



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ELABORACIÓN DE FILMS A PARTIR DEL ALMIDÓN EXTRAÍDO DE LOS
DESECHOS DE PATATAS (*Solanum tuberosum*) PARA USO EN VIVEROS

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniera Ambiental

AUTORAS: KAREN PAOLA MEJÍA MEJÍA

JOCELYNE ESTEFANÍA LÓPEZ CHUNGATA

TUTOR: ING. JORGE BRAULIO AMAYA PINOS, Ph.D.

Cuenca - Ecuador

2023

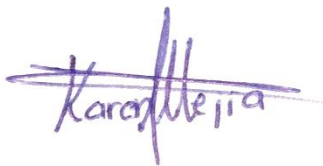
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotras, Karen Paola Mejía Mejía con documento de identificación N° 0106176639 y Jocelyne Estefanía López Chungata con documento de identificación N° 0106178890; manifestamos que:

Somos las autoras y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 20 de septiembre del 2023

Atentamente,



Karen Paola Mejía Mejía

0106176639



Jocelyne Estefanía López Chungata

0106178890

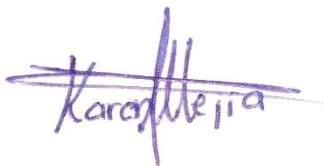
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotras, Karen Paola Mejía Mejía con documento de identificación N° 0106176639 y Jocelyne Estefanía López Chungata con documento de identificación N° 0106178890, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autoras del Trabajo experimental: “Elaboración de films a partir del almidón extraído de los desechos de patatas (*Solanum tuberosum*) para uso en viveros”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 20 de septiembre del 2023

Atentamente,



Karen Paola Mejía Mejía

0106176639



Jocelyne Estefanía López Chungata

0106178890

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jorge Braulio Amaya Pinos con documento de identificación N° 0103444923, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ELABORACIÓN DE FILMS A PARTIR DEL ALMIDÓN EXTRAÍDO DE LOS DESECHOS DE PATATAS (*Solanum tuberosum*) PARA USO EN VIVEROS, realizado por Karen Paola Mejía Mejía con documento de identificación N° 0106176639 y por Jocelyne Estefanía López Chungata con documento de identificación N° 0106178890, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 20 de septiembre del 2023

Atentamente,



Ing. Jorge Braulio Amaya Pinos, Ph.D.

0103444923

DEDICATORIA

Este trabajo le dedico a Dios por ser mi guía constante en cada etapa de mi vida y regalarme sabiduría, salud y fortaleza para culminar mi carrera.

A mis padres, Roxana y Félix, mi hermano Danny y mis abuelitos Dolores y Francisco por el amor, valores, motivación, cuidado y sacrificio que han tenido por mí. Mil gracias por ser parte de este camino, confiar en mí y respaldarme, sin ustedes, no estaría donde estoy, preparándome para enfrentarme al mundo laboral y continuar educándome. Este logro es también suyo, mi pequeña familia.

Asimismo, quiero dedicar a los docentes, por su compromiso con la educación, como también a mis amigos/as por su amistad y momentos de risas que alegraron mis días de estudios.

Y finalmente, me dedico a mí misma por nunca rendirme, por perseverar en busca de mis metas académicas y por todo el esfuerzo y dedicación que he puesto en la realización de esta tesis.

Gracias, mil gracias por siempre ser y por estar.

Karen Mejía.

DEDICATORIA

Este trabajo le dedico a Dios que me ha dado los conocimientos necesarios, responsabilidad, fe y salud, para seguir por el camino del bien y enfrentar cualquier obstáculo que se me ha presentado durante este tiempo, y brindarme una luz de esperanza que siempre se puede lograr lo que deseamos con esfuerzo.

A mis padres Gladys Chungata y Julio López, que ellos han sido el pilar fundamental para dar por concluida mi carrera, por el apoyo, amor incondicional y aquellos consejos que me han vuelto mejor persona, cada esfuerzo dado por ellos valió la pena para forjarme como una profesional de bien.

A mis hermanos Brayan y Alex, por brindarme todo el cariño y apoyo para que siga luchando por mis metas y sueños. A toda mi familia por apoyarme en todo momento y darme ánimos de aliento.

A mis amig@s que han estado pendientes de cada dificultad, y con paciencia y cariño han sabido comprender y aconsejarme para seguir adelante y no rendirme.

Este triunfo es por ellos y para ellos.

Jocelyne López.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que nos han brindaron su apoyo y colaboración durante la realización de esta tesis.

En primer lugar, expresamos nuestra gratitud a Dios, por brindarnos el coraje y fortaleza para completar nuestro trabajo de titulación y lograr cumplir una meta más.

A nuestras familias por su constante apoyo incondicional durante este proceso de investigación.

Asimismo, expresamos un agradecimiento a nuestro tutor de tesis Ing. Jorge Amaya por su asesoramiento, orientación y paciencia, que mediante sus valiosas sugerencias y consejos pudimos enriquecer nuestro trabajo. De igual manera, a los docentes y demás personal que aportaron en la realización de este trabajo.

A los compañero/as de clases que contribuyeron de alguna manera a lo largo de esta ardua travesía académica.

Por último, a la Universidad Politécnica Salesiana, por la facilitación de recursos necesarios durante la etapa de investigación, que sin su apoyo logístico no hubiera sido posible el desarrollo de este trabajo.

¡Gracias por ser nuestros pilares en este emocionante viaje académico!

Karen & Jocelyne.

RESUMEN

Es importante destacar, que la mala disposición y consumo de plástico sintético en los viveros de plantas, aporta de manera significativa a la contaminación del agua, suelo y aire, por el tiempo de degradación que tiene este producto, asimismo, libera los gases de efecto invernadero, siendo un factor coadyuvante al cambio climático, por esta razón, este trabajo de investigación tiene como objetivo la elaboración de films a partir de almidón de desechos de patata (*Solanum Tuberosum*) para uso en viveros, buscando obtener un producto innovador con excelentes características de forma similar al plástico sintético con la diferencia que se minimizan los impactos ambientales y la dependencia de los recursos no renovables. Entonces, para ello se inició con la obtención del almidón por el método tradicional, se elaboró el film a partir de diferentes dosificaciones propuestas por tres autores (1G, 2E, 3M) y por autoría propia (A), se seleccionó la mejor formulación mediante un análisis estadístico de las propiedades físicas – mecánicas, resulto ser la formulación A sobresaliente. Posteriormente, el film se expuso a pruebas de laboratorio y campo; para el primer escenario se realizó un montaje de muestras del film dentro de un desecador para un análisis de las emisiones de CO₂ y, para el segundo, se trabajó bajo condiciones ambientales, en el cual, en el desecador a condiciones anaerobias presento mayor degradación a diferencia de la muestra expuesta a campo. Finalmente, se identificó las ventajas y desventajas del film en el ámbito ambiental, social y económico.

Palabras claves: *almidón, formulaciones, film, degradación, emisiones CO₂.*

ABSTRAC

It is important to highlight, the bad disposal and consumption of synthetic plastic in plant nurseries contributes significantly to the contamination of water, soil and air due to the degradation time that this product has. It also releases greenhouse gases that are contributing to climate change. This research work has as objective the elaboration of films from potato waste starch (*Solanum Tuberosum*) for use in nurseries, seeking to obtain an innovative product with excellent characteristics, in a similar way to synthetic plastic. The difference is that we have less environmental impacts and dependence on non-renewable resources. The project began with obtaining starch by the traditional method, the film was made from different dosages proposed by three authors (1G, 2E, 3M) and by own authorship (A). The best formulation was selected by means of a statistical analysis of the physical-mechanical properties.

It turned out to be outstanding formulation A. Subsequently, the film was exposed to laboratory and field tests; for the first scenario, samples of the film were assembled inside a desiccator for an analysis of CO₂ emissions under environmental conditions. The desiccator under anaerobic conditions presented a greater degradation unlike the sample exposed to the field. Finally, we search for the advantages and disadvantages of the film in the environmental, social and economic field where they were identified.

Keywords: starch, formulations, film, degradation, CO₂ emission.

CONTENIDO

1. CAPITULO	14
1.1. Introducción	14
1.2. Problema del estudio	15
1.3. Justificación	16
1.4. Antecedentes	17
2. CAPITULO: OBJETIVOS DEL PROYECTO	19
2.1. Objetivo General	19
2.2. Objetivos específicos	19
3. CAPITULO: MARCO TEÓRICO	19
3.1. Patata	19
3.1.1. Cultivo de papa en el Ecuador	20
3.1.2. Almidón de patata	20
3.1.3. Estructura y propiedades del almidón de patata	21
3.2. Polímeros renovables a base del almidón de patata	22
3.3. Descomposición natural del bioplástico	23
3.4. Herramienta de análisis de factibilidad del film	23
4. CAPITULO: METODOLOGÍA	24
4.1. PRIMERA ETAPA: OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DEL ALMIDÓN DE PATATA	24
4.1.1. Extracción	24
4.1.2. Análisis de almidón	24
4.1.3. Caracterización del almidón	25
4.2. SEGUNDA ETAPA: OBTENCIÓN DEL BIOPLÁSTICO	26
4.2.1. Selección de formulaciones previo a la elaboración del bioplástico	26
4.2.2. Caracterización del bioplástico: determinación de tracción, elongación y espesor 28	
4.3. TERCERA ETAPA: OBTENCIÓN DE FILM	31

4.4. CUARTA ETAPA: DETERMINAR LA DEGRADACIÓN Y LAS EMISIONES DE CO₂	31
4.4.1. Acondicionamiento del suelo	31
4.4.2. Determinación de la degradación	31
4.4.3. Determinación de las emisiones de dióxido de carbono	32
4.4.4. Determinación de la biodegradación del film en el desecador	35
4.4.5. Análisis estadístico de CO₂	35
4.5. QUINTA ETAPA: ESTABLECER OPORTUNIDADES DEL USO DEL FILMS PARA UN MANEJO SUSTENTABLE	35
4.5.1. Valoración del costo del film	36
5. CAPITULO: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
5.1. PRIMERA ETAPA: EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DE ALMIDÓN	36
5.1.1. Resultados del análisis de almidón	37
5.1.2. Resultados de la caracterización del almidón	38
5.1.3. Resultados FTIR del almidón de patata	39
5.2. SEGUNDA ETAPA: ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS	39
5.2.1. Resultados de la caracterización del bioplástico: determinación de tracción, elongación y espesor	41
5.2.2. Resultados del espesor	41
5.2.3. Pruebas de tracción- elongación	42
5.2.4. Resultados del análisis estadístico de las formulaciones	42
5.2.5. Resultado del análisis químico analítico del bioplástico	46
5.3. TERCERA ETAPA: OBTENCIÓN DE FILMS	47
5.4. CUARTA ETAPA: DETERMINACIÓN DE LA DEGRADACIÓN Y LAS EMISIONES DE CO₂ DEL FILM	48
5.4.1. Resultados del acondicionamiento del suelo	48
5.4.2. Determinación de la degradación del film	49
5.4.3. Análisis de carbono orgánico y materia orgánica del suelo	52
5.4.4. Resultados del cálculo del CO₂ del film de almidón de patata	53

5.4.5.	Análisis de CO ₂ del film	54
5.4.6.	Proyección de los gramos de CO ₂ del film	54
5.4.7.	Cálculo de la biodegradación del film en el desecador	56
5.5.	QUINTA ETAPA: ESTABLECER OPORTUNIDADES DEL USO DEL FILMS PARA UN MANEJO SUSTENTABLE	57
5.5.1.	Valoración del costo del film	58
6.	CAPITULO: CONCLUSIONES	60
7.	CAPITULO: RECOMENDACIONES	62
8.	CAPITULO: REFERENCIAS	63
9.	CAPITULO: ANEXOS	68

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Pruebas de tracción y elongación.	30
Ilustración 2.	Montaje de las muestras en el desecador.	34
Ilustración 3.	Análisis de almidón.	38
Ilustración 4.	Análisis FTIR del almidón de patata.	39
Ilustración 5.	Análisis estadístico de las propiedades mecánicas del film.	45
Ilustración 6.	Ensayo tracción_ elongación funda de plástico convencional.	46
Ilustración 7.	Análisis FTIR del film.	47
Ilustración 8.	Espectro en muestra del bioplástico.	47
Ilustración 9.	Obtención del film.	48
Ilustración 10.	Funda de vivero de forma manual.	49
Ilustración 11.	Análisis de degradación de la funda.	50
Ilustración 12.	Variación del espesor por la degradación de la funda.	51
Ilustración 13.	Proceso de titulación para C.O.	52
Ilustración 14.	Análisis de CO ₂ del film.	54
Ilustración 15.	Proyección de los gramos de CO ₂ (formulación A).	55

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la patata.	19
Tabla 2. Concentraciones de las formulaciones.....	27
Tabla 3. Concentración planteada por autoras.	28
Tabla 4. Valoración para matriz FODA.....	36
Tabla 5. Rendimiento de la extracción de almidón de patata.	37
Tabla 6. Datos para análisis de amilosa.	38
Tabla 7. Resultados de caracterización del almidón.....	38
Tabla 8. Probetas de los desechos de patata.....	41
Tabla 9. Resultados del espesor de las probetas.	41
Tabla 10. Resultados pruebas tracción - elongación.....	42
Tabla 11. Resultados de las propiedades de tracción y elongación.	43
Tabla 12. Resultados del análisis de varianza ANOVA.	43
Tabla 13. Resultados de la diferencia de medias de las formulaciones prueba de TUKEY...44	
Tabla 14. Parámetros evaluados del suelo.	48
Tabla 15. Resultados de la degradación de la funda de vivero.	49
Tabla 16. Datos de espesor de degradación films.....	50
Tabla 17. Datos iniciales para el C.O.....	52
Tabla 18. Resultados de C.O y M.O.	52
Tabla 19. Datos de gramos de CO ₂ de la formulación A.	53
Tabla 20. Datos de titulación de CO ₂ del film muestra y blanco.	53
Tabla 21. Gramos emitidos de CO ₂ para 30 días.	55
Tabla 22. Peso inicial del film en el desecador.....	56
Tabla 23. Resultados del cálculo CO ₂ teórico formulación A.	56
Tabla 24. Datos de clasificación matriz FODA.	57
Tabla 25. Análisis FODA.....	58
Tabla 26. Valoración costos film formulación A.....	59

1. CAPITULO

1.1. Introducción

Actualmente, el uso de plástico sintético se ha convertido en una dependencia significativa para la población. Los polímeros termoplásticos, elastómeros y termoestables son la base para su elaboración, son consumidos excesivamente por la durabilidad y bajo costo que presentan estos materiales, cuya materia prima se obtiene de recursos no renovables. Un claro ejemplo; son las bolsas plásticas que se caracterizan por ser flexibles y resistentes, siendo usadas para el transporte de víveres, empaquetados y envoltorio de plantas ornamentales, frutales o forestales.

Sin embargo, el uso de estas bolsas continúa contribuyendo a la contaminación ambiental, por las grandes cantidades de residuos que se generan y su mal uso, normalmente son arrastradas por los vientos terminando en las fuentes hídricas y suelo, generando la emisión de gases de efecto invernadero en particular la liberación de CO₂ a la atmosfera, donde, (Z.E.O., 2020) menciona que “ por cada kg de plástico emite 3,5 kg de CO₂”, por lo que se convierten en un causante del cambio climático; es importante mencionar que estos gases se originan desde la producción hasta finalizar su ciclo de vida.

Con la finalidad de minimizar este impacto ambiental, varias investigaciones se enfocan en el desarrollo de bioplásticos a partir de fuentes renovables como son: almidón, quitina y celulosa, buscando reemplazar a los plásticos convencionales como una solución sostenible a futuro.

Por estas razones, en este trabajo experimental se abordará el tema sobre la elaboración de films a partir del almidón extraído de los desechos de patata para uso en viveros, cuyo procedimiento se inicia con una revisión bibliográfica, continuando con el

análisis y evaluación del film, el propósito, es usar este film en el cultivo y trasplante de las plantas.

1.2. Problema del estudio

Desde 1950, la producción global de plásticos ha incrementado aproximadamente 2,3 millones de toneladas a 407 millones de toneladas al 2015 (Litterthub, 2019). Perteneciendo, como tercer componente dentro de la composición de residuos sólidos, después, de los desechos alimenticios y papel, asimismo, se proyecta que para el 2050 la generación de 12.000 millones de toneladas métricas si se continua con el consumo del plástico (Amankwa et al., 2021).

El ministerio del ambiente comunica que en Latinoamérica se eliminan 17.000 toneladas de plástico a diario, sin embargo, en Ecuador genera 117.000 toneladas al año, tardando 500 años en degradarse (López-Aguirre et al., 2020). Teniendo en cuenta que el 57% se encuentra abandonado debido a una mala gestión de residuos sólidos (Litterthub, 2019), provocando la liberación de dióxido de carbono a la atmósfera (Navarrete Diaz, 2015).

De igual manera, en la agricultura, se estima que se usan entre 2 y 3 millones de toneladas de plástico, sobre todo de polietileno de baja densidad ya que se caracteriza por tener buenas propiedades mecánicas. Parte de ello, sirve como cubierta de las siembras (invernaderos y túneles sobre las hileras del sembrado) y para la producción de plantas en viveros (ornamentales, forestales y frutales).(Kyrikou & Briassoulis, 2007). Normalmente, al finalizar el uso del plástico sintético en las actividades, se genera una inadecuada disposición de los residuos por parte de los consumidores, abandonándolos a la intemperie. De acuerdo al informe de la (ONU, 2022) estos productos demoran años en degradarse convirtiéndose en micropartículas (menos de cinco mm).

Cabe recalcar, que Ecuador se dedica a la producción agrícola intensiva en la siembra de papas por los ingresos que genera a todos los actores de la cadena productora, teniendo aplicaciones en la elaboración de snacks, licores y venta de comida rápida (negocios de papas fritas). (Guzmán et al., 2015) Sin embargo, el 40% de los desechos de patata, es un subproducto que generan las industrias causando impactos negativos en el medio ambiente, asimismo, presentando un desnivel económico por no generar un producto de valor agregado (Galhano dos Santos et al., 2017).

Se considera que, durante la producción de plantas en los viveros, se hace uso de plásticos sintéticos (fundas). Por ejemplo, en México años atrás, usaban macetas de barro, que fue sustituido por bolsas o tubos (polietileno) de color (Reyes Flores, 1998), a causa de la facilidad de transporte y trasplante, además, las plantas pueden conservarse por más tiempo en caso de que el clima sea desfavorable y su comercialización sea irregular (Santos et al., 1996). Desafortunadamente, este tipo de plástico luego del trasplante de la planta queda abandonado, ocasionando problemas ambientales como emisiones de gases por la degradación de los plásticos sintéticos. Asimismo, con el tiempo algunas variedades de plantas necesitan traspasarse a otra funda de mayor tamaño, sin embargo, en el traspaso de la planta los trabajadores tienden a presentar lesiones por la manipulación de la funda.

1.3. Justificación

Los plásticos sintéticos se obtienen de recursos no renovables, es decir, del petróleo, sin embargo, este producto para la sociedad se ha vuelto una tendencia consumista, donde, su alta demanda ocasiona un agotamiento de la materia prima, es por ello, que se requiere desarrollar nuevos plásticos amigables para el medio ambiente, a partir de la biomasa, animales y microorganismos, con la finalidad de reducir las emisiones de GEI y la dependencia de los combustibles fósiles fomentando el desarrollo

sostenible. (Piemonte, 2011) Por tal razón, en esta línea de investigación se propone obtener un film partir de almidón extraído de desechos de la patata.

Durante el proceso de degradación de los plásticos, se originan los microplásticos filtrándose principalmente en el agua y suelo, estos usualmente son acumulativos por el largo tiempo de descomposición, lo que provoca contaminación y enfermedades a los seres vivos.

Es importante dar un aprovechamiento a los desechos de patatas para la elaboración de productos biodegradables que favorezcan a la economía del país y el medio ambiente (Riera & Palma, 2018), es por ello, que las industrias de snacks de papas están comprometidas a buscar soluciones sostenibles y responsables para una buena gestión de estos residuos.

Entonces, lo expuesto en este trabajo, permitirá dar una mejor disposición de los desechos de patata de manera sostenible, además, beneficiar a los agricultores ya que se le daría un costo adicional a este tipo de desechos orgánicos, por otra parte, se lanzaría un producto innovador al mercado para reducir las emisiones de CO₂ producidas por los plásticos sintéticos. De la misma forma, se pretende minimizar las lesiones en los trabajadores y ahorrar tiempo durante el trasplante de la planta.

1.4. Antecedentes

El estudio realizado por (Charro Espinoza, 2015), en Quito-Ecuador, elaboró películas biodegradables a partir del almidón de papa, donde, mezclo con glicerina y añadió melamina a diferentes dosificaciones, para disminuir la capacidad higroscópica. Posteriormente, realizo pruebas de la influencia de las variables (concentración, plastificantes y reticulante en las biopelículas) mediante un diseño factorial 2² con el fin de seleccionar la mejor biopelícula. Asimismo, llevo a cabo un análisis de pruebas

mecánicas para observar la resistencia a la ruptura y su elongación por el método de superficie de respuesta por puntos axiales. Finalmente, la película biodegradable fue puesta a condiciones aerobias y anaerobias por un periodo de 15 días, por ello, considera que su película puede ser usada para recubrimiento de frutas.

En el estudio de (Guamán, 2019), elaboro láminas de bioplástico a partir del almidón extraído de la cascara de la papa superchola, por el método de decantación natural. Para la obtención del bioplástico mezcló agua destilada, glicerina y ácido acético a varias concentraciones y mediante un análisis factorial 2^2 eligió la mejor formulación. Por otra parte, en su experimento evaluó las propiedades físicas (espesor, permeabilidad, humedad) presentando valores idénticos en el almidón extraído con el comercial, y las propiedades mecánicas (tracción, elongación). Además, para la determinación de la biodegradabilidad se expuso las láminas a un medio aerobio por 30 días, cumpliendo con las características de degradación según la Norma EN 13432. La lámina puede ser de uso para que se elabore empaques y sorbetes biodegradables, por otro lado, el bioplástico que se obtuvo en el laboratorio necesita mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Como resultado del estudio, el almidón extraído dio la ventaja para que elaboren empaques y sorbetes biodegradables.

En el trabajo experimental elaborada por (Gascón Martínez de Quel, 2020), en Santiago de Chile, desarrollaron de los desechos de papa un material para impresión en 3D, mediante método de decantación natural. Para su obtención se agregaron agua destilada, vinagre, glicerina y almidón de papa, en diferentes composiciones. Después, evaluaron sus propiedades físicas (densidad, hinchamiento y absorción de agua) y mecánicas (flexión y tracción), y, por último, se expuso a agentes externos como prueba de envejecimiento natural y biodegradabilidad. Como resultado, el material obtenido

tuvo una capacidad de biodegradación del 47,1 % durante todo un mes del ensayo. Cabe recalcar, que los aditivos usados no son tóxicos para el ser humano y medio ambiente.

2. CAPITULO: OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1. Objetivo General

Elaboración de films a partir del almidón extraído de los desechos de patatas (*Solanum tuberosum*) para uso en viveros.

2.2. Objetivos específicos

- Emplear formulaciones de estudios previos para la obtención de los films a partir del almidón de desechos de papa.
- Determinar la degradación, las emisiones de CO₂ y propiedades mecánicas del film.
- Establecer las oportunidades del uso del film para un manejo sustentable.

3. CAPITULO: MARCO TEÓRICO

3.1. Patata

La patata (*Solanum tuberosum*) o con nombre común denominado papa, es un tubérculo que se originó en Perú, sin embargo, su cultivo se ha extendido a más territorios andinos y en el transcurso del tiempo en el mundo entero. Es considerado un alimento nutritivo para la salud, situándose en el cuarto cultivo más importante después del arroz, maíz y trigo. (Heuberger et al., 2022)

Tabla 1. Taxonomía de la patata.

Categoría	Descripción
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Subgénero	Potatoe
Sección	Petota
Serie	Tuberosa

Fuente: (Pumisacho & Sherwood, 2002)

Actualmente, alrededor de 148 países se dedican al sembrío de la papa, con una producción de más de 300 millones de toneladas métricas en el mundo, por otro lado, existen más de 4.000 especies de patatas, gran parte en los Andes. (Villareal Brasca, 2019)

3.1.1. Cultivo de papa en el Ecuador

Según (INEC, 2019), informa que “la superficie de actividades agropecuarias del Ecuador alcanzo los 5,3 millones de hectáreas, con una producción de caña de azúcar, banano, palma africana, arroz, papa y maíz, que supera los cultivos de otros productos”.

Sin embargo, en el 2020 la producción de patata más alta se encuentra en la provincia de Pichincha con 21, 24 tn/ha y Carchi 18,82 tn/ha, mientras que el Azuay es una de las provincias con menor producción de 10,53 tn/ha, seguido por Cotopaxi 8,48 tn/ha. (MAGAP, 2020). Por otra parte, en la provincia del Carchi se genera un promedio de 6 % desechos de papa que es utilizada para fines de alimentación ganadera representando un total de 11761 tn. (Chuquin Yopez, 2018). De igual manera, para la provincia de Azuay, Loja y Cañar se produce 16 tn/ha de papa, donde, el 47 % es destinado para la comercialización, 46 % como semilla y el 7 % representa a los desechos (Cuesta et al., 2007).

A partir de la patata, se puede obtener varios productos alimenticios como: almidón, aceites y proteínas.

3.1.2. Almidón de patata

También llamada como fécula, harina o chuño, cuyos granos ovoides o esféricos, tienen un tamaño de 5 a 100 μm y contiene una cantidad pequeña de proteína y grasa (Chama Cabana, 2017).

El almidón de patata presenta propiedades con viscosidad alta, una fácil dispersión en agua fría, buena estabilidad de retrogradación y claridad en la pasta, convirtiéndose en un almidón multifuncional que se puede aplicar en diferentes procesos de fabricación, por ejemplo, la formación de películas, pero es importante no intervenir en el consumo de la persona. Además, la patata al poseer una superficie suave permite la modificación química y obtener otros componentes de esta materia prima. (Holguin Cardona, 2019)

Por ello, el almidón tiene una gran importancia en la economía, debido a sus productos que se puede obtener, como son: alimentos, bioetanol y bioplástico (Olatunji, 2020).

3.1.3. Estructura y propiedades del almidón de patata

El almidón son gránulos que tienen estructuras macromoleculares secuenciales, sus propiedades como es la composición, su forma y la cantidad van a depender del tipo de fuente de obtención, por ende, tiene capas externas como es la amilopectina e internas la amilosa, siendo un polisacárido que conforma unidades glucosídicas, además, las propiedades físicas, químicas y funcionales están determinada por el contenido de amilosa y grado de polimerización. (Pesántes & Alberca, 2021)

Dentro de la estructura del almidón se encuentra dos tipos de moléculas: amilosa y amilopectina, que se caracterizan por cadenas lineales de glucosa con enlaces alfa-1,4 que están conectadas a través de enlaces alfa-1,6 en los puntos de ramificación, pero la diferencia de sus estructuras es notoria. (Pfister et al., 2020)

Para determinar la presencia de almidón en la sustancia se puede emplear varias metodologías como es: el método de colorimetría de yodo/lugol indicando un color púrpura (Amaya-Pinos, 2018).

El almidón de patata es uno de los polímeros que se obtiene de fuentes renovables, que actualmente pretende resolver crisis mundiales de contaminación por el plástico para un solo uso mediante la elaboración de bioplásticos (Olatunji, 2020).

3.2. Polímeros renovables a base del almidón de patata

Actualmente, estos polímeros no pueden reemplazar por completo a los sintéticos del mercado, sin embargo, pueden ayudar como un factor de estrés significativo, donde, estos permiten el control de la humedad, intercambio de gases, la migración de compuestos y los olores indeseables. (Dutt et al., 2022)

Sin embargo, para mejorar las propiedades del polímero renovable se requieren el uso de plastificantes, ya que es una sustancia que beneficia en las propiedades del rendimiento del material (Ruiz Pinto, n.d.). Entre los aditivos más comunes (Guamán, 2019) destaca:

- **Agua destilada:** es usada como un plastificador para producir la desintegración estructural del almidón.
- **Glicerina:** produce suavidad y humectación al almidón (Guamán, 2019)

Asimismo, existe la presencia de modificadores que contribuyen en el producto final deseado, generando una acidez variada e influyendo en las propiedades mecánicas y físicas del bioplástico (Holguin Cardona, 2019). Por ejemplo, el ácido acético que tiende a disminuir la hidrofobicidad del almidón y proporciona propiedades hidrofóbicas al biopolímero (Rosales, 2016).

Por estas razones, se puede elaborar un bioplástico con el polímero extraído del almidón de patata siendo biodegradable (Nanda et al., 2022). Además, reduce las emisiones de dióxido de carbono a comparación de la fabricación del plástico convencional entre 0,8 – 3,2 tn (Castillo et al., 2015).

Los bioplásticos elaborados principalmente de materia biológica como polisacáridos (almidón) o proteínas tienen excelentes propiedades mecánicas y ópticas, aunque, son sensibles a la humedad, por deficiencia de propiedades de barrera contra el vapor de agua (Zhuang et al., 2014).

Según (Boey et al., 2022), las pruebas mecánicas más comunes que se realizan a un bioplástico para saber cuál es el comportamiento mecánico del compuesto polimérico son: tracción y elongación, donde, se aplica una fuerza sobre el material indicando el esfuerzo más alto que puede alcanzar antes de romperse.

3.3. Descomposición natural del bioplástico

El bioplástico al estar en presencia al ambiente (aire libre o aire exterior) tendrá otros aspectos ya sea deformidades, desgaste o fracturas (Bustamante, 2012). Aunque, la descomposición va a depender del prototipo, edad y las situaciones ambientales como temperatura, pH, radiación UV y humedad (López-Fernández & Franco-Mariscal, 2021).

Durante el proceso de degradación plástico convencional a diferencias del bioplástico, origina grandes cantidades de emisiones de gases de efecto invernadero como el metano y dióxido de carbono, siendo uno de los principales al contribuir al cambio climático (Z.E.O., 2020).

3.4. Herramienta de análisis de factibilidad del film

Una de las herramientas más conocidas es el análisis FODA, que nos permite realizar de manera eficiente y objetiva una observación basándose en nuestro conocimiento, con el fin de detectar oportunidades y vacíos dentro de la organización a analizar.

4. CAPITULO: METODOLOGÍA

4.1. PRIMERA ETAPA: OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DEL ALMIDÓN DE PATATA

4.1.1. Extracción

Se adquirió los desechos y cáscaras de patata de pequeños agricultores y comerciantes del Cantón Guachapala, principalmente, que no tienen un valor económico y no es de consumo alimenticio. Y de acuerdo a la metodología de (Charro Espinoza, 2015), se hizo a través de un proceso artesanal, que implica el lavado de las patatas, triturado, filtrado, decantado, secado, molido, tamizado utilizando mallas metálicas de 425 hasta 100 μm , obteniendo el almidón y conservando en fundas herméticas.

Cálculo del rendimiento del almidón de patata

[11]

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Peso 2}}{\text{Peso 1}} \times 100$$

Datos

Peso 2: peso del almidón obtenido (g)

Peso 1: peso de la cantidad de patatas usadas (g)

4.1.2. Análisis de almidón

Para identificar la presencia del almidón en los desechos y cascara de patata, se empleó el método de colorimetría propuesto por Aguiar et al., (2014) y Parreño citado por (Mogrovejo, 2019): agregando 1 gr de almidón y 1 ml de agua destilada en un tubo de ensayo, además, en otro tubo se añadió 1 ml de agua destilada, por consiguiente, se colocó dos gotas de yodo lugol en cada tubo, aplicando el proceso para las muestras y el blanco.

4.1.3. Caracterización del almidón

Según el procedimiento de (Meza, 2016), en un tubo de ensayo se agregó 0,1 g de almidón y 2 ml de dimetilsulfóxido, dejando diluir por 15 min a 85 °C. Pasado el tiempo de dilución, en un matraz aforado se disolvió la mezcla en 25 ml de agua destilada, tomando de la disolución 1 ml, lo cual, se agregó 50 ml de agua destilada; 5 ml de I2 y KI, se homogeneizó la mezcla y se valoró la absorbancia a 600 nm en el espectrofotómetro. (Meza, 2016)

De acuerdo a (Jiménez et al., 2016), para determinar el contenido de amilosa y amilopectina aparente aplicaron la siguiente ecuación:

[2]

$$\text{Valor azul} = \frac{\text{Absorbancia} \times 100}{2 \times \text{g solución} \times \text{mg almidón}}$$

Datos:

Absorbancia: valor obtenido del espectrofotómetro a 600 nm

g solución: peso de la solución de la muestra (g)

mg almidón: peso del almidón de patata de la muestra (g)

2 y 100: constantes; planteada por el autor

Donde, el valor azul es el índice que se produce por el complejo de la amilosa con el yodo, lo que su intensidad indica el nivel de amilosa que se encuentra en la solución del almidón soluble (Rodríguez-Sandoval et al., 2007).

Para estimar los gramos de la solución de la muestra, se calculó la densidad de la muestra preparada y el blanco, usando el picnómetro según lo indica (Huamani Taipe, 2004), aplicando la siguiente ecuación:

[3]

$$\rho = \left(\frac{m_2 - m_o}{m_1 - m_o} \right) * \rho_w$$

Datos:

ρ = densidad de la muestra (g/ml)

m_o = masa del picnómetro vacío (g)

m_1 = masa del picnómetro con agua (g)

m_2 = masa del picnómetro con el líquido a investigar (g)

ρ_w = densidad del agua (g/ml)

Una vez, estimado el índice de valor azul se aplica la ecuación 4, para determinar el porcentaje de amilosa.

[4]

$$\% \textit{amilosa} = 28,414 X \textit{valor Azul}$$

Finalmente, se determina la amilopectina con diferencia al porcentaje de amilosa.

[5]

$$\% \textit{amilopectina} = 100 - \% \textit{amilosa}$$

4.2. SEGUNDA ETAPA: OBTENCIÓN DEL BIOPLÁSTICO

Esta etapa se realizó en los laboratorios de Ciencias de la Vida de la Universidad Politécnica Salesiana.:

4.2.1. Selección de formulaciones previo a la elaboración del bioplástico

En primero, se realizó una revisión bibliográfica de fuentes secundarias (tesis y artículos científicos), por lo cual se seleccionó a las siguientes autor (Guamán, 2019), (Espín, 2021) y (Meza, 2016) por sus trabajos experimentales enfocados en la obtención de bioplástico a partir de almidón de residuos orgánicos, identificándoles como

formulación 1G, 2E, 3M. Cada formulación hace uso de los mismos insumos, pero en diferentes concentraciones como se presenta en la *tabla 2*.

Tabla 2. Concentraciones de las formulaciones.

Formulación	Glicerina ml	Ácido acético ml	Almidón g	Agua destilada ml
1 G	3,95	3,95	13,16	78,97
2 E	1	4	2	20
3 M	5	3	10	60

Se replicó el método de cada autora, sin embargo, para la temperatura de gelatinización se consideró para todas las formulaciones a 62 °C y el secado de las muestras se trabajó a temperatura ambiente del laboratorio.

Métodos de las formulaciones seleccionadas

Para la formulación 1 G, se pesó el almidón la cantidad necesaria, después, se añadió en un vaso de precipitado de 500 ml, glicerina, agua destilada y ácido acético, obteniendo una mezcla homogénea en el hot plate a una temperatura de gelatinización de 70 °C, agitando de manera continua. (Guamán, 2019)

En la formulación 2 E, se mezcló en un vaso de precipitado el almidón y agua destilada, colocando la disolución sobre un mechero con la ayuda de un soporte y malla metálica hasta alcanzar su temperatura de gelatinización agitando de manera constante. Siguiendo, se adiciono glicerina y ácido acético según las cantidades establecidas y se continuó removiendo hasta obtener una mezcla uniforme. (Espín, 2021)

Para la formulación 3 M, en un vaso de precipitado se mezcló el almidón y agua destilada, luego se agregó glicerina y ácido acético, asimismo, se continuó agitando hasta obtener una consistencia homogénea. Posteriormente, se colocó sobre el agitador térmico a 150°C con 500 RPM durante 6 minutos, incrementando a 800 RPM por dos

minutos, luego se dejó a 1000 RPM hasta obtener una pasta gomosa. Finalmente, se untó con aceite la placa de vidrio y se dispersó la mezcla. (Meza, 2016)

Sin embargo, se planteó una nueva formulación denominándole A, como se observa en la tabla 3, debido, que las anteriores formulaciones presentaron baja cantidad de ácido acético, lo cual, indica (Rosales, 2016) que el almidón es hidrofílico, es decir, es soluble en el agua, por ende, se trató de adicionar mayor cantidad del ácido acético con la finalidad de mejorar las características hidrofóbicas del almidón, y analizar el comportamiento en las propiedades físicas y mecánicas. Para obtener el bioplástico se siguió el procedimiento de la formulación 1G.

Tabla 3. Concentración planteada por autoras.

Formulación	Glicerina ml	Ácido acético ml	Almidón g	Agua destilada ml
A	3,95	13,16	13,16	78,97

4.2.2. Caracterización del bioplástico: determinación de tracción, elongación y espesor

Se desarrolló para cada formulación la caracterización del bioplástico:

4.2.2.1. Diseño de las probetas del bioplástico

Las probetas se cortaron de acuerdo con la norma **ASTM D638** referente al tipo IV plástico no rígido, considerando que el espesor sea uniforme en lo posible. De igual forma, para cada formulación se recortó 3 probetas, cuyas dimensiones son: ancho de 19 mm y 115 mm de longitud. Con la finalidad de realizar pruebas de tracción, elongación y espesor de cada formulación.

4.2.2.1.1. Determinación del espesor

Se utilizó la norma técnica ecuatoriana INEN 2588, donde establece que una película o film debe ser su lámina de espesor nominal no mayor a 0,25 mm. Realizando las mediciones con un calibrador digital.

El procedimiento inició con la recepción de las probetas de bioplástico de cada formulación, llevando a cabo la medición en 10 puntos de la muestra. Por último, los datos obtenidos fueron promediados.

4.2.2.1.2. Determinación tracción y elongación

Este ensayo se realizó para conocer la resistencia del film conforme la norma técnica ecuatoriana 2637, donde, describe el procedimiento para la ubicación de las probetas en la máquina de ensayo, con la finalidad de establecer el punto frágil de láminas y películas degradables. Por ello, se utilizó las probetas de cada formulación, asimismo, se midió el espesor y longitud calibrada de cada probeta con un calibrador digital. Luego, en la máquina universal de ensayos Shimadzu se programó la longitud de calibración a 33 mm y una velocidad de deformación inicial de 1 mm/min. Posteriormente, se colocó la probeta en las mordazas de la máquina de forma alineada y se apretaron las mordazas de manera uniforme para evitar el deslizamiento de la probeta, como se observa en la ilustración 3. Finalmente, se guardaron los datos registrados del software TRAPEZIUMX.



Ilustración 1. Pruebas de tracción y elongación.

4.2.2.2. Análisis estadístico de las formulaciones del bioplástico

Los datos obtenidos de cada formulación se representaron gráficamente mediante el software ORIGIN, que tiene como finalidad representar el comportamiento del desplazamiento de las probetas con respecto a la fuerza ejercida de 50 N. Entonces, se empleó el método estadístico de análisis de varianza ANOVA y para demostrar si existe una diferencia significativa en las propiedades de tracción – elongación de cada formulación se usó en conjunto la prueba TUKEY mediante el software Minitab, comprobando la hipótesis nula y alternativa (De la Fuente, 2013), para seleccionar la mejor formulación y elaborar el film.

4.2.2.3. Análisis químico analítico del bioplástico

Se empleó la técnica de espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), donde se lleva a cabo la interacción entre la absorción de la radiación infrarroja y la muestra, realizando mediante un espectrómetro de infrarrojo obteniendo un dibujo compuesto por bandas o picos, representando el eje de las X la longitud de onda, Y la

intensidad de transmitancia, con números de onda que van de 400 a 4000 cm^{-1} asociado cada uno de los picos a un grupo funcional. La muestra se ubicó en el espectrómetro a la dirección de luz infrarroja, obteniendo el análisis espectral mediante el Software OMNIC. (Mondragón, 2017)

4.3. TERCERA ETAPA: OBTENCIÓN DE FILM

El film se elaboró con la formulación A de forma manual, de acuerdo al proceso descrito en el numeral 4.2.1., mediante placas de vidrio de 15 X 20 cm considerando el espesor según la normativa no mayor a 0.25mm.

4.4. CUARTA ETAPA: DETERMINAR LA DEGRADACIÓN Y LAS EMISIONES DE CO₂

4.4.1. Acondicionamiento del suelo

Se determinó del suelo de vivero (materia orgánica, cascarilla) el pH, humedad, carbono orgánico y materia orgánica. Donde, la humedad del suelo se obtuvo mediante el método gravimétrico, pesando la muestra antes de ser secado a 105 ° C en la estufa, obteniendo un peso final después de 3 días, finalmente, se aplicó la ecuación 6.

[6]

$$\% \text{ humedad: } \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final (estufa)}}{\text{Peso inicial}} \times 100 \%$$

4.4.2. Determinación de la degradación

En nuestro trabajo experimental se estudió la factibilidad de los films para uso en viveros exponiendo a un análisis de degradación en dos partes a campo (agentes externos como agua, aire libre, bajo vivero y suelo) y laboratorio. En primera, se moldeó el film en forma de una funda de vivero de 18 X 12 cm y en el laboratorio se usó una lámina de film.

Donde, se calculó la degradación según el peso inicial y final del film durante un tiempo determinado.

[7]

$$\text{Degradación (\%)} = \frac{\text{Peso inicial (g)} - \text{Pesofinal (g)}}{\text{Peso inicial (g)}} * 100 \%$$

4.4.3. Determinación de las emisiones de dióxido de carbono

Se evaluó por el método de titulación volumétrica basándonos en la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 2642:2012 Y Norma Técnica Colombiana ASTM D5988-12 “*Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation in Soil of Plastic Materials or Residual Plastic Materials After Composting*”.

4.4.3.1. Análisis de carbono orgánico y materia orgánica del suelo

De acuerdo a la (INEN 2642, 2012) y el método de (Garcia & Ballesteros, 2005) , se tamizo 2 gramos de suelo a 2 mm, consiguiente, se colocó en un matraz Erlenmeyer de 250 ml agregando 10 ml de dicromato de potasio a 0.1 M y 10 ml ácido sulfúrico al 96 % de concentración dejándolo que se enfrié por 30 min. Después, se disolvió con 100 ml de agua destilada añadiendo 5 ml de ácido fosfórico y dejando en reposo 15 min. Finalmente, agregamos 3 gotas de fenantrolina en la solución y por el método de titulación valoramos, y como titulante 0.1 N de sulfato ferroso, cuyo cambio es de anaranjado a verde oscuro, este proceso se realizó para la muestra y el blanco.

Se registró de la titulación los ml de dicromato de potasio gastado de la muestra y el blanco. Para el cálculo del porcentaje de carbono orgánico se utilizó la siguiente ecuación 8.

[8]

$$\% \text{ C. O: } \frac{V K_2Cr_2 O_7 (\text{blanco}) - V K_2Cr_2 O_7 (\text{muestra}) * N FeSO_4 * 0,003}{g \text{ muestra suelo}} * 1,3$$

$$* 100$$

Dónde:

- $V K_2Cr_2O_7$ (blanco) = ml gastados de Dicromato en el control del blanco
- $V K_2Cr_2O_7$ (muestra) = ml gastados de Dicromato en el control de muestra
- $N FeSO_4$ = Normalidad de la Sal de Morh o Sulfato Ferroso
- g muestra suelo= peso en gramos de la muestra de suelo
- Factor de Corrección = 1,3
- $M_{eq} = 0,003$

Para identificar la cantidad de materia orgánica se tomó en cuenta el factor de Bemmelen indica que en 100 g de materia orgánica hay 58 g de carbono orgánico, bajo este principio se convierte el carbono orgánico en materia orgánica.

[9]

$$\% M.O = \% C.O * 1,742$$

4.4.3.2. Determinación del CO₂ del film

Se llevó a cabo el montaje de un desecador con la muestra del suelo de vivero y el film obtenido de los desechos de patata, donde, principalmente se colocó en el desecador 4 muestras de suelo con una cantidad de 200 gramos cada una. Después, se realizó los cortes del film en pedazos de 5 x 5 cm y fue colocado en el desecador cubriendo con el suelo, como se aprecia en la ilustración 4. Para determinar las emisiones de CO₂, se realizó una solución de 200 ml KOH a 0,5 N en un vaso de precipitación y 500 ml de agua destilada para mantener la humedad en el desecador y manteniéndolo tapado. (Ver ANEXO 14)



Ilustración 2. Montaje de las muestras en el desecador.

Para el análisis del CO₂, se destapa el desecador por 30 minutos dejándolo a aire libre, después del tiempo transcurrido, tomamos 2 ml de KOH y agregamos como indicador una gota de fenolftaleína. Procedemos, a colocar en la bureta de 25 ml el titulado a 0,25 N de HCl. Este procedimiento se elaboró tanto para la muestra como para el blanco.

4.4.3.2.1. Cálculo de CO₂ del film

Se empleó la metodología de (Pinchao-Pinchao et al., 2019), para calcular las emisiones de CO₂ producidas por el film, teniendo en cuenta la muestra y el blanco. De acuerdo a la siguiente ecuación:

[10]

$$g \text{ CO}_2 = \frac{0,5 \text{ N KOH} \times \text{ml HCl} \times 44}{1000}$$

Dónde:

- 0,5 N KOH: Normalidad KOH
- ml HCl: milímetros gastados de HCl (muestra, blanco)

4.4.4. Determinación de la biodegradación del film en el desecador

La metodología de la normativa ASTM D5988, establece calcular los gramos teóricos de CO₂ para obtener el % de biodegradación, a partir de la siguiente ecuación:

[11]

$$CO2_{teorico} = M_{TOT} * C. O_{TOT} * \frac{44}{12}$$

Dónde:

- MTOT: peso total en gramos de las muestras de film (inicio del montaje)
- CTOT: proporción en gramos del carbono orgánico obtenido del suelo de viveros

Con ello, determinamos la cantidad de CO₂ teórico producido en cada muestra.

Por otro lado, para el % de biodegradación del film se empleó la ecuación 12, estableciendo una relación entre el CO₂ producido, tanto de la muestra (CO_{2M}) como del blanco (CO_{2B}), y el CO₂ teórico obtenido a partir de la ecuación 11.

[12]

$$\% \text{ Biodegradación: } \frac{CO2_M - CO2_B}{CO2_{teorico}} \times 100$$

4.4.5. Análisis estadístico de CO₂

Para las representaciones graficas del comportamiento del peso, espesor y emisiones de CO₂ en la etapa de degradación de la muestra (formulación A), se usó el software Excel con la finalidad de demostrar la tendencia de los datos con respecto al tiempo.

4.5. QUINTA ETAPA: ESTABLECER OPORTUNIDADES DEL USO DEL FILMS PARA UN MANEJO SUSTENTABLE

Mediante la herramienta de análisis FODA se planteó ideas en cuanto a las oportunidades (O), debilidades (D), fortalezas (F) y amenazas (A) del film de almidón de desechos de patata, donde, para D y A son representadas por un signo negativo

debido a la inestabilidad que son para la producción, asimismo, se valora cada idea con respecto a la tabla 4, con el fin de simular la matriz de priorización.

Tabla 4. Valoración para matriz FODA.

VALORACIÓN	
1	Muy malo
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Muy bueno

Fuente: Autoras

Se combinó FO, DO, FA y DA en beneficio a la elaboración del film, para seguir aprovechando las fortalezas internas y beneficiarnos con las oportunidades externas.

4.5.1. Valoración del costo del film

Para el costo del film, se estableció los costos directos e indirectos de cada uno de los recursos y elementos, que se usó para la elaboración del film. Además, se valoró el precio de venta del film a nivel laboratorio, empleando la siguiente ecuación descrita por (Roland, 2001):

[13]

$$P_{venta} = \frac{\text{Costo de venta} * 100}{100 - \% \text{ utilidad}}$$

5. CAPITULO: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. PRIMERA ETAPA: EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DE ALMIDÓN

Se obtuvo, una cantidad total de 6 kg de almidón de desechos y 1 kg de almidón de cáscaras de patatas, usando 59 kg de materia prima, tal como se especifica en la siguiente tabla 5. Además, se obtuvo el % de rendimiento de cada una de ellas con la ecuación 1.(Ver ANEXO 1)

Como se puede observar en la tabla 5, se presentan los resultados de rendimiento de extracción del almidón a partir de la metodología aplicada.

Tabla 5. Rendimiento de la extracción de almidón de patata.

Desechos de patata			Cáscara de patata		
Peso patata kg	Almidón kg	% Rendimiento	Peso cascara kg	Almidón kg	% Rendimiento
45	6	13,33	14	1	7,14

Para los desechos de patata el rendimiento es de 13,33 % y para la cáscara de 7,14 %, y como postula Barrera, et al., 2004 citado por (Rivera Andrade, 2017), el rendimiento del almidón está en un rango de 4,61 hasta 16 %, dependiendo de las características de los tubérculos, ya sea por el tamaño físico o tamaño granular del almidón. Asimismo, se considera que existe una diferencia en la entrada y salida del producto, debido, al contenido de humedad que este alrededor del 75 %, puesto que en un horno de leña se secó 2 kg de desechos de patata y termino pesando 0,5 kg.

5.1.1. Resultados del análisis de almidón

La muestra de almidón de desechos de patata, cambió a una coloración azul como se puede observar en la ilustración 5, indicando la presencia del almidón. Sin embargo, para la muestra de la cascara de patata no se apreció un cambio de color, ya que se considera que no hay mayor presencia de almidón en las cascaras, teniendo en cuenta a (Liang & McDonald, 2014) la piel de la patata contiene 25 % de almidón, 30 % polisacárido no amiláceo, 18 % de proteína, 20 % lignina soluble e insoluble en acido, 1 % y el 6% de cenizas en base seca. (Ver ANEXO 2)



Ilustración 3. Análisis de almidón.

5.1.2. Resultados de la caracterización del almidón

Para el contenido de amilosa y amilopectina del almidón de patata se obtuvo los siguientes datos, como se observa en la tabla 6.

Tabla 6. Datos para análisis de amilosa.

Parámetros	Cantidad
Densidad de la muestra	0,999 g/ml
Volumen del picnómetro	5 ml
Absorbancia	0,377
Gramos de solución	4,995 g
Miligramos de solución	100

Y resolviendo las ecuaciones 2, 4 y 5 se presenta los siguientes resultados en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados de caracterización del almidón.

Valor Azul	% Amilosa	% Amilopectina
0,0069	19,62	80,37

El análisis del almidón de desechos de patata tiene un contenido de amilosa de 19,62 % y amilopectina 80,37 %, valores que se encuentra dentro del rango de 11,9 y 20,1% de amilosa mencionado por (Talja et al., 2008), y desde el punto de vista de

(Holguin Cardona, 2019), el contenido de amilopectina estará en 89%, por eso recomienda añadir plastificantes para mejorar la temperatura, tasa de corte y otras características que se consideran durante la fabricación o modificaciones del polímero.

5.1.3. Resultados FTIR del almidón de patata

Se presenta en la ilustración 4, el espectro de almidón de patata, donde, de acuerdo a Conley (1972) citado por (Meza, 2016), el análisis FT-IR muestra que las bandas 3251,18 y 2909.84 cm^{-1} corresponden a la vibración de tensión de los enlaces O-H y C-H, se presenta los anillos de glucosa en los picos de 1338,15 y 1148,98 cm^{-1} , asimismo, menciona (Muscat et al., 2012), que en las bandas 2155 y 2145 cm^{-1} indican en las moléculas del almidón la presencia agua, además, se tiene una de deformación en el pico 1644 cm^{-1} por agua enlazada, por otro lado, se presentan bandas de 1415 y 1338,15 cm^{-1} que contribuyen a la deformación angular de los enlaces C-H y C-O-H, y tienen la presencia de estiramientos de enlaces C-O y C-C que es indicada por el pico 1148,98 cm^{-1} .

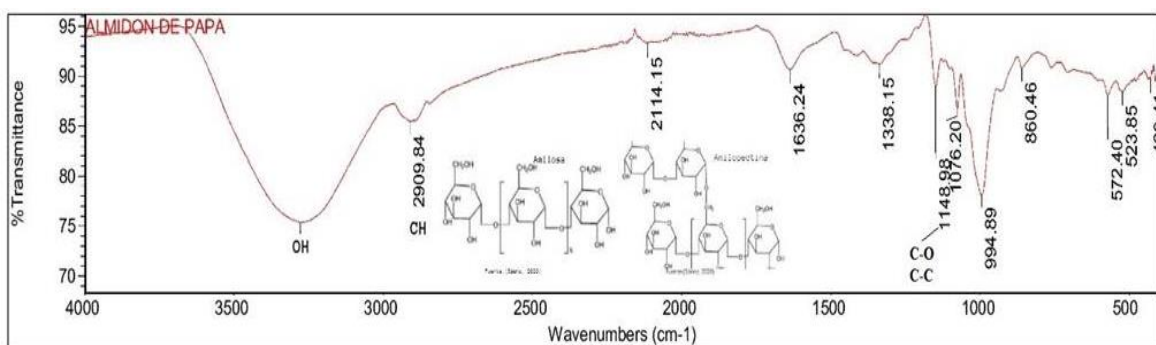


Ilustración 4. Análisis FTIR del almidón de patata.

5.2. SEGUNDA ETAPA: ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS

Luego, de haber realizado las tres formulaciones de estudios previos en la obtención del bioplástico haciendo uso de insumos o aditivos químicos como: glicerina y ácido acético en diferentes proporciones, con la finalidad, de adquirir el mejor film

para nuestro objetivo. Ya al conseguir la masa deseada y secada a temperatura ambiente, se prosiguió a desprender de las láminas plásticas o vidrio. (Ver ANEXO 3 y 4)

Como resultados presentes por cada formulación establecida, se tuvo:

Formulación 1 G: el bioplástico elaborado con almidón de los desechos de patata se caracterizó por ser delgado, buena flexión, baja resistencia, aspecto opaco y con fisuras. Al elaborar con el almidón obtenido de la cáscara no se formó el bioplástico.

Formulación 2 E: el bioplástico de los desechos de patata es delgado, flexible y con baja resistencia y con aspecto ligeramente opaco, por otro lado, el de cáscara mostró rupturas. Es importante recalcar que esta técnica fue experimentada para la cáscara de *musa paradisiaca* (plátano), por ende, se presume que el tipo de almidón influye en esta muestra.

Formulación 3 M: mostró flexibilidad, resistencia débil y opacidad en el bioplástico de desechos, en cambio, en la cáscara tuvo rupturas.

Los resultados de la formulación (A) planteada a simple vista presento: una mayor flexibilidad, resistencia fuerte y tiende a ser un poco transparente, sin embargo, al elaborar con el almidón obtenido de las cáscaras de la patata, presenta cortes en la lámina.





Y con respecto a la textura de las 4 formulaciones, se describe por ser poco áspero, pero al dar la vuelta la muestras, es suave al tacto y visualmente uniforme, esto se debe al tamaño granular del almidón de patata.

Estas muestras obtenidas son llevadas a pruebas mecánicas y físicas para continuar con el análisis estadístico del film.

5.2.1. Resultados de la caracterización del bioplástico: determinación de tracción, elongación y espesor

Para cada formulación, se diseñó cuatro probetas del bioplástico de los desechos de patata.

Tabla 8. Probetas de los desechos de patata.

			
Formulación 1G	Formulación 2E	Formulación 3M	Formulación A

5.2.2. Resultados del espesor

Los valores del espesor de cada formulación se promediaron al número de veces, para obtener un espesor final, por ende, se verifica si cumple con el límite de referencia de la Normativa NTE INEN 2588.

Tabla 9. Resultados del espesor de las probetas.

FILM DE ALMIDÓN DE DESECHOS DE PATATA				
Formulación	Probeta	Espesor mm	Espesor promedio mm	Límite de referencia
1 G	1	0,193	0,202	menores a 0,25 mm (NTE INEN 25 88)
	2	0,212		
	3	0,202		
2 E	1	0,279	0,139	
	2	0,043		
	3	0,095		
3 M	1	0,211	0,207	
	2	0,249		
	3	0,16		
A	1	0,213	0,216	
	2	0,262		
	3	0,172		

Como se observa en la tabla 8, las cuatro formulaciones de films de almidón de desechos de patata 1G, 2E, 3M y A, están dentro del rango de 0,25 mm de espesor que establece la normativa, sin embargo, la formulación de mayor espesor es A con 0,216 mm y menor 2 E con 0,139 mm.

5.2.3. Pruebas de tracción- elongación

Se presenta los resultados del ensayo de tracción - elongación, del film obtenido del almidón de desechos de patata. (Ver ANEXO 5).

Tabla 10. Resultados pruebas tracción - elongación.

ALMIDÓN DESECHOS DE PATATA					
Formulación	Probeta	Espesor Mm	Longitud calibrada mm	Tracción N	Elongación mm
1 G	1	0,19	33	0,34	1,54
	2	0,21	33	3,17	9,61
	3	0,2	33	2,76	7,5
2 E	1	0,3	33	0,67	4,41
	2	0,05	33	0,4	4,42
	3	0,07	33	1,01	5,38
3 M	1	0,12	33	1,18	9,39
	2	0,18	33	0,83	6,52
	3	0,13	33	0,71	4,72
A	1	0,17	33	5,12	5,8
	2	0,18	33	6,6	10,21
	3	0,14	33	3,13	3,37

La tabla 10, demuestra una variación de datos de la tracción – elongación con respecto a las formulaciones, sin embargo, se puede observar que la muestra más representativa es la formulación A, procediendo a realizar el análisis estadístico para demostrar su significancia.

5.2.4. Resultados del análisis estadístico de las formulaciones

Se usó los datos de la tabla 10, obteniendo las medias de cada formulación con rango de un índice de confianza del 95 %, como se observa en la tabla 11, la

formulación más representativa de tracción es la A con 4,95 N, y mientras que en la elongación la formulación 3 M con 6,88 mm, pero para demostrar su veracidad se realizó el análisis ANOVA.

Tabla 11. Resultados de las propiedades de tracción y elongación.

Propiedades de tracción			
Factor	N	Media	IC de 95%
1G	3	2,09	(0,525; 3,655)
2E	3	0,69	(-0,871; 2,258)
3M	3	0,90	(-0,658; 2,471)
A	3	4,95	(3,39; 6,51)
Propiedades de elongación			
1G	3	6,22	(2,26; 10,18)
2E	3	4,74	(0,776; 8,697)
3M	3	6,88	(2,92; 10,84)
A	3	6,46	(2,50; 10,42)

Fuente: Software Minitab

Principalmente, para el análisis se planteó una hipótesis nula y alternativa, donde, nos permitió corroborar, si las formulaciones 1G, 2E, 3M y A tienen el mismo comportamiento de tracción y elongación, o son diferentes, obteniendo la siguiente tabla 12.

Tabla 12. Resultados del análisis de varianza ANOVA.

Propiedades de tracción						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor crítico	Valor p
Factor	3	34,53	11,511	8,34	4,06	0,008
Error	8	11,05	1,381			
Total	11	45,58				
Propiedades de elongación						
Factor	3	7,81	2,60	0,29	4,06	0,829
Error	8	70,80	8,84			
Total	11	78,60				

Como resultado, en la tabla 12 se puede hacer referencia que el valor F con 8,34 de las propiedades de tracción es mayor al valor crítico 4,06, por lo tanto, hay una diferencia significativa entre las formulaciones, en el cual, se rechaza la hipótesis nula

y se admite la hipótesis alternativa. Por otro lado, las propiedades de elongación, presenta que el valor crítico 4,06 es mayor al valor de F con 0,29, por ende, se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la nula.

Entonces para demostrar las diferencias de las medias se realizó la prueba de TUKEY al 95 % de índice de confianza.

Tabla 13. Resultados de la diferencia de medias de las formulaciones prueba de TUKEY.

Propiedades de tracción				
Diferencia de niveles	Diferencia de las medias		Valor p ajustado	Significancia (0,05)
		IC de 95%		
2E - 1G	-1,397	(-4,470; 1,677)	0,503	NO
3 M - 1G	-1,183	(-4,257; 1,890)	0,625	NO
A - 1G	2,860	(-0,213; 5,933)	0,068	NO
3 M - 2E	0,213	(-2,860; 3,287)	0,996	NO
A - 2E	4,257	(1,183; 7,330)	0,009	SI
A - 3 M	4,043	(0,970; 7,117)	0,013	SI
Propiedades de elongación				
2E - 1G	-1,48	(-9,26; 6,30)	0,93	NO
3 M - 1G	0,66	(-7,12; 8,44)	0,99	NO
A - 1G	0,24	(-7,54; 8,02)	1,00	NO
3M - 2E	2,14	(-5,64; 9,92)	0,82	NO
A - 2E	1,72	(-6,06; 9,50)	0,89	NO
A - 3M	-0,42	(-8,20; 7,36)	0,99	NO

Nota: el valor de probabilidad ajustado si es mayor α 0,05, entonces no existe una diferencia significativa.

De acuerdo con la tabla 13, la formulación A tiene una diferencia significativa al 5 % con respecto a las pruebas de tracción marcando una distinción con la formulación 2 E y 3 M, por la fuerza que se ejerce en el momento de la ruptura de la probeta. Sin embargo, en los valores de la elongación de todas las formulaciones empleadas su comportamiento va a ser similar. Mediante, este análisis estadístico se considera que las concentraciones del ácido acético y glicerina influyen en las propiedades del film.

Como se puede observar en la ilustración 5, se presenta la tendencia de la mejor probeta de cada formulación de las propiedades de tracción y elongación del film de almidón de desechos de patata.

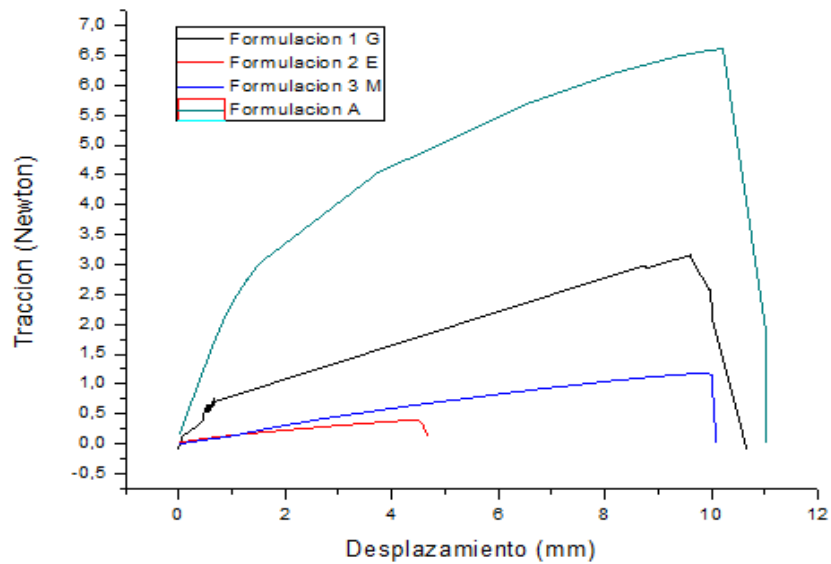


Ilustración 5. Análisis estadístico de las propiedades mecánicas del film.

Como se observa en la ilustración 6, se realizó el ensayo con la funda de plástico convencional empleado en los viveros, presentando un mayor desplazamiento con 59,80 mm a una fuerza constante de 5,24 N, lo que demuestra que al ser un plástico obtenido de recursos no renovables tienden a estirarse sin presentar rupturas al momento de aplicar la fuerza de tracción.

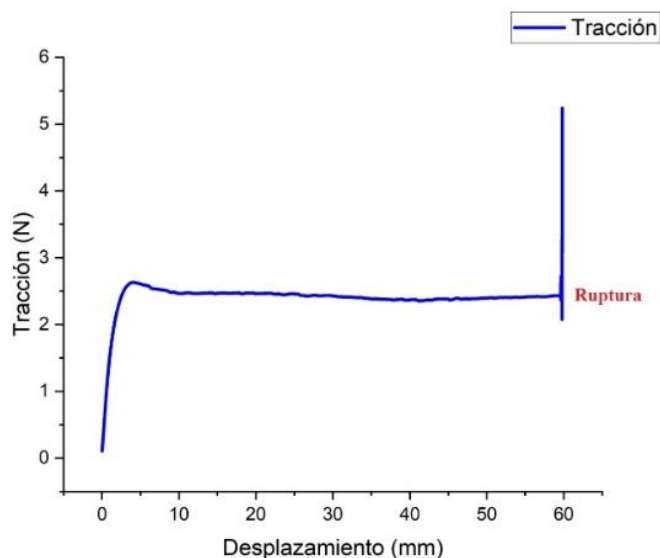


Ilustración 6. Ensayo tracción_ elongación funda de plástico convencional.

Entonces, se presenta una variación en los ensayos de tracción- elongación, entre el film de desechos de patata y la funda de plástico convencional, la diferencia principal es el espesor obteniendo valores del film de desechos de patata 0,21 mm realizado con la formulación A, por esta razón es que la fuerza de tracción y desplazamiento del film difiere en sus resultados a comparación con la funda de plástico convencional tiene un espesor de 0,056 mm, en lo cual, el alargamiento del plástico es el doble del film de desechos, por otro lado, la composición de la materia prima influye directamente en las propiedades.

5.2.5. Resultado del análisis químico analítico del bioplástico

En la ilustración 7, se presenta el espectro del bioplástico elaborado con el almidón de desechos de patata de la formulación A, presentando una banda de 3281 cm^{-1} de enlaces de O- H, donde, indica una similitud a la estructura del almidón, sin embargo, a los 2925,53 cm^{-1} se nota una tensión de los enlaces -CH₂, además, en el rango de 2884,80 cm^{-1} tiene un enlace -CH por la reacción de la glucosa con la glicerina; asimismo, se da la presencia de bandas de 1076,58 cm^{-1} de C-O-C debido al

comportamiento de la glicerina al momento de reaccionar con los aditivos, finalmente, en los picos 1150,08 cm⁻¹ presenta enlaces de anillos aromáticos, registrando un espectro similar al bioplástico elaborado con almidón de papa de (Meza, 2016) como se observa en ilustración 8. (Ver ANEXO 6)

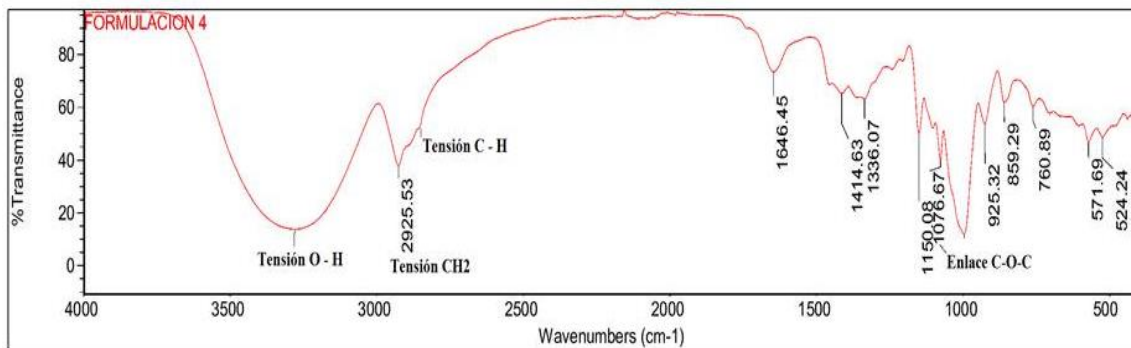


Ilustración 7. Análisis FTIR del film.

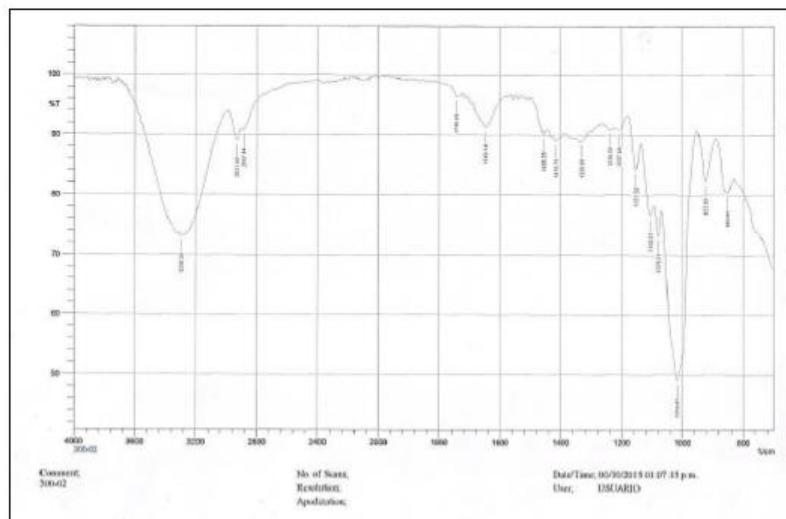


Ilustración 8. Espectro en muestra del bioplástico.

Fuente: (Meza, 2016)

5.3. TERCERA ETAPA: OBTENCIÓN DE FILMS

Entonces, a partir del análisis de la etapa anterior se seleccionó la formulación planteada por parte de las autoras (Formulación A), ya que presentó una fuerza promedio de 4,95 N y un desplazamiento de 6,46 mm, sobresaliendo con respecto a las otras. Finalmente, se obtuvo el film a partir de los desechos de patata, como se puede observar en la ilustración 9. (Ver ANEXO 7)

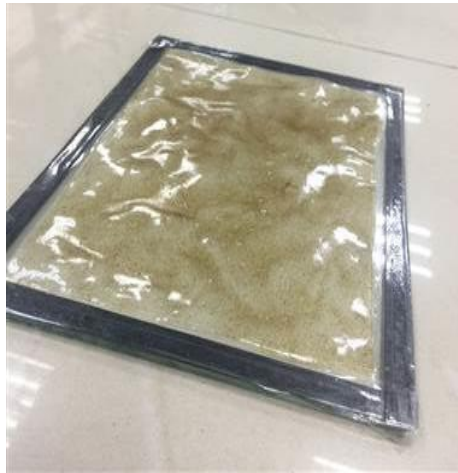


Ilustración 9. Obtención del film.

5.4. CUARTA ETAPA: DETERMINACIÓN DE LA DEGRADACIÓN Y LAS EMISIONES DE CO₂ DEL FILM

5.4.1. Resultados del acondicionamiento del suelo

En la tabla 14, se presenta los parámetros evaluados de la muestra del suelo de vivero, aplicando la ecuación 6. (Ver ANEXO 8)

Tabla 14. Parámetros evaluados del suelo.

Parámetros	Peso inicial suelo g	Peso final suelo (105 ° C) g	Peso total humedad (%)
% Humedad	200	91,23	54,38
	pH 1	pH 2	pH total
pH	6,01	6,15	6,08

El suelo de vivero tiene condiciones de pH de 6,08, es decir, se le considera un suelo alcalino, y de acuerdo con la normativa INEN 2642 si el pH es mayor a 8 se da la presencia de microorganismo ocasionando que retengan más CO₂, pero si es menor a 6 posiblemente se desarrollen microorganismos atípicos, con respecto al contenido de humedad se puede decir que el suelo tiene una alta capacidad de retención del agua 54,38 %.

5.4.2. Determinación de la degradación del film

El film se colocó en el agua, suelo, bajo vivero y aire libre durante un tiempo requerido para su degradación (Ver ANEXO 9 y 10).



Ilustración 10. Funda de vivero de forma manual.

Como se puede observar la tabla 15, se registró valores al inicio y al final determinando el porcentaje de degradación del film con la ecuación 7. Principalmente, se puede mencionar que la degradación del film en el agua no se registraron datos debido a que el almidón es de carácter hidrofílico, sin embargo, las muestras de la funda a aire libre y bajo vivero se expusieron a una temperatura promedio de 18 ° C, generando que en los films a prueba presenten un color más oscuro. Por otro lado, las precipitaciones influyen en la muestra a aire libre volviéndoles frágiles y provocando rupturas, y para la muestra bajo vivero se colocó agua, solo cuando lo requería la planta.

Tabla 15. Resultados de la degradación de la funda de vivero.

	Muestra formulación A	Dimensión (cm)	Peso g	Peso g (30 días)	Peso g (60 días)	% degradación
Aire libre	1		11	7	3,5	68
	2		9	5,05	3,95	56
Bajo vivero	3	18 x 12	10	8,33	1,67	83
	4		10	8,46	1,54	85
Agua	5		10	0	0	100
Suelo	6	10 x 13	7	5,17	1,83	74

En la ilustración 11, se puede observar cómo varía el peso de la funda de vivero según el tiempo, donde, presenta un mayor índice de degradación en 60 días las muestras bajo vivero con 85 %, y un 68 % las muestras expuestas directamente a aire libre comparando con (Meza, 2016) que durante la prueba en 92 días alcanzó una biodegradación de 64,21 %, principalmente, esta diferencia de porcentaje se basa en cómo fue colocado y controlado las muestras del film.

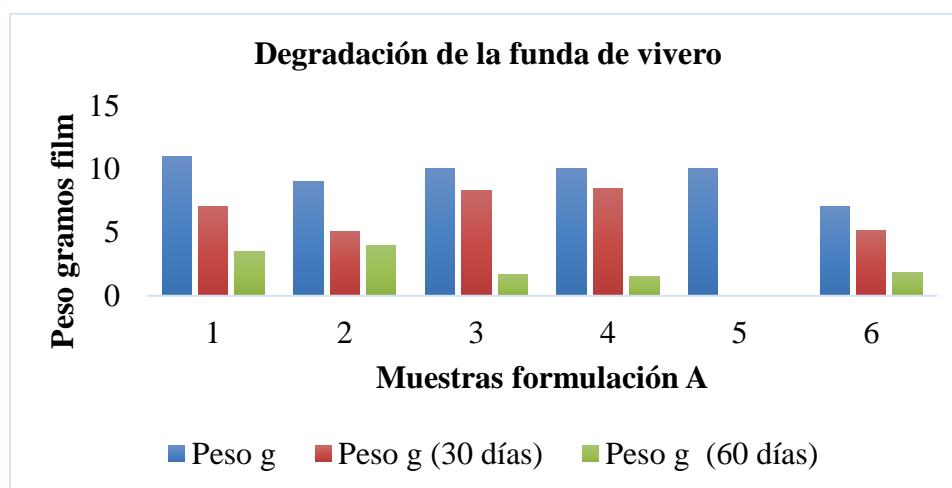


Ilustración 11. Análisis de degradación de la funda.

A continuación, se evalúa el comportamiento del espesor transcurrido en 60 días presentando en la tabla 16, mediante, una diferencia del espesor inicial y final.

Tabla 16. Datos de espesor de degradación films.

	Muestra formulación A	Espesor mm	Espesor mm (30 días)	Espesor mm (60 días)	Espesor perdido mm
Aire libre	1	0,18	0,16	0,14	0,04
	2	0,15	0,14	0,13	0,02
Bajo vivero	3	0,18	0,15	0,14	0,04
	4	0,16	0,14	0,13	0,03
Agua	5	0,20	0	0	0,20
Suelo	6	0,17	0,15	0,11	0,06

En la ilustración 12, se representa la pérdida del espesor de cada muestra, donde, de mayor desgaste es la expuesta al agua, seguida, por la del suelo con 0,06 mm, se considera que el peso y el espesor disminuirán por influencia directa del proceso de degradación como: humedad, temperatura y presencia de microorganismos.

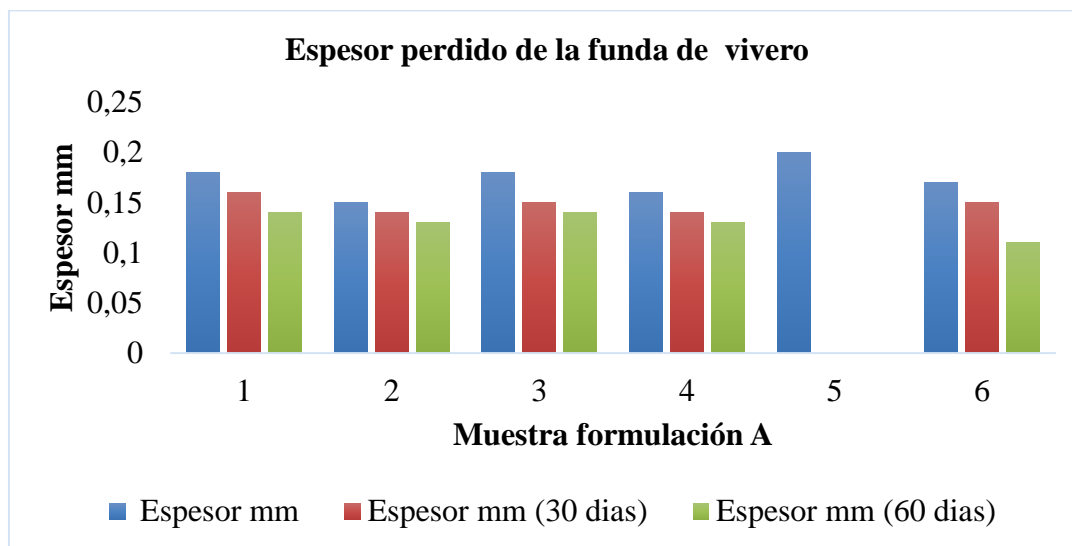


Ilustración 12. Variación del espesor por la degradación de la funda.

Sin embargo, es importante enfatizar las transformaciones del film frente a los agentes externos (Ver ANEXO 11 y 12), como:

- **Cambio de forma:** el film se deforma en el análisis a campo, en el transcurso de 3 días. Se visualizó pequeños avueros que originaban que el suelo colocado en el film se esparciera a su alrededor.
- **Dimensiones:** se observó que el film tendía a encogerse volviéndose más áspero, siendo susceptible a rupturas, ocurriendo únicamente solo para las muestras a aire libre por la temperatura y precipitación directa, mientras, que para bajo vivero se mantenía en condiciones estables, permitiendo que el film tenga una mayor duración.
- **Color:** por la presencia de rayos ultravioleta se presentó un cambio de color café oscuro para todas las muestras.

5.4.3. Análisis de carbono orgánico y materia orgánica del suelo

Por el método volumétrico, se consiguió que la muestra cambie de un color oscuro a un color verde oscuro, y el blanco de un color anaranjado parecido al de la muestra. (Ver ANEXO 13)



Ilustración 13. Proceso de titulación para C.O.

En la tabla 17, se muestran los datos del proceso de la titulación según la variación de volumen gastado por la muestra y el blanco.

Tabla 17. Datos iniciales para el C.O.

Parámetro	Muestra (ml)	Blanco (ml)
Volumen ml gastados	200	75

Para el cálculo del porcentaje de carbono orgánico se utilizó la ecuación 8, donde, se toma todos los valores analizados anteriormente en la titulación y para la cantidad de materia orgánica se usó la ecuación 9.

Tabla 18. Resultados de C.O y M.O.

% Carbono orgánico	% Materia orgánica
2,43	4,23

Se tiene 2,43 % de carbono orgánico del suelo de vivero lo que representa buena fertilidad y salud del suelo, y se evalúa el 4,23 % de materia orgánica mostrando que va a existir cierta cantidad de mezcla de sustancias como es el carbono, oxígeno, hidrógeno, etc., Además, este tipo de suelo tiene una alta capacidad de captación de agua, pero si se añade cascarilla de arroz disminuye su retención del agua.

5.4.4. Resultados del cálculo del CO₂ del film de almidón de patata

Se presenta en la siguiente tabla 19, las cantidades de ml de HCl gastados en la muestra en la titulación de KOH para el análisis del CO₂ de las muestras de film colocada en el desecador durante 15 días, además, para cada día se realizó tres pruebas de la titulación para; el blanco y la muestra, donde, se aplicó la ecuación 10 para determinar los gramos de CO₂. (Ver ANEXO 15)

Tabla 19. Datos de gramos de CO₂ de la formulación A.

DATOS DE CO₂ MUESTRA - FORMULACIÓN A		
Tiempo (día)	ml de HCl (gastados)	g CO₂
1	1,53	0,034
2	1,63	0,036
3	1,70	0,037
4	1,83	0,040
5	1,97	0,043
6	2,17	0,048
7	2,23	0,049
8	2,17	0,048
9	2,10	0,046
10	2,17	0,048
11	2,00	0,044
12	2,10	0,046
13	2,10	0,046
14	2,37	0,052
15	2,33	0,051

Entonces, a partir de los datos obtenidos anteriormente, se realizó una sumatoria, donde, se puede asumir que a los 15 días se consumió 31,17 ml de HCl de la muestra, emitiendo 0,669 gramos de CO₂, como se ilustra en la tabla 20.

Tabla 20. Datos de titulación de CO₂ del film muestra y blanco.

MUESTRAS	DATOS DE CO₂ - FORMULACIÓN A			
	Peso g (muestras)	Tiempo (día)	ml de HCl (gastados)	g CO₂
MUESTRA	1,329	15	30,40	0,669
BLANCO	0		31,10	0,684

5.4.5. Análisis de CO2 del film

En la ilustración 14, se presenta la variación de la obtención del CO2 del montaje del desecador en base a los días, mostrando una dispersión en las emisiones de CO2 puesto que los valores decrecen e incrementan pasando el tiempo, los primeros cinco días se obtuvo 0,208 gramos CO2, sin embargo, para la semana dos se tiene 0,238 gramos y la semana tres un valor de 0,24 gramos de CO2, lo cual, podemos predecir que la gráfica seguirá tendiendo a variar.

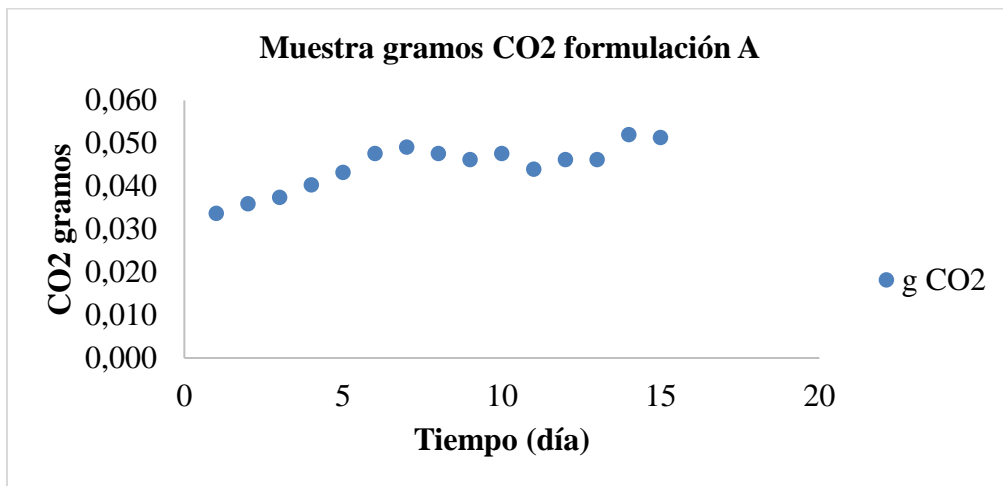


Ilustración 14. Análisis de CO2 del film.

5.4.6. Proyección de los gramos de CO2 del film

Se realizó una proyección de los gramos de CO2 para el doble de días, mediante, líneas de tendencia: lineal, exponencial y logarítmica, donde, la logarítmica demuestra una mayor correlación de 0,8127 de efectividad.

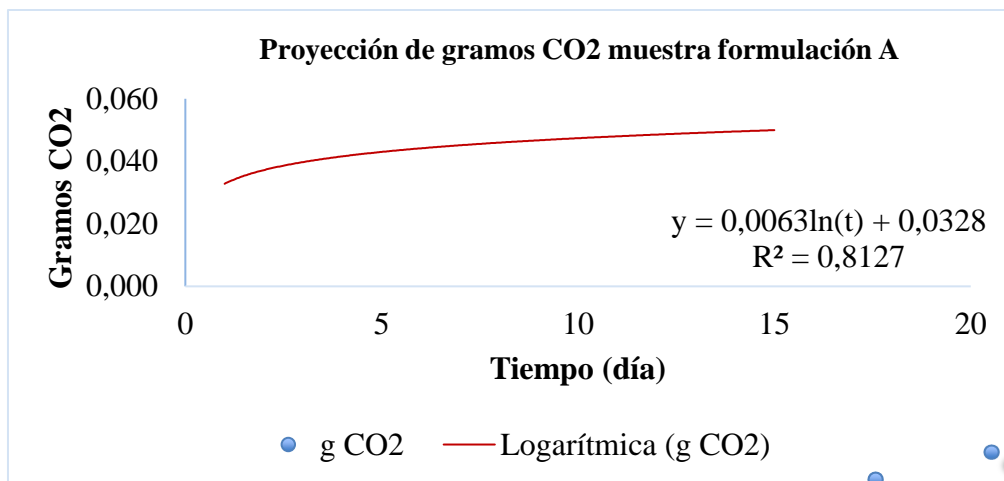


Ilustración 15. Proyección de los gramos de CO2 (formulación A).

Tomando la ecuación de regresión de la gráfica, reemplazando por el tiempo, como se puede observar en la tabla 21.

Tabla 21. Gramos emitidos de CO2 para 30 días.

Tiempo (días)	Y= 0,0063 ln(t)+ 0,0328
16	0,0502673
17	0,0506492
18	0,0510093
19	0,0513500
20	0,0516731
21	0,0519805
22	0,0522736
23	0,0525536
24	0,0528217
25	0,0530789
26	0,0533260
27	0,0535638
28	0,0537929
29	0,0540140
30	0,0542275

Como resultado a los 30 días se genera en la muestra 0,054 gramos de CO2, sin embargo, es importante considerar que la proyección no es tan exacta, por la adquisición de datos de solo 15 días, donde, para estimar el error estándar de una muestra, en base a (Bhandari, 2020), se calculó utilizando la desviación estándar y el tamaño de la muestra, representando un margen de error de $\pm 8,67 \times 10^{-5}$, sin embargo,

se espera que el verdadero valor en índice de confianza del 95 % este en rangos de $5,22688 \times 10^{-2} \pm 5,30970 \times 10^{-2}$, ya que puede seguir creciendo o decreciendo conforme pase los días de degradación del film en el desecador.

5.4.7. Cálculo de la biodegradación del film en el desecador

A partir de la tabla 22, se observa las cantidades del peso del film ubicado dentro del desecador, teniendo un peso total de 1,329 gramos de las muestras:

Tabla 22. Peso inicial del film en el desecador.

Muestras	Peso (g)	Peso total g
1	0,304	
2	0,307	1,329
3	0,318	
4	0,400	

A partir de la siguiente ecuación 11, se calcula el CO₂ teórico como se especifica en la tabla 18, evaluando para cada muestra (formulación A), dando un resultado de 0,118 gramos de CO₂ teórico total, considerando que la muestra 4 representa una mayor cantidad de peso, por lo cual, se obtiene un valor mayor de 0,036 gramos de CO₂.

Tabla 23. Resultados del cálculo CO₂ teórico formulación A.

Muestra formulación A	Peso g	C.O g total	CO₂ g teórico	CO₂ g teórico total
1	0,304		0,027	
2	0,307	0,0243	0,027	0,118
3	0,318		0,028	
4	0,400		0,036	

Asimismo, para el porcentaje de biodegradación del film se aplicó la ecuación 12, donde, el porcentaje dependerá del CO₂ producido en el blanco y la muestra durante los 15 días.

% Biodegradación: 12,71

Entonces, la biodegradación a partir del CO₂ en 15 días es de 12,71 %, siendo un valor bajo a comparación a (Guamán, 2019) con un resultado de 72,47 % en un periodo de 30 días, la diferencia de datos es por la dosis aplicada para la elaboración del film, variando la concentración de ácido acético a 9,21 ml, además, por las condiciones anaerobias y la aplicación del método de pérdida de peso en %. Es importante considerar la influencia de una alta humedad en las muestras como ratifica (Cañar Armijos & Pardo Encalada, 2021), ya que permite el desarrollo de microorganismos anaerobios produciendo una degradación más lenta, a comparación de las muestras colocadas a ambientes aerobias. (Ver ANEXO 16)

5.5. QUINTA ETAPA: ESTABLECER OPORTUNIDADES DEL USO DEL FILMS PARA UN MANEJO SUSTENTABLE

Conforme la valoración planteada en la tabla 24 y su interacción, se proponen estrategias de acuerdo a los valores resaltados de rojo.

Tabla 24. Datos de clasificación matriz FODA.

			FORTALEZAS			DEBILIDADES		
			F1	F2	F3	D1	D2	D3
			5	4	5	-1	-2	-3
OPORTUNIDADES	O1	4	9	8	9	3	2	1
	O2	5	10	9	10	4	3	2
	O3	4	9	8	9	3	2	1
	O4	5	10	9	10	4	3	2
AMENAZAS	A1	-2	3	2	3	-3	-4	-5
	A2	-1	4	3	4	-2	-3	-4

En la tabla 25, se muestran los resultados de la interacción de la matriz FODA, tomando el valor positivo más alto de FO, para seguir desarrollando más ventajas en nuestro entorno, mientras, en DO se pretende aprovechar los beneficios externos para minimizar las deficiencias. Por otro lado, para FA se busca mejorar las fortalezas para

evitar las amenazas, finalmente, en DA se plantea estrategias para mitigar los impactos de las amenazas externas.

Tabla 25. Análisis FODA.

<p>ELABORACION DE FILM A PARTIR DEL ALMIDÓN EXTRAÍDO DE LOS DESECHOS DE PATATA (<i>Solanum tuberosum</i>) PARA USO EN VIVEROS</p>	<p>FORTALEZAS F1: Film biodegradable para viveros. F2: Eficiencia en el trasplante de la planta en viveros. F3: Producto innovador a partir de fuentes renovables.</p>	<p>DEBILIDAD D1: No se cuenta con maquinarias específicas para la producción del film. D2: Falta de divulgación del producto. D3: Uso a corto plazo.</p>
<p>OPORTUNIDADES O1: Reducción de emisiones de CO2 del film. O2: Demanda del producto en el mercado. O3: Minimizar el riesgo de daños ergonómicos del trabajador. O4: Dar un valor económico en beneficio a los pequeños agricultores.</p>	<p>ESTRATEGIA FO: F1O2: Seguir promoviendo la elaboración de film biodegradables para uso en viveros. F1O4: Incentivar a los viveros a hacer uso de productos amigables con el ambiente. F3O2: Realizar marketing digital para dar a conocer el film.</p>	<p>ESTRATEGIAS DO: D1O2: Impulsar e innovar el desarrollo tecnológico en el país.</p>
<p>AMENAZAS A1: Competencia de un film con mejores características. A2: Costos altos de materia prima del film biodegradable a diferencia del sintético</p>	<p>ESTRATEGIA FA: F2A1: Seguir mejorando las propiedades del film.</p>	<p>ESTRATEGIA DA: D3A1: Invertir en agentes acoplantes para mejorar las propiedades del film.</p>

5.5.1. Valoración del costo del film

A continuación, se realizó el costo de producción del film (formulación A) a nivel laboratorio considerando varios factores como: equipos, mano de obra, materiales y otros gastos económicos, donde, se cuantifico los costos por tiempo de uso dentro del proceso de elaboración.

Tabla 26. Valoración costos film formulación A.

VALORACIÓN DEL COSTO DEL FILM DE LA FORMULACIÓN A					
EQUIPOS					
INVENTARIO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	P	H=A*P	R	C= H* R
Balanza Analítica	1	0,01	0,02	2	0,04
Agitador magnético	1	0,04	0,04	2	0,08
Mechero	1	0,09	0,09	2	0,18
SUBTOTAL:					0,30
MANO DE OBRA					
INVENTARIO	CANTIDAD	JORNAL/d	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	J	H=A*J	R	C= H* R
Laboratoristas	0,2	3,75	0,75	1	0,75
SUBTOTAL:					0,75
MATERIALES					
INVENTARIO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
	A		P	C=A* P	
Almidón desechos de patata	13,16	G	0	0	
Placas de vidrio (15 x20)	1	Cm	0,6	0,6	
Glicerina	3,95	ml	0,01	0,040	
Ácido Acético	13,16	ml	0	0	
Agua destilada	78,97	ml	0	0	
SUBTOTAL:				0,6395	
TOTAL, COSTO =				1,69	
COSTO INDIRECTO (20 %)					0,34
Utilidad (%)					
COSTO TOTAL RUBRO (\$)					2,03

En la tabla 26, se obtuvo un costo total de 2,03 \$, cabe resaltar que es el costo de una funda puesto que de la cantidad de materia prima se puede distribuir en cuatro placas de vidrio, entonces, el valor de film se aproximaría a 0,50 ctvs. C/U.

Se calculó el precio de venta en base al 15 % de utilidad, proyectado como ganancia en la elaboración de film, mediante la ecuación 9.

$$P_{venta} = 0,58 \text{ ctvs}$$

Entonces, cada film para la venta estaría a nivel laboratorio de 0,58 ctvs.

6. CAPITULO: CONCLUSIONES

En la revisión bibliografía de los tres estudios previos en la obtención de bioplástico, se tomaron como referencia por los excelentes resultados en el análisis de las propiedades mecánicas y físicas, sin embargo, como promedio para las formulaciones se tiene que: para la 1 G una tracción de 2,09 N con un desplazamiento de 6,22 mm, para la 2 M su desplazamiento de 4,73 mm a una fuerza de 0,69 N, y por último, la 3 E presentó 0,90 N desplazando a 6,87 mm, lo cual, son características desfavorables en calidad y resistencia del bioplástico para el uso en viveros, puesto que la funda de vivero presentó una fuerza constante de 5,24 N con un desplazamiento de 59,80 mm. Por esta razón, por autoría propia se varió la concentración de ácido acético obteniendo una nueva formulación A, para analizar si existe mayor resistencia del film y mejorar las características hidrofóbicas del almidón de la patata

Se elaboró el film con la formulación A, a partir de almidón extraído de desechos de patata (*solanum tuberosum*), con las siguientes dosis: 78,95 ml de agua destilada, 3,95 ml de glicerina, 13,16 de almidón y ácido acético, presentando un aumento en sus propiedades mecánicas y físicas con un promedio de 4,95 N y un desplazamiento promedio de 6,46 mm, cuyo espesor se mantuvo en 0,216 mm conforme a lo establecido en la NTE INEN 2588, por ello, se seleccionó como la mejor formulación, cabe recalcar, que de esta dosis se puede obtener cuatro films de 18 x 20 cm.

Para estimar la degradación del film se diseñó cinco fundas de forma manual exponiendo a: agua, aire libre, suelo y bajo vivero, biodegradándose al 100 % la funda en el agua en un tiempo de 10 días, debido, a que el almidón es hidrofílico y se vuelve soluble en el agua, mientras, que la funda ubicada bajo vivero presento una

descomposición del 85 % para 60 días, seguido, por la del aire libre con 68 % y finalizando con la muestra del suelo a 74 %, lo que expresa es el comportamiento a las condiciones climáticas en un tiempo real por la pérdida de peso.

En el proceso titulación volumétrica la muestra del film genero 0,669 g de CO₂ en un periodo de 15 días, mientras que el blanco emite 0,684 g de CO₂, donde, la diferencia que representa de estas dos muestras es de 0,015 g de CO₂, por otra parte, se obtiene un CO₂ teórico de 0,118 g, donde, principalmente valoramos el % de carbono orgánico presente en el suelo de vivero de 2,43 % demostrando la concentración de materia orgánica es de 4,23 % , es decir, que se encuentra fijado la mitad de carbono en el suelo, garantizando el buen desarrollo de las plantas en uso en viveros.

El film presenta desventajas y ventajas, considerando como principal desventaja la adquisición de la maquinaria para realizar mayores producciones, ya que son muy costosas e importadas, y en particular tienen capacidades limitadas. Sin embargo, la elaboración de este film puede generar mayores beneficios en la parte social, ambiental y económico, cuyo costo evaluado para cada film a nivel laboratorio es de 0,58 ctvs.

7. CAPITULO: RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Usar el film para la elaboración de fundas en la producción de plantas bajo vivero, por el tiempo de degradación y condiciones ambientales.
- Utilizar como agente acoplante el polietileno de baja densidad injertado con anhídrido maleico, para evaluar si mejora la calidad del film volviéndolo degradable.
- Evaluar la calidad del film para llevarse a otras aplicaciones promoviendo el uso de materiales biodegradables.
- Realizar un análisis de la funda con la planta, para saber si el film obstruye el desarrollo de la planta.

8. CAPITULO: REFERENCIAS

- Amankwa, M. O., Tetteh, E. K., Mohale, G. T., Dagba, G., & Opoku, P. (2021). The production of valuable products and fuel from plastic waste in Africa. *Discover Sustainability*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s43621-021-00040-z>
- Amaya-Pinos, J. B. (2018). Resumen Química Aplicada y Analítica Estudio de la dosificación Study of the starch dose thermoplastic type polymer amido extraído de bananas em um polímero de tipo Introducción. *Revista Colombiana de Química*, 48(1), 43–51. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcq/v48n1/0120-2804-rcq-48-01-43.pdf>
- Bhandari, P. (2020). *What Is Standard Error? | How to Calculate (Guide with Examples)*. Scribbr. <https://www.scribbr.com/statistics/standard-error/>
- Boey, J. Y., Lee, C. K., & Tay, G. S. (2022). Factors Affecting Mechanical Properties of Reinforced Bioplastics: A Review. *Polymers*, 14(18), 28. <https://doi.org/10.3390/polym14183737>
- Bustamante, B. P. (2012). La degradación de los plásticos. In *Revista Universidad EAFIT* (Vol. 30, Issue 94, pp. 67–86). <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1408>
- Cañar Armijos, J. B., & Pardo Encalada, J. F. (2021). *Obtención de una película de almidón dosificado con BHET catalizado con óxido de metales, mediante glicólisis de PET*. Universidad Politecnica Salesiana.
- Castillo, R., Escobar, E., Fernández, D., Gutiérrez, R., Morcillo, J., Peñaloza, S., & Núñez, N. (2015). BIOPLASTIC MADE FROM BANANA PEEL. *Revista de Iniciación Científica*, 34–37. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346/339>
- Chama Cabana, J. R. (2017). *EVALUACIÓN DEL PODER COAGULANTE DEL ALMIDÓN DE PAPA (Solanum tuberosum) VAR. ÚNICA Y EL POLICLORURO DE ALUMINIO PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ AL INGRESO DE LAS AGUAS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO SAMEGUA, MOQUEGUA 2016* [UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI]. http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/202/Jenni_Tesis_titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Charro Espinoza, M. M. (2015). OBTENCIÓN DE PLÁSTICO BIODEGRADABLE A PARTIR DE ALMIDÓN DE PATATA [Unidad Central del Ecuador]. In *Repositorio Digital*.

<http://dx.doi.org/10.1080/01443410.2015.1044943><http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.581><https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2547ebf4-bd21-46e8-88e9-f53c1b3b927f/language-en><http://europa.eu/><http://www.leg.st>

- Chuquin Yopez, H. G. (2018). Alternativas de uso de la papa de desecho en la Provincia del Carchi y la contaminación con plástico. *Sathiri*, 2, 11. <https://doi.org/10.32645/13906925.206>
- Cuesta, X., Lucero, H., & Reinoso, I. (2007). Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. *Iniap*, 12, 10. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- De la Fuente, S. (2013). Modelos De Análisis De La Varianza. *Análisis De La Varianza, Mlg*, 107. <http://www.estadistica.net/ECONOMETRIA/ANALISIS-VARIANZA/analisis-varianza.pdf>
- Dutt, T., Darani, K., Chandra, D., & Veena, R. (2022). Biodegradable Polymer-Based Food Packaging. In T. Dutt, K. Darani, D. Chandra, & R. Veena (Eds.), *Introduction: Scope and Importance of Biodegradable Polymers*. (pp. 1–11). https://bibliotecas.ups.edu.ec:3401/chapter/10.1007/978-981-19-5743-7_1#citeas
- Espín, M. (2021). “*Valoración De La Cáscara De Musa Paradisiaca (Plátano) Residual, Para La Obtención De Una Lámina De Plástico Biodegradable Para El Uso En Alimentos.*”
- Galhano dos Santos, R., Ventura, P., Bordado, J. C., & Mateus, M. M. (2017). Direct and efficient liquefaction of potato peel into bio-oil. *Environmental Chemistry Letters*, 15(3), 453–458. <https://doi.org/10.1007/s10311-017-0620-8>
- García, J., & Ballesteros, M. I. (2005). Quality Parameters Evaluation for Organic Carbon. *Revista Colombiana de Química*, 34(2), 201–209.
- Gascón Martínez de Quel, L. (2020). *Desarrollo de un material basado en residuos de papa para su utilización en impresión 3d*. 96. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/156911/Gascon - Desarrollo de un material basado en residuos de patata para su utilización en impresión 3D.pdf?sequence=1>
- Guamán, J. (2019). Obtención de plásticos biodegradables a partir de almidón de cáscaras de papa para su aplicación industrial. *Facultad de Ciencias*, 1–54. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11069/1/96T00540.pdf>
- Guzmán, A., Gusqui, R., Morán, N., & Inoue, H. (2015). Cultivo de papa manual. *Proyecto de Desarrollo Rural Integral Sostenible En La Provincia de Chimborazo “Minga Sumak Kawsay,”* 64. <http://www.congope.gob.ec/wp->

content/uploads/2017/10/Cultivo_de_papa_manual.pdf

- Heuberger, A., Joshi, J. R., & Toulabi, S. (2022). *Superfoods Cultural and Scientific Perspectives* (Food and H). Springer, Cham.
- Holguin Cardona, J. S. (2019). Obtención de un bioplástico a partir del almidón de papa. In *Fundación Universitaria de America*. <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/7388/1/6132181-2019-1-IQ.pdf>
- Huamani Taipe, G. (2004). Densidad en líquidos : Método del Picnómetro. *Huamani Taipe, Gumerindo*, 0(1), 1–23. <http://www.geocities.ws/todolostrabajossalto/fico4.pdf>
- INEC. (2019, July 17). *2018: Seis cultivos con mayor producción en Ecuador* . <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/2018-seis-cultivos-con-mayor-produccion-en-ecuador/>
- INEN 2642. (2012). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA MÉTODO*.
- Jiménez, R. E., Martínez, S., & Robles, J. F. (2016). Obtención y caracterización física y química del almidón de yuca (*Manihot esculentum*) variedad Guayape. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*, 1–116. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/865>
- Kyrikou, I., & Briassoulis, D. (2007). Biodegradation of agricultural plastic films: A critical review. *Journal of Polymers and the Environment*, 15(2), 125–150. <https://doi.org/10.1007/s10924-007-0053-8>
- Liang, S., & McDonald, A. G. (2014). Chemical and thermal characterization of potato peel waste and its fermentation residue as potential resources for biofuel and bioproducts production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(33), 8421–8429. https://doi.org/10.1021/JF5019406/ASSET/IMAGES/MEDIUM/JF-2014-019406_0007.GIF
- Litterthub, M. (2019). Impacto del abandono del plástico en la naturaleza. In *Ecoembes* (p. 24). https://proyectolibera.org/wp-content/uploads/2019/03/Impacto-de-los-plásticos-abandonados_LIBERA-def-1.pdf
- López-Aguirre, F., Pomaquero-Yuquilema, J. C., & López-Salazar, J. L. (2020). Análisis de la contaminación ambiental por plásticos en la ciudad de Riobamba. *Polo Del Conocimiento*, 5(12), 725–742. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i12.2139>
- López-Fernández, M. del M., & Franco-Mariscal, A. J. (2021). Indagación sobre la degradación de plásticos con estudiantes de secundaria. *Educación Química*, 32(2), 21–36. <https://doi.org/10.22201/FQ.18708404E.2021.2.76553>
- MAGAP. (2020). *Resumen ejecutivo*. Resumen Ejecutivo de Los Diagnósticos Territoriales Del Sector Agrario. Ministerio de Agricultura y Ganadería.

<https://doi.org/10.1787/a55cf078-es>

- Meza, P. N. (2016). Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio. In *Universidad Nacional Agraria la Molina*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2016/Q60-M49-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mogrovejo, A. (2019). Determinación de la influencia de dos métodos distintos en la obtención de almidón a partir de la oca (*Oxalis tuberosa* Molina) variedad amarilla. In *Universidad Politécnica Salesiana*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17712/1/UPS-CT008394.pdf>
- Mondragón, P. (2017). Espectroscopia de infrarrojo para todos. In *Neural Regeneration Research*. https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5a43b7c09fdc1.pdf
- Muscat, D., Adhikari, B., Adhikari, R., & Chaudhary, D. S. (2012). Comparative study of film forming behaviour of low and high amylose starches using glycerol and xylitol as plasticizers. *Journal of Food Engineering*, 109(2), 189–201. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2011.10.019>
- Nanda, S., Patra, B. R., Patel, R., Bakos, J., & Dalai, A. K. (2022). Innovations in applications and prospects of bioplastics and biopolymers: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 20(1), 379–395. <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01334-4>
- Navarrete Diaz, I. J. (2015). ¿Que aspectos positivos conlleva el manejo de bolsas biodegradables? In *Repositorio Universidad Militar Nueva Granada*. <http://dx.doi.org/10.1080/01443410.2015.1044943%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.581%0Ahttps://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2547ebf4-bd21-46e8-88e9-f53c1b3b927f/language-en%0Ahttp://europa.eu/.%0Ahttp://www.leg.st>
- Olatunji, O. (2020). Starch. In Springer Cham (Ed.), *Aquatic Biopolymers* (pp. 287–310). https://doi.org/10.1007/978-3-030-34709-3_8
- ONU. (2022). *El uso masivo de plástico en la agricultura afecta nuestra salud, la del suelo y la producción de alimentos* / Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2022/10/1516177>
- Pesántes, D., & Alberca, A. (2021). *Estudio de la obtención de un material polimérico biodegradable a partir de los desechos de la yuca por adición de agentes plastificantes*. 1–177. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21090/1/UPS-CT009269.pdf>
- Pfister, B., Zeeman, S. C., Rugen, M. D., Field, R. A., Ebenhöf, O., & Raguin, A. (2020).

- Theoretical and experimental approaches to understand the biosynthesis of starch granules in a physiological context. *Photosynthesis Research*, 145(1), 55–70. <https://doi.org/10.1007/s11120-019-00704-y>
- Piemonte, V. (2011). Bioplastic Wastes: The Best Final Disposition for Energy Saving. *Journal of Polymers and the Environment*, 19(4), 988–994. <https://doi.org/10.1007/s10924-011-0343-z>
- Pinchao-Pinchao, Y. A., Osorio-Mora, O., Checa-Coral, O., & Tobar, E. (2019). Study on the rate and time of biodegradation under controlled conditions of natural fibers of fique (*Furcraea andina*) and cotton (*Gossypium barbadense*). *Informacion Tecnologica*, 30(4), 59–67. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000400059>
- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *EL CULTIVO DE PAPA EN EL ECUADOR (ABYA-YALA)*. En libros. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QJciG_CWNqgC&oi=fnd&pg=PA13&dq=cultivo+de+papa+en+ecuador&ots=y5E6lwrA4k&sig=8-d677nejZRtgRsdMnS6cHvww1o#v=onepage&q=cultivo de papa en ecuador&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QJciG_CWNqgC&oi=fnd&pg=PA13&dq=cultivo+de+papa+en+ecuador&ots=y5E6lwrA4k&sig=8-d677nejZRtgRsdMnS6cHvww1o#v=onepage&q=cultivo+de+papa+en+ecuador&f=false)
- Reyes Flores, F. G. (1998). ANALISIS DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TRES ESPECIES DE LEGUMINOSAS EN EL MATORRAL TAMAULIPECO, LINARES, NUEVO LEON, MÉXICO. In *Universidad Autonoma de Nuevo Leon*.
- Riera, M. A., & Palma, R. R. (2018). Obtención de bioplásticos a partir de desechos agrícolas. Una revisión de las potencialidades en Ecuador. *Avances En Quimica*, 13(3), 69–78. <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/avancesenquimica/article/view/13983/21921925061>
- Rivera Andrade, E. (2017). *Extracción y caracterización parcial de almidón de una fuente no convencional: raíz de calabacilla loca (Cucurbita foetidissima HBK)*.
- Rodríguez-Sandoval, E., Sandoval-Aldana, a., & Fernández-Quintero, a. (2007). Evaluation of Starch Retrogradation in Cassava Flour From Precooked Parenchyma. *Revista Colombiana ...*, 36(1), 13–30. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-28042007000100002&script=sci_arttext
- Roland, J. (2001). *CALCULO DE PRECIOS un elemento de estudio para personal de las cooperativas de consumo*.
- Rosales, A. de los A. (2016). *Obtención de biopolímero plástico a partir del almidón de malanga (Colocasia esculenta), por el método de polimerización por condensación en*

el Mayo – Abril 2016. Repositorio de UNAN-Managua.

Ruiz Pinto, O. (n.d.). *Plastificantes | PDF | Sustancias químicas | Química*. SCRIB. Retrieved December 7, 2022, from <https://es.scribd.com/document/91973024/Plastificantes>

Santos, G., Batugal, P., Othman, A., Baudouin, L., & Labouisse, J. (1996). *Manual sobre Técnicas Estandarizadas para la Investigación del Mejoramiento del Cocotero*. 39.

Talja, R. A., Peura, M., Serimaa, R., & Jouppila, K. (2008). Effect of amylose content on physical and mechanical properties of potato-starch-based edible films. *Biomacromolecules*, 9(2), 658–663. https://doi.org/10.1021/BM700654H/ASSET/IMAGES/MEDIUM/BM-2007-00654H_0004.GIF

Villareal Brasca, M. (2019). *Las indias ocultas en nuestros días*. 2–3. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/700787/indias_alvarez_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Z.E.O. (2020, January 1). *¿Cuánto CO2 emite el plástico?* . Plataforma ZEO. <https://plataformazeo.com/es/cuanto-co2-emite-el-plastico/>

Zhuang, H., Barth, M. M., & Cisneros-Zevallos, L. (2014). Modified Atmosphere Packaging for Fresh Fruits and Vegetables. In *Innovations in Food Packaging: Second Edition* (Vol. 2, pp. 445–473). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394601-0.00018-7>


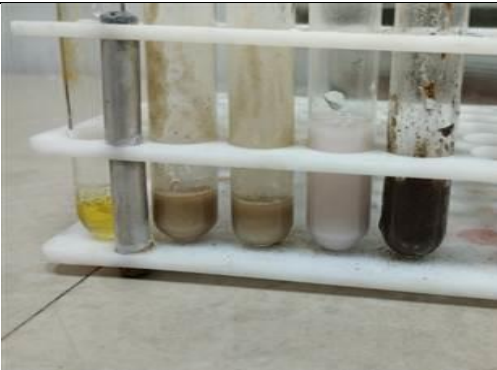


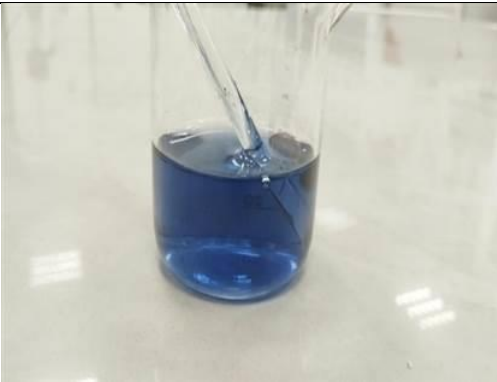
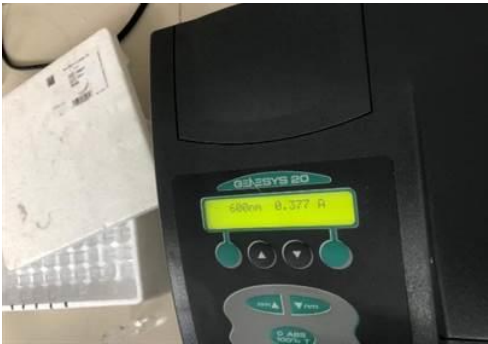

7

9. CAPITULO: ANEXOS

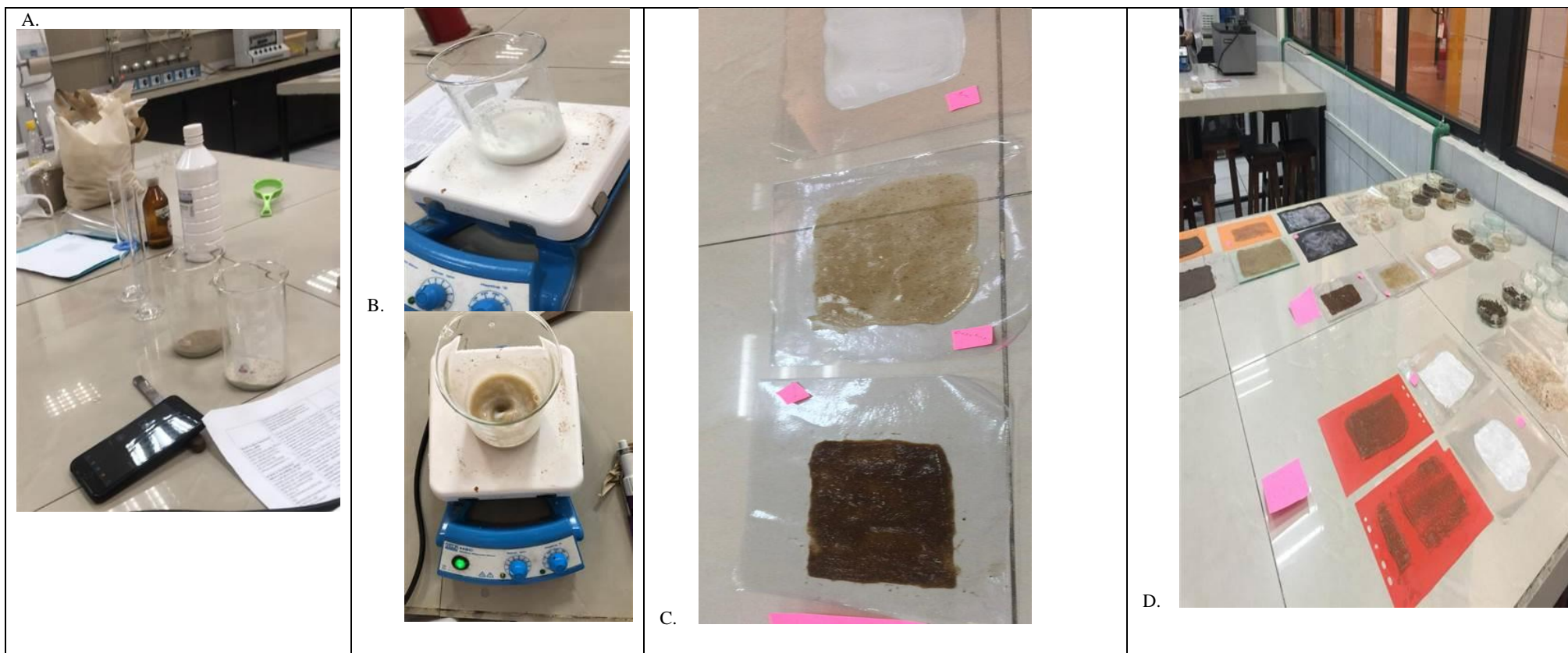
ANEXO 1. OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN

A. 	B. 	C. 						
D. 	E. 	F. 						
G. 	H. 	I. 						
NOTAS		ELABORADO POR:						
<p>A. Recepción de la papa</p> <p>B. Lavado</p> <p>C. Triturado (licuadora)</p> <p>D. Filtración (tela de harina)</p>	<p>E. Decantación</p> <p>F. Secado</p> <p>G. Molienda</p> <p>H. Tamizado</p> <p>I. Producto final</p>	<p>Jocelyne López, Karen Mejía</p>						
 <p>UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA INGENIERÍA AMBIENTAL LABORATORIO CIENCIAS DE LA VIDA</p>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">LÁMINA:</th> <th style="width: 33%;">ESCALA:</th> <th style="width: 33%;">FECHA:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1:1</td> <td style="text-align: center;">17/06/2023</td> </tr> </tbody> </table>	LÁMINA:	ESCALA:	FECHA:	1	1:1	17/06/2023
LÁMINA:	ESCALA:	FECHA:						
1	1:1	17/06/2023						

ANEXO 2. ANALISIS DEL ALMIDÓN

A. 	B. 	E. 	
C. 	D. 		
NOTAS	 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA INGENIERÍA AMBIENTAL</p> <p style="text-align: center;">LABORATORIO CIENCIAS DE LA VIDA</p>	ELABORADO POR:	
<p>A. Recepción de materiales.</p> <p>B. Preparación de la muestra del almidón y blanco.</p> <p>C. Reacción de las muestras con el yodo-Lugol</p> <p>D. Preparación de la solución para la evaluación del amilosa y amilopectina</p> <p>E. Valoración en el espectrofotómetro</p>		Jocelyne López, Karen Mejía	
		LÁMINA:	ESCALA:
	2	1:1	17/06/2023

ANEXO 3. OBTENCIÓN DEL BIOPLASTICO DE LAS FORMULACION 1G, 2E, 3M Y A



NOTAS

- A. Materiales de laboratorio
- B. Preparación de la mezcla
- C. Dispersión de mezcla en el plástico
- D. Secado del bioplástico a temperatura ambiente



UNIVERSIDAD POLITECNICA
SALESIANA
INGENIERÍA AMBIENTAL
LABORATORIO CIENCIAS DE LA
VIDA

ELABORADO POR:

Jocelyne López, Karen Mejía

LÁMINA:

ESCALA:

FECHA:

3

1:1

17/06/2023

ANEXO 4. ELABORACIÓN DEL BIOPLASTICO DE LAS FORMULACIONES 1G, 2E, 3M Y A

<p>A.</p> 	<p>B.</p> 							
<p>C.</p> 	<p>D.</p> 							
<p>NOTAS</p> <p>A. Bioplástico 1G B. Bioplástico 2E C. Bioplástico 3M D. Bioplástico A</p>	 <p>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA INGENIERÍA AMBIENTAL LABORATORIO CIENCIAS DE LA VIDA</p>	<p>ELABORADO POR: Jocelyne López, Karen Mejía</p> <table border="1"> <tr> <td>LÁMINA:</td> <td>ESCALA:</td> <td>FECHA:</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1:1</td> <td>17/06/2023</td> </tr> </table>	LÁMINA:	ESCALA:	FECHA:	4	1:1	17/06/2023
LÁMINA:	ESCALA:	FECHA:						
4	1:1	17/06/2023						

ANEXO 5. PRUEBA DE TRACCIÓN - ELONGACIÓN DEL BIOPLÁSTICO



A.



B.



C.

NOTAS

- A. Diseño de las probetas de los desechos de patata (FORMULACION 1G)
- B. Calibración de la muestra en la máquina de ensayos.
- C. Ruptura de la muestra (FORMULACIÓN A)



**UNIVERSIDAD POLITECNICA
SALESIANA
INGENIERÍA AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYOS
DESTRUCTIVOS**

ELABORADO POR:

Jocelyne López, Karen Mejía

LÁMINA:	ESCALA:	FECHA:
5	1:1	17/06/2023

ANEXO 6. ANÁLISIS FTIR DEL BIOPLÁSTICO



A.



B.

NOTAS

- A. Ubicación de la muestra en el espectrofotómetro Nicolet iS10.
- B. Lectura en el software OMINIC



**UNIVERSIDAD POLITECNICA
SALESIANA
INGENIERÍA AMBIENTAL**
LABORATORIO CIENCIAS DE
LA VIDA

ELABORADO POR:

Jocelyne López, Karen Mejía

LÁMINA:

ESCALA:

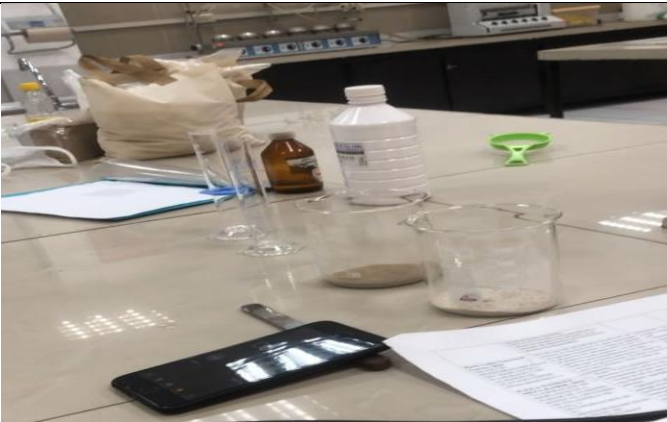




FECHA:

6

1:1


17/06/2023

ANEXO 7. OBTENCIÓN DEL FILM FORMULACIÓN A

A.		B.	
C.		D.	
NOTAS		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA INGENIERÍA AMBIENTAL LABORATORIO CIENCIAS DE LA VIDA	
<p>A. Recepción de materiales y preparación de la mezcla con la formulación A</p> <p>B. Dispersión de la mezcla en las placas de vidrio.</p> <p>C. Secado a temperatura ambiente</p> <p>D. Despliegue de los films.</p>	ELABORADO POR: Jocelyne López, Karen Mejía		
	LÁMINA:	ESCALA	FECHA:
	7	1:1	17/06/2023

ANEXO 8. ACONDICIONAMIENTO DEL SUELO






NOTAS		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA INGENIERÍA AMBIENTAL LABORATORIO CIENCIAS DE LA VIDA	ELABORADO POR:			
A. Pesado de la muestra del suelo. B. Colocación en la estufa. C. Pesado después de 3 días. D. Preparación de la solución para medida del pH		Jocelyne López, Karen Mejía				
		LÁMINA:	ESCALA:	FECHA:		
	8	1:1	17/06/2023			

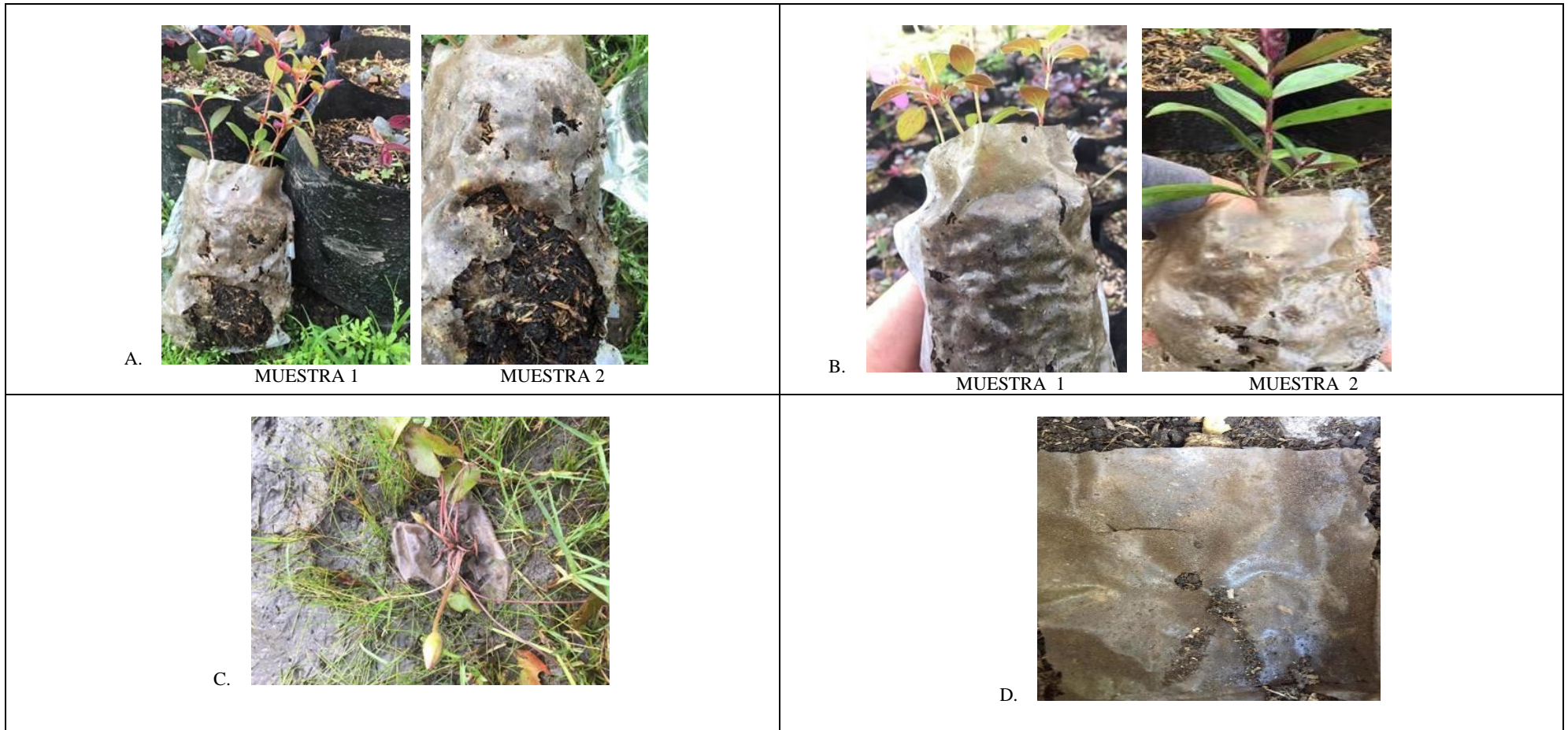
ANEXO 9. SIEMBRA DE LAS PLANTAS EN EL FILM


<p>A.</p> 	<p>B.</p> 	<p>E.</p> 							
<p>C.</p> 	<p>D.</p> 								
<p>NOTAS</p> <p>E. Medición del film: espesor, peso y longitud. F. Sellado de los films G. Perforación del film H. Llenado con materia orgánica. I. Siembra de plantas y regado.</p>		 <p>UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA INGENIERÍA AMBIENTAL VIVERO FLORA ARQUITECTURA DEL PAISAJE</p>	<p>ELABORADO POR: Jocelyne López, Karen Mejía</p> <table border="1"> <tr> <td>LÁMINA:</td> <td>ESCALA:</td> <td>FECHA:</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>1:1</td> <td>17/06/2023</td> </tr> </table>	LÁMINA:	ESCALA:	FECHA:	9	1:1	17/06/2023
LÁMINA:	ESCALA:	FECHA:							
9	1:1	17/06/2023							

ANEXO 10. EXPOSICIÓN DEL FILM A LOS AGENTE EXTERNOS







<p>A. </p>	<p>B. </p>	<p>C. </p>		
<p align="center">NOTAS</p>	 <p align="center">UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA INGENIERÍA AMBIENTAL VIVERO FLORA ARQUITECTURA DEL PAISAJE</p>	<p align="center">ELABORADO POR:</p>		
<p>A. Aire libre B. Agua C. Bajo invernadero</p>		<p align="center">Jocelyne López, Karen Mejía</p>		
		<p>LÁMINA:</p> <p align="center">10</p>	<p>ESCALA:</p> <p align="center">1:1</p>	<p>FECHA:</p> <p align="center">17/06/2023</p>

ANEXO 11. DEGRADACIÓN DE LA FUNDA EN 15 DÍAS

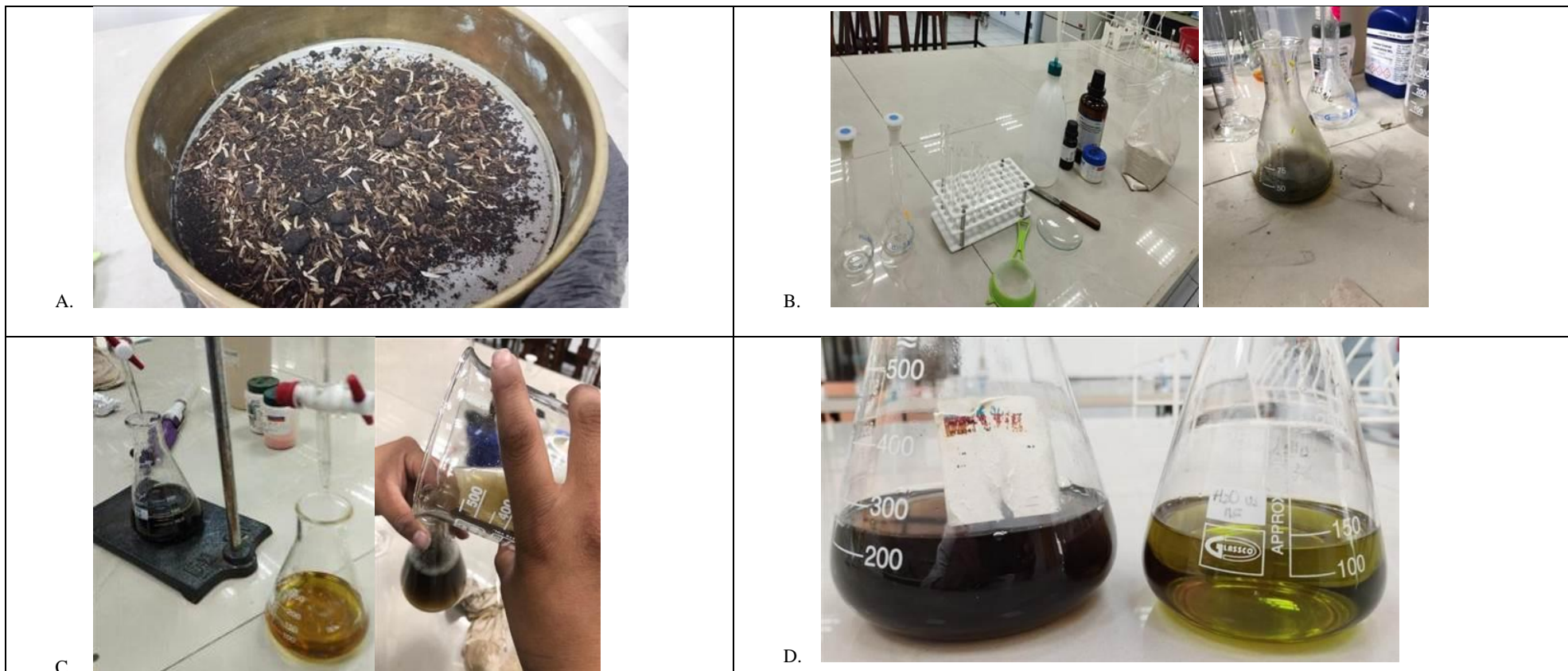


NOTAS	 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA INGENIERÍA AMBIENTAL</p> <p style="text-align: center;">VIVERO FLORA ARQUITECTURA DEL PAISAJE</p>	ELABORADO POR:		
A. Aire Libre B. Bajo Vivero C. Agua D. Suelo		Jocelyne López, Karen Mejía		
		LÁMINA:	ESCALA	FECHA:
	11	1:1	17/06/2023	

ANEXO 12. DEGRADACIÓN DE LA FUNDA EN 60 DÍAS

<p>A.</p>  <p>MUESTRA 1</p>	 <p>MUESTRA 2</p>	<p>B.</p>  <p>MUESTRA 1 MUESTRA 2</p>								
<p>C.</p> 	<p>D.</p> 									
<p>NOTAS</p> <p>A. Aire Libre B. Bajo Vivero C. Agua D. Suelo</p>	 <p>UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA INGENIERÍA AMBIENTAL VIVERO FLORA ARQUITECTURA DEL PAISAJE</p>	<p>ELABORADO POR: Jocelyne López, Karen Mejía</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">LÁMINA:</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">ESCALA</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">FECHA:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">1:1</td> <td style="text-align: center;">17/06/2023</td> </tr> </table>			LÁMINA:	ESCALA	FECHA:	12	1:1	17/06/2023
LÁMINA:	ESCALA	FECHA:								
12	1:1	17/06/2023								

ANEXO 13. ANÁLISIS DEL CARBONO ORGÁNICO Y MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO



NOTAS		ELABORADO POR:		
<p>A. Tamizado de la muestra.</p> <p>B. Mezcla de tierra, H₂O destilada y reacción de la muestra de K₂Cr₂O₇, H₂SO₄.</p> <p>C. Titulación del blanco y muestra.</p> <p>D. Resultados finales.</p>		Jocelyne López, Karen Mejía		
		LÁMINA:	ESCALA:	FECHA:
		13	1:1	17/06/2023



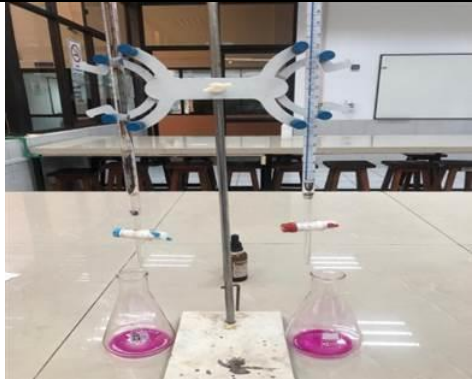




UNIVERSIDAD POLITECNICA
SALESIANA
INGENIERÍA AMBIENTAL
LABORATORIO CIENCIAS DE LA VIDA

ANEXO 14. MONTAJE DE LAS MUESTRAS A NIVEL LABORATORIO














<p>A.</p> 	<p>B.</p> 	<p>E</p> 						
<p>C.</p> 	<p>D.</p> 							
<p>NOTAS</p> <p>A. Tamizado B. Pesado de la muestra del suelo C. Ubicación dentro del desecador la muestra y el blanco. D. Preparación de las soluciones. E. Encubierto de las muestras.</p>	 <p>UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA INGENIERÍA AMBIENTAL LABORATORIO CIENCIAS DE LA VIDA</p>	<p>ELABORADO POR: Jocelyne López, Karen Mejía</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">LÁMINA</th> <th style="width: 33%;">ESCALA:</th> <th style="width: 33%;">FECHA:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">1:1</td> <td style="text-align: center;">17/06/2023</td> </tr> </tbody> </table>	LÁMINA	ESCALA:	FECHA:	14	1:1	17/06/2023
LÁMINA	ESCALA:	FECHA:						
14	1:1	17/06/2023						

ANEXO 15. DETERMINACIÓN DEL CO₂ DEL FILM

A.		B.	
C.		D.	
	BLANCO Y MUESTRA		BLANCO Y MUESTRA EN MATRAZ

NOTAS	 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA INGENIERÍA AMBIENTAL LABORATORIO CIENCIAS DE LA VIDA</p>	ELABORADO POR:		
A. Extracción de la muestra y blanco. B. Llenado de la bureta con del titulante. C. Titulación de la muestra y blanco. D. Resultado final.		Jocelyne López, Karen Mejía		
		LÁMINA:	ESCALA:	FECHA_
	15	1:1	17/06/2023	

ANEXO 16. BIODEGRADACIÓN DEL FILM EN EL DESECADOR

<p>A. MUESTRA 1</p>  <p>MUESTRA 2</p>  <p>MUESTRA 3</p>  <p>MUESTRA 4</p> 	<p>B. MUESTRA 1</p>  <p>MUESTRA 2</p>  <p>MUESTRA 3</p>  <p>MUESTRA 4</p> 	<p>C. MUESTRA 1</p>  <p>MUESTRA 2</p>  <p>MUESTRA 3</p>  <p>MUESTRA 4</p> 						
<p align="center">NOTAS</p> <p>A. Comportamiento 1 semana. B. Comportamiento 2 semana C. Comportamiento 3 semana.</p>	 <p align="center">UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA INGENIERÍA AMBIENTAL LABORATORIO CIENCIAS DE LA VIDA</p>	<p align="center">ELABORADO POR: Jocelyne López, Karen Mejía</p> <table border="1"> <tr> <td>LÁMINA:</td> <td>ESCALA:</td> <td>FECHA:</td> </tr> <tr> <td align="center">16</td> <td align="center">1:1</td> <td align="center">17/06/2023</td> </tr> </table>	LÁMINA:	ESCALA:	FECHA:	16	1:1	17/06/2023
LÁMINA:	ESCALA:	FECHA:						
16	1:1	17/06/2023						