



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



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

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

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

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

Residuos vegetales para la fabricación de utensilios a base de bagazo de
caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cascara de plátano (*Musa x
paradisiaca*) y cascara de yuca (*Manihot esculenta*)

AUTORA

Nagelly Jamilec Márquez Jiménez

TUTOR

Arq. Pedro Rodríguez Gómez, MSc.

Babahoyo- Los ríos- Ecuador

2024

RESUMEN

El uso del bagazo de la caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca en la fabricación de utensilios de un solo uso tiene un impacto ambiental positivo. Al utilizar estos subproductos, se reduce la dependencia de plásticos no biodegradables, lo que contribuye a la disminución de desechos sólidos y la contaminación. La información obtenida fue parafraseada, resumida y analizada a fin de obtener información relevante sobre el uso de residuos vegetales para la fabricación de utensilios a base de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cascara de plátano (*Musa x paradisiaca*) y cascara de yuca (*Manihot esculenta*). Mediante el análisis de la información se determinó que desde el punto de vista físico químico, el bagazo de caña integral se compone de los siguientes parámetros: fibra 45 %, sólidos solubles e insolubles 2-3%, humedad 50 %, celulosa 46.6, pentosanas 25.2 %, celulasas 38.3 % y cenizas 2.6 %. La cascara de yuca representa entre el 15 y el 20 % de la masa total de la raíz, con una estructura lignocelulósica donde predomina la celulosa en forma de almidón 89.57 %, pH 6.23, amilosa 30.73 %, Amilopectina 69.71 %. Desde el punto de vista físico químico, la cascara de plátano se compone de los siguientes parámetros: humedad 10.43 %, ceniza 0.59 %, pH 7.81. Para la fabricación de utensilios de uso variado como platos, vasos, contenedores, cucharas, se deben tener los moldes al tamaño correspondiente, donde se les da la moldura requerida con la pasta obtenida de la cascara de plátano, cascara de yuca y bagazo de caña. Los utensilios de almidón de cascara de plátano, cascara de yuca y bagazo de caña de azúcar ofrecen muchos beneficios a las personas que buscan una solución desechable para el consumo de alimentos.

Palabras claves: *Residuos orgánicos, bioplástico, almidón, propiedades.*

SUMMARY

The use of sugarcane bagasse, banana peel and cassava peel in the manufacture of single-use utensils has a positive environmental impact. By using these byproducts, dependence on non-biodegradable plastics is reduced, which contributes to the reduction of solid waste and pollution. The information obtained was paraphrased, summarized and analyzed in order to obtain relevant information on the use of plant residues for the manufacture of utensils based on sugar cane bagasse (*Saccharum officinarum*), banana peel (*Musa x paradisiaca*) and banana peel. yucca (*Manihot esculenta*). Through the analysis of the information, criteria were established that from a physical and chemical point of view, whole sugarcane bagasse is composed of the following parameters: fiber 45%, soluble and insoluble solids 2-3%, humidity 50%, cellulose 46.6, pentosans 25.2%, cellulases 38.3% and ashes 2.6%. Cassava peel represents between 15 and 20% of the total mass of the root, with a lignocellulosic structure where cellulose predominates in the form of starch 89.57%, pH 6.23, amylose 30.73%, Amylopectin 69.71%. From a physical-chemical point of view, banana peel consists of the following parameters: humidity 10.43%, ash 0.59%, pH 7.81. For the manufacture of utensils for various uses such as plates, glasses, containers, spoons, you must have molds of the corresponding size, where they are given the required molding with the paste obtained from banana peel, cassava peel and cane bagasse. . . Starch utensils made from banana peel, cassava peel and sugarcane bagasse offer many benefits to people looking for a disposable solution for food consumption.

Keywords: *Organic waste, bioplastic, starch, properties.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	II
SUMMARY	III
ÍNDICE DE CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
1. CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3. JUSTIFICACIÓN	2
1.4. OBJETIVOS	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos especificos.....	3
1.5. LINEAS DE INVESTIGACIÓN.....	3
2. DESARROLLO	4
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	4
2.1.1. Bioplasticos	4
2.1.2. Residuos vegetales	4
2.1.3. Bagazo de la caña de azucar	5
2.1.3.1. Propiedades fisico quimicas del bagazo de la caña de azucar para la fabricacion de utensilios.....	5
2.1.4. Cascara de yuca	6
2.1.4.1. Propiedades fisico quimicas del cascara de yuca para la fabricación de utensilios. 7	7

2.1.5. Cascara de plátano	8
2.1.5.1. Propiedades físico químicas cascara de plátano para la fabricación de utensilios. 8	
2.1.6. Procesos de fabricación de utensilios a partir de cascara de plátano	9
2.1.7. Procesos de fabricación de utensilios a partir del bagazo de caña de azúcar	10
2.1.8. Procesos de fabricación de utensilios a partir de cascara de yuca	11
2.1.9. Tipos de utensilios a partir de cascara de plátano, cascara de yuca y bagazo de caña de azúcar	12
2.1.10. Impacto de utilizar el bagazo de caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca para la fabricación de utensilios.	13
2.1.10.1. Funciones de los utensilios biodegradables	15
2.1.10.2. Beneficios de utensilios biodegradables	15
2.2. METODOLOGÍA.....	15
2.2.1. Tipo de investigación	15
2.3. RESULTADOS	16
2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	17
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	18
3.1. CONCLUSIONES.....	18
3.2. RECOMENDACIONES.....	19
4. REFERENCIAS Y ANEXOS	20
4.1. REFERENCIAS.....	20
4.2. ANEXOS	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición física del bagazo de caña.....	6
Tabla 2.	Composición química del bagazo de caña.....	6
Tabla 3.	Composición fisicoquímica del almidón de la cascara de yuca.....	7
Tabla 4.	Composición fisicoquímica del almidón de la cascara de plátano.....	8
Tabla 5.	Tipos de utensilios a partir de materias primas vegetales.....	12
Tabla 6.	Ventajas y desventajas de los utensilios biodegradables.....	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Bagazo de caña de azúcar.....	27
Figura 2.	Cascara de yuca.....	27
Figura 3.	Cascara de platano.....	28
Figura 4.	Utensilios a partir de bioplásticos.....	28

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El sector agrícola es una fuente importante de contaminación y residuos orgánicos. Actualmente los residuos no se valoran, sino que se tratan como residuos, afectando a todo el sector (Díaz, 2024).

La explotación del bagazo de caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca, en la elaboración de utensilios desechables se fundamenta en su potencial para reducir la contaminación ambiental y contribuir a la sostenibilidad de los recursos; por ende, la adopción de este material puede tener un impacto significativo en la reducción de desechos plásticos, así como en la disminución de la huella de carbono asociada a la producción y eliminación de estos utensilios (López, 2019).

El bagazo de la caña de azúcar se refiere a la fibra que queda una vez que se ha extraído el jugo de la caña de azúcar; está compuesto principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina. Los residuos del plátano y yuca son ricos en almidón, el cual puede extraerse para los tratamientos de aguas y su polimerización. (Alarcón *et al.*, 2021).

La utilización del bagazo de caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca, en la elaboración de utensilios es un tema de creciente interés en las industrias relacionadas con la salud y la protección del medio ambiente; este enfoque tiene como objetivo reducir la dependencia de plásticos no biodegradables, proporcionando una solución amigable con el medio ambiente (Hernández y Herrera, 2021).

Dentro de los tipos comunes de utensilios de un solo uso fabricados con bagazo de caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca, se encuentran los: platos, tazas, cubiertos y recipientes; estos productos son versátiles y pueden soportar líquidos calientes y grasas, siendo ideales para su uso en eventos; además, su apariencia natural y textura atractiva los hace populares entre los consumidores preocupados por el medio ambiente (Elias *et al.*, 2021).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el Banco Mundial en el 2023 informó que 45 % de las frutas y vegetales que se cosechan en el mundo se desperdician. En el caso de los cereales la cifra es de 30 %. Por otra

parte, se pierde al año un tercio de la producción de alimentos para consumo humano. En América Latina y el Caribe se registra el seis por ciento de esas pérdidas, lo que contribuye al aumento de residuos orgánicos (SETEI, 2023).

El aumento de la producción de residuos orgánicos como el bagazo de la caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca supone un importante problema medioambiental. Varios estudios han mostrado la pobre calidad agrícola más tradicionales e intensivos, los cuales suelen provocar la emisión y acumulación de una gran cantidad de sustancias que resultan tóxicas en el suelo (Espín y Pilataxi, 2022).

El principal desafío para fabricar utensilios desechables mediante el bagazo de caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca, es encontrar el equilibrio entre la resistencia y la descomposición del producto; al igual que la durabilidad y la capacidad de retener agua sin dañarse fácilmente; por ende es importante abordar estos desafíos mediante investigación y desarrollo para encontrar soluciones que permitan producir utensilios de alta calidad a partir de materiales sostenibles (Alcala y Casahuaman, 2021).

1.3. JUSTIFICACIÓN

La creciente importancia de la sostenibilidad en el desarrollo de los nuevos productos impulsa la búsqueda de alternativas viables en el uso de los diferentes materiales empleados en procesos de fabricación convencionales. Las fibras vegetales, reforzadas o no con polímeros, son materiales con alta relación resistencia/peso específico, que poseen un gran interés por sus características medioambientales, como son principalmente su origen renovable, su biodegradabilidad y bajo impacto ambiental (Sistematica, 2024).

La preocupación del incremento de residuos plásticos en el medio ambiente ha generado la búsqueda de nuevas alternativas más sostenibles y respetuosas en con entorno; donde los productos biodegradables fabricados a partir del bagazo de caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca ha demostrado ser una buena opción, siendo una solución a este problema global (Decada y Vilchez, 2021).

En la fabricación de utensilios de un solo uso la utilización de bagazo de caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca tiene un impacto ambiental positivo; en la cual se reduce la dependencia de plásticos no biodegradables, lo que contribuye a la disminución de desechos

sólidos y la contaminación. Además, representan un recurso renovable que promueve la sostenibilidad y la conservación de los recursos naturales (Márquez y Ortiz, 2023).

Con este trabajo se intenta demostrar que el bagazo de la caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca, son subproductos de bajo costo, donde los procesos de fabricación de utensilios de un solo uso a partir de estos materiales pueden implicar inversiones iniciales significativas en maquinaria y tecnologías específicas. Además, los costos operativos, que incluyen energía, mano de obra y mantenimiento de equipos, pueden influir en la viabilidad económica de la producción (Hurtado y Molina, 2024).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Estudiar el uso de residuos vegetales para la fabricación de utensilios a base de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cascara de plátano (*Musa x paradisiaca*) y cascara de yuca (*Manihot esculenta*).

1.4.2. Objetivos específicos

- Detallar las propiedades físico químicas del bagazo de la caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca, para la fabricación de utensilios.
- Describir los procesos de fabricación de utensilios a partir del bagazo de caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca.
- Establecer el impacto de utilizar el bagazo de caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca para la fabricación de utensilios.

1.5. LINEAS DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología. Pues la temática de la presente investigación fue estudiar el uso de residuos vegetales para la fabricación de utensilios a base de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cascara de plátano (*Musa x paradisiaca*) y cascara de yuca (*Manihot esculenta*), 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. Bioplásticos

Los bioplásticos son aquellos plásticos que provienen de una fuente renovable y, en la mayoría de los casos, también son biodegradables. Por lo tanto, no se aplicarían las graves consecuencias que los plásticos producen en el medio ambiente. El hito para la fabricación de utensilios representa una fuente renovable. Esto aporta gran biodegradabilidad, reduciendo la basura arrojada en el medio ambiente (Carbo, 2024).

El bioplástico se elabora a partir de recursos naturales renovables como el almidón o la celulosa (caña de azúcar, maíz, yuca, remolacha, patata). Para crear bioplásticos se buscan estructuras químicas que permitan que microorganismos como hongos y bacterias descompongan el material, a diferencia del polipropileno y el poliestireno expandido, cuya producción se basa en derivados del petróleo (Ruíz, 2023).

Los bioplásticos están degradados por medio de la acción de enzimas extracelulares, al igual que ocurre en la naturaleza. También puede considerarse como la metabolización de los biodegradados por microorganismos, principalmente bacterias. En la obtención de los bioplásticos se utilizan recursos renovables y menos derivados del petróleo. Se promueve una menor emisión de gases de efecto invernadero, menos petróleo y un consumo energético un 40% menor que la producción de plásticos (Ordoñez, 2023).

También es altamente recomendable desde el punto de vista de la eliminación de residuos, al disminuir en gran cantidad los materiales sintéticos no biodegradables. En caso de bioplásticos procedentes de cultivos genéticamente modificados, se debería estudiar el impacto de este hecho en los comensales (Ramírez, 2023).

2.1.2. Residuos vegetales

Los residuos agrícolas son aquellos desechos leñosos y herbáceos procedentes del mantenimiento de cultivos, bosques y montes, y de actividades como la tala, la limpieza y el desbroce. Este tipo de residuo es también llamado residuo forestal. Asimismo, los residuos agrícolas también hacen referencia a los desechos de diferente tipo generados en las

explotaciones de agricultura y ganadería, así como a los procedentes de la industria agroalimentaria, maderera, corchera y papelera (Cardoso *et al.*, 2020).

2.1.3. Bagazo de la caña de azúcar

El bagazo es un material proveniente del prensado de la caña de azúcar y es el principal residuo sólido de la industria azucarera. Es también el residuo con mayor volumen y contenido energético en la fase agrícola de su producción. El bagazo de la caña está formado por pulpa, cáscara, semilla y residuos de la nervadura. Debido a la forma en la que se obtiene y maneja el bagazo de la caña, se estima que cada tonelada de azúcar o de panela producida genera aproximadamente dos toneladas de bagazo (Inga, 2020).

La explotación de esta biomasa de origen agroindustrial ha sufragado un aporte positivo en la generación de ingresos a la industria y como fuente alternativa de energía primaria y bioenergía en la mayoría de los países en los que manejan su cadena agroindustrial (Morales et al., 2021). El bagazo está disponible en grandes cantidades concentradas en las fábricas de azúcar. Su procesamiento, transporte y almacenamiento reduce los riesgos de inversión y lo convierte en un material atractivo en comparación con otras fuentes de materias primas lignocelulósicas. Es un desperdicio importante de la industria azucarera que puede ser aprovechado, porque por cada tonelada de azúcar refinada se generan dos sacos de bagazo (Verdezoto et al., 2021).

2.1.3.1. Propiedades físico químicas del bagazo de la caña de azúcar para la fabricación de utensilios

Gaibor (2021) expresa que, desde el punto de vista físico, el bagazo de caña integral se compone de los siguientes parámetros:

Tabla 1.*Composición física del bagazo de caña de azúcar*

Componente	Porcentaje
Fibra	45 %
Solidos insolubles	2-3 %
Solidos solubles	2-3 %
Humedad	50 %

Fuente: Gaibor (2021)

León *et al* (2022) manifiestan que desde el punto de vista químico el bagazo de caña de azúcar se compone de los siguientes parámetros:

Tabla 2.*Composición química del bagazo de caña*

Componente	Integral	Fracción fibra	Médula
Celulosa	46.6	47	41.2
Pentosanas	25.2	25.1	26
α -celulosa	38.3	40.4	-
Lignina	20.7	19.5	21.7
Extractivos A/B	2.7	2.3	2.9
Solubilidad en agua caliente	4.1	3.4	4.2
Solubilidad en agua fría	2.2	2.1	4
Solubilidad en sosa al 1 %	34.9	32	36.1
Cenizas %	2.6	1.4	5.4

Fuente: León *et al* (2022)**2.1.4. Cascara de yuca**

Representa entre el 15 y el 20 % de la masa total de la raíz, contiene más proteínas, grasas, fibras y minerales que la pulpa, la corteza también contiene azúcares y en la estructura lignocelulósica predomina la celulosa en forma de almidón. La cáscara de yuca es considerada

como una posible materia prima para la obtención de bioplástico, a partir de su almidón se han elaborado plásticos biodegradables, combinando plastificantes con quitosano y sorbitol, teniendo en cuenta fluctuaciones en las propiedades mecánicas, según otras experiencias con propiedades mecánicas. el plástico material reforzado con glicerina y celulosa microcristalina (Pijal De la Cruz & Pineda, 2022).

El almidón es uno de los componentes principales de la yuca; el mismo que se utiliza en la industria alimentaria y no alimentaria debido a sus propiedades tales como: baja gelatinización, cristalinidad y sabor suave (Zárate, 2023).

El almidón se elimina del agua mediante métodos sencillos de purificación y filtración, para mantener la producción y la economía, lo que la hace adecuada para uso industrial (Ramírez, 2020).

2.1.4.1. Propiedades físico químicas del cascara de yuca para la fabricación de utensilios.

Pilco (2020) menciona que desde el punto de vista físico químico el almidón de la cascara de yuca se compone de los siguientes parámetros:

Tabla 3.

Composición fisicoquímica del almidón de la cascara de yuca

Tipos	Almidón, %	pH	Amilosa, %	Amilopectina, %
	72.37	6.10	28.25	71.25
Blanca	89.57	6.23	30.73	69.27
	35.08	5.80	21.61	78.39
	77.49	6.34	31.28	63.00
Amarilla	98.5	6.12	23.00	77.00
	13.74	5.89	14.23	75.35

Fuente: Pilco (2020).

2.1.5. Cascara de plátano

Los desechos de plátano contienen mucho almidón, el cual se puede extraer para la purificación del agua y su polimerización, cuando el plátano madura se convierte en plátano, el almidón se descompone en azúcares, donde el plátano verde es más rico en almidón, mientras que el maduro es más rico en azúcar (Quintana, 2023).

El contenido de almidón del fruto del plátano es aproximadamente del 70 al 80 % de la materia seca, mientras que la cáscara puede contener hasta un 50 % (García, 2024).

La producción y uso de plástico biodegradable a base de cáscaras de plátano tiene un gran impacto ecológico, con beneficios para reducir los problemas de contaminación; donde aprovechando finalmente los residuos del plátano, se crea una nueva alternativa agrícola para la región, lo que significa crecimiento, mejora económica y la calidad de vida de parte de la población (Hurtado, 2024).

2.1.5.1. Propiedades físico químicas cascara de plátano para la fabricación de utensilios.

Cheah (2021) desde el punto de vista físico químico el almidón de la cascara de plátano se compone de los siguientes parámetros:

Tabla 4.

Composición fisicoquímica del almidón de la cascara de plátano

Características	Valores
Humedad	10.43 %
Ceniza	0.59 %
pH	7.81
Solubilidad en agua caliente	18 %
Color	Leche de almendra
Olor	Aroma propio del plátano

Fuente: Cheah (2021)

2.1.6. Procesos de fabricación de utensilios a partir de cascara de plátano

Mendoza et al (2020) describen los procedimientos utilizados para la elaboración de bioplásticos en la fabricación de utensilios a partir de cascara de plátano:

a) Solución antipardeamiento

Esta solución tiene como objetivo evitar la oxidación enzimática del almidón; esta solución se extrae del jugo de naranja agria, debido a que la vitamina C ayuda a prevenir dicha oxidación (Cárdenas, 2024).

b) Lavado de los plátanos

El lavado de los plátanos se realiza con agua potable con la intención de eliminar cualquier tipo de impurezas presentes en las cascara del plátano (Clavijo, 2023).

c) Pelado de plátanos e inmersión de las cascara

Mediante un cuchillo se realizan cortes a lo largo de la fruta, para posteriormente despegar la cascara del plátano; luego se pela, haciendo una inmersión de la cascara en la solución antipardeamiento para evitar la oxidación (García & Sánchez, 2021).

d) Rayado del endocarpio y deshidratación

Se reciclan las cascara o los desperdicios, luego se rayan las cascara (el endocarpio) para extraer lo que queda del plátano, que es de donde se obtendrá posteriormente el almidón. Después que se obtienen las tiras de almidón de las cascara se van colocando en las parrillas para ser deshidratadas (Santos, 2024).

e) Molienda, triturado y tamizado

Luego de ser deshidratadas, las tiras se trituran y se muelen para obtener una especie de polvillo. Después se tamiza para obtener una granulometría homogénea. Para verificar si se estaba obteniendo almidón se procede a colocar con gotas de yodo sobre las muestras del producto tamizado. La presencia de algún tipo de coloración oscura es un indicativo de la presencia de almidón en la sustancia (Santos, 2024).

f) Procedimiento para la elaboración del bioplástico para utensilios

Por cada cucharada de almidón se deben agregar 4 cucharadas de agua, más una cucharada de vinagre y una cucharada de glicerina; la mezcla obtenida se debe resolver hasta completar homogenización y cocción hasta que espese por completo. La pasta obtenida se debe dispersar sobre una superficie seca y lisa para su secado (Macías & Zambrano, 2023).

Para la fabricación de utensilios de uso variado como platos, vasos, contenedores, cucharas, se deben tener los moldes al tamaño correspondiente, donde se les da la moldura requerida con la pasta obtenida de la cascara de plátano (Macías & Zambrano, 2023).

2.1.7. Procesos de fabricación de utensilios a partir del bagazo de caña de azúcar

Llor & Guevara (2022) mencionan el procedimiento aplicado para la elaboración de bioplásticos en la fabricación de utensilios a partir del bagazo de caña de azúcar:

a) Selección y recolección del material

Este proceso consiste en recolectar la pulpa de la caña de azúcar después de la extracción del jugo de caña (trapiche), con el propósito de evitar el crecimiento microbiano; se separa la cascara externa de la materia prima interna; se selecciona tallos gruesos para obtener mayor cantidad de pulpa (Guamán, 2024).

b) Almacenamiento y transporte

Se depositan los tallos en un recipiente con tapa, para evitar la afectación por bacterias por los residuos de sacarosa y humedad (Miño, 2023).

c) Remojado

La pulpa se enjuaga con agua y se exprime para luego sumergirla en un recipiente con agua oxigenada con el fin de neutralizar y eliminar microorganismos presentes en la materia prima durante 2 y 3 días (Estrada & Bartolo, 2021).

d) Secado

Consiste en poner la muestra al aire libre bajo el sol con el fin de deshidratar (Estrada & Bartolo, 2021).

e) Trituración

Mediante la ayuda de un molino de granos se reduce el tamaño del material (pulpa de caña de azúcar) (Miño, 2023).

f) Tamizado eléctrico

Se utiliza un equipo tamizador, donde se obtienen partículas de diferentes tamaños, tomando en consideración el tamaño más adecuado para la elaboración del utensilio (Gallo, 2022).

g) Preparación de las masas

Antes de preparar las masas se debe pesar y medir cada insumo utilizando una balanza analítica y una probeta para luego mezclarlas y obtener una muestra homogénea (Gallo, 2022).

h) Determinación de plasticidad

Consiste en determinar la resistencia de la masa (harina de bagazo de caña + aglutinante) a la deformación (Ávila, 2021).

i) Moldeado

El material mezclado con el aglutinante y laminado debe ser prensado en un molde de acero inoxidable y antiadherente para dar la forma al tipo de envase que se desea obtener (Castañeda, 2023).

j) Secado

Para el proceso de secado, se deja secar el utensilio en un lugar con sombra y sin presencia de viento; ya que el secado rápido puede ocasionar deformación y agrietamiento del recipiente (Castañeda, 2023).

2.1.8. Procesos de fabricación de utensilios a partir de cascara de yuca

Vega (2022) menciona el procedimiento aplicado para la elaboración de bioplásticos en la fabricación de utensilios a partir de cascara de yuca:

a) Recepción de la materia prima: Se debe utilizar 2 sacos yuca.

- b) **Lavado:** Se debe enjuagar la yuca con la finalidad de que estén limpias para evitar daños.
- c) **Pelado de la cascara de yuca:** Pelar las cascara de yuca para obtener almidón.
- d) **Triturado:** Triturar la cascara de la yuca con el agua con la ayuda de una licuadora.
- e) **Filtrado:** Luego el filtrado se lo realiza con una malla bien delgada.
- f) **Descantado:** La muestra filtrada se coloca en un envase y se deja reposar durante 12 horas, después se quitar el sobrenadante.
- g) **Secado:** La muestra sedimentada se recolecta y se coloca en las bandejas de aluminio, dejando secar a temperatura ambiente durante 72 horas.
- h) **Pesado:** Después del secado del almidón obtenido se procede a pesar.
- i) **Molienda:** Se realiza en el molino para que los tamaños de los gránulos de almidón se reduzcan a muy pequeños, para luego tamizarlo.
- j) **Tamizado:** El tamiz que se utiliza es el N° 53 en el cual se pasa el almidón de la cascara de la yuca).
- k) **Empacado:** Finalmente la muestra del almidón obtenido se debe colocar en una funda.
- l) **Proceso de elaboración de bioplástico:** Lastra (2023) expresa que el proceso de elaboración de bioplástico conlleva los siguientes pasos:
 - Colocar en vaso de precipitación el almidón y 45 ml de agua destilada.
 - Mezclar de forma constante hasta homogenizar; la temperatura de la mezcla no debe exceder los 63 °C.
 - Agregar 1 ml de glicerina con agitación constante evidenciando una consistencia de la mezcla.
 - Luego se debe añadir 6 ml de ácido acético homogenizado hasta dejar de percibir vapor de la mezcla.
 - Colocar la muestra en el molde del utensilio que se desea fabricar y luego dejar secar a temperatura ambiente.
 - Después se debe retirar del molde para poder utilizar el utensilio fabricado.

2.1.9. Tipos de utensilios a partir de cascara de plátano, cascara de yuca y bagazo de caña de azúcar

Los envases de alimentos biodegradables y utensilios de cocina desechables son hechos con almidón de cascara de plátano, cascara de yuca y bagazo de caña de azúcar con una alternativa ecológica y amigable con el medio ambiente, ya que permiten reemplazar los

utensilios desechables no biodegradables que normalmente son fabricados con plásticos de un solo uso (Tashiguano, 2020).

Los utensilios a partir de almidón de cascara de plátano, cascara de yuca y bagazo de caña de azúcar, presentan muchos beneficios para quienes buscan una solución alimentaria económica, fácil de usar y respetuosa con el medio ambiente; estos productos son fabricados con materiales resistentes al calor para que sea tan fuerte e irrompible como el plástico tradicional. Esto permite su uso tanto en zonas frías como calientes (Arguello & Torres, 2021).

Tabla 5.

Tipos de utensilios a partir de materias primas vegetales

Tipo de materia prima	Tipos de utensilios
Cascara de plátano	Tazas, vasos, platos, cucharas y bandejas para alimentos
Cascara de yuca	Platos, vasos, cucharas, contenedores, bandejas para alimentos
Bagazo de caña de azúcar	Platos hondos, paltos extendidos, cucharas, contenedores, bandejas para alimentos

Fuente: Arguello & Torres (2021).

2.1.10. Impacto de utilizar el bagazo de caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca para la fabricación de utensilios.

Los utensilios fabricados a partir de materias primas orgánicas aportan un ahorro de CO₂, minimizando la cantidad de basura y es ecoamigable con el medio ambiente; además es importante exigir el uso responsable de los plásticos y la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, donde es necesario conocer sus pros y contras de los utensilios biodegradables (Caro et al., 2023).

Tabla 6.*Ventajas y desventajas de los utensilios biodegradables*

Ventajas de los utensilios biodegradables	Desventajas de los utensilios biodegradables
Al estar fabricada por materiales naturales pueden ser consumidos fácilmente por microorganismos.	El uso de residuos agrícolas destinados para fabricar plásticos es muy escaso, en efecto estudios de simulación demuestran que su fabricación en masa podría generar un impacto negativo en la distribución de áreas de cultivo (alimentos) como también en su costo
No producen residuos, ya que al degradarse no liberan compuestos químicos, ni mucho menos gases nocivos a la atmosfera; de esta manera se pretende reducir la huella ecológica.	Los plásticos, aunque sean biodegradables, muchas veces no acaban en los sistemas adecuados de compostaje, siendo arrojados al mar o almacenados en botaderos, lugares que no tienen las condiciones necesarias para su descomposición.
Desaparecen rápidamente o son reciclados para volver a ser usados.	Al no contar con un sistema de recojo de estos materiales, ni la correcta separación, haciéndolos difíciles de ver a los consumidores la diferencia entre un producto derivado del plástico normal y del biodegradable
Al usar material desechado como materia prima y obtener un valor económico con su uso	Se requiere una fuerte inversión inicial.
Requieren menor energía durante su fabricación.	
No contiene sustancias toxicas.	

Fuente: Franco et al (2023)

2.1.10.1. Funciones de los utensilios biodegradables

Ahsan et al (2023) mencionan que las funciones de los utensilios elaborados a partir de bioplásticos son las siguientes:

Acondicionar el producto en condiciones adecuadas para su mantenimiento.

Contener el producto.

Proteger el alimento de las acciones físicas – químicas microbiológicas del medio.

Identificar el producto e informar.

Conservar la calidad y salubridad del alimento.

2.1.10.2. Beneficios de utensilios biodegradables

Vikhareva et al (2021) expresan que los beneficios de los utensilios elaborados a partir de bioplásticos son las siguientes:

Es eco amigable debido a que los productos contribuyen en las buenas prácticas que ayudan a conservar y preservar los recursos naturales.

Son biodegradables porque pueden descomponerse y desprender sustancias inofensivas para la naturaleza, ya sea por acción de factores ambientales como la radiación solar, agua, suelo, bacterias, hongos, las plantas y animales, para finalmente perder sus propiedades originales.

Son reciclables porque mejoran la reciclabilidad de los materiales plásticos.

Son ecológicos porque en su elaboración solo se requiere de materia orgánica natural y no utiliza ningún producto químico.

2.2. METODOLOGÍA

2.2.1. Tipo de investigación

Esta investigación fue de tipo exploratoria, documental, que se realizó por el método inductivo - deductivo, documental bibliográfico, información obtenida de los dspace de universidades, bibliográficas de Google académico, artículos científicos, revistas indexadas y otros espacios de consulta bibliográfica.

La información obtenida fue parafraseada, resumida y analizada a fin de obtener información relevante sobre el uso de residuos vegetales para la fabricación de utensilios a base

de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cascara de plátano (*Musa x paradisiaca*) y cascara de yuca (*Manihot esculenta*).

2.3. RESULTADOS

El bagazo está disponible en grandes cantidades concentradas en las fábricas de azúcar; su procesamiento, transporte y almacenamiento reduce los riesgos de inversión y lo convierte en un material atractivo en comparación con otras fuentes de materias primas lignocelulósicas para la fabricación de utensilios (Verdezoto et al., 2021).

La cáscara de yuca es considerada como una posible materia prima para la obtención de bioplástico, a partir de su almidón se han elaborado plásticos biodegradables, combinando plastificantes con quitosano y sorbitol, teniendo en cuenta fluctuaciones en las propiedades mecánicas, según otras experiencias con propiedades mecánicas. el plástico material reforzado con glicerina y celulosa microcristalina (Pijal De la Cruz & Pineda, 2022).

La producción y uso de plástico biodegradable a base de cáscaras de plátano tendría un gran impacto ecológico y sería de gran beneficio para reducir los problemas de contaminación, aprovechando finalmente los residuos del plátano, creando una nueva alternativa agrícola para la región, lo que significa crecimiento, mejora económica y la calidad de vida de parte de la población (Hurtado, 2024).

En la fabricación de utensilios de un solo uso la utilización de bagazo de caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca tiene un impacto ambiental positivo; en la cual se reduce la dependencia de plásticos no biodegradables, lo que contribuye a la disminución de desechos sólidos y la contaminación. Además, representan un recurso renovable que promueve la sostenibilidad y la conservación de los recursos naturales (Hernández y Herrera, 2021).

Los tipos más comunes de utensilios de un solo uso fabricados con bagazo de la caña de azúcar, cascara de plátano y cascara de yuca se encuentran los platos, tazas desechables, cubiertos y recipientes para alimentos; estos productos cumplen la misma función de los plásticos tradicionales, ya que son de un material resistente al calor y están hechos para ser rígidos y no quebrarse (Márquez y Ortiz, 2023).

2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los utensilios desechables fabricados de cascara de plátano, cascara de yuca y bagazo de caña de azúcar son productos versátiles y pueden soportar líquidos calientes y grasas, por lo que son ideales para su uso en eventos y servicios de alimentación. Además, Elias *et al.*, 2021 menciona que su apariencia natural y textura atractiva los hace populares entre los consumidores preocupados por el medio ambiente, teniendo como referencia lo descrito por Tashiguano (2020), quien manifiesta que los utensilios desechables fabricados con almidón de cascara de plátano, cascara de yuca y bagazo de caña de azúcar representan una alternativa ecológica y amigable con el medio ambiente, ya que permiten reemplazar los utensilios desechables no biodegradables que normalmente son fabricados con plásticos de un solo uso; donde además aportan un ahorro de CO₂, ya que minimizan la cantidad de basura; siendo importante exigir el uso responsable de los plásticos y la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

Mediante el análisis de los resultados se realizan las siguientes conclusiones:

- Desde el punto de vista físico químico, el bagazo de caña integral se compone de los siguientes parámetros: fibra 45 %, sólidos solubles e insolubles 2-3%, humedad 50 %, celulosa 46.6, pentosanas 25.2 %, celulasas 38.3 % y cenizas 2.6 %.
- La cascara de yuca representa entre el 15 y el 20 % de la masa total de la raíz, con una estructura lignocelulósica donde predomina la celulosa en forma de almidón 89.57 %, pH 6.23, amilosa 30.73 %, Amilopectina 69.71 %.
- Desde el punto de vista físico químico, la cascara de plátano se compone de los siguientes parámetros: humedad 10.43 %, ceniza 0.59 %, pH 7.81.
- Para la fabricación de utensilios de uso variado como platos, vasos, contenedores, cucharas, se deben tener los moldes al tamaño correspondiente, donde se les da la moldura requerida con la pasta obtenida de la cascara de plátano, cascara de yuca y bagazo de caña.
- Los utensilios de almidón de cascara de plátano, cascara de yuca y bagazo de caña de azúcar ofrecen muchos beneficios a las personas que buscan una solución desechable para el consumo de alimentos.

3.2. RECOMENDACIONES

Acontinuacion se detallan las siguientes recomendaciones:

- Es importante exigir el uso responsable de los plásticos y la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, donde es necesario conocer sus pros y contras de los utensilios biodegradables.
- Establecer programas de recolección de materias primas orgánicas para fomentar la fabricación de utensilios biodegradables.
- Proponer a las industrias de plásticos encontrar soluciones que permitan la producción eficiente de utensilios de calidad a partir de este material sostenible.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. REFERENCIAS

- Adrian, J. & Bartolo, R. (2021). Cenizas de bagazo de caña de azúcar como sustitución del cemento portland en elaboración de concreto hidráulico (Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas). <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1628>
- Ávila, J. (2021). Aprovechamiento de residuos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y generación de ingresos de los productores, Cantón 24 de Mayo (Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2974>
- Arguello, A. & Torres, K. (2021). Diseño y construcción de un equipo de moldeo térmico para la elaboración de platos biodegradables a partir del bagazo de la Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14994>
- Alcala, S., Casahuaman, D. (2021). Estudio de prefactibilidad para la elaboración de platos biodegradables a base de hojas de plátano (*Musa paradisiaca*) (Tesis de grado, Universidad de Lima, Perú ulima.edu.pe
- Ahsan, W., Hussain, A., Lin, C., & Nguyen, M. (2023). Biodegradation of different types of bioplastics through composting—a recent trend in green recycling. *Catalysts* 2023, 13(2), 294; <https://doi.org/10.3390/catal13020294>
- Alarcón, J., Arias, M., Durango, E., Lizarazo, A. (2021). Estudio de Prefactibilidad Para Una Empresa de Aprovechamiento de los Residuos de la Caña de Azúcar Para la Producción de Plásticos Orgánicos (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios). scimago.es
- Carbo, L. (2024). Revisión de diferentes partes vegetales del Banano (*Musa AAA*) como alternativa para la aplicación de productos biodegradables en el Ecuador (Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo). <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16058>
- Cheah, C., Yue, C. S., & Ting, A. S. Y. (2021). Effects of heat and chemical pretreatments of banana peels for metal removal in single and multimetal systems. *Water Air and Soil Pollution* 232(1). <https://doi.org/10.1007/s11270-020-04945-9>

- Castañeda, Y. (2023). Influencia de fibras de bagazo de caña de azúcar en el concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimento rígido, Cusco-2023 (Universidad de Cesar Vallejo). <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/133161>
- Cárdenas, C. G. (2024). Estudio bibliográfico sobre la producción de materiales compuestos reforzados con fibra de cáscara de plátano. Revista Universidad Tecnológica de Santander). <https://10.13140/RG.2.2.24543.68004>
- Caro, L., Barbosa, K., Santiago, Y., Arrieta, A., Maya, D. Y., Battle, E., & Restrepo, J. (2023). Valorización energética de biomasa residual de yuca para precursores de alto valor energético: caso pirólisis. Tecnología en Marcha, 36(10), 16-26. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/7007
- Clavijo, P. (2023). Cáscara de plátanos y bananos como alternativa sostenible para la sustitución del plástico sintético en el Departamento del Meta (Tesis de grado, Universidad Santo Tomás). <https://bibliotecadigital.oducal.com/Record/ir-11634-51640?sid=4469>
- Decada, C., Vilchez, S. (2021). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de cuadernos con hojas a base de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) (Tesis de grado, Universidad de Lima, Perú). ulima.edu.pe
- Díaz, J. (2024). Aplicación de residuos, subproductos industriales y nanomateriales para la estabilización y ejecución de capas estructurales de carreteras (Tesis de grado, Universidad de Córdoba). uco.es
- Elias, M., Ortiz, V., Quispe Yañez, A., Berrospi, M. (2021). Elaboración y comercialización de set de cubiertos para mesa a base de bagazo de caña de azúcar (Tesis de grado, Universidad San Ignacio de Loyola, Perú). usil.edu.pe
- Espín, J., Pilataxi, L. (2022). Producción y conservación de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* utilizando como sustrato los residuos agroindustriales del cultivo de quinua, cacao y el bagazo de malta (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). epoch.edu.ec
- Franco, S., Matías, N., Tavárez, J., Franco, S., Peña, M., Reynoso, B., & Marín, W. (2023). Evaluación de propiedades físicas de películas plásticas biodegradables elaborados utilizando una combinación de subproductos de arroz (*Oryza sativa*) y Yuca (*Manihot esculenta*). Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(2), 11735-11747.

- Galindo, L., Lorenzo, F. (2023). Desafíos fiscales y financieros de la transición climática en América Latina. Red Sudamericana de Economía Aplicada (RedSur). redsudamericana.org
- García, Y. (2024). Resinas dentales compuestas utilizando xantiletina como agente de acoplamiento (Tesis de grado, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo). <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/4550/ATD210.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, C. & Sánchez, F. (2021). Uso de los residuos de la cáscara de banano (*Musa paradisiaca*), para la elaboración de material plástico biodegradable, ESPAM MFL. (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López). <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1429>
- Gallo, J. (2022). Análisis de la estabilización de suelos expansivos utilizando hormigón asfáltico reciclado, ceniza del bagazo de caña de azúcar para la sub rasante de la rasante de los pavimentos (Tesis de grado, Universidad Laica Vaicente Rocafuerte de Guayaquil). <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4985>
- Guamán, B. (2024). Diseño y construcción de un molde para la elaboración de platos desechables a partir de material biodegradable de bagazo de caña de azúcar (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14994>
- Gaibor, S. (2021). Diseño de un proceso industrial para la obtención de etanol a partir de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para Gelfresh Lab (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16757>
- Hernández, A., Herrera, O. (2021). Elaboración de tabique rojo recocido a base de ceniza de bagazo de caña de azúcar y harina de hueso (Tesis de grado, Instituto Tecnológico Superior de Misantla). 51.143.95.221
- Hurtado, Y. (2024). Membranas poliméricas compuestas nanoestructuradas para la captura de CO₂ en la etapa de pre-combustión de hidrógeno obtenido de la gasificación de biomasa (Tesis de grado, Institución Universitaria). <https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/6485>

- Hurtado, N., Molina, J. (2024). Obtención de un material biodegradable impermeable para su utilización en vajilla desechable (Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador). uta.edu.ec
- Inga, M. (2020). Estudio de compostaje del efluente vinaza de la actividad industrial azucarera para obtener mayor rendimiento ecológico en el cultivo de rabanito (*Raphanus Sativus*) (Tesis de grado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión). <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/4212>
- Loor, A. & Guevara, H. (2022). Análisis del comportamiento de un pavimento rígido adicionando fibras de tereftalato de polietileno PET reciclado y cenizas del bagazo de la caña de azúcar (Tesis de grado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil). <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5338>
- León, E. A., Ruano, M., Albernas, Y., & González, E. (2022). Evaluación de la extracción de jugo de los filtros para producir levadura torula en una fábrica de azúcar. Centro Azúcar, 49(4), 12-23.
- Lastra, K. (2023). Diseño de un sistema de producción de productos derivados del cacao en la provincia de Esmeraldas (Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi). <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10405>
- López, G. (2019). Estudio estratégico para una empresa productora y comercializadora de pellets y bio cubiertos de pla de bagazo/melaza de caña de azúcar en Lima Metropolitana (Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú). pucp.edu.pe
- Miño, D. (2023). Elaboración de un sustituto de cuero a partir de fibra derivada de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la elaboración de hojuelas (Tesis de grado, Universidad ESTATAL Amazónica). <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/888/T.%20AGROIN.%200B.%20UEA.%20%202125.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morales, M., Mesa, L., Ley, N., de Armas, A., Acosta, D., & González, E. (2021). Estudios previo inversionistas para la producción de furfural-etanol y tableros a partir de bagazo de caña de azúcar. Revista Ion, 34(2), 17-29.
- Macías, J. & Zambrano, D. (2023). Evaluación de la quitina en la producción de almidón termoplástico con base de cáscara de plátano (Tesis de grado, Escuela Superior

Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López).
https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/2137/1/TIC_IA52D.pdf

Márquez, R., Ortiz, N. (2023). Elaboración de sorbetes biodegradables a base de cáscara de *Solanum tuberosum* y bagazo de *Glycine max* (Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo). ucv.edu.pe

Mendoza, M., Coello, C., Correa, M., & Sagñay, E. (2020). Elaboración de utensilios de bioplástico a base de la cáscara de plátano. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, (67), 18.

Ordoñez, G. (2023). Evaluación del uso de la radiación ultravioleta de onda corta (UV-C) como método de esterilización de bioplásticos (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <http://dspace.espacech.edu.ec/handle/123456789/20313>

Pilco, G. (2020). Flavedo deshidratado de naranja (*Citrus sinensis*, variedad Valencia) y hojas de stevia (*Stevia rebaudiana*) para la elaboración de infusión cítrica (Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo). <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/9efddea2-8909-48ca-9e8f-1939be00437e>

Pijal De la Cruz, B. & Pineda, G. (2022). Obtención de harina de yuca (*Manihot esculenta*) y plátano verde (*Musa paradisiaca*) a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno (Tesis de grado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi). <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1534>

Quintana, D. (2023). Desarrollo de materiales compuestos de nueva generación con alta conformabilidad para aplicaciones aeronáuticas (Tesis de grado, Universidad Rey Juan Carlos). <https://burjcdigital.urjc.es/handle/10115/25351?locale-attribute=fr>

Ramírez, C. (2020). Evaluación de la extracción de flavonoides a partir de la cáscara de naranja (Tesis de grado Fundación Universidad de América). <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8180/1/6151508-2020-2-IQ.pdf>

Ramírez, A. D. (2023). Factores fisicoquímicos que influyen en la producción de bioplásticos tipo PHA en el género *Bacillus* spp (Tesis de grado, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca).
<https://repositorio.unicolmayor.edu.co/browse?type=author&value=Ramirez+Alvarez%2C+Angie+Daniela>

- Ruíz, V. (2023). Capacidad degradativa de plásticos del hongo pudridor de madera *Bjerkandera adusta* (Tesis de grado, Universidad de Concepción). <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/11298>
- Rojas, L., Puentes, D. (2024). Propuesta de portafolio de proyectos en Acoplásticos: productores de plásticos de un solo uso, para acogimiento de la ley 2232 (Tesis de grado, Universidad EAN, Colombia). universidadean.edu.co
- Sistemática, U. (2024). Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas Escuela Profesional de Ingeniería Biotecnológica (Tesis de grado, Universidad Católica de Santa María, Perú). ucsm.edu.pe
- Santos, G. (2024). Propuesta para la elaboración de papel biodegradable a partir de la planta de plátano en Procol SAS por medio del método a la sosa (Tesis de grado, Fundación Universidad de América). <https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/9434>
- Santos, G. (2024). Propuesta para la elaboración de papel biodegradable a partir de la planta de plátano en Procol SAS por medio del método a la sosa (Tesis de grado, Fundación Universidad de América). <https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/9434>
- Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (SETEI). (2 de abril 2023). En el mundo se desperdicia casi la mitad de frutas y vegetales cosechados. <https://www.sectei.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/en-elmundo-se-desperdicia-casi-la-mitad-de-frutas-y-vegetales-cosechados>
- Tashiguano, V. (2020). Revisión de literatura y propuesta de un laboratorio de innovación y desarrollo de materiales biodegradables en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano (Tesis de grado, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana). <https://bdigital.zamorano.edu/items/dc471bd9-9730-4475-9e94-deddeafbe14>
- Verdezoto, L., Parco, F., Jácome, C., Katan, W., & Mora, A. (2021). Energía renovable a partir de la biomasa de la caña de azúcar. *Revista De Investigación Talentos*, 8(1), 9-26. <https://doi.org/10.33789/talentos.8.1.140>
- Vega, J. (2022). Obtención de platos biodegradables a partir de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) y bagazo de caña (*Saccharum officinarum*) (Tesis de grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán). <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/8375>

Vikhareva, I., Buylova, E., Yarmuhametova, G., Aminova, G., & Mazitova, A. K. (2021). An overview of the main trends in the creation of biodegradable polymer materials. *Journal of chemistry*, 2021(1), 5099705.

Zárate, M. (2023). Influencia de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca (*Manihot esculenta*) en la elaboración de pastas con adición de extractos vegetales (Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi). <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5681/browse?type=subject&order=ASC&rpp=20&value=PASTA>

4.2. ANEXOS



Figura 1. Bagazo de caña de azúcar (Inga, 2020).



Figura 2. Cascara de yuca (Ramírez, 2020).



Figura 3. Cascara de plátano (Quintana, 2023).



Figura 4. Utensilios a partir de bioplásticos (Tashiguano, 2020).