



2023/05/09

# Aprovechamiento de los residuos de yuca (*Manihot esculenta*) como materia prima para la obtención de Bioplásticos

Seminario de Titulación I/II/III



**Nayeli Gladys Mamallacta Grefa**  
UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA  
IKIAM

## Contenido

1. Antecedentes	2
2. Planteamiento del problema a investigar	4
3. Justificación de la investigación (máx. 350 palabras)	5
4. Preguntas de investigación	5
5. Hipótesis	5
6. Objetivos de la investigación	6
6.1 General	6
6.2. Específicos	6
7. Métodos	6
8. Cronograma de actividades (basado en el marco lógico)	10
9. Presupuesto referencial	10
10. Referencias bibliográficas (Formato PLOS One).	10

---

## 1. Antecedentes

La producción mundial anual de productos plásticos solo en 2021 fue de alrededor de 390 millones de toneladas (PlasticEurope, 2022). Los plásticos convencionales han generado preocupaciones globales sobre su amplia distribución, se estima que su degradación tarda alrededor de 500 a 1000 años, por lo tanto, genera consecuencias ambientales asociadas (Castillo et al, 2015; Li et al, 2018). Por ende, la sustitución de los plásticos de fuentes de petróleo por biopolímeros totalmente degradables obtenidos a partir de la biomasa residual del sector agrícola sería una solución mucho más completa para los diferentes problemas ambientales que se han presentado hasta la actualidad (ECOEMBES,2008).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) señala que cada año se pierden o desperdician alrededor de 1300 millones de toneladas de alimentos en todo el mundo (Tsang et al, 2019). Las materias primas utilizadas para la producción de bioplásticos provienen principalmente de la biomasa residual del sector agrícola, como los residuos ricos en carbohidratos, azúcares y biomasa lignocelulósica (Riera y Palma, 2018). De esta manera, el almidón es considerado una de las principales materias primas para la producción de biopolímeros debido a su alta disponibilidad, bajo costo, carácter renovable, biodegradabilidad y competitividad económica en relación al petróleo (Chariguamán, 2015)

El estudio de Chinchayhuara y Quispe (2018), en su investigación “Elaboración de bioplásticos con residuos orgánicos a base de cáscara de plátano y mango para reducir la contaminación por el uso de plástico sintético en Trujillo” llevaron a cabo una investigación tipo aplicada con un estudio experimental, como resultados obtuvieron que la biodegradabilidad de la cáscara de plátano fue de 0,009g mientras que el de cáscara de mango fue de 0,001 g llegando a la conclusión de que los bioplásticos a base de residuos orgánicos reduce un 80% de la contaminación de los plásticos convencionales (Chinchayhuara & Quispe, 2018).

De igual modo Meza (2016) realizó el trabajo “Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio” con el objetivo de elaborar un bioplástico a nivel de laboratorio a partir de residuos de *Solanum tuberosum ssp. tuberosum* var ‘Yungay’ y evaluar su degradabilidad tomando como referencia la Norma ISO 17556:2012. La investigación se llevó a cabo en tres etapas: Extracción del almidón, elaboración del bioplástico y ensayo de biodegradabilidad del biopolímero. Para la primera etapa se realizó por el método de decantación con algunas variantes estas, son la adición de metabisulfito de sodio (MB) como antioxidante y la temperatura a 150 °C. En la segunda etapa se utilizó el método basado en la hidrólisis

química con la adición de plastificantes como el agua y el glicerol, a continuación, evaluaron las características físicas y mecánicas de los bioplásticos. En la última etapa se utilizó el compost como medio de degradación, polietileno como control negativo, celulosa como control positivo y el bioplástico a analizar. Los resultados que obtuvieron fue que el bioplástico alcanzó 64,21% seguido de la celulosa con 63,51% mientras que el polietileno obtuvo 6,95% y finalmente el blanco obtuvo 0,83%. Entre la conclusión se halló que la biodegradabilidad aeróbica tomando como referencia la Norma ISO 17556:2012 la cual manifiesta que el bioplástico que elaboraron presenta un alto nivel de biodegradación alcanzado un valor de 64.21% en 92 días (Meza, 2016).

Por otro lado, Cedeño y Zambrano (2021) en su investigación “Diseño de una línea de producción para la obtención de bioplásticos aprovechando los residuos de café a escala industrial en la ciudad de Quevedo” resalta el bioplástico como una alternativa para mitigar la contaminación ambiental. Se emplea el método de la hidrólisis alcalina y ácida para la extracción de la celulosa obtenida a partir de los residuos del café además fueron mezclados con diferentes plastificantes tales como: glicerina, Alcohol polivinílico (PVA) y alginato de sodio. En efecto, las láminas de bioplásticos fueron sometidas a diferentes pruebas como humedad, pH, espesor, densidad y biodegradabilidad. Además, los investigadores recomiendan utilizar el método del hidrólisis alcalina debido a que de esa manera se obtendría la materia prima de origen vegetal sin impurezas y se desarrollaría a bajar temperaturas, tomando en cuenta que para la elaboración del biopolímero se debe trabajar a temperaturas que no sobrepasen los 100°C para así evitar la formación de burbujas para que las láminas de bioplásticos no sufran fisuras fácilmente (Cedeño & Zambrano, 2021).

Del mismo modo, Rodríguez et al. (2022) en su investigación “Extracción de pectina a partir del hidrólisis ácida del cacao (*Theobroma Cacao L.*) y su aplicación en la obtención de biopelículas” resaltan que el procesamiento de los residuos es una tendencia ambiental importante que toda agroindustria debe llevar a cabo para la obtención de diversos subproductos con un alto valor monetario contribuyendo así a la disminución de los problemas ambientales. En cuanto a la metodología, las cáscaras de cacao fueron lavadas con agua y desinfectadas con hipoclorito de sodio al 2%, luego pasaron a triturar las cáscaras deshidratadas; por consiguiente, para los ensayos de hidrólisis ácida los autores evaluaron dos factores de estudio: ácido (A. cítrico y A. clorhídrico) y valores de pH (2.0, 3.0, 4.0). Como conclusión reportaron que el biopolímero a base de pectina de las cáscaras de cacao presentó una biodegradabilidad del 18.8% en 5 días, lo cual puede ser una alternativa sostenible frente a los plásticos convencionales derivados de combustibles fósiles (Rodríguez et al., 2022).

Por consiguiente, Vera et al. (2023) en su investigación “Obtención de biopolímeros a partir de almidón de yuca” mencionan que la yuca es una materia pionera para la producción de plásticos biodegradables de origen vegetal debido a su abundancia y disponibilidad en diferentes partes del mundo, además señalan que estos biopolímeros tienen la capacidad de descomponerse en condiciones orgánicas dinámicas aportando

dióxido de carbono, agua y minerales sin infiltrar en el medio ambiente residuos peligrosos o sintéticos. (Vera et al., 2023).

---

## 2. Planteamiento del problema a investigar

Uno de los mayores problemas con mayor impacto en el medio ambiente es la contaminación por polímeros de origen petroquímico. Los plásticos de origen fósil, se encuentran en infinidad de productos cotidianos, se ha vuelto cada vez más común debido a su versatilidad ya que son de un solo uso, por lo tanto, se estima que su degradación tarda aproximadamente entre 500 a 1000 años, por ende, genera daños irreparables en el ecosistema.

Siendo así la producción mundial anual de productos plásticos solo en el 2021 fue alrededor de 390 millones de toneladas, lo cual ha llevado a la generación de enormes y continuas cantidades de residuos (Bollarín & Agullo, 2019; PlasticsEurope, 2022). Por ende, según las Naciones Unidas para el Medio Ambiente la acumulación de los plásticos en los mares es uno de los mayores problemas que ocasionan ambientalmente al planeta.

En el Ecuador según el estudio de Información Ambiental de hogares manifiesta que los hogares el 78,40% de las familias utilizan fundas plásticas desechables, el 19% usan bolsas o contenedor de tela y el 2,60 emplean bolsa o contenedor de papel y/o cartón (Padilla & Pilataxi, 2019). Mientras que según la Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales del año 2016 señala que cada habitante del Ecuador ocasiona en promedio 0,58 kilogramos al día de residuos sólidos, en el área urbana (INEC, 2018). Por otro lado, según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) se genera 14 000 toneladas de desechos, lo que equivale a más de cinco millones de toneladas anuales, de los cuales el 56,2% corresponde a residuos orgánicos y el 43,8 a residuos inorgánicos (MAATE, 2020).

Por otro lado, los residuos vegetales son considerados desperdicios lo cual no son consumidos por los seres humanos debido a que cierta cantidad de ellos son consumidos por los animales, además la mayor se utiliza para el compost en el suelo. Sin embargo, las cáscaras de yuca cuando están en mucha abundancia genera contaminación al ambiente, por ende, a partir de estos desechos son considerados como materia prima para la elaboración de biopolímeros (Rodríguez et al., 2016).

Es por ello que mediante esta investigación se pretende obtener un biopolímero utilizando las cáscaras de la yuca (*Manihot esculenta*) con una amplia gama de propiedades útiles para aplicaciones de polímero, cuya ventaja es darles un valor agregado a los residuos orgánicos

---

### 3. Justificación de la investigación (máx. 350 palabras)

A nivel mundial en respuesta a los problemas medioambientales ocasionados por los plásticos de origen petroquímico vertidos como residuos en los océanos se ha buscado implementar alternativas sostenibles y amigables con el planeta, por ende, el desarrollo de materiales compuestos como los bioplásticos representa un cambio paradigmático que impulsa la evolución de las prácticas convencionales. Además, los biopolímeros ahorran recursos fósiles al utilizar biomasa y ofrecen la posibilidad de ser neutros en carbono, sobre todo pueden ser biodegradables cuya degradación se produce como resultado de la acción natural de microorganismos como bacterias, hongos y algas dentro de un período corto.

Por otro lado, Ecuador es un país con gran actividad agrícola, por ende, es de suma importancia el aprovechamiento de los desechos agrícolas como materia prima para la producción de biopolímeros siendo así el almidón la mayor fuente de hidratos de carbono y polisacárido de bajo costo, renovable y totalmente biodegradable.

Por consiguiente, la yuca (*Manihot esculenta*), originario de Sudamérica y presente en las regiones tropicales, es un cultivo de gran importancia para la bioeconomía debido a su alto contenido de almidón, por ende, la cáscara de yuca es considerada como materia prima potencial para producción de bioplásticos. Además, es considerado como el segundo en importancia para la industria de almidón (Canales & Trujillo, 2019).

En este sentido, los biopolímeros elaborados a partir del almidón son muy eficientes para optimizar los daños irreparables que producen los plásticos sintéticos en el ecosistema, para ello en esta investigación se pretende aprovechar las cáscaras de yuca (*Manihot esculenta*) como materia prima para el desarrollo del bioplástico, lo cual es un recurso renovable así contribuyendo de manera sostenible con el medio ambiente.

---

### 4. Preguntas de investigación

¿Se pueden reemplazar completamente los plásticos de origen petroquímico por biopolímeros de origen biológico a partir de residuos de yuca (*Manihot esculenta*)?

---

### 5. Hipótesis

**H0.** La producción de bioplástico a partir de residuos de yuca (*Manihot esculenta*) es una alternativa para contrarrestar los daños medioambientales que ocasionan los plásticos de origen petroquímico.

**H1.** La producción de bioplástico a partir de residuos de yuca (*Manihot esculenta*) no es una alternativa para contrarrestar los daños medioambientales que ocasionan los plásticos de origen petroquímico.

---

## 6. Objetivos de la investigación

### 6.1 General

Desarrollar un biopolímero utilizando como materia prima las cáscaras de yuca (*Manihot esculenta*) para reducir los plásticos convencionales.

### 6.2. Específicos

- Extraer el almidón a partir de las cáscaras de yuca (*Manihot esculenta*) para obtener el bioplástico.
- Caracterizar el almidón de yuca (*Manihot esculenta*).
- Elaborar el bioplástico a base de almidón de yuca (*Manihot esculenta*)
- Caracterizar los parámetros físicos y químicos del bioplástico.

---

## 7. Métodos

### Extracción de almidón de la cáscara de yuca (*Manihot esculenta*)

Se enjuaga completamente la yuca la con la finalidad de que estén limpias para evitar daños, después se pela las cáscaras de yuca para obtener el almidón, por consiguiente, se tritura las cáscaras de yuca juntamente con el agua y con la ayuda de una licuadora. Para el filtrado se los realiza con una malla delgada, la muestra filtrada se debe colocar en un envase y se deja reposar durante 12 horas, después se debe quitar el sobrenadante. A continuación, la muestra sedimentada se recolecta y se coloca en las bandejas de aluminio y se deja a temperatura ambiente durante 72 horas, después del secado del almidón obtenido de cada tratamiento se procede a pesar, luego se efectúa en el molino para que los tamaños de los gránulos de almidón se reduzcan, después de tamizar. El tamiz que se utilizará debe ser de No 53 y finalmente la muestra del almidón obtenido se almacenará en una funda para luego realizar la caracterización del almidón obtenido.

### Caracterización del almidón de yuca (*Manihot esculenta*)

#### - Contenido de humedad y materia seca

Pesar 5 gramos de almidón, luego se pesa los crisoles vacíos tarados e introducir el almidón en el crisol, por consiguiente, se coloca en la estufa a 105 °C durante 24 horas para sacar y colocar en el desecador unos 15 minutos, después pesar la muestra hasta obtener un peso constante y finalmente pesar los crisoles con la muestra de almidón seca.

#### - Contenido de ceniza

Pesar 1 gr de almidón en un crisol de porcelana previamente lavado, secado en un horno y pesado, por consiguiente, se colocará el crisol de porcelana con la muestra en

la mufla e incinerar a 550 °C durante tres horas y media. Después se enfriará el crisol con las cenizas y se calculará la cantidad de cenizas para luego expresar los resultados como porcentaje de cenizas totales.

- **Viscosidad**

Pesar 25 gr de almidón, luego se medirá 500 ml de agua la cual será colocada en un vaso de 100 ml y hacerle hervir, por consiguiente, se sacará del fuego y se enfriará hasta obtener una temperatura de 25°C, luego se medirá la viscosidad con la fórmula respectiva.

- **Índice de solubilidad**

Pesar los tubos de centrifuga secos a 60°C, luego se pesará 1.25 gr de almidón y se agregará 30 ml de agua, a continuación, se colocará los tubos en el baño maría a una temperatura de 60 °C durante 30 minutos, luego se agitará la mezcla en 10 minutos y se dejará en baño maría. Después se sacará la muestra para centrifugar a 3000 RPM, por consiguiente, se secará de cada tubo 10 ml de sobrenadante y se colocará en un vaso de precipitación, luego se colocará la muestra se colocarán en la estufa durante 24 horas y se pesará el vaso y la muestra.

- **Temperatura de gelatinización**

Pesar 5 gr de almidón, a continuación, calentar 50 ml de agua destilada en el reverbero hasta hervir, luego se mezclará el agua junto con el almidón hasta obtener una mezcla e introducir la mezcla en agua hirviendo y se agitará hasta obtener el gel, por consiguiente, se medirá la temperatura.

- **pH**

Pesar 5 gr de almidón, por otro lado, se medirá 25 ml en una probeta, luego se pondrá en agitación en shaker durante 30 minutos, después se dejará reposar durante 20 minutos, luego tomar el sobrenadante y por último se medirá el pH.

**Elaboración del bioplástico**

Pesar 2 gr de almidón y se disolverá en 30 ml de agua destilada y se agitará, después se colocará a baño maría y se agitará con una varilla de agitación constantemente, por consiguiente, se tomará la temperatura hasta alcanzar los 60°C. A continuación, se añadirá 0.75 ml de glicerina y 3 ml de ácido acético después se agitará constantemente hasta homogeneizar la mezcla hasta que alcance su temperatura de gelatinización. Por consiguiente, se colocará la muestra en cajas petri y se lo dejará a temperatura ambiente durante 24 horas, después se desmolderá el bioplástico para continuar con la caracterización físico y químico del biopolímero.

**Caracterización de los parámetros físicos y químicos del bioplástico**

- **Medición del espesor**

Primero se recortará el bioplástico con medidas (3cm x 3cm), luego con la ayuda de un calibrador pie de rey se medirá el espesor por distintos puntos del bioplástico en donde se obtendrá 10 datos de medición luego se realizará un promedio de los datos obtenidos.

- **Humedad**

Tarar las cápsulas, luego colocar en el desecador durante unos 15 minutos, después pesar la cápsula en la cual se insertará 1 gr de la muestra bien mezclada, por consiguiente, se colocará en la estufa a 105°C durante 24 horas, después colocar nuevamente en el desecador y pesar la muestra hasta obtener un peso constante.

- **Solubilidad**

El bioplástico obtenido será colocado en vasos de precipitación con 80 ml de agua destilada, después se colocará en el agitador Shaker a 100 rpm durante 1 hora. A continuación, se colocará en la estufa a 70 °C por 30 minutos, luego será llevado nuevamente a la estufa a 105°C hasta conseguir un peso constante.

- **Permeabilidad**

Para la permeabilidad se usará el método desecante, lo cual hace uso de sílica de gel activa previamente durante 24 horas a 200°C, a continuación, en tubos de ensayos se colocaron 3/4 de sílica, luego se utilizarán láminas de bioplástico de 3 cm<sup>2</sup> lo cual serán colocados en la boca de los tubos de ensayos, sellandolos herméticamente con la ayuda de cinta scotch. Una vez sellados los tubos de ensayo se procederá a colocar en un desecador y después de 1 hora serán llevados a pesar.

- **Biodegradabilidad (agua, tierra, ambiente)**

- **Biodegradabilidad en agua**

Se colocará en los frascos agua para su biodegradación, en donde se añadirá los bioplásticos cortados en el agua, posteriormente se tomará una foto inicial para el área inicial, en donde cada 7 días se deberá tomar la foto para medir el área durante un mes.

- **Biodegradabilidad en tierra**

Se colocará en los frascos tierra para su biodegradación, en donde se añadirá los bioplásticos cortados en el agua, posteriormente se tomará una foto inicial para el área inicial, en donde cada 7 días se deberá tomar la foto para medir el área durante un mes.

- **Biodegradabilidad en ambiente**

Se colocará en los frascos al ambiente para su biodegradación, en donde se añadirá los bioplásticos cortados en el agua, posteriormente se tomará una foto inicial para el área inicial, en donde cada 7 días se deberá tomar la foto para medir el área durante un mes.

## 8. Cronograma de actividades

Actividades	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Extracción de almidón de la cáscara de yuca ( <i>Manihot esculenta</i> )	x	x	x	x												
Caracterización del almidón de yuca ( <i>Manihot esculenta</i> )				x	x	x	x	x								
Elaboración del bioplástico									x	x	x	x				
Caracterización de los parámetros físico-químico del bioplástico												x	x	x	x	x
Escribir el proyecto	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

## 9. Presupuesto referencial

---

## 10. Referencias bibliográficas

Tsang, Y. F., Kumar, V., Samadar, P., Yang, Y., Lee, J., Ok, Y. S., Song, H., Kim, K.-H., Kwon, E. E., & Jeon, Y. J. (2019). Production of bioplastic through food waste valorization. *Environment International*, *127*, 625–644. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.03.076>

Chinchayhuara Capa, RK y Quispe Llaure, RDP (2018). Elaboración de bioplásticos con residuos orgánicos a base de cáscara de plátano y mango para reducir la contaminación por el uso de plásticos sintéticos en Trujillo–2018.

Castillo, R., Escobar, E., Fernández, D., Gutiérrez, R., Morcillo, J., Núñez, N., & Peñaloza, S. (2015). BIOPLÁSTICO A BASE DE LA CÁSCARA DEL PLÁTANO. *Revista de Iniciación Científica*, *1*(1), 34-37. Recuperado el 10 de diciembre de 2019 de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346/339>

Meza Ramos, 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.

Cedeño Zambrano, N. J., & Zambrano Zambrano, J. C. (2021). *“Diseño de una línea de producción para la obtención de bioplásticos aprovechando los residuos del café a escala industrial en la ciudad de Quevedo* (Bachelor's thesis, Quevedo-Ecuador). <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6115/1/T-UTEQ-095.pdf>

Rodríguez Mora, D. A., Ramírez Garcés, A. F., & Altamar, A. D. S. (2022). Extracción de pectina a partir de la hidrólisis ácida del cacao (*Theobroma Cacao L.*) y su aplicación en la obtención de biopelículas.

Vera, A., Chavez, W., & Carrillo, B. (2023). *Obtención de polímeros biodegradables a partir del almidón de yuca*. <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/285/1150%E2%80%94>