



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y  
VETERINARIA**

**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico de examen de carácter complejo, presentado  
al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para  
obtener el título de:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

Cáscara de naranja (*Citrus x sinensis*), manzana (*Malus domestica*) y  
plátano (*Musa x paradisiaca L.*) como alternativa para la elaboración  
de biopolímeros.

**AUTOR:**

Julio Sebastian Toctaquiza Gaibor

**TUTOR:**

Arq. Pedro José Rodríguez Gómez, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2024

## RESUMEN

La presente investigación se realizó para crear alternativas sostenibles en la producción de biopolímeros de uso industrial. Las cáscaras de frutas como la naranja (*Citrus x sinensis*), la manzana (*Malus domestica*) y el plátano (*Musa x paradisiaca L.*) la cual contienen almidón y se utilizó el proceso de extracción para obtener un almidón termoplástico que puede moldearse como película biodegradable y mezclarse como biocompuesto. La gestión sostenible de los residuos de cascaras de fruta se ha convertido en una prioridad debido al aumento de su producción en todo el mundo, estimada en unos 359 millones de toneladas anuales. El objetivo es reducir la contaminación de los plásticos petroquímicos, que tienen elevadas emisiones de gases de efecto invernadero y causan daños directos a la biodiversidad. Los factores socioeconómicos y culturales tienen su origen en el uso excesivo de plásticos debido a la dinámica de crecimiento de la población, que aumenta la demanda paralelamente a la producción de alimentos.

**Palabras claves:** *Efecto invernadero, bioplásticos, biodegradabilidad, contaminación.*

## SUMMARY

This research was carried out to create sustainable alternatives in the production of biopolymers for industrial use. The peels of fruits such as orange (*Citrus x sinensis*), apple (*Malus domestica*) and banana (*Musa x paradisiaca L.*) contain starch and the extraction process was used to obtain a thermoplastic starch that can be molded as a biodegradable film and blended as a biocomposite. The sustainable management of fruit peel waste has become a priority due to the increase in its production worldwide, estimated at around 359 million tons per year. The aim is to reduce pollution from petrochemical plastics, which have high greenhouse gas emissions and cause direct damage to biodiversity. Socioeconomic and cultural factors have their origin in the excessive use of plastics due to the dynamics of population growth, which increases demand in parallel to food production.

**Key words:** *Biopolymers, bioplastics, biodegradability, pollution.*

## ÍNDICE

RESUMEN.....	II
SUMMARY .....	III
ÍNDICE .....	IV
1. CONTEXTUALIZACIÓN .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.4.1. Objetivo General: .....	5
1.4.2. Objetivos Específicos: .....	5
1.5. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....	6
2. DESARROLLO .....	7
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	7
2.1.1. Generalidades.....	7
2.1.2. Características de los residuos cáscaras .....	7
2.1.3. Ventajas de los residuos de las cáscaras .....	7
2.1.4. Estudio de los residuos de cáscaras propuestos .....	8
2.1.4.1. Naranja.....	8
2.1.4.2. Cáscara de naranja.....	8
2.1.4.3. Manzana .....	8
2.1.4.4. Cáscara de manzana .....	9
2.1.4.5. Plátano .....	9
2.1.4.6. Cáscara de plátano .....	9
2.1.5. Almidón .....	9
2.1.5.1. Historia del almidón.....	10
2.1.5.2. Estructura del almidón.....	10

2.1.5.3. Amilosa .....	10
2.1.5.4. Amilopectina.....	11
2.1.6. Método de extracción del almidón.....	11
2.1.7. Proceso de extracción del almidón .....	11
2.1.7.1. Extracción por vía húmeda.....	11
2.1.7.2. Extracción por vía seca .....	12
2.1.8. Residuo con mejor calidad de extracción.....	13
2.1.9. Elaboracion del biopolimero con el almidon .....	14
2.1.10. Aplicaciones industriales para los biopolímeros.....	15
2.2. MARCO METODOLÓGICO.....	17
2.3. RESULTADOS .....	18
Resultados de objetivo específico 1 .....	18
Resultado del objetivo específico 2.....	18
Resultado del objetivo específico 3.....	18
2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	19
3. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN .....	20
3.1. CONCLUSIÓN.....	20
3.2. RECOMENDACIÓN .....	21
4. REFERENCIAS Y ANEXOS .....	22
4.1. REFERENCIAS .....	22
4.2. ANEXOS.....	27

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1. INTRODUCCIÓN

En la búsqueda constante de soluciones sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, la ciencia y la ingeniería han explorado diversas alternativas para reducir el impacto ambiental de los materiales convencionales. Una de las áreas más prometedoras en este campo es el uso de residuos orgánicos, concretamente las cáscaras de frutas como naranjas (*Citrus x sinensis*), manzanas (*Malus domestica*) y plátanos (*Musa x paradisiaca* L.), para producir biopolímeros. Estos residuos, que normalmente se consideran basura, tienen propiedades químicas y mecánicas que los hacen aptos para convertirse en valiosos componentes de nuevos materiales ecológicos.

La generación de residuos orgánicos es un problema significativo a nivel mundial. Según datos de la (FAO, 2022), aproximadamente un tercio de los alimentos producidos a nivel global se pierde o se desperdicia. La cáscara de frutas representa una fracción considerable de estos residuos, estos desechos no solo contribuyen a la sobre carga de los vertederos, sino que también generan emisiones de gases de efecto invernadero, como el metano, durante su descomposición.

Por otra parte, la industria de los compuestos, que tradicionalmente se ha basado en polímeros sintéticos y fibras de refuerzo como el vidrio y el carbono, se enfrenta a retos relacionados con la sostenibilidad y el impacto ambiental (Hague *et al.*, 2023).

Las cáscaras de naranja (*Citrus x sinensis*), manzana (*Malus domestica*) y plátano (*Musa x paradisiaca* L.) son ricas en fibras naturales, celulosa, almidones, hemicelulosa y lignina, así como en compuestos fenólicos y antioxidantes. Estas propiedades las convierten en candidatas ideales para su uso como refuerzo en la producción de biopolímeros.

Los biopolímeros producidos a partir de cáscaras de frutas pueden utilizarse en muchas aplicaciones. En el sector del plástico, pueden sustituir en cierta medida a los polímeros artificiales en el montaje de envases y consumibles, contribuyendo a la reducción de los plásticos comunes.

## 1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

El creciente número de aplicaciones de los materiales compuestos en los últimos años ha generado un gran optimismo sobre el futuro de nuestra tecnología. Aunque el hombre lleva miles de años aplicando materiales compuestos, la alta tecnología de este tipo de materiales se ha desarrollado en la industria (Tsai *et al.*, 2021).

Los plásticos son materiales poliméricos hechos de moléculas orgánicas; su utilización está desintegrando y cambiando los sistemas biológicos. Últimamente, se ha observado que los plásticos más utilizados son los compartimentos de tereftalato de polietileno (PET) de envases dispensables de agua, aceites y refrescos, lo que infiere una contaminación considerablemente más prominente (Zambrano *et al.*, 2022).

El desarrollo de materiales poliméricos en general aborda un volumen de utilización previsto de 359 millones de toneladas el año pasado. Los polímeros, debido a su flexibilidad de creación y aplicación en diferentes campos de la industria, están produciendo actualmente un problema natural debido a la gran cantidad de residuos creados para su última eliminación (Posada *et al.*, 2022).

La contaminación del medio ambiente es un problema general que perjudica el bienestar y la prosperidad de las personas. Según la Organización Mundial de la Salud, casi todo el mundo está expuesto a niveles de contaminación atmosférica que superan las normas de calidad establecidas por esta sustancia, lo que supone un peligro para nuestro bienestar (Leyva *et al.*, 2024).

Los materiales vegetales, como los restos de fruta, verdura y poda, representan un grave problema medioambiental cuando no se gestionan correctamente. Cuando los materiales vegetales acaban en vertederos, generan metano, un potente gas de efecto invernadero que contribuye al cambio climático. Además, la descomposición de estos residuos contamina el aire, el suelo y el agua (Velasquí, 2018).

En las industrias agrícolas, los residuos representan un importante problema medioambiental, ya que no se aprovechan debido al elevado coste de su reutilización y al desconocimiento de las distintas transformaciones que pueden aplicarse para evitar su eliminación y construir así una economía circular que evite la acumulación de residuos, que desencadena emisiones contaminantes e implicaciones para la salud (Pelayo *et al.*, 2022).

Para disminuir el uso de materiales poliméricos y mitigar su efecto ecológico, se pueden aplicar diferentes sistemas y enfoques económicos. Algunas medidas poderosas incluyen centrarse en el uso de polímeros obtenidos de fuentes inagotables en lugar de bienes no inagotables como el petróleo, lo que puede disminuir la dependencia de

materiales no razonables, la investigación y el avance del uso de polímeros biodegradables pueden ofrecer una opción más sostenible en contraste con los plásticos normales, disminuyendo su efecto ecológico (Fuentes *et al.*, 2021).

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

En la búsqueda de alternativas sostenibles para la producción de biopolímeros, las cáscaras de frutas como la naranja (*Citrus x sinensis*), la manzana (*Malus domestica*) y el plátano (*Musa x paradisiaca L.*) han surgido como recursos prometedores. Estas cáscaras, tradicionalmente consideradas residuos, ofrecen una serie de ventajas medioambientales y económicas que podrían revolucionar la industria de los polímeros sintéticos.

Las cáscaras de naranja, manzana y plátano son subproductos abundantes de la industria alimentaria. Sólo en la Unión Europea se producen cada año millones de toneladas de residuos de frutas, y un gran porcentaje de ellos son cáscaras (Segura, 2024). Utilizar estos residuos no sólo reduce la cantidad de desechos que van a parar a los vertederos, sino que también proporciona una fuente constante y renovable de materia prima.

Las cáscaras de estos productos orgánicos contienen almidón que pueden actuar sobre las propiedades mecánicas de los materiales compuestos. El almidón es a partir de ahora uno de los componentes no refinados modernos más estimados de principio normal. Esto es debido a que la entrega de diferentes materiales valiosos en la existencia diaria regular puede ser utilizado (PPC, 2023). El almidón presente en las tiras de naranja, manzana y plátano es conocido por su alta resistencia y capacidad para trabajar en la firmeza y robustez de los materiales compuestos.

Al utilizar cáscara de frutas para la producción de biopolímero contribuye a la reducción de la huella de carbono. Las producciones de plásticos tradicionales a menudo dependen de fuentes no renovable como los polímeros sintéticos, cuya producción es intensiva en energía y genera emisiones de gases de efecto invernadero, En cambio, las cáscaras de frutas son biodegradables y, al ser residuos orgánicos, su uso no implica extracción adicional de recursos naturales.

El aprovechamiento de cáscaras de frutas puede reducir significativamente los costos de producción. Al tratarse de subproductos de proceso industriales ya existentes, el costo de adquisición de esta materia prima es mínima. Esto contrasta con los costos asociados a la producción y procesamiento de materiales sintéticos, que son considerablemente más alto. Según (Uniuo, 2022) destaca que es por su baja densidad, resistencia, acabado, durabilidad y versatilidad.



La mejora del biopolímero a partir de cáscara de frutas, es una oportunidad de desarrollo en diferentes campos industriales. Estos nuevos materiales podrían tener aplicaciones en industrias del embalaje, automotriz y construcción y más. Por ejemplo, la industria del embalaje podría beneficiarse de los biopolímeros biodegradables, que ayudarían a reducir el problema mundial de los residuos plásticos.

La unión de depósitos de productos orgánicos en la creación de biopolímeros tiene ventajas ecológicas, pero además monetarias y sociales. El avance en la utilización de estas cáscaras puede dinamizar la formación de nuevas organizaciones y ocupaciones en el campo de la reutilización y la creación razonable. Además, puede apoyar prácticas agrícolas más viables aumentando el valor de los resultados rurales, haciendo un ciclo de creación más incorporado.

## 1.4. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

### 1.4.1. Objetivo General:

- Estudiar los residuos de la cáscara de naranja (*Citrus x sinensis*), manzana (*Malus domestica*) y plátano (*Musa x paradisiaca L.*) como alternativa para la elaboración de biopolímeros.

### 1.4.2. Objetivos Específicos:

- Detallar el proceso de extracción de los almidones de los residuos de las cascaras propuestas.
- Analizar el proceso de producción de biopolímero a partir de los diferentes residuos.
- Explorar posibles aplicaciones industriales para los biopolímeros propuesto, como envases biodegradables.

## 1.5. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos agropecuarios, ambiente, bioseguridad. Pues la temática de la presente investigación es “cáscara de naranja (*citrus x sinensis*), manzana (*Malus domestica*) y plátano (*musa x paradisiaca l.*) Como alternativa para la elaboración de biopolímeros”, el mismo que se encuentra enfocado en la línea de: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y en la sublínea de: seguridad y soberanía alimentaria.

## 2. DESARROLLO

### 2.1. MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1.1. Generalidades

En la actualidad, el plástico es importante para la existencia cotidiana de las personas y el entorno, su avance se ha estudiado durante mucho tiempo debido a las ventajas que tiene, y su aceptabilidad a largo plazo ha permitido la investigación y la mejora constante de su interacción creación y expansión de su artículo (López *et al.*, 2022).

Los plásticos son esos compuestos de sustancias tóxicas, por ejemplo, bifenilos policlorados, diclorodifenil dicloroetano y nonfenoles, que no se disuelven rápidamente en el agua, por lo que se adhieren a los plásticos y se amontonan en ellos. Los estudios han demostrado que algunos peces diminutos, canales y entidades orgánicas que se alimentan de basura ingieren estos plásticos y, por regla general, quedan atrapados en sus tejidos (Luna, 2020).

Las cáscaras de frutas son restos desechados que quedan tras la recolección, el cuidado o el uso humano. Estos depósitos pueden contener cascara, semillas o varios trozos de plantas que no se utilizan directamente para fines alimentarios o actuales. Los almacenes de cáscaras pueden proceder de cosechas agrícolas, viveros, bosques o diversos lugares donde se crean plantas. Estos acopios de cáscaras pueden ser un importante manantial de materia normal y mejoras que, si se aprovechan adecuadamente, pueden reutilizarse y reaprovecharse en diversas aplicaciones, como el avance de abonos, biogás o artículos manufacturados (Izquierdo, 2020).

#### 2.1.2. Características de los residuos cáscaras

- Las cáscaras de fruta están compuestas principalmente de celulosa, hemicelulosa, lignina y almidón, junto con pequeñas cantidades de otros compuestos orgánicos.
- Tienen alto contenido en agua, lo que las hace propensas a la descomposición rápida.
- Contienen nutrientes como antioxidantes, azúcares, y compuestos fenólicos, potasio y calcio, además de vitaminas y minerales.
- Son biodegradables y se desintegran normalmente a largo plazo, aportando nutrientes y materia orgánica al suelo (Ocaña, 2022).

#### 2.1.3. Ventajas de los residuos de las cáscaras

Las cáscaras de fruta ofrecen diversos beneficios cuando se supervisan adecuadamente como residuos orgánicos. Son profundamente biodegradables y ricas en

nutrientes, por lo que resultan ideales para fertilizar el suelo, mejorar su calidad y favorecer el desarrollo de las plantas. Además, las cáscaras pueden utilizarse para producir biogás, lo que contribuye a la era de la energía sostenible y reduce la dependencia de los productos petrolíferos, contribuyendo a la sostenibilidad de la industria alimentaria (Vargas *et al.*, 2019).

#### **2.1.4. Estudio de los residuos de cáscaras propuestos**

Las cascarras propuestas que se van a estudiar son la de naranja, manzana y plátano, la cual se detallara a continuación.

##### **2.1.4.1. Naranja**

La naranja es el producto del naranjo dulce, un árbol que pertenece al género *Citrus* de la familia Rutáceas. El naranjo dulce (*Citrus sinensis*) no debe confundirse con el naranjo amargo (*Citrus aurantium*), desarrollado desde antiguo como árbol ornamental y para adquirir aromas a partir de sus productos naturales. Estos productos orgánicos, llamados hespérides, tienen la identidad de que su pulpa está enmarcada por varias vesículas cargadas de zumo (Miranda, 2021).

Es originario del sureste de China y el norte de Birmania, a pesar de que se conoce en la región mediterránea desde hace unos 3 000 años. Desde su lugar de origen, el naranjo se extendió a Japón y a lo largo de la India llegó a Occidente, a través de la ruta de la seda.

##### **2.1.4.2. Cáscara de naranja**

La cascara de naranja, rica en celulosa, hemicelulosa, almidón, pectina y aceites naturales, ofrece una estructura alucinante que puede utilizarse en la producción de biopolímeros. La celulosa, en concreto, proporciona una naturaleza inflexible y resistencia mecánica, mientras que los aceites rejuvenecedores pueden presentar propiedades antimicrobianas. Las investigaciones han demostrado que la tira de naranja (*Citrus x sinensis*) puede utilizarse como soporte en polímeros, aprovechando sus propiedades mecánicas y cálidas (Ortiz *et al.*, 2023).

##### **2.1.4.3. Manzana**

La manzana doméstica común corresponde al género *Malus* que pertenece a la subfamilia *Maloidae* de la familia *Rosaceae*, es una fruta que goza de una larga historia y se le ha relacionado con la buena salud. Su cultivo es tan antiguo como la humanidad, siendo el manzano el árbol frutal más importante a nivel mundial (Araujo, 2021).

El manzano es uno de los principales árboles desarrollados por el hombre, se remonta al siglo X; su punto de partida es Asia y Kazajstán, fue introducido en Europa por los romanos y traído a América por los ingleses en el siglo XVII. En el siglo XIX, el manzano se estableció plenamente en América. El manzano es una de las especies de productos orgánicos dulces más adecuadas del planeta, principalmente por su sencillez de adaptación a diversos climas y suelos.

#### **2.1.4.4. Cáscara de manzana**

La cáscara de manzana contiene una alta concentración de pectina, almidón, celulosa y compuestos fenólicos (Sputnik, 2022). La pectina no sólo actúa como gelificante en la industria alimentaria, sino que también puede servir de matriz en el procesado de biopolímeros, debido a sus propiedades adhesivas. La celulosa proporciona la estructura y los compuestos fenólicos ofrecen resistencia a la degradación.

#### **2.1.4.5. Plátano**

El plátano es una planta *herbácea monocotiledónea* de la familia de las *musáceas*, originaria del sudeste asiático, y se considera el cuarto producto más importante del planeta, ya que es un alimento básico y un artículo de primera necesidad, fuente de trabajo y remuneración en numerosas naciones tropicales y subtropicales (DANE, 2014).

Finalmente llegó al Caribe y a América Latina, poco después del descubrimiento del continente. En Sudamérica se encontró en Bolivia y la mayor parte en Brasil.

#### **2.1.4.6. Cáscara de plátano**

La cáscara de plátano es rica en almidón, celulosa, hemicelulosa y lignina. El almidón actúa como un biopolímero que puede modificarse para crear plásticos biodegradables. La lignina contribuye a la resistencia al agua y a la estabilidad térmica. La cáscara de plátano, por su composición, puede transformarse en biopolímero con aplicaciones en envases y productos de consumo (García *et al.*, 2021).

#### **2.1.5. Almidón**

El almidón es uno de los principales productos naturales de la industria alimentaria. Se puede encontrar en diversos tejidos botánicos, como frutos, semillas, hojas y tubérculos. Además, posee características físicas y químicas que lo convierten en una partícula interesante en diversos ámbitos de aplicación (Castillo *et al.*, 2022).

### 2.1.5.1. Historia del almidón

El almidón se utiliza desde hace mucho tiempo. Los registros de su uso como adhesivo en papiros egipcios se remontan al año 3 500 a.C. Los antiguos griegos hacían una especie de pan llamado "*amylon*" (hecho de grano sin moler y agua), que dio lugar al término "almidón" (Poltee, 2023).

Durante la década de 1920, los científicos descubrieron que determinados almidones tenían propiedades de expansivas, lo que los hacía satisfactorios para su uso en la industria alimentaria. De inmediato, el almidón se extraía a mano aplastando o aplastando tubérculos o semillas que contenían almidón. La industrialización impulsó el avance de otros ciclos eficaces de extracción y descontaminación del almidón, que trabajaron en su rendimiento y calidad.

### 2.1.5.2. Estructura del almidón

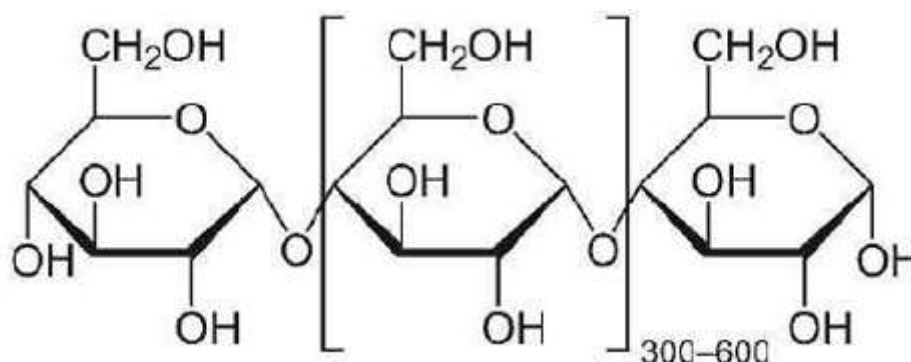
El almidón es una combinación de los polisacáridos amilosa y amilopectina, cuyo grado difiere según el tipo de almidón y su punto de partida.

### 2.1.5.3. Amilosa

- Las cadenas de amilosa utilizan disposiciones helicoidales, con seis monómeros de glucosa por vuelta helicoidal (Bordas, 2022).
- Del 25% al 30% de todo el almidón es amilosa.

La figura 1 muestra la estructura de la amilosa que está formada por cadenas lineales que contienen cientos o miles de moléculas de glucosa unidas por enlaces glucosídicos  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4).

**Figura 1.**



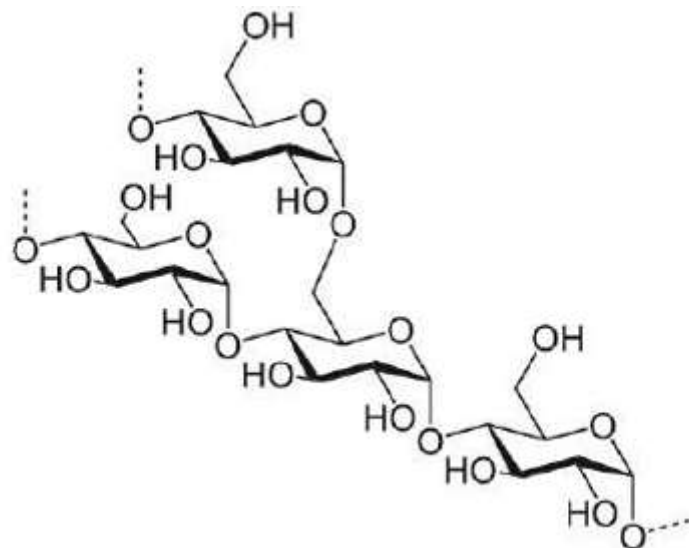
**Figura 1:** Estructura de la amilosa (León et al., 2020).

#### 2.1.5.4. Amilopectina

- Representa el 70% al 80% del almidón que queda.
- La amilopectina contiene entre 2.000 y 200.000 unidades de glucosa por molécula, lo que le confiere un peso molecular muy elevado (Bordas, 2022).

La figura 2 muestra la estructura de la amilopectina. Está formada por moléculas de glucosa que son cadenas ramificadas, con unos 12 monómeros que tienen enlaces glicosídicos  $\alpha$ -(1→4) y enlaces glicosídicos  $\alpha$ -(1→6) en los puntos de ramificación.

**Figura 2.**



**Figura 2:** Estructura de la amilopectina (León *et al.*, 2020).

#### 2.1.6. Método de extracción del almidón

Entre las técnicas empleadas en la extracción del almidón se encuentra el método por vía húmeda y el método por vía seca. Dado que el almidón es tan importante para la industria, existe una demanda creciente de métodos que proporcionen mayores rendimientos de extracción y den lugar a productos de calidad superior (León *et al.*, 2020).

#### 2.1.7. Proceso de extracción del almidón

##### 2.1.7.1. Extracción por vía húmeda

- **Selección y limpieza del material:** el material como vegetal (granos o tubérculos) y frutas (naranja, manzana, plátano, etc.), se selecciona y limpia para eliminar impurezas, suciedad y residuos.



- **Maceración:** el material limpio se sumerge en agua durante 24 horas para ablandar las estructuras celulares y facilitar la liberación del almidón.
- **Molienda húmeda:** el material macerado se muele en presencia de agua. Este proceso libera el almidón de las células vegetales y forma una suspensión de almidón y otros componentes.
- **Tamizado y separación:** la suspensión resultante se pasa por una serie de tamices para separar el almidón de las fibras y otros sólidos gruesos.
- **Vaciado y centrifugado:** el almidón en suspensión se expone a ciclos de vaciado o centrifugado potencial para aislar el almidón del agua y otras partes disolventes. Este paso puede repetirse varias veces para aumentar la inmaculabilidad del almidón.
- **Lavado:** el almidón separado se lava varias veces con agua para eliminar las impurezas y otros solubles. Este proceso mejora la pureza del almidón final.
- **Secado:** el almidón lavado se seca para disminuir su contenido de humedad y trabajar con capacidad y transporte. Para ello pueden utilizarse secadores de aire caliente o de vacío.
- **Pulverización:** el almidón seco puede pulverizarse para obtener el tamaño de partícula deseado (Maza *et al.*, 2021).

#### 2.1.7.2. Extracción por vía seca

- **Selección y limpieza del material:** el material vegetal (granos o tubérculos) y frutas (naranja, manzana, plátano, etc.), se selecciona y se limpia para eliminar impurezas, tierra y residuos.
- **Secado:** el material seleccionado se seca para reducir su contenido de humedad. Esta etapa es crucial, ya que la baja humedad facilita la separación del almidón.
- **Trituración:** el material seco se tritura para romper las células que contienen almidón y facilitar su liberación.
- **Separación del almidón:** el material molido pasa por una progresión de tamices para aislar el almidón de diferentes partes como filamentos, proteínas y cáscaras. Durante esta etapa, se utilizan vibraciones y flujos de aire para trabajar con la división.
- **Recogida del almidón:** el almidón separado se recoge y se almacena en condiciones secas para evitar la absorción de humedad (Mina, 2019).

### 2.1.8. Residuo con mejor calidad de extracción

La tabla 1 muestra los diferentes residuos de cáscaras de naranja, manzana y plátano, con los diferentes métodos de extracción y su característica, ya sea por vía húmeda o seca.

**Tabla 1**

*Residuos con diferente método de extracción y característica.*

<b>Residuo</b>	<b>de</b>	<b>Método de</b>	<b>Referencia</b>	<b>Característica</b>
<b>cascara</b>	<b>de</b>	<b>extracción</b>		
<b>Cascara de naranja</b>	<b>de</b>	Vía húmeda	(Umba, 2021)	Aunque lleva más tiempo y no produce un alto contenido de almidón, este método consume más energía.
<b>Cascara de manzana</b>	<b>de</b>	Vía húmeda	(Tiradon <i>et al.</i> , 2016)	El almidón de extraído por vía húmeda posee características propias lo que diferencian de otros tipos de almidón, tanto por su estructura física como por sus propiedades funcionales.
<b>Cascara de plátano</b>	<b>de</b>	Vía húmeda	(Pozo, 2019)	El rendimiento del almidón obtenido por vía húmeda suele ser superior al obtenido por vía seca. Lo permite la liberación total del almidón retenido en las células vegetales.

El estudio de Umba (2021), se dice que el almidón de naranja húmedo tiene baja retrogradación, lo que significa que los geles formados tienden a perder su firmeza después de ser calentados y enfriados. Además, el almidón de naranja húmedo tiene buena solubilidad en agua fría y caliente.

El estudio de Tirado *et al.*, (2016), se caracterizo que el extraido de almidon por via humeda no posee las mismas caracterisitcas que el metodo de via seca, pero uno de las ventajas al extraer es que se equiere menos energía para el secado y la molienda, lo que reduce los costes de explotación y la huella de carbono. De las manzanas se obtiene un mayor porcentaje de almidón puro, lo que aumenta la rentabilidad del proceso.

En el estudio realizado por Pozo (2019), se presento que el almidón de plátano se extrajo por el método humedo, se obtuvo un porcentaje mayor que el rendimiento porcentual obtenido por el método seco. Sin embargo, el almidón de plátano por via seca tiene una mayor capacidad de retrogradación, lo que significa que los geles formados tienden a volver a resolidificarse después de calentarse y enfriarse. El almidón de plátano seco también tiene mayor solubilidad en agua fría que el almidón de plátano húmedo.

### **2.1.9. Elaboracion del biopolimero con el almidon**

A continuación, se describe el proceso por el que se utiliza el almidón de las cáscaras de naranja, manzana y plátano para desarrollar el biopolímero:

1. Se receta la materia prima, que se toma de los residuos que las empresas desechan y no saben para qué más se pueden utilizar.
2. Se limpia la materia prima con hipoclorito para eliminar las impurezas que pueda tener adheridas; también se eliminan las partículas con un cuchillo.
3. Se pesa la primera materia prima, por ejemplo 100 gramos de cáscara de naranja, manzana y plátano. Además, se toma una medida de agua, que equivale a 600mL, mediante un vaso de precipitación.
4. Introduce en la batidora los cuatro elementos mencionados en el paso anterior. Se debe tener en cuenta que la temperatura del producto debe estar a temperatura ambiente.
5. Se activa la máquina una vez que se han mezclado las cuatro sustancias y se ha creado una masa homogénea.
6. Para medir 600 mL de la solución, se añade la mezcla en un vaso de precipitados.
7. Con un tamiz de 1 mm se filtra la mezcla para eliminar los residuos sólidos que puedan afectar al proceso. Con este tamizado se obtiene una mezcla más gruesa.
8. La mezcla cremosa se filtra una vez más con un paño para eliminar el exceso de agua del sustrato.
9. La mezcla final se deja reposar.
10. En una olla se pesan 30 gramos de almidón (previamente pesado), 5 mL de vinagre blanco y 5 mL de glicerina. En una estufa, estos ingredientes deben calentarse a 80°C y mezclarse durante unos treinta minutos hasta crear una mezcla suave y homogénea.
11. Cuando tenga las dos combinaciones, se pone de nuevo en la batidora y mézclelas hasta que todas las fijaciones estén muy consolidadas.

12. La mezcla terminada se extiende en una bandeja cubierta con papel de aluminio para obtener el biopolímero (Umba, 2021).

### 2.1.10. Aplicaciones industriales para los biopolímeros

En la tabla 2 se puede observar la aplicación del biopolímero en los diferentes tipos de industrias, ya sea en la industria alimentaria, farmacéutica, textil, cosméticos, etc. Su aplicación en diversas industrias está en expansión debido a sus propiedades favorables y su menor impacto ambiental.

**Tabla 2**

*Aplicaciones industriales.*

<b>Tipo de industria</b>	<b>Referencia</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Industria alimentaria</b>	(Granados, 2021)	Aplicaciones de los biopolímeros en la fabricación de envases alimentarios.
<b>Agro industrial</b>	(Cornejo et al., 2020)	Biopolímeros para uso agroindustrial: Alternativa sostenible para la producción de una película termoplástica biodegradable de almidón.
<b>Ingeniería textil</b>	(Arciniegas et al., 2021)	Aplicación de la biomasa y los biopolímeros en la industria textil
<b>Industria farmacéutica</b>	(Umatambo, 2022)	Aplicaciones farmacéuticas y cosméticas del biopolímero de lignina obtenido a partir de residuos vegetales.
<b>Industria alimentaria</b>	(Urgilés, 2021)	Obtención de un biopolímero a partir de melloco ( <i>Ullucus tuberosus</i> ) para su uso como envase alimentario.

El estudio de Granados (2021), incluye información de estudios y laboratorios sobre los entornos de los biopolímeros y sus diversas aplicaciones. La aplicación más importante es en el desarrollo de envases alimentarios, donde los biopolímeros permiten envases biodegradables con atmósferas modificadas, lo que aumenta la vida útil de frutas y verduras frescas manteniendo sus características de aroma, color y frescura.

El estudio de Cornejo *et al.*, (2020), propone crear una forma más sostenible de producir bioplásticos para su uso en zonas agroindustriales utilizando almidón, alterando sus estructuras moleculares mediante procesos térmicos y químicos para producir un almidón termoplástico que pueda moldearse en una película biodegradable y mezclarse como biocompuesto para reducir la contaminación del plástico habitual.

Arciniegas *et al.*, (2021), con el fin de producir textiles utilizando materiales reciclados procedentes de actividades humanas como la ganadería, la industria maderera y las ocupaciones domésticas, que producen biomasa, se han llevado a cabo intensas investigaciones sobre la aplicación de recursos biodegradables, como la biomasa y los biopolímeros, en la industria textil y en la industria de la moda en general.

Por otro lado, Umatambo (2022), estudia el biopolímero lignina, que se obtiene de residuos vegetales, para su uso en aplicaciones farmacéuticas y cosméticas. Para ello, se analizan y comparan los resultados de diversos estudios que abordan el uso y las bioactividades del biopolímero. Debido a su estructura química, abundancia, bajo coste y baja toxicidad, la lignina, este biopolímero el más abundante de la Tierra, tiene muchas aplicaciones.

El caso de Urgilés (2021), objetivo del estudio era obtener un biopolímero. Los biopolímeros se obtuvieron utilizando almidón extraído con plastificante y aditivos. Se utilizó un diseño experimental para realizar pruebas preliminares mediante el método de colada; se eligieron cuatro biopolímeros con propiedades físicas superiores para las pruebas de biodegradación.

## 2.2. MARCO METODOLÓGICO

El presente documento es la base del componente práctico que se ejecutó para la recopilación de todo tipo de información a modo de investigación bibliográfica, en las diversas fuentes de información como páginas web, tesis, artículos científicos, libros y documentaciones disponibles en las plataformas digitales.

La información conseguida fue desarrollada mediante la técnica de lectura crítica, análisis, síntesis y resumen, con el único propósito de responder la investigación específica en los objetivos del estudio propuesto, que lleva por temática “Cascara de naranja (*Citrus x sinensis*), manzana (*Malus domestica*) y plátano (*Musa x paradisiaca L.*) como alternativa para la elaboración de biopolímeros” Destacando de esta manera su importancia y fundamentos generales para el consentimiento académico y social del lector.

## **2.3. RESULTADOS**

### **Resultados de objetivo específico 1**

La cáscara de manzana parece ser el residuo con un contenido medio, especialmente cuando se utiliza la extracción en húmedo o en seco. Este método produce un rendimiento estable en un tiempo relativamente corto, puede llevarse a cabo a temperatura ambiente o ligeramente elevada, lo que reduce los costes energéticos en comparación con otros métodos de extracción.

Por otro lado, aunque la cáscara de naranja contiene almidón, es menos eficaz con los métodos húmedo y seco, ya que requiere más tiempo y energía. La cáscara de plátano también es una fuente abundante de almidón, y el método de extracción por vía húmeda permite la liberación total del almidón retenido en las células vegetales, obteniéndose una mayor cantidad.

Hay que tener en cuenta que dependerá del procedimiento utilizado para extracción.

### **Resultado del objetivo específico 2**

La producción de biopolímeros a partir de cáscaras de frutas ofrece grandes oportunidades para el desarrollo de materiales sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. Los plásticos tradicionales derivados del petróleo, responsables de la contaminación y la acumulación de residuos, pueden ser sustituidos por estos biopolímeros. La creciente demanda de materiales sostenibles y las políticas gubernamentales de apoyo a la economía circular deberían llevar al mercado de los biopolímeros producidos a partir de residuos de cáscaras de frutas a expandirse rápidamente en los próximos años.

### **Resultado del objetivo específico 3**

La cáscara de plátano es el residuo más utilizado en aplicaciones industriales de almidón debido a su versatilidad y alto contenido de esta sustancia. El almidón extraído de la cáscara de plátano se utiliza ampliamente en la industria alimentaria como agente espesante y estabilizador. El almidón de cáscara de plátano puede utilizarse para mejorar la textura y consistencia de alimentos como salsas, sopas, postres y productos horneados, ya que puede formar geles y emulsiones. Además, es una alternativa sostenible y natural a los espesantes artificiales utilizados en los alimentos procesados.

## 2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El método por vía seca tarda 30 minutos en extraer el almidón, mientras que el método húmedo puede tardar entre 24 y 34 horas. Pero como los dos métodos tienen características diferentes, el tiempo de extracción dependerá de la elección de la empresa. Las investigaciones de Mina (2019), demuestran que el método de extracción por vía húmeda tiene resultado satisfactorios.

Como menciona León *et al.*, (2020), un alto contenido de glucosa es importante en el almidón porque determina su capacidad para formar amilosa y amilopectina, una propiedad muy valorada en la industria porque constituyen el almidón. Además, un alto contenido de almidón es beneficioso debido a la gran demanda de uso de biopolímeros. En este contexto, el método húmedo destaca por ofrecer una mayor calidad y rendimiento en la extracción del almidón, lo que parece compensar el mayor tiempo de extracción que implica este método.

En su artículo Maza *et al.*, (2021), describe que el almidón es un componente que se obtiene de cereales, frutas, leguminosas, principalmente tubérculos, que consiste en una mezcla compleja de amilosa y amilopectina, siendo ambos su principal componente, es ampliamente utilizado en la industria alimentaria como espesante, emulsionante, aglutinante, gracias a sus propiedades gelificantes que lo hacen ideal para la producción de gelatinas, geles, gelatinas, gomas y para la producción de biopolímeros, entre otros.



### **3. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN**

#### **3.1. CONCLUSIÓN**

Esta revisión bibliográfica hace hincapié en el biopolímero como recurso útil y sostenible en diversas industrias, y anima a seguir investigando para maximizar su potencial. A pesar de las limitaciones del proceso de investigación, se han alcanzado todos los objetivos y se han extraído las siguientes conclusiones:

El desarrollo de biopolímeros a partir del almidón de cáscaras de frutas como naranjas, manzanas y plátanos representa un importante paso adelante en la búsqueda de alternativas sostenibles a los plásticos convencionales. La cáscara de plátano también es una fuente viable de almidón, especialmente con la extracción por vía húmeda, que se destaca por su eficiencia económica.

Por último, los biopolímeros fabricados a partir del almidón de las cáscaras de fruta tienen buenas propiedades mecánicas y térmicas, por lo que pueden utilizarse en diversas aplicaciones industriales, como la fabricación de envases y materiales de embalaje. Funcionan bien para muchas aplicaciones y mejoran continuamente gracias a la investigación y el desarrollo en curso.

### **3.2. RECOMENDACIÓN**

Descubrir nuevas fuentes de residuos vegetales y mejorar los métodos de extracción, deben realizarse investigaciones adicionales. Esto permitirá optimizar más los procesos y ampliar la variedad de materias primas utilizadas.

Dado la importancia del creciente interés en prácticas sostenibles, se sugiere un enfoque particular en la sostenibilidad ambiental en la producción del almidón. La implementación de procesos ecoamigables y la utilización de residuos agrícolas contribuirán a la ecoeficiencia y la responsabilidad ambiental.

Realizar investigaciones y pruebas en entornos industriales reales para demostrar que el almidón extraído es viable en la industria. Esto proporcionará información útil sobre la eficacia y adaptabilidad del biopolímero a aplicaciones industriales concretas.

Considerando el creciente interés por las prácticas sostenibles, se sugiere prestar especial atención a la sostenibilidad medioambiental en la producción de biopolímeros. La aplicación de procesos respetuosos con el medio ambiente y la utilización de residuos de cáscaras de frutas contribuirán a la ecoeficiencia y la responsabilidad medioambiental.

## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. REFERENCIAS

- Araujo, D. (2021). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA*. Obtenido de FENOLOGIA FLORAL, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO EN “HONEYCRISP” CON DIFERENTES PORTAINJERTOS DE MANZANO [*Malus sylvestris* (L.) var. domestica (Borkh) Mansf)] : <http://repositorio.uach.mx/415/1/Tesis.pdf>
- Arciniegas, J., & Castro, A. (2021). *ResearchGate*. Obtenido de Aplicación de la biomasa y los biopolímeros en la industria textil: [https://www.researchgate.net/publication/351986702\\_Aplicacion\\_de\\_biomosas\\_y\\_biopolimeros\\_en\\_la\\_industria\\_textil](https://www.researchgate.net/publication/351986702_Aplicacion_de_biomosas_y_biopolimeros_en_la_industria_textil)
- Bordas, J. (2022). *jordibordas*. Obtenido de La estructura molecular de los almidones: <https://jordibordas.com/blog/la-estructura-molecular-de-los-almidones/>
- Castillo, A., Martínez, H., Gómez, O., Posada, C., Londoño, S., & Rodríguez, M. (2022). *CienciaUNAM*. Obtenido de El don del almidón: la partícula espesante: <https://ciencia.unam.mx/leer/1262/el-don-del-almidon-la-particula-espesante>
- Cornejo, G., Marinero, E., & Funes, C. (2020). *AmeliCa*. Obtenido de Biopolímeros para uso agro industrial: Alternativa sostenible para la elaboración de una película de almidón termo plástico biodegradable: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/394/3941758005/3941758005.pdf>
- DANE. (2014). Obtenido de Condiciones agroecológicas para el cultivo: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos\\_factores\\_de\\_produccion\\_abr\\_2014.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_abr_2014.pdf)
- FAO. (2022). Obtenido de Hacer frente a la pérdida y el desperdicio de alimentos: una oportunidad de ganar por partida triple: <https://www.fao.org/newsroom/detail/FAO-UNEP-agriculture-environment-food-loss-waste-day-2022/es>
- Fuentes, N., Jiménez, K., Otero, R., & Uzuriaga, W. (2021). Obtenido de APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RESIDUOS POLIMÉRICOS COMO AGREGADOS DEL CONCRETO: UNA REVISIÓN: <https://www.redalyc.org/journal/339/33968022002/html/>
- García, C., & Sánchez, F. (2021). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ*. Obtenido de USO DE LOS RESIDUOS DE LA CÁSCARA DE BANANO (*Musa paradisiaca*), PARA LA ELABORACIÓN DE MATERIAL PLÁSTICO

BIODEGRADABLE,

ESPAM

MFL:

<https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1429/1/TTMA21D.pdf>

Granados, J. (2021). *Tesis PUCP*. Obtenido de Aplicaciones de biopolímeros en la fabricación de empaques para alimentos :

[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/21314/GRANADOS\\_REGALADO\\_JAHAIRA\\_PILAR\\_APLICACIONES\\_BIOPOLIMEROS\\_FABRICACION.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/21314/GRANADOS_REGALADO_JAHAIRA_PILAR_APLICACIONES_BIOPOLIMEROS_FABRICACION.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Hague, V., & Guilherme, A. (2023). *SciElo Brazil*. Obtenido de Método de mezcla en caliente para la fabricación de ladrillos de arena y polímero.:

<https://www.scielo.br/j/riem/a/mm477mZCvMbmdHDxD9PMYXk/?lang=en>

Izquierdo, M. (2020). *natuyser*. Obtenido de RECICLAJE DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y VEGETALES: <https://natuyser.es/blog/reciclaje-de-residuos-organicos-y-vegetales>

León, G., León, D., Monroy, M., De La Espriella, S., & Herrera, A. (2020). *REVISTA AVFT*. Obtenido de Modificación química de almidones mediante reacciones de esterificación y su potencial uso en la industria cosmética :

[https://www.revistaavft.com/images/revistas/2020/avft\\_5\\_2020/17\\_modificacion.pdf](https://www.revistaavft.com/images/revistas/2020/avft_5_2020/17_modificacion.pdf)

Leyva, N., & Yupanqui, R. (2024). *SciElo*. Obtenido de Conciencia Ambiental: Empoderando cambios mediante la Alfabetización.:

[http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-87522024000100108&lang=es](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-87522024000100108&lang=es)

López, Y., Mefleh, H., & Puerchambud, S. (2022). *CEI*. Obtenido de Obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá, fuente para la elaboración de plástico biodegradable:

<https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/3018>

Luna, Á. (2020). *La era del plástico*. Guadalmezán.

Maza, J., Santiana, C., Flores, L., & Bonilla, M. (2021). *Dialnet*. Obtenido de Obtención de almidón de maíz chulpi (*Zea Mays Amylosaccharata*):

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8229731.pdf>

Mina, C. (2019). *UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA*. Obtenido de Diseño conceptual de un proceso de producción de almidón de yuca amazónica (*Manihot esculenta*):

<https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/721/1/T.AGROIN.B.UEA.0088.pdf>

f

- Miranda, D. (2021). *AGROSAVIA*. Obtenido de Manual de recomendaciones técnicas para su:  
[https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36826/Ver\\_documento\\_36826.pdf?sequence=4](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36826/Ver_documento_36826.pdf?sequence=4)
- Ocaña, S. (2022). *Diseño de una planta de tratamiento de compostaje en pilas estáticas por aireación forzada para la gestión de residuos sólidos orgánicos en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16317>
- Ortiz, R., Araujo, J., Centeno, G., & Sansores, M. (2023). *CiCY*. Obtenido de Las cáscaras de naranja: ¿Desechos de la agricultura o o riqueza farmaceutica?:  
[https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2023/2023-08-17-ROrtiz-Las-cascaras-de-naranja.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2023/2023-08-17-ROrtiz-Las-cascaras-de-naranja.pdf)
- Pelayo, J., & Zárate, J. (2022). *Universidad de America*. Obtenido de Desarrollo de un coagulante a partir de la cáscara de banano para el tratamiento de aguas residuales:  
<http://52.0.229.99/handle/20.500.11839/9058>
- Poltee*. (2023). Obtenido de Los almidones expansivos: desde la antigüedad hasta nuestros días:  
<https://www.poltecsas.com/post/los-almidones-expansivos-desde-la-antig%C3%BCedad-hasta-nuestros-d%C3%ADas>
- Posada, J., & Monte, E. (2022). *Dialnet*. Obtenido de Revisión: materiales poliméricos biodegradables y su aplicación en diferentes sectores industriales:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8905948>
- Pozo, L. (2019). *DSpace*. Obtenido de Extracción y caracterización del almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) producido en el sector Untal, parroquia El Chical, y su potencial uso como aditivo en la elaboración de pan blanco:  
<http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/869>
- PPC*. (2023). Obtenido de Celulosa: composición, propiedades, ocurrencia y aplicaciones.:  
<https://www.products.pcc.eu/es/blog/celulosa-composicion-propiedades-ocurrencia-y-aplicaciones/>
- Segura, M. (2024). *SIRSE*. Obtenido de Nuevas normas de la Unión Europea en apoyo de la economía circular.: <https://sirse.info/nuevas-normas-de-la-union-europea-en-apoyo-de-la-economia-circular/>

- Sputnik*. (2022). Obtenido de Las manzanas: sus principales propiedades, vitaminas y micronutrientes.: <https://latamnews.lat/20221108/las-manzanas-sus-principales-propiedades-vitaminas-y-micronutrientes-1132232061.html>
- Tirado, J., Zamudio, P., Ornelas, J., & Rios, C. (2016). *ResearchGate*. Obtenido de EFECTO DEL MÉTODO DE AISLAMIENTO Y EL ESTADO DE MADUREZ EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, ESTRUCTURALES Y REOLÓGICAS DE ALMIDÓN DE MANZANA: [https://www.researchgate.net/publication/305767134\\_EFECTO\\_DEL\\_METODO\\_DE\\_AISLAMIENTO\\_Y\\_EL\\_ESTADO\\_DE\\_MADUREZ\\_EN\\_LAS\\_PROPIEDADES\\_FISICOQUIMICAS\\_ESTRUCTURALES\\_Y\\_REOLOGICAS\\_DE\\_ALMIDON\\_DE\\_MANZANA](https://www.researchgate.net/publication/305767134_EFECTO_DEL_METODO_DE_AISLAMIENTO_Y_EL_ESTADO_DE_MADUREZ_EN_LAS_PROPIEDADES_FISICOQUIMICAS_ESTRUCTURALES_Y_REOLOGICAS_DE_ALMIDON_DE_MANZANA)
- Tsai, M., & Miravete de Marco, A. (2021). *Diseño y Analisis de Materiales Compuestos*. REVERTÉ S.A.
- Umatambo, A. (2022). *Universidad Central del Ecuador*. Obtenido de Aplicaciones farmacéuticas y cosméticas del biopolímero de lignina obtenido a partir de residuos vegetales.: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/c0d179bc-fa34-4825-b9d6-5c5f8e1e60de>
- Umba, Y. (2021). *Universidad Católica de Colombia*. Obtenido de Desarrollo de un plan de negocio para la fabricación de bolsas biodegradables creadas con residuo de almidón de cascara de naranja: <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/93d86c38-9b70-4e92-9f0f-f796ba73ab32>
- Uniuso*. (2022). Obtenido de Polímero sintético: <https://www.uniuso.com/blog/glosario/polimero-sintetico/>
- Urgilés, R. (2021). *ESPOCH*. Obtenido de Obtención de un biopolímero a partir de melloco (*Ullucus tuberosus*) para su uso como envase alimentario.: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16926>
- Vargas, M., Figueroa, H., Tamayo, j., & Toledo, V. (2019). Obtenido de Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos: [https://www.researchgate.net/publication/332896317\\_Aprovechamiento\\_de\\_cascara\\_s\\_de\\_frutas\\_analisis\\_nutricional\\_y\\_compuestos\\_bioactivos](https://www.researchgate.net/publication/332896317_Aprovechamiento_de_cascara_s_de_frutas_analisis_nutricional_y_compuestos_bioactivos)
- Velasteguí, P. (2018). *Conciencia Digital*. Obtenido de Efecto de la contaminación ambiental en la flora y fauna en el cantón La Maná.:

<https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/947>

Zambrano, C., Latorre, G., & Carrillo, B. (2022). *Diainet*. Obtenido de Materiales Poliméricos y el impacto ambiental: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9042528>

## 4.2. ANEXOS



**Figura 1:** Cascara procesada



**Figura 2:** Bioplástico de almidón formado





**Figura 3:** Equipo de extracción de almidón



**Figura 4:** Base de dato de SciElo

# Google Académico

Cualquier idioma  Buscar solo páginas en español

**A hombros de gigantes**

**Figura 5:** Base de dato de google académico