorio SAQMIC para la determinación de este ensayo por el método de siembra en masa.	FAO
Aerobios mesófilos	- Se envió una lámina del biofilm al laboratorio SAQMIC para el análisis en agar peptona.	FAO
Mohos y levaduras	- Se envió una lámina del biofilm al laboratorio SAQMIC para el análisis mohos y levaduras en agar Sabouraud.	FAO

Elaborado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Caracterización de las semillas de alpiste

Del total de los 5 kg de muestra, se seleccionó al azar 5 semillas de alpiste, para la respectiva caracterización, como se puede evidenciar en la fig. 1-3.

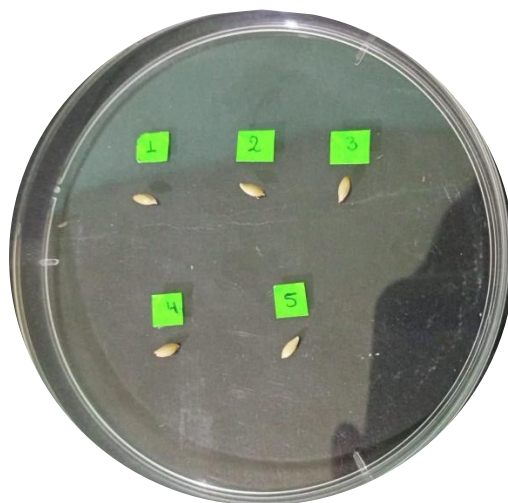


Figura 1-3: Semillas de alpiste

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

En la tabla 1-3 se puede observar los resultados de la caracterización realizada a las 5 semillas.

Tabla 1-3: Resultados de la caracterización de las semillas de alpiste.

No.	PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS		
		PESO (g)	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (cm)
1	Semillas de alpiste	0,007	4,00	1,50
2		0,008	3,00	1,60
3		0,005	3,00	1,20
4		0,009	4,00	1,60
5		0,005	3,00	1,30
Promedio		0,007	3,40	1,44

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

3.2. Extracción de almidón

La extracción del almidón se realizó mediante el método húmedo, utilizando 100 g de muestra con 250 mL de agua destilada, se sometió a 4 tratamientos con 4 repeticiones cada una, en un tiempo de secado de 24 horas a 45°C.

Tabla 2-3: Resultados del rendimiento del almidón

Producto	Tratamiento	Variables	Repetición	Peso (g)			Rendimiento (%)	
				Almidón			R	Promedio
				R	Promedio	Total		
Semillas de alpiste	T1	RPM 5000: 45 seg	R1	31,134	31,320	125,279	31,134	31,320
			R2	31,822			31,822	
			R3	31,797			31,797	
			R4	30,526			30,526	
	T2	RPM 5000: 1 min	R1	32,305	32,643	130,573	32,305	32,643
			R2	34,023			34,023	
			R3	33,178			33,178	
			R4	31,067			31,067	
	T3	RPM 15000: 45 seg	R1	36,455	36,5282	146,113	36,455	36,528
			R2	35,656			35,656	
			R3	36,978			36,978	
			R4	37,024			37,024	
	T4	RPM 15000: 1 min	R1	37,970	39,401	157,605	37,970	39,401
			R2	41,024			41,024	
			R3	39,269			39,269	
			R4	39,342			39,342	

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

En la tabla 2-3 se puede observar los resultados del rendimiento de cada tratamiento, el resultado más bajo fue de 31,320% que pertenece al tratamiento 1, y el más alto fue de 39,401% del tratamiento 4. Por consiguiente, se utilizó el cuarto tratamiento para extraer más almidón, para realizar su posterior caracterización y formulación del bioplástico.

3.3. Ensayos de caracterización físico química de almidón

Tabla 3-3: Resultados del análisis de caracterización físico química del almidón

No.	Parámetros	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio	Estándar	Norma/ Indicador
1	Humedad	%	8,500	8,336	8,700	8,512	<15,5%	FAO
2	Cenizas	%	0,121	0,131	0,119	0,124	≤0,12	AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 942.05
3	Solubilidad	%	10,080	10,320	8,880	9,760	0,27-12,52	INEN 1456
4	pH	-	6,100	6,040	6,020	6,053	6,00-7,00	INEN 1456
5	Viscosidad	SP	959,600	1018,90	1257,30	1078,600	840-1500 SP	ISI 17-1 del Internatinal Starch Institute
6	Temperatura de gelatinización	°C	89,000	85,000	87,000	87,000	87 - 90	Abdel-al, 1997.

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

En la tabla 3-3 se muestran los resultados de los análisis de caracterización del almidón extraído, los mismos se realizaron por triplicado y se estableció una media. Estos resultados son favorables puesto que se encuentran dentro de los rangos establecidos en las normas. Con mención a la humedad se obtuvo un resultado de 8,5 %, que es permisible por la FAO, y muy importante debido a que, el control de este parámetro permite almacenar el almidón en condiciones óptimas, y evitar el deterioro y crecimiento de microorganismos como hongos y bacterias. Otro de los parámetros muy importantes que se determinó, fue la temperatura de gelatinización que fue de 87°C, esta temperatura va a permitir que los gránulos de almidón en un medio o solvente se produzca un hinchamiento, posteriormente una desestructuración granular y finalmente una solubilización molecular de amilosa y amilopectina; formando así un red polimérica amorfa, dando paso la formación de un gel (Quintero y Ramírez, 2013, p.6).

Tabla 4-3: Resultados de porcentaje de amilosa/amilopectina en el almidón

Nº	Parámetro	Unidad	Valor	Institución
1	Amilosa	%	25,900	CINIAP
2	Amilopectina	%	74,100	CINIAP

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

En la tabla 4-3 se encuentra el porcentaje de amilosa y amilopectina con valores de 25,9% y 74,1% respectivamente, estos resultados superan a los obtenidos por Abdel-al (1997, p. 476-477), en su estudio “Characteristics of Canaryseed (*Phalaris canariensis* L.) Starch”, reportaron que las semillas contienen de un 20% de amilosa y un 80% de amilopectina.

Tabla 5-3: Resultados del análisis microbiológico del almidón

N°	Parámetro	Unidad	Valor	Estándar	Norma
1	Aerobios mesófilos	UPC/g	<10	1000-5000	FAO
2	Levaduras y mohos	UPC/g	<10	1000-5000	FAO
3	Coliformes totales	UPC/g	Ausencia	Ausencia	FAO

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

Los resultados del análisis microbiológico del almidón se muestran en la tabla 5-3 evidenciando que el almidón posee un crecimiento microbiológico dentro del rango o límites permisibles por la FAO, lo cual hace del almidón una materia prima con una buena calidad sanitaria y apta para varios usos, entre ellos para el consumo humano.

3.4. Formulación del bioplástico

3.4.1. Determinación de concentración de almidón

Para la determinación del almidón se basó en el estudio de Charro (2015, p.30), y se realizó varias formulaciones, variando las concentraciones de almidón y plastificante, y analizando a las características organolépticas para la formación de biopelículas.

Tabla 6-3: Resultados de las características organolépticas en relación al contenido de almidón

Nº	Almidón (g)	Moldeo	Formación de película	Transparencia	Estabilidad
1	4,5	Si	Si	Traslúcida	No
2	5	Si	Si	Traslúcida	No
3	5,2	Si	Si	Traslúcida	Si
4	5,4	Si	Si	Traslúcida	Si
5	5,6	Si	Si	Traslúcida	Si
6	5,8	Si	Si	Traslúcida	Intermedia
7	6	Si	Si	Opaca	No

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

En la tabla 6-3, se visualiza que las cantidades de almidón 5,2; 5,4 y 5,6 g presentan buenas características organolépticas en cuanto a la obtención del biofilm, estos presentan facilidad de moldeo, forman la lámina plástica, poseen una transparencia translúcida y son estables al momento del secado en el ambiente, debido a que no se agrietan y se desprenden con facilidad del molde.

3.4.2. Determinación de la concentración de CMC

El CMC se preparó disolviendo 0,5 g en 50 mL agua destilada, basándose en Castellucci (2009, p.1). Posterior a ello se varió las concentraciones en la formulación y se observó las características que se presentan.

Tabla 7-3: Resultados de la determinación del CMC

Nº	CMC (mL)	Facilidad de moldeo	Formación de película	Resistencia
1	5	Si	Si	Débil
2	10	Si	Si	Débil
3	15	Si	Si	Intermedia
4	20	Si	Si	Si
5	25	Si	Si	Si
6	30	No	Si	Si
7	35	No	Si	Si

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

En cuanto a la determinación del CMC se puede observar en la tabla 7-3, que las cantidades 20 y 25 mL son aptos para desarrollar el biofilm, debido a que se evaluaron las características de facilidad de moldeo, formación de la biopelícula y la resistencia, obteniendo resultados favorables. La concentración de este aditivo en la formulación es muy importante pues ayuda a aumentar la viscosidad y proporciona las características de plasticidad a la biopelícula.

3.4.3. Formulaciones planteadas en base al diseño factorial 2²

Tabla 8-3: Resultados de las formulaciones planteadas en base al diseño factorial 2²

Formulaciones	Nivel combinado	Almidón (g)	CMC (ml)	Ácido acético (mL)	Agua destilada (mL)
BPA1	-A, -CMC	5,2	20	4	40
BPA2	-A, +CMC	5,2	25	4	40
BPA3	+A, -CMC	5,6	20	4	40
BPA4	+A, +CMC	5,6	25	4	40

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

Las siglas BPA significan Bioplástico de almidón de alpiste.

Se puede observar en la tabla 8-3, las cuatro formulaciones que se establecieron en base al diseño factorial 2², las cantidades de almidón y CMC fueron las que variaron, en cambio las cantidades de agua destilada y ácido acético fueron las mismas para todas las formulaciones. Se puede apreciar en la figura 2-3, el prototipo de la formulación BPA1, en la figura 3-3 el prototipo de la formulación BPA2, en la figura 4-3 el prototipo de la formulación BPA3 y finalmente en la figura 5-3 el prototipo de la formulación BPA4.

3.4.3.1. Prototipo de cada formulación



Figura 2-3: Prototipo del BPA1

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

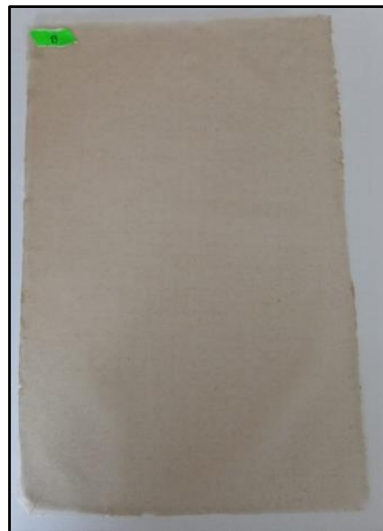


Figura 3-3: Prototipo del BPA2

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.



Figura 4-3: Prototipo del BPA3

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.



Figura 5.3: Prototipo del BPA4

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

3.5. Ensayos de caracterización físico química del bioplástico

Se realizaron los ensayos de caracterización físico química a las cuatro formulaciones, cada análisis de realizó por triplicado, obteniendo un valor promedio.

3.5.1. Ensayos físico químicos

3.5.1.1. Espesor

Tabla 9-3: Resultados de espesor

Formulación	Espesor 1 (mm)	Espesor 2 (mm)	Espesor 3 (mm)	Espesor promedio (mm)
BPA1	0,090	0,110	0,110	0,103
BPA2	0,120	0,100	0,110	0,110
BPA3	0,110	0,120	0,110	0,113
BPA4	0,130	0,140	0,130	0,133

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

Para el análisis del espesor de los biofilms, se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 9-3, se puede evidenciar que las cuatro formulaciones están dentro del rango permisible de la norma INEN 2542, el cual establece que el espesor para laminas plásticas tienen un rango máximo de 0,2 mm.

3.5.1.2. Humedad

Tabla 10-3: Resultados del contenido de humedad

Formulación	Humedad 1 (%)	Humedad 2 (%)	Humedad 3 (%)	Humedad promedio (%)
BPA1	14,493	15,476	14,286	14,752
BPA2	13,333	11,628	12,309	12,423
BPA3	14,286	13,514	13,903	13,901
BPA4	15,493	14,286	16,008	15,262

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

El análisis del porcentaje de humedad se puede observar en la tabla 10-3, obteniendo que la formulación BPA2 presentó el menor porcentaje que fue de 12,4%, en cambio la formulación BPA4 presento el mayor porcentaje que fue de 15,2%. Al realizar una comparación con la investigación realizada por Pilla (2017, p.38) con el tema de “Desarrollo de un termoplástico a partir del almidón de oca y plastificantes” obtuvieron los siguientes resultados para la humedad: el más bajo fue de 7,7% y

el más alto fue de 15,9%. Se puede deducir que nuestros resultados son satisfactorios, porque se asemejan a los encontrados por el mencionado estudio.

3.5.1.3. Solubilidad

Tabla 11-3: Resultados de solubilidad

Formulación	Solubilidad 1 (%)	Solubilidad 2 (%)	Solubilidad 3 (%)	Solubilidad promedio (%)
BPA1	84,706	81,333	83,292	83,110
BPA2	71,277	80,487	83,117	78,294
BPA3	70,526	72,115	66,972	69,871
BPA4	80,263	86,364	83,000	83,209

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

Se observa en la tabla 11-3, los resultados de la solubilidad de las cuatro formulaciones de los biofilms. Los resultados muestran que la formulación BPA3 tiene el porcentaje de solubilidad menor que es de 69,8% y el BPA4 tiene el porcentaje mayor que es de 83%. En la investigación de Charro (2015, p.54-68) obtuvo que resultados más altos para solubilidad fueron de 50% y a la vez alega que las biopelículas con una solubilidad menor a 70% son aptos para empaques de uso y aplicación en la industria de los alimentos, en cambio los biofilms mayores a ese porcentaje son usados mayoritariamente por la industria farmacéutica para recubrimiento de tabletas y cápsulas. Es por ello, que se toma en consideración la formulación BPA3 ya que, se encuentra en el límite superior de lo mencionado.

3.5.1.4. Permeabilidad al vapor de agua

Tabla 12-3: Resultados de permeabilidad al vapor de agua (PVA)

Formulación	PVA 1	PVA 2	PVA 3	PVA promedio
BPA1	10,918	12,235	14,494	12,549
BPA2	18,725	19,334	16,176	18,078
BPA3	16,021	16,573	17,603	16,732
BPA4	18,618	17,082	18,926	18,209

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

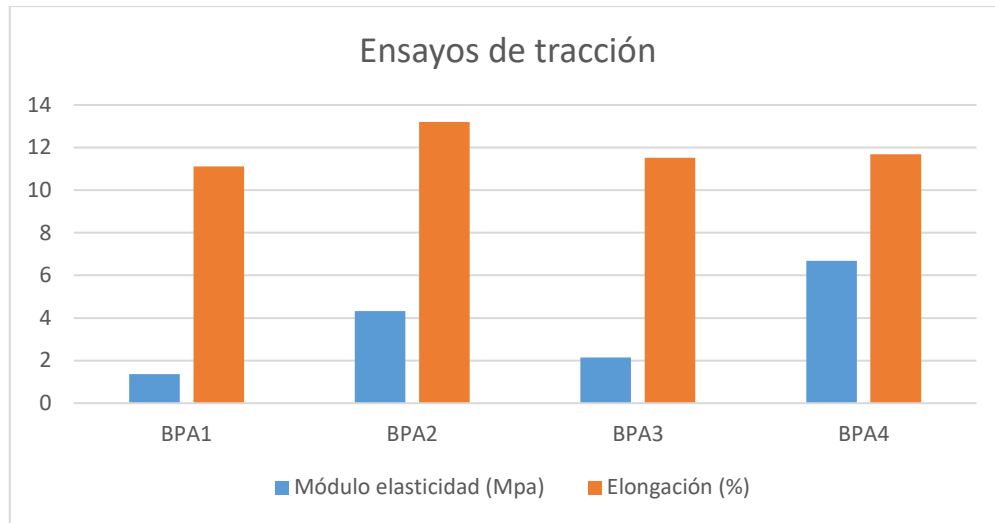
Los resultados de permeabilidad al vapor de agua plasmados en la tabla 12-3, nos indican que las cuatro formulaciones tienen una alta PVA y eso a la vez se relaciona con la solubilidad, puesto que estos también presentan altas solubilidades. De acuerdo a Joaqui y Villada (2013, p.63) un elemento importante que afecta la PVA, es el uso de plastificantes, debido a que se da una relación directamente proporcional, es decir, mientras mayor sea la concentración del plastificante, mayor será la PVA, esto se debe a que el plastificante tiene carácter hidrofílico, por tanto incrementan la capacidad de sorción de moléculas polares, como es el caso del agua.

3.5.2. Ensayos mecánicos

Tabla 13-3: Resultados del ensayo de tracción

Formulación	Módulo elasticidad (Mpa)	Carga de fluencia (N)	Esfuerzo de fluencia (MPa)	Carga máxima (MPa)	Esfuerzo máximo (Mpa)	Elongación (%)
BPA1	1,363.E+01	0,500	0,750	1,440	2,150	11,120
BPA2	4,327.E+00	0,670	0,730	1,480	1,610	13,200
BPA3	2,139.E+01	0,450	0,500	1,420	1,580	11,520
BPA4	6,682.E+00	0,640	0,850	1,420	1,900	11,680

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.



Gráfica 1-3: Ensayos de tracción de las biopelículas.

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

El ensayo de tracción es un parámetro muy importante dentro de las láminas plásticas, debido a que evalúa las propiedades mecánicas frente a los esfuerzos externos que las láminas plásticas pueden ser sometidas. Los datos de este ensayo se pueden visualizar en la tabla 13-3. En la gráfica 1-3 se observa que la formulación BPA3 presenta mayor rigidez debido al módulo de elasticidad que es de 2,14 Mpa, con una elongación intermedia de 11,5%, en cambio se puede analizar que la formulación BPA4 tiene una rigidez baja puesto que el módulo de elasticidad que es 6,7 Mpa, con una elongación de 11,7%. En comparación con el estudio realizado por Parra (2019, p.56) titulado “OBTENCIÓN DE BIOFILM A PARTIR DEL ALMIDÓN DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza*) Y DE CAMOTE (*Ipomoea batatas*) COMO ALTERNATIVA AL USO DE MATERIAL PLÁSTICO DERIVADO DE PETRÓLEO”, obtuvo los siguientes resultados: la formulación C3A tiene 5,985 MPa de módulo de elasticidad y de 1,89 Mpa de esfuerzo máximo; y para la formulación Z1C tiene 5,820 Mpa de módulo de elasticidad y 0,54 Mpa de esfuerzo máximo. Concluyendo que nuestros bioplásticos presentan mejores propiedades mecánicas.

3.5.3. Parámetros microbiológicos

Para este análisis se seleccionó el bioplástico BPA3, puesto que, es el que mejor características físico químicas y mecánicas presentó.

Tabla 14-3: Resultados del análisis microbiológico

Nº	Formulación	Parámetro	Unidad	Valor
1	BPA3	Aerobios mesófilos	UPC/g	<10
2		Levaduras y mohos	UPC/g	<10
3		Coliformes totales	UPC/g	Ausencia



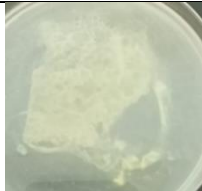


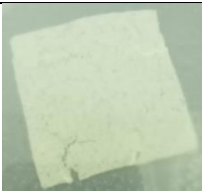






Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

Los resultados de análisis microbiológico en la tabla 14-3, reportan ausencia microbiológica e indica que la biopelícula BPA3 esta apta para usarse como un empaque farmacéutico, debido a que, al estar en contacto directo con los medicamentos, debe ser un empaque inocuo que garantice su seguridad y calidad sanitaria.

3.6. Determinación de biodegradabilidad

La determinación de biodegradabilidad se realizó de la formulación BPA 3, en 3 medios externos: agua, tierra, ambiente. Se evaluó cualitativamente los cambios generados cada 3 días por un periodo de 1 mes. Se realizó por triplicado.







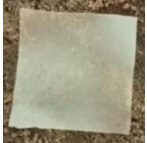











Tabla 15-3: Resultados de la degradabilidad en agua












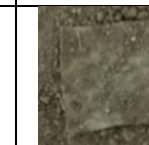



Repetición	DIA 1	DIA 4	DIA 7	DIA 10
1				
2				
3				

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

En la tabla 15-3, se puede observar los cambios que se produjeron en la lámina plástica al estar expuesta al agua, en condiciones de pH 7 y a temperatura ambiente de alrededor de 9-21°C. Se evidenció que se produce una degradación rápida puesto que a los 10 días la biopelícula se disolvió por completo, esto tiene relación con la solubilidad que se muestra en la tabla 11-3, pues indica un porcentaje alto.

Tabla 16-3: Resultados de la degradabilidad en la tierra

Repetición	DIA 1	DIA 4	DIA 7	DIA 10	DIA 13	DIA 16
1						
2						
3						











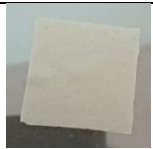






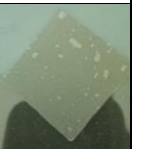
Repetición	DIA 19	DIA 22	DIA 25	DIA 28	DIA 31
1					
2					
3					


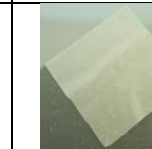
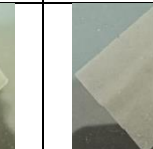
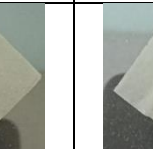


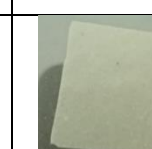


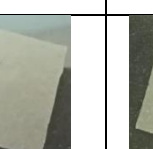
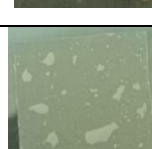
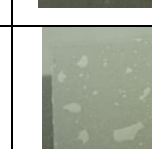



Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

En la tabla 16-3 se observa la degradación de la biopelícula al estar sometida a la tierra. Se puede deducir que durante los 31 días tuvo cambios físicos muy visibles, pues mientras avanzaban los días,

la biopelícula se iba contrayendo, volviéndose frágil y finalmente se producía agrietamientos, confirmando que tiene una vida de degradación menor comparada con los plásticos convencionales.

Tabla 17-3: Resultados de la degradabilidad en el ambiente

Repetición	DIA 1	DIA 4	DIA 7	DIA 10	DIA 13	DIA 16
1						
2						
3						

Repetición	DIA 19	DIA 22	DIA 25	DIA 28	DIA 31
1					
2					
3					

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

La degradación de la biopelícula expuesta al ambiente se puede observar en la tabla 17-3. Se puede evidenciar que, durante el periodo de 31 días, el biofilm no presentó cambios significativos, a pesar de haber estado sometido a factores como temperaturas altas y bajas, exposición a rayos solares y variaciones de humedad relativa durante el periodo ya mencionado. Sin embargo, se pudo notar un pequeño aumento en la rigidez de la biopelícula.

3.7. Aplicabilidad como empaque farmacéutico

Se diseñó un ensayo piloto para probar la aplicabilidad del bioplástico como empaque farmacéutico, para ello, se elaboró una simulación de blíster con la biopelícula para un comprimido natural. Se hizo una comparación con un grupo control que es el comprimido en el blíster original, y con un comprimido sin blíster, como se puede observar en la figura 6-3.

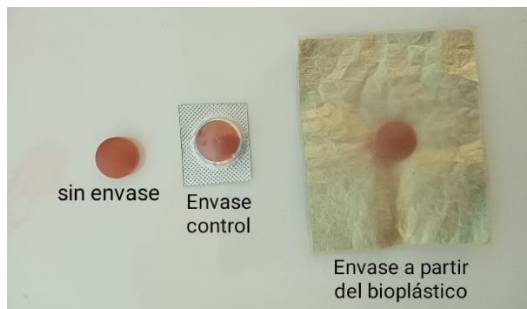


Figura 6-3: Prueba piloto de aplicabilidad

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

Se realizó una evaluación cualitativa de las propiedades o cambios físicos generados por el periodo de un 1 mes y en condiciones de temperatura ambiente alrededor de 9-21°C. Los resultados fueron favorables, debido a que, se observó que la biopelícula proporciona características básicas como la funcionalidad, que hace referencia a la contención del comprimido, y la protección la cual conserva al comprimido en condiciones óptimas, es decir, protege de agentes externos como microorganismos, así como de desintegración por golpes o caídas como se observa en la figura 7-3, para que no presenten defectos que puedan alterar su integridad.



Figura 7-3: Comprimido expuesto a una caída

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

3.8. Análisis estadístico y comprobación de hipótesis

Hipótesis 1

Tabla 18-3: Análisis de varianza del rendimiento del almidón.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
RPM	1	143,197	143,197	145,01	0
TIEMPO	1	17,611	17,611	17,83	0,001
RPM*TIEMPO	1	2,401	2,401	2,43	0,145
Error	12	11,85	0,988		
Total	15	175,059			

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

En la tabla 18-3 se evidencia el análisis de varianza con un 95% de confiabilidad, al ser el valor $p > 0,05$, en la regla de decisión se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, por ello, con una significancia del 5%, se concluye que no existe una interacción entre las variables RPM y tiempo, que influyan sobre el rendimiento de almidón.

Hipótesis 2

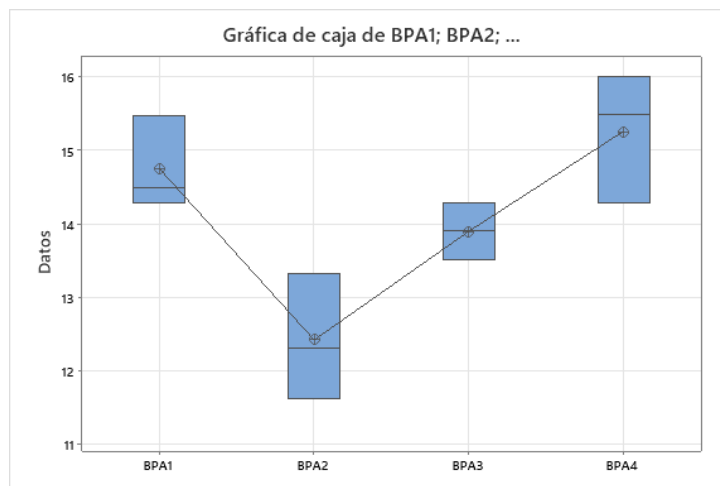
Tabla 19-3: ANOVA para la humedad.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	13,877	4,6255	8,93	0,006
Error	8	4,142	0,5177		
Total	11	18,019			

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

- **Ho:** No existe una diferencia significativa en el porcentaje de humedad en las cuatro formulaciones.
- **H1:** Existe una diferencia significativa en el porcentaje de humedad en las cuatro formulaciones.

Mediante el estadístico ANOVA para la humedad que se muestra en la tabla 19-3, se tiene que el valor $p < 0,05$, por lo tanto, se deduce que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, existiendo una diferencia significativa en la humedad de las formulaciones.



Gráfica 2-3: Diagrama de caja y bigotes de la humedad

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

La gráfica 2-3 del diagrama de caja y bigotes de la humedad expone que las formulaciones BPA1 Y BPA4 no poseen una significancia estadística y que al ser las que mayor porcentaje promedio presentan, se rechazan. En cambio, las formulaciones BPA2 Y BPA3 no se traslapan y presentan menor porcentaje promedio de humedad, por lo cual se puede utilizar una de las dos formulaciones.

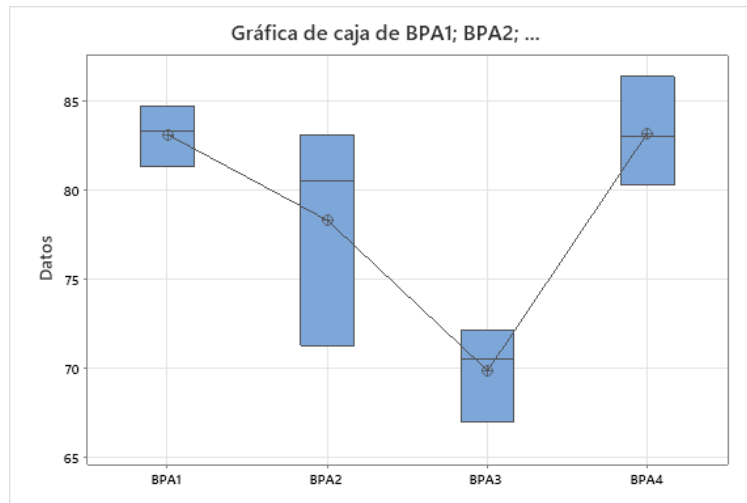
Tabla 20-3: ANOVA para la solubilidad.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	353,6	117,87	8,16	0,008
Error	8	115,6	14,45		
Total	11	469,2			

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

- **H₀:** Todas las solubilidades son iguales en las cuatro formulaciones.
- **H₁:** No todas las solubilidades son iguales en las cuatro formulaciones.

Al obtener un valor $p < 0,05$ como se observa en la tabla 20-3, se concluye que se acepta la hipótesis alternativa, donde se menciona que las solubilidades son diferentes en cada formulación.



Gráfica 3-3: Diagrama de caja y bigotes del porcentaje de solubilidad

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

En el diagrama de caja y bigotes de la gráfica 3-3, se puede analizar que no existe una relación estadística significativa entre las formulaciones BPA1, BPA2 y BPA4 esto debido a que se traslapan en los intervalos de confianza de cada solubilidad promedio. Al contrario de la formulación BPA3 que es la que menor porcentaje de solubilidad presenta.

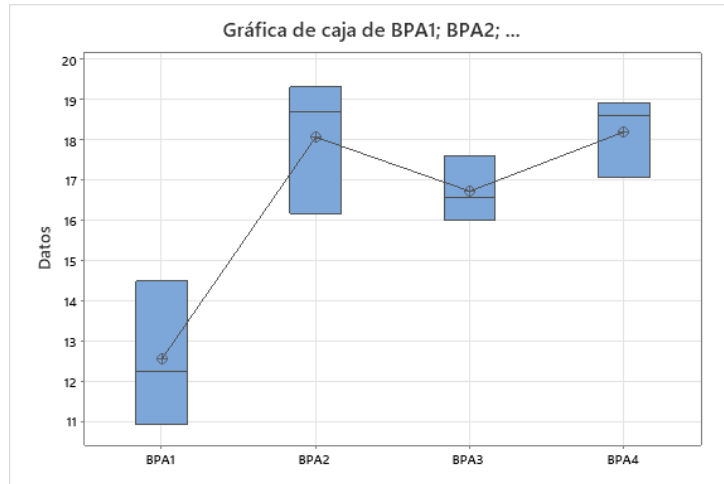
Tabla 21-3: ANOVA para la permeabilidad.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	63,09	21,028	10,93	0,003
Error	8	15,4	1,925		
Total	11	78,48			

Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

- **Ho:** La permeabilidad no difiere de cada formulación.
- **H1:** La permeabilidad difiere de cada formulación.

La tabla 21-3 sobre el estadístico ANOVA arroja que el valor $p < 0,05$, que esto como resultado de la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, por lo tanto, se establece que existe una diferencia entre las permeabilidades promedios en cada formulación.



Gráfica 4-3: Diagrama de caja y bigotes para la permeabilidad al vapor de agua
Realizado por: Yumisaca, Jessica, 2021.

El diagrama de caja y bigotes plasmada en la gráfica 4-3, muestra que las formulaciones BPA2, BPA3 Y BPA4, no presentan una relación significativa en los intervalos de confianza de las permeabilidades promedio. Mientras que la formulación BPA1 tiene un resultado más bajo de permeabilidad. En base a las evaluaciones realizadas se puede analizar y deducir que la formulación BPA3 presenta resultados más adecuados en cuanto a propiedades físico químicas, mecánicas y microbiológicas, por ende, se cumple la hipótesis alternativa.

CONCLUSIONES

- Se obtuvo el bioplástico a partir del almidón presente en las semillas de alpiste y se realizó un ensayo piloto mediante la fabricación de un blíster para probar la aplicabilidad como empaque, obteniendo resultados satisfactorios, visto que mantiene las características y protege al comprimido.
- Se ejecutó la extracción del almidón mediante cuatro tratamientos, en el cual se determinó que el cuarto tratamiento fue el que extrajo mayor cantidad de almidón con un rendimiento de 39%. Posteriormente se realizó la caracterización físico química en la cual se recopilaron los siguientes resultados, porcentaje de humedad 8,5%, cenizas 0,12%, viscosidad 1078,6 SP, pH 6, solubilidad 9,7%, temperatura de gelatinización de 87°C, y porcentaje de amilosa de 25,9%. En la caracterización microbiológica en la que se determinó aerobios mesófilos, mohos y levaduras y coliformes totales, obteniendo resultados favorables, debido a que los mismos se encuentran dentro de los rangos permisibles por las diferentes normas.
- Se desarrollaron 4 formulaciones óptimas en base al diseño factorial 2², Cada formulación fue evaluada en cuanto a los parámetros físico químicos y mecánicos. Se determinó que la formulación BPA3 presenta resultados más favorables, con valores de 0,13 mm de espesor, 13,9% de humedad, 69,8% de solubilidad y 16,7 para permeabilidad al vapor de agua; en cuanto a propiedades mecánicas tiene un 2,139E+01 Mpa para el módulo de elasticidad, 1,58 Mpa de esfuerzo máximo y un 11,5% de elongación. En cuanto al análisis microbiológico sobre aerobios mesófilos, mohos y levaduras y coliformes totales, los valores reportaron ausencia de los mismos y esta apto para usarse como empaque farmacéutico.
- Se determinó la biodegradabilidad de la formulación BPA3 mediante un análisis cualitativo, en 3 medios externos que fueron: agua, tierra y al ambiente. Se evidenció que el mejor medio fue el agua, debido a que la biopelícula tuvo una descomposición rápida al cabo de 10 días en condiciones de pH 7 y temperatura ambiente de alrededor de 9-21°C.

RECOMENDACIONES

- Al extraer el almidón se obtuvo fibra como desecho, y al ser libre de gluten, se recomienda que realicen investigaciones para la fabricación de productos alimenticios a base de esta fibra para personas celiacas.
- Se recomienda ejecutar un análisis más profundo al almidón para determinar la presencia de otros componentes (proteínas, grasas, antioxidantes) y optimizar su utilización en el área medicinal y/o alimenticia.
- Debido al porcentaje alto de solubilidad que presenta la biopelícula, se recomienda realizar estudios de viabilidad para darle uso como recubrimiento de medicamentos como cápsulas y tabletas.

GLOSARIO

- **Compostable:** Aquel material que puede ser degradado biológicamente, es decir, por la acción de organismos y que en un lapso de tiempo controlado va a producir dióxido de carbono, agua, compuestos inorgánicos y abono orgánico (Compostadores, 2018, p.1).
- **Elongación:** Es el alargamiento que un material puede estar sujeto antes de que se produzca su rotura, cuando se aplica una fuerza máxima (Martínez, 2011, p. 4).
- **Ensayo de tracción:** Es un parámetro mecánico de ciertos materiales en forma de probeta que mide la resistencia de un material al someter una fuerza o carga, hasta que se produzca su rotura (Martínez, 2011, p.1).
- **Módulo de elasticidad:** Es una propiedad de cada material que indica la razón de esfuerzo y la correspondiente deformación dentro del límite proporcional (Martínez, 2011, p.3).

BIBLIOGRAFÍA

- ACOFARMA.** *Carboximetilcelulosa sódica* [blog]. 2016. [Consulta: 2021-01-02]. Disponible en: http://www.acofarma.com/admin/uploads/descarga/4202-d2fa20f6ffb1f7c5e800e786e4720c4ce163fe5f/main/files/Carboximetilcelulosa_s__dica.pdf.
- ARISTIZÁBAL, J. y SÁNCHEZ, T.** Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. *Fao* [en línea]. 2007. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>.
- BARAHONA, Natalia; et al.** Biopolímeros capaces de reemplazar a los plásticos tradicionales. *Ciencia Digital*, vol. 3, no. 4, 2019. pp. 138-155. ISSN 2602-8085. DOI 10.33262/cienciadigital.v3i4.954.
- CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ.** Guía práctica sistema de empaque, envase, embalaje y etiquetas. 2019.
- CANARYSEED.** Canaryseed (*Phalaris canariensis*): Nutrient Composition of Canaryseed Groats. 2016. pp. 1.
- CARBALLIDO, E.** Alpiste y para que sirve. [en línea]. 2021. [Consulta: 2021-05-02]. Disponible en: <https://www.botanical-online.com/alimentos/alpiste>.
- CASTELLUCCI, F.** *Goma de celulosa*. [blog]. 2009. [Consulta: 2021-05-02]. Disponible en: <https://www.oiv.int/public/medias/4170/oiv-oeno-366-2009-es.pdf>.
- CHARRO, M.** *OBTENCIÓN DE PLÁSTICO BIODEGRADABLE A PARTIR DE ALMIDÓN DE PATATA* (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador, Ingeniería Química. Quito-Ecuador. 2015. pp. 30-68. [Consulta: 2021-07-15]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/3788/1/T-UCE-0017-97.pdf>
- COGLIATTI, M.** Canaryseed Crop. *Scientia agropecuaria*, vol. 1, 2012. pp. 75-88. ISSN 20779917. DOI 10.17268/sci.agropecu.2012.01.10.
- COMPOSTADORES.** *Bolsas: compostables, biodegradables, oxodegradables, fotodegradables,*

hidrosolubles o reciclables?. [Blog]. [Consulta: 2021-07-02]. Disponible en: <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/la-sostenibilidad-del-compostaje/194-bolsas-compostables-biodegradables-oxodegradables-fotodegradables-hidrosolubles-o-reciclables.html>

CORTES, E. *Biomoléculas Hidratos de carbono*. [en línea]. 2010. [Consulta: 2021-05-02]. Disponible en: http://ocw.innova.uned.es/biologia/contenidos/pdf/bio/biomoleculas_IV.pdf.

DICOVSKIY, L; & PETER, L. ALPISTE, PHALARIS CANARIENSIS, SU USO PARA CONSUMO HUMANO Vol. 10. No. 02, 2020. pp. 1-11.

ENRÍQUEZ, M; et al. “Composición y Procesamiento de Películas Biodegradables Basadas En Almidón”. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], 2012, vol. 10 (no. 1), pp. 182-192. [Consulta: 19 enero 2021]. ISSN 1692-3561. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a21.pdf>

INSST. *Documentación Toxicológica Para La VI Actualización Del Límite De Exposición Profesional Del Ácido Acético*.

JOAQUI, D; & VILLADA, H. “Propiedades ópticas y permeabilidad de vapor de agua en películas producidas a partir de almidón”. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], 2013, vol. 11, pp. 59-68. [Consulta: 19 enero 2021]. ISSN 1692-3561. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/308099703_Aplicaciones_demezclas_debiopolimeros_y_polimeros_sinteticos_Revision_bibliografica.

MARTÍNEZ, C. *Tecnología de los plásticos: Propiedades mecánicas*. [Blog]. 2011 [Consulta: 2021-07-02]. Disponible en: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/propiedades-mecanicas.html#:~:text=Elongaci%C3%B3n%20o%20extensi%C3%B3n%20es%20el,sujeto%20antes%20de%20su%20rotura.&text=La%20resistencia%20a%20la%20tracci%C3%B3n%20y%20la%20deformaci%C3%B3n%20a%20la,que%20el%20material%20puede%20soportar>.

- MORÁN, S.** “Nada frena los plásticos de un solo uso: más de 260.000 toneladas al año en Ecuador”. *PLAN V* [en línea]. 2020. [Consulta: 19 enero 2021]. Disponible en: <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/nada-frena-plasticos-un-solo-uso-mas-260000-toneladas-al-ano-ecuador>.
- MORILLAS, A; et al.** Bioplásticos y plásticos degradables. *Universidad Autonoma Metropolitana*, 2015, pp. 11.
- NÁRVAEZ, M.** *Optimización de las propiedades mecánicas de bioplásticos sintetizados a partir de almidón*. (Trabajo de titulación). UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO. Quito-Ecuador. 2016. pp. 7-17.
- PERDOMO, F; & MONDRAGÓN, J.** *Phalaris Canariensis L.* [en línea]. 2009. [Consulta: 19 marzo 2021]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/phalaris-canariensis/fichas/ficha.htm>.
- PILLA BARROSO, I.** *Desarrollo de un material termoplástico obtenido a partir de almidón de oca (Oxalis tuberosa) y plastificantes* [en línea]. 2017. [Consulta: 06 Agosto 2021]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17060>.
- PIZÁ; et al.** Análisis Experimental De La Elaboración De Bioplástico a Partir De La Cáscara De Plátano Para El Diseño De Una Línea De Producción Alterna Para Las Chifleras De Piura, Perú. *Pirhua* [en línea]. 2017. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT_Informe_Final_Proyecto_Bioplastico.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- PRIMICIAS.** Ecuador consume 1,5 millones de bolsas plásticas al año. [en línea]. 2019. [Consulta: 19 enero 2021]. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/ecuador-consume-15-millones-bolsas-plasticas/>.
- QUINTERO, D; & RAMÍREZ, J.** *ESTUDIO DEL MECANISMO DE GELATINIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA*. 2013.
- RUILOBA, I; et al.** Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango. *Revista de*

Iniciación Científica, vol. 4, 2018, pp. 28-32. ISSN 2412-0464. DOI 10.33412/rev-ric.v4.0.1815.




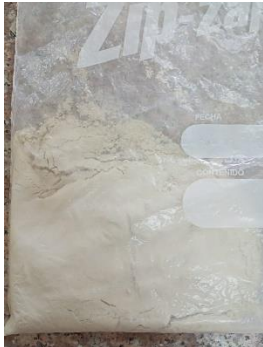
SUESCUN, I. *Optimización de empaques farmacéuticos empaques primarios y secundarios para tabletas fabricadas por Laboratorios Valmor, C.A.* 2007.

VALERO, M; & ORTEGÓN, Y. Biopolímeros: Avances y perspectivas. *DYNA (Colombia)*, vol. 80, no. 181, 2013, pp. 171-180. ISSN 00127353.




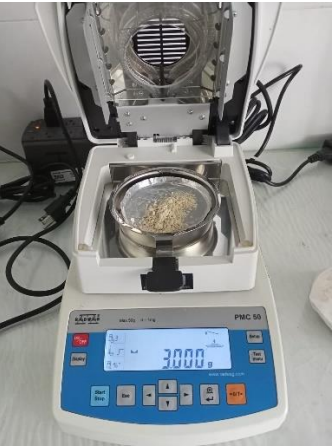
VILLADA, H; et al. Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. *Temas Agrarios*, vol. 12, no. 2, 2007, pp. 5-19. ISSN 2389-9182. DOI 10.21897/rta.v12i2.652.

ANEXOS

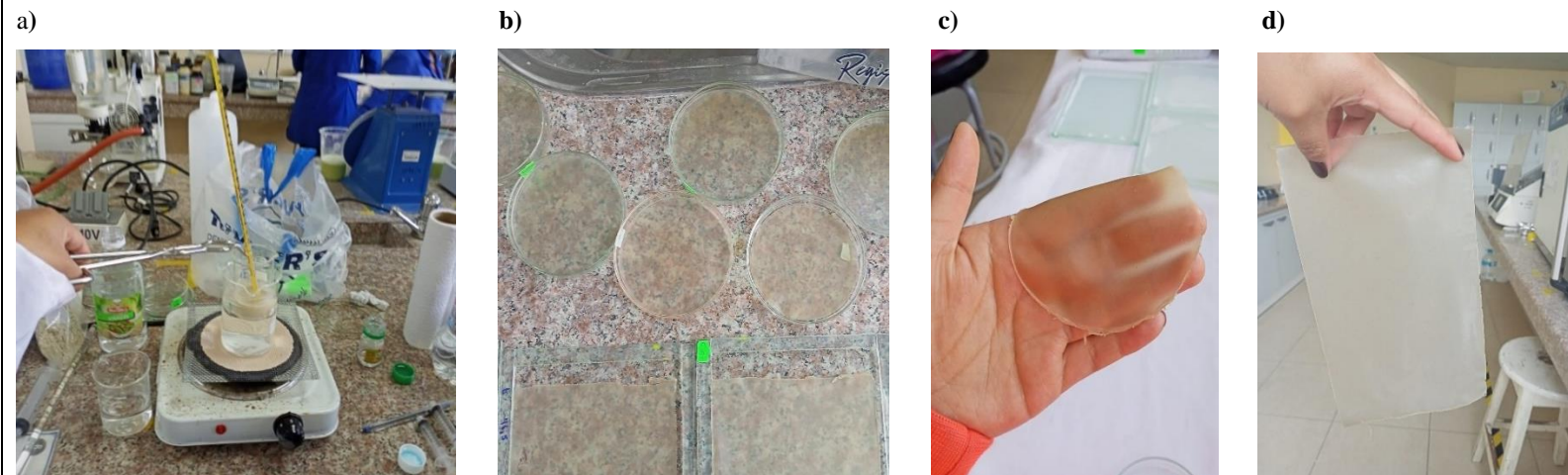
ANEXO A: EXTRACCIÓN Y RENDIMIENTO DE ALMIDÓN

<p>a)</p> 	<p>b)</p> 	<p>c)</p> 	<p>d)</p> 												
NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA	EXTRACCIÓN Y RENDIMIENTO DE ALMIDÓN												
<p>a) Molienda de semillas de alpiste. b) Sedimento de almidón c) Secado del almidón d) Rendimiento</p>	<table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>CERTIFICADO</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>APROBADO</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>POR APROBAR</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>POR CALIFICAR</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>POR VERIFICAR</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO	<input type="checkbox"/>	APROBADO	<input type="checkbox"/>	POR APROBAR	<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	<p>Elaborado por: Jessica Yumisaca</p>	LÁMINA	ESCALA	FECHA
<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO														
<input type="checkbox"/>	APROBADO														
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR														
<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR														
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR														
			1	1:1	26/05/2021										

ANEXO B: CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN





<p>a) </p>	<p>b) </p>	<p>c) </p>	<p>d) </p>														
NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO			CARACTERIZACIÓN DE ALMIDÓN												
<p>a) Lectura en el viscosímetro. b) Temperatura de gelatinización c) Medición de pH d) Medición de humedad en la termobalanza.</p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>CERTIFICADO</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>APROBADO</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>POR APROBAR</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>POR CALIFICAR</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>POR VERIFICAR</td> </tr> </tbody> </table>	<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO	<input type="checkbox"/>	APROBADO	<input type="checkbox"/>	POR APROBAR	<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	<p>FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA</p> <p>Elaborado por: Jessica Yumisaca</p>			LÁMINA	ESCALA	FECHA
<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO																
<input type="checkbox"/>	APROBADO																
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR																
<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR																
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR																
2	1:1	10/06/2021															

ANEXO C: OBTENCIÓN DEL BIOPLÁSTICO



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA Elaborado por: Jessica Yumisaca	OBTENCIÓN DEL BIOPLÁSTICO		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
a) Formulación. b) Secado al ambiente de la formulación. c) Prototipo circular. d) Lámina bioplástica	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		3	1:1	15/07/2021

ANEXO D: CARACTERIZACIÓN DEL BIOPLÁSTICO

a)	b)	c)	d)	
				
NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		
<p>a) Centrifugación del bioplástico para determinar solubilidad.</p> <p>b) Medición con el pie de rey.</p> <p>c) Determinación de humedad en termobalanza.</p> <p>d) Determinación de permeabilidad al vapor de agua.</p>	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA		
		Elaborado por: Jessica Yumisaca		
		CARACTERIZACIÓN DEL BIOPLÁSTICO		
		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		4	1:1	10/08/2021

ANEXO E: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AMILOSA EN EL ALMIDÓN

MC-LSAIA-2201-06

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. CutugiaguaTlts. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 21-0162

**NOMBRE PETICIONARIO:	Srta. Jessica Paulina Yumisaca	**INSTITUCIÓN:	Particular
**DIRECCIÓN:	Concepción y Guatemala esquina	**ATENCIÓN:	Srta. Jessica Paulina Yumisaca
FECHA DE EMISIÓN:	26/07/2021	FECHA DE RECEPCIÓN.:	09/05/2021
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 05 al 17 de agosto del 2021	HORA DE RECEPCIÓN:	10h00
		ANÁLISIS SOLICITADO:	Amilosa

ANÁLISIS	HUMEDAD	AMILOSA ^Ω	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-04	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	Morrison y Laignelet 1983	
UNIDAD	%	%	
21-0916	8,06	25,90	Almidón semillas de alpiste

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente



Formado electrónicamente por:
 IVAN RODRIGO
 SAMANIEGO
 MALGUA

Dr. MSc. Iván Samaniego
RESPONSABLE TÉCNICO

RESPONSABLES DEL INFORME



Formado electrónicamente por:
 BLADIMIR
 EFRAIN ORTIZ
 RAMOS

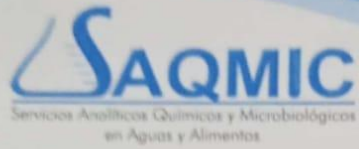
Ing. Bladimir Ortiz
RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. La información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, esta dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo puede ser usada por este. Los datos marcados con ** son suministrados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

ANEXO F: RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL ALMIDÓN



INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Fecha: 18 de Agosto del 2021

Análisis solicitado por: Srta. Jessica Yumisaca

Tipo de muestras: Almidón de semillas de alpiste (*Phalaris canariensis L*)

Localidad: Riobamba

Análisis Microbiológico

Determinaciones	Unidades	Método	Resultados
Aerobios Mesófilos	UFC/g	Siembre en masa	<10
Coliformes Totales	UFC/g	Siembre en masa	Ausente
Coliformes Fecales	UFC/g	Siembre en masa	Ausente
Mohos y Levaduras	UFC/g	Siembre en masa	<10

Observaciones:

Atentamente,

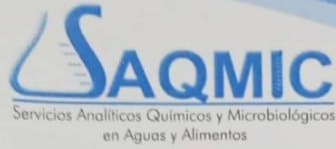


Dra. Gina Álvarez R.

RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

ANEXO G: RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL BIOPLÁSTICO



INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Fecha: 26 de Agosto del 2021

Análisis solicitado por: Srta. Jessica Yumisaca

Tipo de muestras: Bioplástico del almidón de la semilla de Alpiste
(*Phalaris canariensis L.*)

Localidad: Riobamba

Análisis Microbiológico

Determinaciones	Unidades	Método	Resultados
Aerobios Mesófilos	UFC/g	Siembre en masa	<10
Coliformes Totales	UFC/g	Siembre en masa	Ausencia
Coliformes Fecales	UFC/g	Siembre en masa	ausencia
Mohos y Levaduras	UFC/g	Siembre en masa	<10

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.

RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

ANEXO H: RESULTADOS DEL ANÁLISIS MECÁNICO DE TRACCIÓN



Ing. J. Anibal Viñan B. MsC.

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1	
N° 01	
SOLICITADO POR:	Jessica Paulina Yumisaca Guerrero
PROYECTO DE TESIS:	"ELABORACION DE UN BIOPLASTICO A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE ALPISTE (Phalaris coarctata L.) PARA USO COMO EMPAQUE FARMACEUTICO"
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS CARRERA DE ING. BIOQUIMICA Y FARM.
TIPO DE MATERIAL:	BIOPLASTICO
MATERIAL:	LAMINA DE PLASTICO
FECHA DE FABRICACION:	2021 - 08
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635.012
FECHA DE ENSAYO:	10-ago-21
EQUIPO UTILIZADO:	MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B
MARCA:	JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD
SERIE:	7136
CERTIFICADO:	LNM-F-201650006
CÓD IDENT:	M2
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	MI
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPESOR [mm]	0.09
ANCHURA [mm]	7.46
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	0.67
MÓDULO DE ELASTICIDAD [MPa]	1.363 E+01
CARGA DE FLUENCIA [N]	0.50
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	0.75
CARGA MÁXIMA [N]	1.44
ESFUERZO MÁXIMO [MPa]	2.15
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	11.12
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:


 Ing. Anibal Viñan B. M.Sc.
 GERENTE DEL LABORATORIO
 ENSAYO DE MATERIALES

Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. El laboratorio no se responsabiliza por la reproducción parcial o total de este documento.

1/1

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1	
N° 02	
SOLICITADO POR:	Jessica Paulina Yumisaca Guerrero
PROYECTO DE TESIS:	"ELABORACIÓN DE UN BIOPLASTICO A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE ALPISTE (Phalaris canariensis L) PARA USO COMO EMPAQUE FARMACÉUTICO"
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS CARRERA DE ING. BIOQUÍMICA Y FARM.
TIPO DE MATERIAL:	BIOPLASTICO
MATERIAL:	LAMINA DE PLASTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 08
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635:012
FECHA DE ENSAYO:	10-ago-21
EQUIPO UTILIZADO: MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B	
MARCA: JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD	
SERIE: 7136	CERTIFICADO: LNM-F-201650006
CÓD IDENT: M2	
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	M2
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPEJOR [mm]	0.12
ANCHURA [mm]	7.69
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	0.92
MODULO DE ELASTICIDAD [MPa]	4.327.E+00
CARGA DE FLUENCIA [N]	0.67
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	0.73
CARGA MAXIMA [N]	1.48
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	1.61
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	13.20
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:



LenMaV
LABORATORIO
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Anibal Viñán B. M.Sc.
GERENTE DEL LABORATORIO
ENSAYO DE MATERIALES

Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. El laboratorio no se responsabiliza por la reproducción parcial o total de este documento.

1/1

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1	
N° 03	
SOLICITADO POR:	Jessica Paulina Yumisaca Guerrero
PROYECTO DE TESIS:	"ELABORACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE ALPISTE (Phalaris canariensis L) PARA USO COMO EMPAQUE FARMACÉUTICO"
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS CARRERA DE ING. BIOQUÍMICA Y FARM.
TIPO DE MATERIAL:	BIOPLÁSTICO
MATERIAL:	LÁMINA DE PLÁSTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 08
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635.012
FECHA DE ENSAYO:	10-ago-21
EQUIPO UTILIZADO: MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B	
MARCA: JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD	
SERIE: 7136	CERTIFICADO: LNM-F-201650006 CÓD IDENT: M2
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	M3
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPESOR [mm]	0.12
ANCHURA [mm]	7.52
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	0.90
MODULO DE ELASTICIDAD [MPa]	2.139.E+01
CARGA DE FLUENCIA [N]	0.45
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	0.50
CARGA MAXIMA [N]	1.42
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	1.58
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	11.52
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:



LenMaV
LABORATORIO
ENSAYO DE MATERIALES
Riobamba, Ecuador

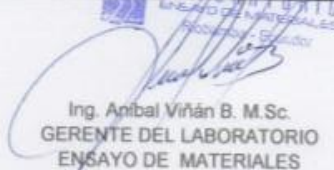
Ing. Anibal Viñán B. M.Sc.
GERENTE DEL LABORATORIO
ENSAYO DE MATERIALES

Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. El laboratorio no se responsabiliza por la reproducción parcial o total de éste documento.

1/1

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1	
N° 04	
SOLICITADO POR:	Jessica Paulina Yumisaca Guerrero
PROYECTO DE TESIS:	"ELABORACIÓN DE UN BIOPLASTICO A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE ALPISTE (Phalaris canariensis L.) PARA USO COMO EMPAQUE FARMACÉUTICO"
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS CARRERA DE ING. BIOQUÍMICA Y FARM.
TIPO DE MATERIAL:	BIOPLASTICO
MATERIAL:	LÁMINA DE PLASTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 08
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635.012
FECHA DE ENSAYO:	10-ago-21
EQUIPO UTILIZADO:	MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B
MARCA:	JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD
SERIE:	7136
CERTIFICADO:	LNM-F-201650006
CÓD IDENT:	M2
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	M4
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPESOR [mm]	0.1
ANCHURA [mm]	7.48
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	0.75
MODULO DE ELASTICIDAD [MPa]	6.682 E+00
CARGA DE FLUENCIA [N]	0.64
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	0.85
CARGA MAXIMA [N]	1.42
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	1.90
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	11.68
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:



Ing. Anibal Viñán B. M.Sc.
GERENTE DEL LABORATORIO
ENSAYO DE MATERIALES

Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. El laboratorio no se responsabiliza por la reproducción parcial o total de este documento.

1/1



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

*UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL*

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 19 / 04 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Jessica Paulina Yumisaca Guerrero</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Ciencias</i>
Carrera: <i>Bioquímica y Farmacia</i>
Título a optar: <i>Bioquímica Farmacéutica</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

LEONARDO
FABIO
MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN):
c=EC, o=BANCO CENTRAL DEL
ECUADOR, ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE INFORMACION-
ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.04.19 11:22:02 -05'00'



0705-DBRA-UTP-2022