



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE YUCA CON  
ADICIÓN DE FIBRA DE COCO PARA LA CREACIÓN DE BIOBOLSAS COMO  
SOLUCIÓN ECOLÓGICA EN VALLEDUPAR, CÉSAR**

**AUTOR**

**LISSED PAOLA PEINADO MEZA**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**VALLEDUPAR – CESAR**

**2025-II**



**APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE YUCA CON  
ADICIÓN DE FIBRA DE COCO PARA LA CREACIÓN DE BIOBOLSAS COMO  
SOLUCIÓN ECOLÓGICA EN VALLEDUPAR, CÉSAR**

**AUTOR**

LISSED PAOLA PEINADO MEZA

**DIRECTORA**

SANDY MILENA PINTO ROBLES

MAGISTER EN GESTION AMBIENTAL

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**VALLEDUPAR – CESAR**

**2025-II**

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como finalidad desarrollar biobolsas a partir de almidón de yuca con adición de fibra de coco, evaluando su resistencia y capacidad de biodegradación. El proyecto se inspiró en el modelo de producción propuesto por Paredes Vega (2020), adaptándolo a un contexto local mediante procesos realizados en el laboratorio universitario y en condiciones caseras. Para ello, se elaboraron láminas de bioplástico con cinco formulaciones distintas, variando el porcentaje de fibra de coco (0%, 0.5%, 0.10%, 0.15% y 0.20%). Posteriormente, se evaluó la degradación en agua durante diez días y la resistencia al peso. Los resultados evidenciaron que todas las muestras resistieron hasta 4 kg, y que el porcentaje de fibra influyó significativamente en la degradación, siendo la formulación con 0.20% la menos degradable y la de 0% la más susceptible. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar la influencia del porcentaje de fibra en la degradabilidad, encontrando diferencias estadísticamente significativas. Se concluyó que la incorporación de fibra de coco mejora las propiedades mecánicas del bioplástico y que el porcentaje óptimo para un equilibrio entre resistencia y biodegradación fue del 0.15%. Este estudio demostró la viabilidad técnica del uso de materiales orgánicos locales para la producción de bioplásticos sostenibles, promoviendo alternativas ecológicas al uso de bolsas plásticas convencionales.

**Palabras clave:** *biobolsas, almidón de yuca, fibra de coco, biodegradación, materiales sostenibles.*



### **ABSTRACT**

*. This study aimed to develop biobags based on cassava starch with the addition of coconut fiber, evaluating their resistance and biodegradability. The project was inspired by the production model proposed by Paredes Vega (2020), adapted to a local context through processes carried out both in the university laboratory and under home conditions. Bioplastic sheets were prepared using five different formulations, varying the coconut fiber content (0%, 0.5%, 0.10%, 0.15%, and 0.20%). These samples were tested for water degradation over ten days and for weight resistance. Results showed that all samples supported up to 4 kg and that the fiber percentage significantly affected the degradation rate, with the 0.20% formulation being the most resistant to degradation and the 0% the most biodegradable. An analysis of variance (ANOVA) was conducted to determine the influence of fiber content on biodegradability, revealing statistically significant differences. It was concluded that adding coconut fiber improves the mechanical properties of the bioplastic and that the optimal formulation balancing strength and biodegradability was 0.15%. This study demonstrated the technical feasibility of using local organic materials for the sustainable production of bioplastics, offering an ecological alternative to conventional plastic bags.*

**Keywords:** *biobags, cassava starch, coconut fiber, biodegradation, sustainable materials*



## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE YUCA CON ADICIÓN DE FIBRA DE COCO PARA LA CREACIÓN DE BIOBOLSAS COMO SOLUCIÓN ECOLÓGICA EN VALLEDUPAR, CÉSAR .....	I
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE YUCA CON ADICIÓN DE FIBRA DE COCO PARA LA CREACIÓN DE BIOBOLSAS COMO SOLUCIÓN ECOLÓGICA EN VALLEDUPAR, CÉSAR .....	II
INTRODUCCION .....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	14
2. JUSTIFICACION .....	15
3. OBJETIVOS .....	17
<b>3.1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>17</b>
4. MARCO REFERENCIAL .....	18
<b>4.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>18</b>
<b>4.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>21</b>
<b>4.2.1. Origen</b> .....	<b>21</b>
<b>4.2.2. Composición</b> .....	<b>21</b>
<b>4.2.3. Importancia ambiental</b> .....	<b>22</b>
<b>4.2.4. Alcance</b> .....	<b>23</b>
<b>4.3. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	<b>23</b>
<b>4.3.1. Ácido Poliláctico</b> .....	<b>23</b>
<b>4.3.2. Almidón</b> .....	<b>24</b>
<b>4.3.3. Bioplástico</b> .....	<b>24</b>

4.3.4.	<i>Enfermedad Laboral</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.3.5.	<i>Factores de Riesgo</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.3.6.	<i>Peligro</i> .....	25
4.3.7.	<i>Polímeros</i> .....	25
4.4.	<b>MARCO CONTEXTUAL</b> .....	26
4.5.	<b>MARCO LEGAL</b> .....	26
5.	<b>MARCO METODOLOGICO</b> .....	30
5.1.	LÍNEA, SUBLÍNEA Y ÁREA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN.....	30
5.2.	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN .....	30
5.3.	ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
5.4.	POBLACIÓN DE ESTUDIO .....	31
5.5.	MUESTRA POBLACIONAL .....	32
5.6.	DISEÑO DE INVESTIGACION .....	32
5.7.	DESARROLLO METODOLOGICO.....	33
	Etapa I: Seleccionar un diseño eficiente para la creación de biobolsas con residuos de yuca.....	33
	Actividad 1.1: Evaluación de Investigaciones sobre Bioplásticos de Almidón de Yuca	33
	Actividad 1.2. Implementación del Procedimiento de Elaboración Escogido .....	34
	Etapa II: Analizar las diferentes proporciones de fibras de coco determinando las diferentes características físicas y mecánicas de las biobolsas de almidón de yuca.....	34
	Actividad 2.1. Preparación de Muestras .....	34
	Actividad 2.2. Pruebas de Propiedades Físicas.....	35
	Etapa III: Evaluación de los beneficios ambientales de las biobolsas como sustituto del plástico.....	35
	Actividad 3.1. Análisis de Propiedades Ambientales .....	35
	Actividad 3.2. Valoración de Propiedades Mecánicas del Prototipo.....	35

6.	RESULTADOS Y ANALISIS .....	36
6.1.	SELECCIONAR UN DISEÑO PARA LA CREACIÓN DE BIOBOLSAS CON RESIDUOS DE YUCA DE MANERA EFICIENTE. ....	36
6.1.1.	Evaluación de Investigaciones sobre Bioplásticos de Almidón de Yuca .....	36
6.1.2.	Implementación del Procedimiento de Elaboración Escogido .....	37
6.2.	ANALIZAR LAS DIFERENTES PROPORCIONES DE FIBRAS DE COCO DETERMINANDO LAS DIFERENTES CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS BIOBOLSAS DE ALMIDÓN DE YUCA. ....	39
6.2.1.	Preparación de Muestras .....	39
6.2.1.1.	Lavado:.....	39
6.2.1.2.	Triturado:.....	39
6.2.1.3.	Colado: .....	39
6.2.1.4.	Sedimentado:.....	40
6.2.1.5.	Secado: .....	40
6.2.1.6.	Tamizado.....	40
6.2.1.7.	Preparación del bioplastico .....	40
6.2.2.	Pruebas de Propiedades Físicas .....	42
6.3.	EVALUAR LOS BENEFICIOS AMBIENTALES DE LAS BIOBOLSAS COMO ALTERNATIVA AL PLÁSTICO .....	42
6.3.1.	Análisis de Propiedades Ambientales.....	42
6.3.2.	Valoración de Propiedades Mecánicas del Prototipo.....	47
7.	CONCLUSIONES .....	48
8.	RECOMENDACIONES.....	50
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	52
	ANEXOS .....	57

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Imagen 1 Diferentes proporciones de fibra de coco .....	57
Imagen 2 Yuca pelada y lavada .....	57
Imagen 3 Yuca triturada.....	57
Imagen 4 Yuca en proceso de colado .....	58
Imagen 5 Almidon sin tamizar.....	58
Imagen 6 Almidón de la yuca sedimentado .....	58
Imagen 7 Pesaje del almidón tamizado por porciones de 30gr (1.2gr es el peso de la hoja)...59	59
Imagen 8 Tamizaje del almidón.....	59
Imagen 9 Mezcla plastificada o gelatinizada .....	60
Imagen 10 Mezcla en la estufa.....	60
Imagen 11 Lamina de bioplastico de almidón de yuca con fibra de coco al 0.5% .....	60
Imagen 12 Lamina de bioplastico de almidón de yuca con fibra de coco al 0% .....	60
Imagen 13 Lamina de bioplastico de almidón de yuca con fibra de coco al 0.15% .....	60
Imagen 14 Lamina de bioplastico de almidón de yuca con fibra de coco al 0.10% .....	60
Imagen 15 Lamina de bioplastico de almidón de yuca con fibra de coco al 0.20% .....	60

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Marco Legal.....	27
Tabla 2 Análisis de varianza (ANOVA).....	43
Tabla 3 Resumen del ANOVA .....	45



## 7. CONCLUSIONES

El uso de almidón de yuca como materia prima principal representó una alternativa sostenible y económicamente viable, aprovechando un recurso abundante en la región y alineado con los principios de la economía circular y el aprovechamiento de residuos orgánicos.

La integración de fibra de coco como refuerzo natural del bioplástico demostró ser efectiva para mejorar su resistencia mecánica y reducir su fragilidad, sin comprometer la biodegradabilidad del material.

El proceso de elaboración, basado en la gelatinización del almidón y la incorporación de plastificantes como glicerina y vinagre, permitió obtener una masa moldeable y funcional, con características físicas similares a las de los polímeros sintéticos, pero con un impacto ambiental significativamente menor.

El proceso experimental reveló oportunidades de mejora, como la optimización del secado y la estandarización del grosor de las láminas, aspectos que podrían ser ajustados en investigaciones futuras para mejorar la calidad del producto final y su funcionalidad en diferentes aplicaciones.

Se logró desarrollar biobolsas a base de almidón de yuca con la incorporación de diferentes porcentajes de fibra de coco (0%, 0.5%, 0.10%, 0.15% y 0.20%), manteniendo en todos los casos una adecuada integridad estructural.

En cuanto a la resistencia al peso, todas las biobolsas fueron capaces de soportar una carga de 4 kilogramos sin sufrir rupturas ni deformaciones evidentes, lo cual indica que la incorporación de fibra de coco no afectó negativamente la resistencia mecánica básica del material.

Respecto a la degradación en agua después de 15 días, se observó que las biobolsas con menor contenido de fibra (especialmente 0% y 0.5%) presentaron mayores porcentajes de descomposición (77.5% y 70%, respectivamente), mientras que aquellas con mayores porcentajes de fibra, como el 0.20%, mostraron menor degradación (42.5%) (Tabla 2).

El análisis estadístico (Tabla 3) evidenció que existen diferencias significativas entre los porcentajes de degradación observados en las distintas formulaciones ( $p = 0.00031$ ), lo cual indica que la cantidad de fibra de coco tiene un efecto directo sobre la capacidad de biodegradación del material.

Considerando tanto la degradabilidad como la resistencia estructural, el porcentaje de 0.15% de fibra de coco se presenta como una opción óptima, al ofrecer una degradación considerable (62.5%) sin comprometer la funcionalidad mecánica de la biobolsa.

La adaptación del modelo de producción de bioplásticos propuesto por Paredes Vega (2020) a un contexto local resultó exitosa, permitiendo así, validar un método accesible y fácil de replicar tanto en el entorno universitario como doméstico, sin requerir equipos industriales especializados.



## 8. RECOMENDACIONES

- Se sugiere ampliar el número de muestras y réplicas por cada formulación para fortalecer el análisis estadístico y aumentar la confiabilidad de los resultados obtenidos.
- Sería valioso realizar pruebas complementarias de resistencia mecánica bajo condiciones dinámicas, como tracción o impacto, para evaluar de manera más precisa el comportamiento estructural de las biobolsas con distintos porcentajes de fibra.
- Se recomienda evaluar la biodegradación en condiciones más variadas (por ejemplo, suelo, compost o ambientes naturales), para determinar el comportamiento ambiental real de las biobolsas y su tiempo total de descomposición.
- Sería útil realizar análisis químicos o microscópicos para estudiar la interacción entre el almidón de yuca y la fibra de coco a nivel estructural, lo cual podría permitir mejoras en la formulación del biopolímero.
- Se sugiere estudiar otros tipos de fibras naturales como refuerzo (bagazo de caña, cáscara de arroz, fibra de plátano, entre otros), y comparar sus efectos con la fibra de coco para determinar cuál ofrece un mejor equilibrio entre resistencia y degradabilidad.
- Se recomienda establecer un protocolo de estandarización del espesor de las láminas de bioplástico, ya que este factor puede influir directamente en las propiedades mecánicas y en la velocidad de degradación del material.

- Sería pertinente realizar pruebas de almacenamiento en distintas condiciones ambientales, con el fin de evaluar la estabilidad y vida útil de las biobolsas durante su etapa de uso.
- Se sugiere fomentar la capacitación de comunidades rurales en la producción de biobolsas a pequeña escala, para la promoción del uso de recursos locales como la yuca y la fibra de coco, y generar de este modo oportunidades de desarrollo sostenible y conciencia ambiental.
- Finalmente, se recomienda seguir trabajando en la mejora de las biobolsas no solo desde la perspectiva técnica, sino también en su viabilidad económica y escalabilidad para uso comercial o comunitario.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Álvarez, R., Rondón, C., Gutiérrez, F., Aguilar, C., Suárez, I., & Hernández, F. (2017). Alternativa ecológica en la obtención de un polímero biodegradable a partir del almidón de la yuca dulce.

Artículo 79 - Constitución Política de Colombia de 1991: Asamblea Nacional Constituyente. (1991). Constitución Política de Colombia. Recuperado de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html)

Asamblea Nacional Constituyente. (1991). Constitución Política de Colombia.

Auras, R., & Lim, L. T. (2018). Polylactic acid): Synthesis, structures, properties, processing, and applications. John Wiley & Sons.)

Avellan, A., Díaz, D., Mendoza, A., Zambrano, M., Zamora, Y., & Riera, M. (2020). Obtención del bioplástico a partir del almidón del maíz.

Avellán, A., Díaz, D., Mendoza, A., Zambrano, M., Zamora, Y., & Riera, M. A. (2020). Obtención de bioplástico a partir de almidón de maíz (*Zea mays* L.). *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 7(1), 1-11.

Babbitt, C. W., & Williams, L. (2018). Industrial Ecology and Sustainable Engineering. Pearson

Brito Moína, H. L., Chiuza Rojas, M. R., & Rodríguez Basantes, A. I. (2020). Producción de láminas de plástico biodegradables a partir del almidón de arracacia. *Dominio de las ciencias*, 6(3). 981-994. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7504271>

Canales Trujillo, D. (2021). *La red de valor de la yuca y su potencial en la bioeconomía de Colombia* (Working Paper No. 2021-05). Stockholm Environment Institute.

Canales Trujillo, D. (2021). *La red de valor de la yuca y su potencial en la bioeconomía de Colombia* (Working Paper No. 2021-05). Stockholm Environment Institute.

Castañeda-Torres, S., & Rodríguez-Miranda, J. P. (2017). Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia. *Universidad y Salud*, 19(1), 116-125.

Castillo, R., Escobar, E., Fernández, D., Gutiérrez, R., Morcillo, J., Núñez, N., & Peñaloza, S. (2015). Bioplástico a base de la cáscara de plátano.

Castro, J. E., Quintero, J. A., & Vargas, J. M. (2017). "Alternativas Sostenibles a los Plásticos Convencionales: Una Revisión de la Literatura". *Revista de Ciencias Ambientales*, 15(2), 45-60.

Costello, D. (2023). Completely randomized design: The one-factor approach. *Statistics By Jim*.

Córdova Ojeda, & Rudy Omar. (2018). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de bolsas biodegradables en la provincia de Piura.

CORPOCESAR. (2020) Boletín de prensa. Recuperado de: <https://www.corpocesar.gov.co/Boletin-90-30-11-2020.html>

Daza, L. F., Quintero, O. A., & Barrios, J. A. (2019). Caracterización del almidón de plátano para la obtención de bioplásticos. *Scientia et Technica*, 24(3), 335-340.

Díaz, A., Gómez, B., & Martínez, C. (2020). "Plastic Pollution: A Review of Plastic Pollution and Microplastics Data in Colombia". *Revista Colombiana de Ciencias Ambientales*, 17(2), 67-82

Díaz, G. R. (2018). Evaluación de la gestión de proyectos de inversión en la empresa Refrescos Andino S.A.C. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Piura. Recuperado de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1152/IND-COR-OJE-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Estrategia Nacional de Economía Circular, 2018 – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018).

European Bioplastics. (2017). Facts and Figures on Bioplastics: Status 2017  
[https://docs.european-bioplastics.org/publications/fs/EUBP\\_FS\\_Facts\\_and\\_Figures\\_on\\_Bioplastics\\_2017.pdf](https://docs.european-bioplastics.org/publications/fs/EUBP_FS_Facts_and_Figures_on_Bioplastics_2017.pdf))

European Bioplastics. (2020). Market data: The European Bioplastics Market 2019  
<https://www.european-bioplastics.org/market/>)

Eyres, L., & Cao, L. (2018). Environmental assessment of biobased and biodegradable plastics by means of LCA: A review. *Journal of Cleaner Production*.

Fajardo, A. Y. (2023). *Estudio de la producción de un bioplástico a partir de almidón de yuca* [Trabajo de grado, Universidad EAN]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10882/13293>.

FAO. (2021). *The State of Food and Agriculture 2021: Making Food Systems More Sustainable*. Recuperado de [fao.org](http://fao.org)

Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics*. Sage Publications.

Fundación Carlos Slim. (s.f.). Bioplásticos y plásticos degradables. Biblioteca Digital de la Industria Mexicana del Plástico. Recuperado de <http://biblioteca.org.anipac.mx/biblioteca/degradabilidad-2/bioplasticos-y-plasticos-degradables>

Gómez, B., Gómez, N., & Sánchez, J. (2019). Biodegradable Polymers: Bioplastics and Nanocomposites Research Advances. In *Polymers and Nanomaterials for Gene Therapy* (pp. 353-376). Elsevier.

Gutiérrez, M. A., Pérez, L. C., & Rodríguez, J. F. (2019). "Percepción Pública de la Contaminación Plástica en Colombia: Un Estudio de Caso en Bogotá". *Revista de Investigación Social*, 12(3), 112-127.

Hernández Acosta, Y. D., Gil Restrepo, J. A., & Ramírez Fabra, M. (2020). Bolsas biodegradables a partir de fibra de coco y papa, y su implementación en Universidad de Medellín - Semilleros de Investigación 2020-1. Universidad de Medellín.

Holguin Cardona, J. S. (2019). Obtención de un bioplástico a partir de almidón de papa.

Jaraba, J. A., Banger, K., & González, J. (2017). Rendimiento del cultivo de yuca con abonos orgánicos y químicos en un suelo ácido. *Ciencia y Agricultura*, 14(1), 57-64. <https://www.redalyc.org/journal/5600/560062845006/html/>

Ley 2232 de 2022 - Congreso de la República de Colombia. (2022).

López, A. J. (2019). La gestión de proyectos como herramienta de mejora de la eficiencia y eficacia organizativa: un estudio en el sector del transporte. *Revista Científica y Tecnológica UTP*, 13(1), 20-29. Recuperado de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346/html>

López, M., & Pineda, A. (2018). *Metodología de muestreo en investigación social: Teoría y práctica*. *Revista de Investigación Social*, 15(2), 45-60.

Maglieri, A. (2020). POLIMEROS SINTÉTICOS-plásticos. <http://materialest2.blogspot.com/2020/09/polimeros- sinteticos.html>

Martínez, M. E. (2016). Elaboración de un plan de gestión de proyectos aplicando la metodología PMI para la empresa Konesistemas SAS. Universidad EAN. Recuperado de <https://repository.ean.edu.co/handle/10882/1709>

Medina Jorge (2021). Universidad de los Andes. (s.f.). *Investigadores logran producir bolsas compostables a partir de almidón de yuca*. Recuperado de <https://ingenieria.uniandes.edu.co/es/noticias/investigadores-logran-producir-bolsas-compostables-a-partir-de-almidon-de-yuca>

Menoscal Chichanda, R. E., & Rodríguez Mendoza, E. D. (2017). *Elaboración de láminas biodegradables a partir de los residuos del almidón de yuca (Manihot esculenta)* (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM).

Mishra, S., & Misra, M. (2017). *Poly(lactic acid) blends: Processing, properties, and applications*. John Wiley & Sons.)

Muñoz, S. B., & Riera, M. A. (2020). Residuos de la cáscara de yuca y cera de abejas como potenciales materiales de partida para la producción de bioplásticos. *Avances en Química*, 15(1), 3-11.

Notarnicola, B., Tassielli, G., Renzulli, P. A., & Castellani, V. (2017). Environmental and economic sustainability of the Italian plastic waste management system. *Resources, Conservation and Recycling*.

Noticias ONU. (2021, 14 de octubre). La lucha contra la contaminación del plástico debe abordarse con soluciones integrales, afirma experto de la ONU. Noticias ONU. Recuperado de <https://news.un.org/es/story/2021/10/1498752>

Odian, George. (2004). *Principles of Polymerization* (4th ed.). Wiley.

Paredes Vega, R. A. (2020). *Propuesta de elaboración de bioplástico en base a almidón de yuca para vasos descartables*. Arequipa.

Plackett, D., & Andersen, T. L. (2018). *Biopolymers: New materials for sustainable films and coatings*. Wiley.)

Politécnico Grancolombiano. (2023). Riesgos laborales en personal de recolección de residuos sólidos.

Proyecto de Ley 080, 2019 –Congreso de la República de Colombia. (2019).

Resolución 0668 de 2016 –Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016).

Resolución 4143 de 2012 - Ministerio de Salud y Protección Social. (2012).

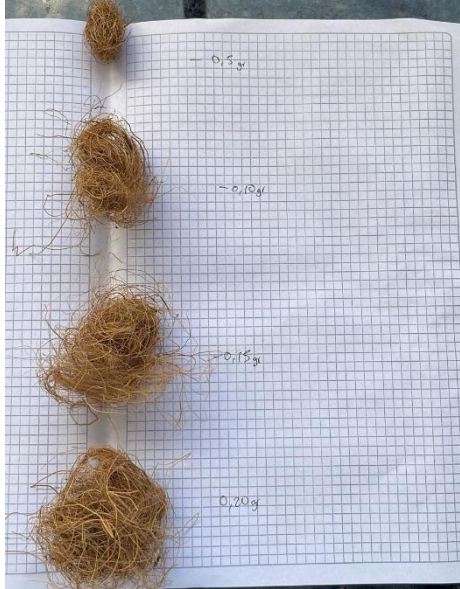
Semanario La Calle. (2020). *Residuos en Valledupar: un fenómeno con pocos dolientes*

Smith, A. M., & Gross, R. A. (2017). Biopolymers from renewable resources: Polyesters from terpenes and polyesters from carbohydrates. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 56(1), 225-238

Soto, L. M., García, R. A., & Pérez, A. S. (2021). "Impacto de la Contaminación Plástica en Ecosistemas Acuáticos Colombianos". *Revista Colombiana de Ecología*, 28(1), 78-93.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2019). "Plastic Pollution: A Global Review of Strategies and Solutions". Publicación de la UICN.

UMECIT. (2021). Factores de riesgos causantes de enfermedades en los trabajadores recolectores de residuos sólidos.



## ANEXOS



Imagen 1 Diferentes proporciones



Imagen 3 Yuca triturada

Imagen 2 Yuca pelada y lavada

