



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL**

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO PARA LOS RESIDUOS DE  
LA RALLANDERÍA DE YUCA "PEDRO PABLO" DEL SITIO OLLA  
VIEJA**

**AUTORES:**

**CEDEÑO CEDEÑO RONNY SLEYDER  
FERNÁNDEZ BRAVO GEMA MARISEL**

**TUTOR:**

**ING. CARLOS LUIS BANCHÓN BAJAÑA, M. Sc.**

**CALCETA, FEBRERO 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

**CEDEÑO CEDEÑO RONNY SLEYDER**, con cédula de ciudadanía **1310998685** y **FERNÁNDEZ BRAVO GEMA MARISEL**, con cédula de ciudadanía **1351841737** declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO PARA LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA "PEDRO PABLO" DEL SITIO OLLA VIEJA**, es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación personal, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación



---

**RONNY S. CEDEÑO CEDEÑO**  
C.C: 1310998685



---

**GEMA M. FENÁNDEZ BRAVO**  
C.C: 1351841737

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

**CEDEÑO CEDEÑO RONNY SLEYDER**, con cédula de ciudadanía **1310998685** y **FERNÁNDEZ BRAVO GEMA MARISEL**, con cédula de ciudadanía **1351841737**, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación del Trabajo de Integración Curricular Titulado: **ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO PARA LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA "PEDRO PABLO" DEL SITIO OLLA VIEJA**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



---

**RONNY S. CEDEÑO CEDEÑO**  
C.C: 1310998685



---

**GEMA M. FENÁNDEZ BRAVO**  
C.C: 1351841737

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

**ING. CARLOS LUIS BANCHÓN BAJAÑA, M. Sc.**, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO PARA LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA "PEDRO PABLO" DEL SITIO OLLA VIEJA**, que ha sido desarrollado por **CEDEÑO CEDEÑO RONNY SLEYDER y FERNÁNDEZ BRAVO GEMA MARISEL** previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. CARLOS LUIS BANCHÓN BAJAÑA, M. Sc.**

**C.C: 0918059189**

**TUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de Integración Curricular titulado: **ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO PARA LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA "PEDRO PABLO" DEL SITIO OLLA VIEJA** que ha sido desarrollado por **CEDEÑO CEDEÑO RONNY SLEYDER y FERNÁNDEZ BRAVO GEMA MARISEL** previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. FRANCISCO J. VELÁSQUEZ INTRIAGO, D. Sc.**

**CC: 1309483913**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**ING. LAURA G. MENDOZA CEDEÑO, M. Sc.**

**CC: 1313222471**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**ING. JOSÉ M. CALDERON PINCAY, M. Sc.**

**CC: 2300121833**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios por permitirnos una excelente experiencia dentro de la ESPAM, y darnos fuerza para seguir y convertirnos en profesionales que tanto nos apasiona.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria Manuel Félix López por habernos aceptado ser parte de ella y facilitarnos el camino del conocimiento científico, de igual manera a los diferentes docentes que brindaron su conocimiento y su apoyo en todo el tiempo que transcurrimos dentro la ESPAM.

A nuestro tutor de Trabajo de Integración Curricular, el Ing. Carlos Luis Banchón Bajaña, M. Sc., por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su conocimiento y capacidad científica, así como también habernos tenido toda la paciencia del mundo para guiarnos durante todo el desarrollo de la investigación.

**LOS AUTORES**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Robert Rafael Cedeño Montero y Luz Almira Cedeño Zambrano, los cuales han trabajado con mucho esfuerzo y agradecerles por brindarme una gran educación desde la casa hasta la universidad, por siempre alzarme el ánimo con sus consejos que me han hecho una persona de bien, y que en la vida no se tiene que ver la montaña lo que se debe es ponerse a caminar, y también a familiares y amigos cercanos que siempre estuvieron apoyándome en los momentos más arduos.

**RONNY SLEYDER CEDEÑO CEDEÑO**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Liwinton Fernández Giler y Digna Pastora Bravo, los cuales han trabajado con mucho esfuerzo y agradecerles por brindarme una gran educación desde la casa hasta la universidad, por siempre alzarme el ánimo con sus consejos que me han hecho una persona de bien, y que en la vida no se tiene que ver la montaña lo que se debe es ponerse a caminar, y también a familiares y amigos cercanos que siempre estuvieron apoyándome en los momentos más arduos.

**GEMA MARISEL FERNÁNDEZ BRAVO**



## CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE TABLAS, FIGURAS Y FÓRMULAS.....	xii
RESUMEN .....	xiv
PALABRAS CLAVES .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
KEY WORDS .....	xv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1.    PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2.    JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3.    OBJETIVOS.....	5
1.3.1.  OBJETIVOS GENERAL.....	5
1.3.2.  OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.4.    IDEA A DEFENDER .....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.    GENERALIDADES DE LA YUCA.....	6
2.2.    VARIEDADES DE YUCA.....	7
2.3.    PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LA YUCA.....	7
2.4.    PRODUCCIÓN DE YUCA EN EL ECUADOR.....	8
2.5.    ALMIDÓN DE YUCA.....	8
2.5.1.  PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA.....	9
2.5.2.  DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA .....	11
2.5.3.  RESIDUOS DE YUCA.....	11

2.6.	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LOS RESIDUOS DE YUCA .....	13
2.6.1.	HUMEDAD .....	14
2.6.2.	CENIZA .....	14
2.6.3.	PROTEÍNA BRUTA O CRUDA .....	14
2.6.4.	FIBRA CRUDA .....	15
2.6.5.	DIÁMETRO DEL GRANULADO.....	15
2.6.6.	PESO MOLECULAR .....	15
2.6.7.	CONTENIDO DE AMILOSA Y AMILOPECTINA.....	15
2.6.8.	pH.....	16
2.6.9.	APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE YUCA.....	16
2.6.10.	BIOFERTILIZANTE .....	16
2.6.11.	NANOFIBRAS .....	17
2.6.12.	BIORREFINERÍAS .....	17
2.6.13.	BIOPELÍCULAS COMESTIBLES.....	18
2.6.14.	ALIMENTACIÓN ANIMAL .....	18
2.6.15.	BIOPLÁSTICOS .....	19
2.7.	ECONOMÍA CIRCULAR .....	19
	CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	20
3.1.	UBICACIÓN .....	20
3.2.	DURACIÓN.....	20
3.3.	MÉTODOS.....	21
3.3.1.	MÉTODO CUANTITATIVO .....	21
3.3.2.	MÉTODO CUALITATIVO .....	21
3.4.	TÉCNICAS.....	22
3.4.1.	OBSERVACIÓN DIRECTA .....	22
3.4.2.	ENTREVISTA.....	22
3.4.3.	GEORREFERENCIACIÓN.....	22
3.4.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO.....	23
3.4.5.	ANÁLISIS DOCUMENTAL .....	23
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	23
3.6.	VARIABLES EN ESTUDIO .....	24

3.6.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	24
3.6.2.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	24
3.7.	PROCEDIMIENTOS .....	24
3.7.1.	FASE I.- DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RALLANDERÍA DE YUCA “PEDRO PABLO” DEL SITIO OLLA VIEJA, DE LA PARROQUIA CANUTO.....	24
3.7.2.	FASE II.- DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA PEDRO PABLO DEL SITIO OLLA VIEJA, DE LA PARROQUIA CANUTO DEL CANTÓN CHONE .....	25
3.7.3.	FASE III. PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO PARA LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA PEDRO PABLO DEL SITIO OLLA VIEJA, DE LA PARROQUIA CANUTO DEL CANTÓN CHONE.....	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		30
4.1.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RALLANDERÍA DE YUCA PEDRO PABLO DEL SITIO OLLA VIEJA, DE LA PARROQUIA CANUTO DEL CANTÓN CHONE .....	30
4.2.	DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA PEDRO PABLO DEL SITIO OLLA VIEJA, DE LA PARROQUIA CANUTO DEL CANTÓN CHONE .....	37
	CÁSCARA.....	38
	BAGAZO .....	42
	AGUA RESIDUAL.....	46
	ALMIDÓN.....	49
	CELULOSA.....	50
4.2.1.	PLASTICIDAD DE LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA PEDRO PABLO DEL SITIO OLLA VIEJA DE LA PARROQUIA CANUTO DEL CANTÓN CHONE.....	54
4.3.	ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA PEDRO PABLO .....	55
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		64
5.1.	CONCLUSIONES .....	64
5.2.	RECOMENDACIONES.....	65
BIBLIOGRAFÍA .....		66
ANEXOS .....		86

## CONTENIDO DE TABLAS, FIGURAS Y FÓRMULAS

### TABLAS

Tabla 2.1: Composición Taxonómica de la Yuca (Manihot esculenta) .....	6
Tabla 2.2: Plantación de Yuca en el Mundo.....	7
Tabla 2.3. Característica de los Residuos del Procesamiento de la Yuca. Valores Típicos.....	12
Tabla 2.4. Contenido de Amilosa y Amilopectina en diferentes tipos de almidones .....	16
Tabla 3.1. Métodos aplicados en los análisis para la caracterización físicoquímica de los residuos en la rallandería yuca Pedro Pablo .....	26
Tabla 3.2. Datos de referencia para plastificar residuos de yuca .....	27
Tabla 3.3. Modelos de programas de manejo ambiental .....	29
Tabla 4.1. Eficiencia del proceso del ecobalance .....	37
Tabla 4.2. Humedad de la cáscara de la yuca .....	38
Tabla 4.3. Ceniza de la cáscara de la yuca .....	39
Tabla 4.4. pH de la cáscara de la yuca .....	41
Tabla 4.5. Contenido de humedad del bagazo .....	42
Tabla 4.6. Contenido de ceniza del bagazo .....	43
Tabla 4.7. pH del bagazo .....	45
Tabla 4.8. Contenido de humedad del agua residual.....	46
Tabla 4.9. Contenido de ceniza del agua residual .....	47
Tabla 4.10. pH del agua residual .....	48
Tabla 4.11. Presencia de almidón en los residuos de la yuca .....	49
Tabla 4.12. Porcentaje de celulosa de tres tipos de residuos de la yuca .....	50
Tabla 4.13. Análisis de la varianza de una vía completamente aleatorizada para el pH. ....	51
Tabla 4.14. Análisis de la varianza de una vía completamente aleatorizada para cenizas. ....	52
Tabla 4.15. Análisis de la varianza de una vía completamente aleatorizada para humedad. ....	53
Tabla 4.16. Plastificación de los residuos donde X = No plastifica y O = Sí plastifica: .....	54
Tabla 4.17. Estrategias de aprovechamiento mediante análisis documental .....	57
Tabla 4.18. Estrategias de Educación y Sensibilización Ambiental .....	61
Tabla 4.19. Manejo de residuos de rallandería .....	62
Tabla 4.20. Manejo de vertimientos .....	63

## FIGURAS

Figura 3.1. Ubicación del la rallandería de yuca Pedro Pablo .....	20
Figura 2.1. Proceso de extracción de almidón de yuca .....	11
Figura 4.1. Ecobalance de la rallandería Pedro Pablo.....	32
Figura 4.2. Humedad de la cáscara de yuca.....	38
Figura 4.3. Ceniza de la cáscara de yuca.....	40
Figura 4.4. pH de la cáscara de yuca.....	41
Figura 4.5. Humedad del bagazo.....	42
Figura 4.6. Contenido de ceniza del bagazo.....	44
Figura 4.7. pH del bagazo.....	45
Figura 4.8. Humedad del agua residual.....	46
Figura 4.9. Ceniza del agua residual.....	47
Figura 4.10. pH del agua residual.....	48
Figura 4.11. Porcentaje de celulosa de 3 tipos de residuos de la yuca.....	50
Figura 4.12. pH de los residuos de la yuca. Letras diferentes indican significancia (Tukey 5 %). .....	51
Figura 4.13. Porcentaje de Cenizas de los residuos de la yuca. Letras diferentes indican significancia (Tukey 5 %). .....	52
Figura 4.14. Porcentaje de Humedad de los residuos de la yuca. Letras diferentes indican significancia (Tukey 5 %). .....	53

## FÓRMULAS

Ecuación 3. 1. Eficiencia del proceso.....	25
--	----

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la rallandería Pedro Pablo en el sitio “Olla vieja” perteneciente a la parroquia Canuto del cantón Chone, teniendo como objetivo el aprovechamiento de los residuos de yuca (bagazo, cáscara y agua residual) con fines de búsqueda de estrategias de aprovechamiento. Para el diagnóstico de la situación actual de la rallandería de yuca Pedro Pablo, se aplicaron los métodos cuantitativos y cualitativos, así como la observación directa, georreferenciación, análisis estadístico descriptivo, documental y entrevista como técnicas. Se caracterizaron los residuos de yuca por medio de análisis fisicoquímicos, gravimetría, así como métodos como Kurschner y Hoffer y la prueba de almidón (Prueba de yodo). Posteriormente se determinó la plasticidad de los residuos de yuca y la revisión de aprovechamiento mediante análisis documental. En los resultados, se tiene que, la rallandería procesa un total de 2500 kg/día de materia prima (yuca) y una producción de 808 kg/semana de almidón, siendo la especie de yuca conocida como la “colombiana” la más utilizada. Se caracterizaron los residuos de yuca cuyos resultados fueron para bagazo: (humedad: 11,45%, Ceniza: 1,95%, pH: 4,58, celulosa: 2,08%, almidón: sí); cáscara (humedad: 10,67%, Ceniza: 7,89%, pH: 5,43, celulosa: 44,18%, almidón: sí); agua residual (humedad: 99,76%, Ceniza:0,036 %, pH:6,37, celulosa: 0,74%, almidón: sí). La plasticidad del bagazo fue mayor que la cáscara de yuca. Finalmente, mediante el análisis documental se encontraron estrategias para el aprovechamiento tales como alimentación animal y los bioplásticos.

## PALABRAS CLAVE

Residuos de rallandería, estrategias de aprovechamiento, Economía circular.

## **ABSTRACT**

This research was carried out in Pedro Pablo cassava mill in "Olla Vieja" site belonging to Canuto parish in Chone canton, with the objective of using the cassava residues (bagasse, peel and residual water) with the purpose of searching for strategies of utilization. For the diagnosis of the current situation of the Pedro Pablo cassava shredder, quantitative and qualitative methods were applied, as well as direct observation, georeferencing, descriptive statistical analysis, documentary and interview techniques. The cassava residues were characterized by physicochemical analysis, gravimetry, as well as methods such as Kurschner and Hoffer and the starch test (Iodine test). Subsequently, the plasticity of the cassava residues and the utilization review were determined through documentary analysis. The results show that the shredder processes a total of 2500 kg/day of raw material (cassava) and a production of 808 kg/day of starch, being the cassava species known as "Colombian" the most used. The cassava residues were characterized and the results were for bagasse: (humidity: 11.45%, ash: 1.95%, pH: 4.58, cellulose: 2.08%, starch: yes); peel (humidity: 10.67%, ash: 1.95%, pH: 4.58, cellulose: 2.08%, starch: yes); husk (humidity: 10.67%, Ash: 7.89%, pH: 5.43, cellulose: 44.18%, starch: yes); residual water (moisture: 99.76%, Ash:0.036 %, pH:6.37, cellulose: 0.74%, starch: yes). The plasticity of bagasse was higher than that of cassava peel. Finally, through documentary analysis, strategies for the use of waste were found, demonstrating that animal feed and bioplastics.

## **KEY WORDS**

Cassava wastes, environmental valuation strategies, utilization, circular economy.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La generación de los residuos sólidos se ha convertido en una problemática asociada directamente al incremento de la población humana, a los procesos de transformación industrial, a los hábitos de consumo de la población junto con el aumento en la producción de bienes y servicios, todo esto acompañado de un inadecuado manejo de sus residuos (Melo, 2019).

Porras y Rodríguez (2016) en su estudio plantean que, a nivel mundial, del total de residuos, el 46% son orgánicos. Dentro de ese 46% de residuos sólidos orgánicos (RSO), están aquellos desechos que provienen de actividades domésticas, agrícolas y forestales. Por tanto, se generan a nivel global toneladas de desechos agrícolas convirtiéndose en un foco de contaminación ambiental. También, la quema de biomasa y desechos agrícolas emiten 40% de dióxido de carbono, 32% monóxido de carbono, 20% de materia particulada (PM) y 50% de carburos aromáticos (Galán y Guevara, 2021).

Según la Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2017) el 75% de la generación de residuos sólidos urbanos en los países de bajos ingresos de América Latina y el Caribe es de origen orgánico, mientras que en países desarrollados este índice es de 36%, siendo la materia orgánica más de la mitad de todos los residuos descartados en las poblaciones latinoamericanas. Por otro lado, a nivel nacional, la agricultura es uno de los sectores que más emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) aporta a la atmósfera; es decir casi el 28% de las emisiones provienen principalmente por la quema y/o descomposición de los desechos agrícolas (Calderón *et al.* 2017).

En América del Sur, la producción de bioplástico está liderada por Colombia, Chile, Argentina y Brasil cuya finalidad es alcanzar un desarrollo sostenible y reducir la dependencia de productos derivado del petróleo que afecta a esa región, en el caso del Ecuador existe una problemática evidente ya que en el país cuenta con gran



actividad agrícola en la actualidad, no hay registros de empresas relacionadas a la producción de bioplástico que aprovechen esos residuos agrícolas, solo existen investigaciones enfocadas a su obtención a partir del almidón de achira, banana, oca; estas son especies cultivadas también en Ecuador (Riera y Palma, 2018).

En la provincia de Manabí, Ecuador, los diferentes procesos para la extracción del almidón de yuca en rallanderías originan una gran cantidad de residuos sólidos y aguas residuales. Comúnmente estos desechos líquidos son vertidos a las fuentes de aguas superficiales sin tratamientos adecuados, lo cual contribuye a la contaminación y la restricción de sus usos tradicionales (consumo humano, agroindustrial y recreación); siendo los desechos sólidos arrojados al suelo y/o usados como alimento para animales (Marmolejo *et al.* 2008).

De acuerdo con Zambrano (2016) en la parroquia Canuto, cantón Chone, una de las principales actividades económicas de los habitantes es la producción de yuca, y se estima que se siembra más de 1000 hectáreas por año, teniendo más de 200 rallanderías en la producción de yuca, de esta forma se obtiene grandes cantidades de residuos que normalmente son desechados sin darles un segundo uso, lo que aporta al sistema económico lineal y no circular.

Ante la problemática planteada sobre la falta de información sobre la composición fisicoquímica de los residuos de rallanderías de yuca surge la necesidad de investigaciones sobre el aprovechamiento de los residuos de yuca, tales como la elaboración de bioplásticos, alimentación animal, biorrefinerías, biofertilizante, biopelículas comestibles, y nano fibras los cuales fomentan la reutilización de estos residuos para su elaboración, por la cual se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo contribuye la caracterización fisicoquímica de los residuos de la rallandería de yuca Pedro Pablo en la elaboración de estrategias de aprovechamiento que aporten a la economía circular, en el sitio Olla Vieja de la parroquia Canuto del cantón Chone?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la falta de información sobre la composición fisicoquímica de los residuos de rallanderías de yuca para el establecimiento de alternativas de aprovechamiento, se ha convertido en un campo de interés investigativo debido a que dicho residuo de materia prima se puede reutilizar en acciones de índole ambiental, promoviendo la reutilización de residuos agrícolas con alto potencial en aplicaciones ambientales (Ruiz *et al.* 2020).

En los residuos de las rallanderías de yuca se obtiene cascarilla y almidón siendo el almidón un biopolímero natural más investigado como una alternativa de aprovechamiento, debido que su obtención es barata y es abundante en este tipo de rallanderías. El almidón forma un papel crucial en el reemplazo de los plásticos sintéticos, reduciendo el uso desmesurado del petróleo (Rosales, 2016).

En los últimos años la búsqueda de un modelo social y económico sobre la producción y consumo de productos derivados de petróleo ha desencadenado en el mundo el uso de alternativas de aprovechamiento, ya que el impacto del residuo derivado de petróleo, como hidrocarburos no sintetizados, están ocasionando daños irremediables en el ecosistema natural (Fundación Chile, 2020).

Dentro de los 300 millones de toneladas de plástico que se generan año tras año en el mundo, los bioplásticos representan tan solo un 1%, estimando que durante el 2021 la producción de bioplásticos aumentará en un 50%, es decir alrededor de 6,1 millones de toneladas Pizá *et al.* (2017). Existen tres grandes desafíos con relación a la producción de bioplásticos: reducir a los gases de efecto invernadero, disminuir la acumulación de los desechos sólidos que no se degradan en el ambiente y reducir la dependencia en el uso de los recursos de origen fósil para la producción de plásticos. Para estas problemáticas, se han desarrollado alternativas ampliamente investigadas como el uso de materias primas orgánicas para la obtención de bioplásticos (Navia *et al.* 2015).

Según el Objetivo 3 del Plan Nacional de Desarrollo Toda una vida, se debe Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones, además la política 3.4 del mismo texto, el cual redacta “Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático e impulsar las misma en el ámbito global”. De esta forma se justifica la aplicación de los residuos de rallanderías de yuca como parte de un plan C (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2017).

Esta investigación aportará a futuras investigaciones información para la reutilización de los residuos de la rallandería de yuca Pedro Pablo de modo que se pueda elaborar bioplásticos, alimentación animal, biorrefinerías, biofertilizante, biopelículas comestibles, y nano fibras, fomentando el reciclaje, minimizando el impacto ambiental que se genera por desechar estos residuos al ambiente.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVOS GENERAL**

Establecer estrategias de aprovechamiento en función de los residuos de la rallandería de yuca Pedro Pablo del sitio Olla Vieja, parroquia Canuto del cantón Chone como aporte a la economía circular.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar la situación actual de la rallandería de yuca Pedro Pablo del sitio Olla Vieja, de la parroquia Canuto del cantón Chone.
- Determinar la composición fisicoquímica de los residuos de la rallandería de yuca Pedro Pablo del sitio Olla Vieja, de la parroquia Canuto del cantón Chone.
- Plantear estrategias de aprovechamiento para los residuos de la rallandería de yuca Pedro Pablo del sitio Olla Vieja, de la parroquia Canuto del cantón Chone.

### **1.4. IDEA A DEFENDER**

La caracterización fisicoquímica de los residuos de la rallandería de yuca Pedro Pablo contribuye en la elaboración de estrategias de aprovechamiento como aporte a la economía circular, en el sitio Olla Vieja de la parroquia Canuto del cantón Chone.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. GENERALIDADES DE LA YUCA

Barbosa y Rueda (2021) expresa que la yuca es un cultivo de origen tropical, y constituye como una fuente de alimentación esencial para los países en esa zona tropical, también su cultivación tiene beneficios al agricultor ya que es conocida por ser resistente a plagas además de ser producidas en suelos degradados y resistir en temporadas de sequías.

Cuando se habla del cultivo de yuca en América del sur hacemos referencia a la yuca (*Manihot esculenta*), mandioca o tapioca la cual pertenece a la familia *Euphorbiaceae* este tipo de familia consta con aproximadamente 7.200 especies (Suárez y Mederos, 2011). Catalogada como un arbusto el cual es cultivado y exportado a regiones de Asia, África, América latina y el caribe (Lizcano, 2019).

Según Grande y Osorio (2021) en las hojas de yuca presentan proteínas ricas en lisina y poca en metionina, mientras que las raíces presentan mayores nutrientes como vitaminas, carbohidratos, minerales, fibras y aminoácidos óptimos para una alimentación esencial.

**Tabla 2.1:** Composición Taxonómica de la Yuca (*Manihot esculenta*)

Taxonomía de la yuca	
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Euphorbiales</i>
Familia	<i>Euphorbiaceae</i>
Subfamilia	<i>Critonoideae</i>
Tribu	<i>Manihoteae</i>
Género	<i>Manihot</i>
Especie	<i>Manihot esculenta</i>

**Fuente:** Suárez y Mederos, (2011)

Este tipo de cultivo es idóneo para cosechar en cualquier periodo de tiempo, su duración es de seis a ocho meses su función final es ser llevadas al consumo humano

pero su utilización abarca otros sectores industriales como el textil, papelería, edulcorantes, farmacéutica y cosmética (Bravo, 2021).

## 2.2. VARIEDADES DE YUCA

La yuca como tubérculo se puede clasificar según el contenido de glucósido cianogénico como amarga o dulce García *et al.* (2016). La yuca dulce contiene una baja cantidad de ácido cianhídrico, cuya toxina interviene en transporte de oxígeno de la yuca, mientras la yuca amarga contiene un porcentaje grande esta toxina, por este tipo de contenido glucósido cianogénico (amarga o dulce) existen diferentes variedades de yuca, teniendo una diferencia de raíz tales como largas y cortas así mismo estas variedades dependerá del clima y el suelo donde se realice el cultivo (Romero, 2021).

## 2.3. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LA YUCA

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2019) indica que los principales encargados de cultivar la yuca en el mundo se encuentra Nigeria con 59.193.708 millones de toneladas (Tm) en el 2019 y le sigue Tailandia con 31.079.966 Tm, siguiendo Brasil con 17.644.115 Tm y después República del Congo con 40.050.112 como último a Indonesia con 14.586.693 Tm en basado en el año 2019, este resultado demuestra que el cultivo de yuca en el mundo es de 11 ton/ha de manera que forma parte del sector económico y alimenticio en todo el planeta.

**Tabla 2.2:** Plantación de Yuca en el Mundo

Plantación de yuca en el mundo		
Continente	Cultivo (área global%)	Producción (área global %)
África	50	60
Asia	30	22
América sur	16	14

**Fuente:** Llanes, (2019)

Las grandes cantidades de producción y plantación de yuca en el mundo indican que de toda esa producción se obtienen enormes cantidades de residuos que por lo habitual son desechados provocando un impacto ambiental, sin tener en cuenta que el aprovechamiento de los residuos de yuca conlleva a una economía circular que traería beneficios económicos por la reutilización de dichos residuos.

## **2.4. PRODUCCIÓN DE YUCA EN EL ECUADOR**

En el Ecuador se siembra la yuca *Manihot esculenta Crantz* de manera perenne y producida en su mayoría por pequeños agricultores, este cultivo está presente en todas las regiones: Costa, Sierra, Amazonía y Galápagos. Su producción en algunos sectores se realiza de manera tradicional y se presentan como excelente opción de cultivo debido a la tolerancia a plagas, enfermedades y sequía García *et al.* (2014). Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, (2020) la producción de yuca en el Ecuador es de 64.273 Tm con una superficie de cosecha alrededor de las 22.000 ha.

## **2.5. ALMIDÓN DE YUCA**

Conocido como un polisacárido, el cual se obtiene del tubérculo de la yuca, formar parte como alimento básico también es considerado extremadamente versátil, y muy investigado por ser eficaz en la aplicación de obtención de bioplástico y biopelículas comestibles (Angueta *et al.* 2019).

El proceso de extracción del almidón de yuca se realiza en una industria que tiene como definición rallanderías (Forero y Cortés, 2020), en la actualidad este proceso puede llegar a tener etapas de parcialmente igual entre rallanderías lo que los diferencia son los equipos que se encuentren en la rallandería y también el número de empleados que se encuentren en la rallandería, aunque en la actualidad este proceso todavía realiza manualmente, como sucede en países sub desarrollado o pobres (Carabalí y Yenni, 2020).

La calidad del almidón de yuca dependerá del proceso físico químico y de los procesos enzimáticos que se aplica en el gránulo del almidón, la propiedad fisicoquímica influye en la variación de pH, temperatura y capacidad de hinchamiento del almidón (Figueroa, 2020)

Además de ser usado para la industria alimenticia, el almidón como materia prima se puede utilizar en la industria papelera, farmacéutica y textil debido a las características funcionales y nutricionales (Tesfaye *et al.* 2017), cuando se especifica cuáles son las características funcionales del almidón de yuca son las siguientes; la capacidad de retención de agua, una alta viscosidad y la temperatura de gelatinización (Sandra, 2018).

Del proceso de obtención de almidón dulce o almidón amargo siempre al finalizar se obtiene residuos tales como el afrecho, bagazo y aguas residuales los cuales antes la falta de conocimiento de los productores, son desechados al ambiente afectando a lugares cercanos de estas rallanderías (Grande y Osorio, 2021).

Según Yuranan *et al.* (2020) la raíz de yuca posee un porcentaje de almidón que fluctúa entre 32 % y 35 % de peso fresco y el porcentaje de almidón de la materia seca está entre 80% y 90%. Por otro lado, según Kanvisit *et al.* (2021) del 85% al 90 % de la materia seca es contenido de almidón.

### **2.5.1. PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA**

El proceso de obtención de almidón de yuca puede producirse de manera industrial y artesanal para esta extracción se sigue los siguientes pasos:

- **RECEPCIÓN DE RAÍCES DE YUCA:** Al momento de ser cosechadas las raíces son transportadas a las rallanderías, en transcurso de 24-48 horas debido al posible deterioro fisiológico, esto influye bastante en la calidad de almidón de yuca (Castro *et al.* 2021).
- **LAVADO Y DESCUARTIZADO:** En este proceso se eliminan las impurezas y la tierra que se encuentran en la raíz, la cáscara se desprende por medio de la fricción



que ejerce una raíz con otra y también por medio de utensilios para el pelado como un cuchillo o machete (Vélez, 2019).

- **RALLADO:** En este proceso los gránulos de almidón que estaban presentes en las células de las raíces son liberados, el objetivo de esta operación es el rendimiento total del almidón de manera que la eficiencia de extracción de los gránulos de almidón dependerá de la rentabilidad en el proceso de rallado (Vélez, 2019).
- **COLADO O TAMIZADO:** En el proceso de colado o tamizado se realiza la separación del material fibroso o pulpa de lechada de almidón, en este proceso se utiliza un recolado en la lechada para evitar que pequeñas partículas de fibras pasen a la lechada de almidón (Carmona *et al.* 2019).
- **SEDIMENTACIÓN:** Después de obtener la lechada de yuca esta es llevada a canales o tanques, donde se llevará a cabo la sedimentación el cual dividirá el componente más denso (el almidón) por el cual los gránulos se sedimentan en el fondo de los canales (Carmona *et al.* 2019).
- **FERMENTACIÓN:** El resultado de la sedimentación pasa a tanques de fermentación y se le agrega agua y se lo deja ahí en modo conserva durante 20 a 30 días para después pasar al secado (Carmona *et al.* 2019).
- **SECADO:** Este proceso se puede realizar de dos formas, de manera artificial con una máquina de secado o por medio del uso del sol de manera que la finalidad de estos dos métodos es remover la humedad del almidón (Miranda *et al.* 2018).
- **ACONDICIONAMIENTO:** Es el proceso final de la extracción de almidón de yuca donde se realiza la molienda del almidón para después empacarlo para su respectiva comercialización (Rodríguez *et al.* 2021).

## 2.5.2. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA

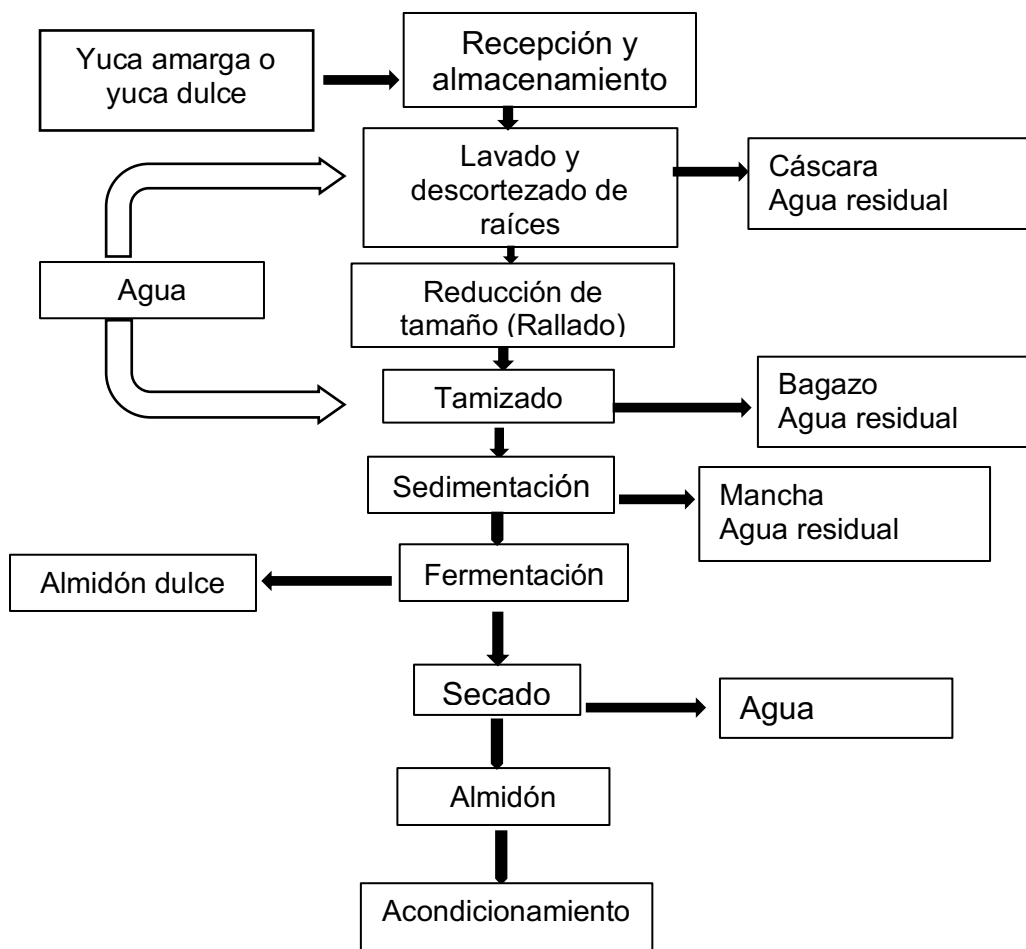


Figura 2.1. Proceso de extracción de almidón de yuca

Fuente: Harish *et al.* (2016)

## 2.5.3. RESIDUOS DE YUCA

Entre el proceso de extracción de yuca, se obtiene residuos los cuales se los puede catalogar como residuos sólidos tales como el bagazo o afrecho y la cáscara, y los residuos líquidos serían el agua residual producida en la extracción de almidón (Torres *et al.*, 2010).

**Tabla 2.3.** Característica de los Residuos del Procesamiento de la Yuca. Valores Típicos.

<b>Características fisicoquímicas</b>	<b>Afrecho o Bagazo</b>	<b>Cascarilla</b>	<b>Agua residual</b>
pH	4,8	5,8	3,2
Humedad (%)	90	6,72	-
Ceniza (%)	3,26 <sup>b</sup>	5,55	0,02
Proteína (%)	0,48 <sup>a</sup> – 3,02 <sup>b</sup>	5,62	1,35
Carbohidratos (%)	NR	29,53	0,19
Almidón (%)	60	35,08	NR
Fibra (%)	13,1 <sup>a</sup> – 7,6 <sup>b</sup>	19,01	NR
Lípidos (%)	NR	0,48	NR

a: base seca. b: base húmeda. NR: no registra

**Fuente:** Marmolejo *et al.* (2008); Roman *et al.* (2015); Romero *et al.* (2017); Grande y Osorio, (2021)

### **2.5.3.1. BAGAZO O AFRECHO**

Este residuo se forma durante el proceso de tamizado el cual se separa el material fibroso (pulpa), forma parte del 10% de residuo que se da en la rallandería de yuca, el bagazo durante el tamizado contiene porcentaje agua y almidón y se representa con 61% a 90% de agua y 11% a 30 % de almidón y consta con fibra que contiene 38% de celulosa y 37% de hemicelulosa óptimos para la elaboración de bioplásticos y biopolímeros (Bolívar *et al.* 2019), el bagazo en la actualidad se lo utiliza como método de alimentación de animales, mayormente muy aplicado en el sector agropecuario, ya que tiene cualidades perfectas para la alimentación como fibra, pero contiene poca proteínas, al momento de aplicar como alimento se debe balancear según la necesidad de la especie que se aplique esta alimentación (Lynch y Zambrano, 2021).

### **2.5.3.2. CÁSCARA**

Este residuo se obtiene en el proceso de pelado como su nombre lo indica es la operación donde se quita la cáscara; este procedimiento se puede realizar de dos manera mecanizado o manual, considerada como una cubierta celulósica y representa el 20% del peso de la raíz (Grande y Osorio, 2021).

Según Aristizábal *et al.* (2007), anualmente se producen once millones de toneladas de cáscara en el mundo, y solo 5 % es reutilizada para la producción y obtención de glúcidos cianogénicos los cuales pueden aplicarse en para la elaboración de bioplásticos, biorrefinerías y alimentación de animales, así mismo no recomienda aplicarlo temas de alimentación en seres humanos debido a su toxicidad los cuales fueron obtenidos en el suelo mediante nutrientes y minerales.

#### **2.5.3.3. AGUA RESIDUAL**

En la producción de almidón de yuca se utiliza el agua como material esencial usando de 8 a 9  $m^3$  de agua por tonelada de yuca procesada mientras que una rallandería tradicional produce 4 toneladas al día teniendo 36  $m^3$  de agua residual el cual se desechan a un cuerpo de agua o se filtran por el suelo deteriorando fuentes superficiales de agua y suelos en el sector de rallanderías de almidón (Arévalo, 2019). Pero estas aguas residuales pueden ser reutilizadas en biofertilizantes, ya que el agua de residual de los residuos papas y yuca contienen macro y micronutrientes, proteínas, carbohidratos y compuestos fenólicos, elementos esenciales para en el crecimiento de las plantas (Campo, 2021).

#### **2.5.3.4. MANCHA**

En el canal o tanque de sedimentación tiene como resultado tres capas: la capa superior es el agua residual, el intermedio es una contiene material proteico mezclado con almidón ese producto es la mancha, y la inferior capa es el almidón sedimentado. Una de las características de la mancha es que es menos denso que el almidón y tiene un nivel de proteína alto de manera que su reutilización es como alimento para animales. (Mina, 2019).

### **2.6. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LOS RESIDUOS DE YUCA**

La caracterización fisicoquímica de los residuos es la actividad que consiste en determinar la composición fisicoquímica de un residuo, el cual fue producido en un

sector industrial, y esta caracterización se realiza en un laboratorio químico el cual cuenta con los instrumentos adecuados para la caracterización de dichos residuos (Gutiérrez *et al.* 2012).

### **2.6.1. HUMEDAD**

Se refiere a la cantidad de agua que obtiene un cuerpo. Dentro de la humedad se adjudica el término materia seca, la cual es obtenida de la resta del peso total menos el contenido de humedad. Este análisis se aplica con el fin de evitar afectaciones en la textura del alimento, y el crecimiento de microorganismo, obteniendo que los alimentos duren el mayor tiempo posible (Ruíz y Oscanoa, 2021).

Según Mostafa, (2009) el porcentaje de elongación de los bioplásticos aumentan en relación al contenido de humedad, además el contenido de agua es crucial para la rigidez y extensibilidad del material. Humedad por encima del 10% produce especímenes con una resistencia a la tracción disminuida. Además, la humedad, así como el pH, la temperatura y el oxígeno son factores esenciales en la biodegradación del polímero (Ibrahim *et al.* 2021).

### **2.6.2. CENIZA**

Conocido como residuo inorgánico de un compuesto carbonado después de la calcinación de su materia orgánica, la ceniza está constituida por fosfatos, óxidos, sustancias minerales y carbonatos. Su fin es el control de calidad de algunos alimentos, especialmente cuando se aplica en granos y tubérculos ya que estos cumplen una gran importancia en la nutrición (Guerra y Pozo, 2018).

### **2.6.3. PROTEÍNA BRUTA O CRUDA**

Unos de los principales análisis en base alimentos o residuos alimentos es el análisis de proteína bruta o cruda, ya que permiten controlar la calidad del insumo proteicos del alimento, en el caso de los tubérculos como la yuca su proteína es baja (Coral, 2014). La proteína combinada con otros elementos como polisacáridos, quitina y

lípidos dan resultados de propiedades mecánicas beneficiosas para la obtención de un bioplástico (Atiwesha *et al.* 2021).

#### **2.6.4. FIBRA CRUDA**

Es representada como la parte no digerible de los alimentos, los componentes de la fibra se agrupan en cuatro grandes grupos como lo polisacáridos estructurales, los polisacáridos no estructurales, sustancias estructurales no polisacáridos y otra sustancia como proteínas y materia inorgánica (Rodríguez, 2021).

#### **2.6.5. DIÁMETRO DEL GRANULADO**

El tamaño del gránulo de almidón de yuca varía entre 5  $\mu\text{m}$  a 35  $\mu\text{m}$ . La forma del gránulo de almidón es achatada y redonda el cual tiene como contenido 17% de amilosa (Cusme y Gómez, 2019).

#### **2.6.6. PESO MOLECULAR**

Se define como peso molecular a la suma de las masas atómicas de una molécula de un compuesto específico. En el caso de los bioplásticos son considerados como compuestos de alto peso molecular por su origen natural derivado de fuentes renovables y su característica biodegradable óptima para contrarrestar la dependencia del plástico derivado de petróleo (Chariguamán, 2015).

#### **2.6.7. CONTENIDO DE AMILOSA Y AMILOPECTINA**

La amilasa y la amilopectina son estructuras poliméricas del almidón, las cuales están constituidas por unidades de glucosa respectivamente, de modo que la amilosa es un polímero lineal mientras que la amilopectina es polímero ramificado. El contenido de la amilosa y la amilopectina es un elemento importante para la elaboración de biopelículas y bioplásticos por sus propiedades mecánicas y físicas (Gúamán, 2019).

**Tabla 2.4.** Contenido de Amilosa y Amilopectina en diferentes tipos de almidones

Tipo de Almidón	Amilosa (%)	Amilopectina (%)
Maíz	25	75
Mandioca	17	83
Papa	20	80
Trigo	25	75
Arroz	19	81
Yuca	20	80

*Fuente:* Martínez y Charro, (2015); Álvaro *et al.* (2018)

### 2.6.8. pH

Se define al pH como la medida del grado de alcalinidad o acidez de una solución o una sustancia, para medir el pH se utiliza una escala de 0 a 14, teniendo al 7 como una cantidad neutra, lo que indica que la sustancia no es ácida ni alcalina, si el pH es mayor a 7 significa que es más alcalina y un valor menor a 7 significa que es más ácida (Instituto Nacional del Cáncer, 2017). El rango de pH de los residuos se encuentra en la Tabla 2.3

### 2.6.9. APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE YUCA

Para el aprovechamiento de los residuos de yuca se aplican métodos, los cuales dependen de las características fisicoquímica presentes en el residuo, recalando que los residuos industriales de yuca presentan sustancias nocivas para el medio ambiente, a su vez dichos residuos contienen nutrientes y características funciones óptimas para la elaboración de subproductos biodegradables para la disminución del deterioro del medio ambiente (Grande y Osorio, 2021).

### 2.6.10. BIOFERTILIZANTE

Conocidos como insumos formulados por microorganismo benéficos como bacterias y hongos, cuya función es aumentar la disponibilidad de nutrientes y mejorar la calidad del suelo, por lo tanto, beneficiando a la planta, este método ecológico se usa abundantemente en la agricultura orgánica, porque ofrece las mismas propiedades que los fertilizantes químicos, lo único que los diferencia es el tiempo de aplicación en el suelo (INTAGRI, 2015). En el caso de biofertilizante de origen de residuos de yuca

se utiliza la cáscara de dicha materia prima el cual se aplica por medio de método SSF (Fermentación semisólida) teniendo un biofertilizante excelente porcentaje de crecimiento en plantas como legumbres y otras plantas de ciclo corto (Grande y Osorio, 2021).

#### **2.6.11. NANOFIBRAS**

Las nanofibras son fibras con un diámetro inferior a 500 nanómetros, para su obtención se usan técnicas especiales, y son reconocidas por ser ultrafinas y de tener propiedades muy particulares en el ámbito ambiental e industrial, una de las ventajas de la nano fibra es su tamaño ya que al ser tan pequeñas el área de superficie es mayor, y como es polimérica se puede modificar con facilidad (Quiroz y Castro, 2018). En la actualidad el estudio de obtención de nanofibras por medio de residuo de yuca es de interés investigativo, debido a las características lignocelulósicas presentes en la cáscara y el bagazo de yuca el cual sirve para la elaboración de la nano fibra por medio de la lignina, hemicelulosa y celulosa (González, 2016).

#### **2.6.12. BIORREFINERÍAS**

Se refiere a una biorrefinería como una planta industrial cuya finalidad es transformar la biomasa en electricidad, biomasa en vapor, químicos, plásticos y otros productos de alto valor agregado con la finalidad de aprovechar cada fracción de la biomasa, por medio de procesos químicos, físicos, bioquímicos y termoquímicos generando múltiples productos de una materia prima (Hernández, 2019).

El almidón como materia prima es aplicada como una alternativa ecológica en la elaboración de biocombustible, por medio de la degradación del almidón, la fermentación de azúcares y la hidrólisis enzimática en la que es sometida el bagazo se obtiene etanol (Grande y Osorio, 2021).



### **2.6.13. BIOPELÍCULAS COMESTIBLES**

Se define a una biopelícula comestible como una capa delgada de material comestible de origen biológico y catalogada como el recubrimiento de un alimento, los materiales presentes en las biopelículas comestibles son los polisacáridos, proteínas, lípidos y resinas naturales como: almidón, pectina, colágeno, quitosano y la colofonia, óptimos para prolongar la conservación de la calidad de productos de origen vegetal (Garciglia, 2019).

La búsqueda de nuevas de tecnologías para que disminuya la contaminación de productos compuestos por polímeros no biodegradables ha generado en el mundo la búsqueda de estrategias de aprovechamiento de residuos y una de estas es la elaboración de biopelículas comestibles que sirven como envoltura y protección de alimentos el cual se puede elaborar con residuos agrícolas como el bagazo y la cáscara de yuca (Quigua y García, 2020).

### **2.6.14. ALIMENTACIÓN ANIMAL**

Conocida como la acción de abastecer alimentos al ganado, teniendo en cuenta el correcto valor nutritivo, y que sean óptimos para el crecimiento animal teniendo en cuenta las características fisiológicas de cada especie (Ojeda, 2020).

La alimentación de animales usando residuos agrícolas es la estrategia de reutilización de residuos más aplicada debido a que es utilizada como un conocimiento ancestral, debido que el aprovechamiento de los residuos agrícolas es parte de la historia de la agricultura y ganadería, de manera que la utilización de residuos de yuca en la elaboración de piensos es factible debido a los nutrientes como carbohidratos, proteínas y minerales presentes en estos residuos como son la cáscara y el bagazo de yuca (Grande y Osorio, 2021).

### **2.6.15. BIOPLÁSTICOS**

Se denomina bioplástico a un plástico de origen natural cuya producción proviene de un organismo vivo y con carácter biodegradable, de manera que es sintetizado a partir de fuentes renovables, por su capacidad de producir poca contaminación (Gúamán, 2019).

La elaboración de bioplásticos se puede realizar por cultivos que contengan almidón y cultivos de poliésteres microbianos, siendo el almidón el de mayor interés investigativo en el uso como materia prima para elaboración de bioplásticos, debido a que es rentable, de bajo costo y tiene alta disponibilidad, reconocido como unas nuevas tecnologías contra mitigación de productos derivados de petróleo (Erazo, 2018).

### **2.7. ECONOMÍA CIRCULAR**

Es un sistema de producción y consumo cuya finalidad es reutilizar, reciclar materia prima no aprovechada de manera que dichos bienes de consumos al momento de volver a la naturaleza en modo de residuo no causen daños medioambientales por eso la economía circular es un excelente para modelo económico y sobre todo amigable con el medio ambiente (Sandoval *et al.* 2017).

# CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

## 3.1. UBICACIÓN

La siguiente investigación se desarrolló en el sitio Olla Vieja de la parroquia Canuto del cantón Chone pertenecientes a la provincia de Manabí, específicamente en la rallandería de yuca “Pedro Pablo”. En la figura 3.1 se muestra la ubicación del área de estudio:

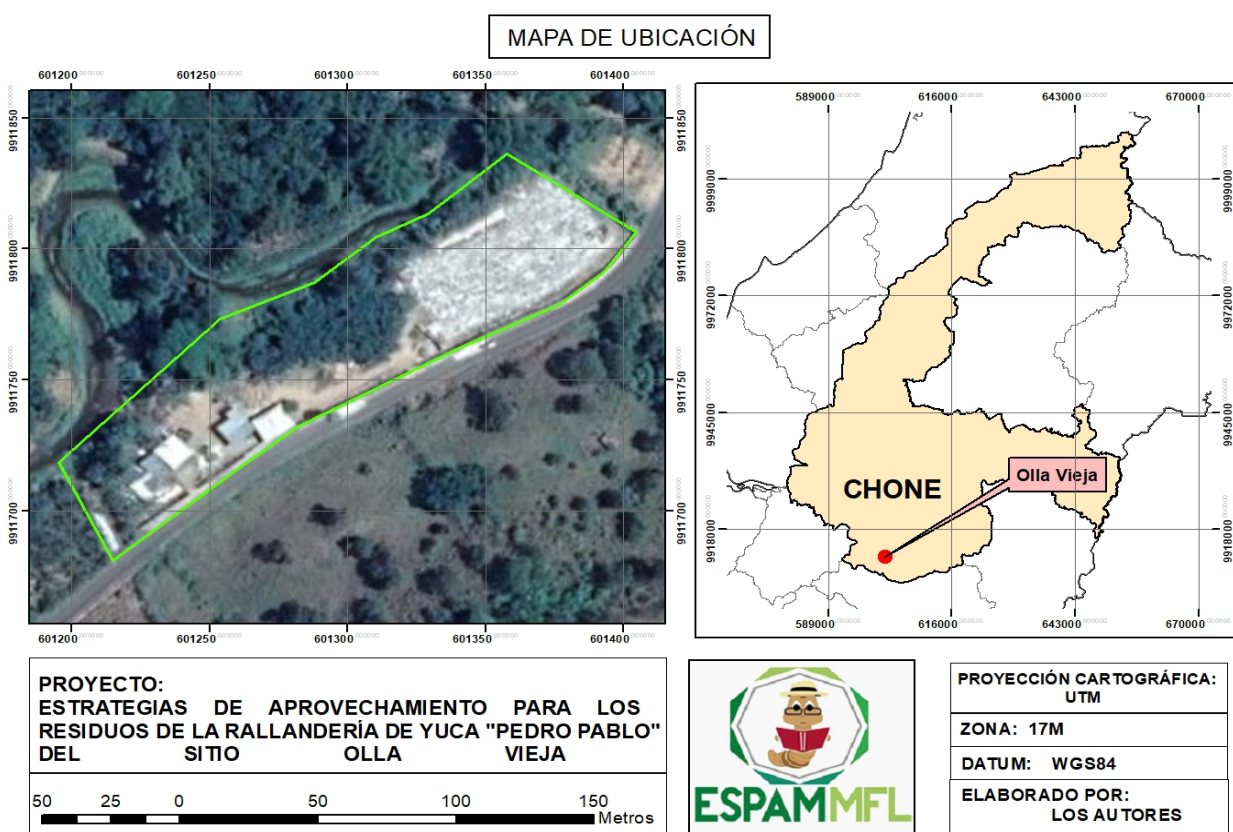


Figura 3.1. Ubicación del la rallandería de yuca Pedro Pablo

## 3.2. DURACIÓN

Esta investigación tuvo una duración de un año, comprendido en dos períodos, el de planificación y realización de la investigación, desde el mes de octubre del 2021 hasta septiembre del 2022.

### **3.3. MÉTODOS**

Entre los métodos y técnicas de la investigación que se utilizaron, están los siguientes:

#### **3.3.1. MÉTODO CUANTITATIVO**

Este método consistió en adquirir los conocimientos más importantes de un tema en estudio y así poder elegir el modelo más adecuado que permita conocer la realidad de manera imparcial, analizando y recogiendo los datos a través de conceptos y variables. Para Alan y Cortéz (2018), este método de investigación es una manera de recopilar y analizar información obtenida de diferentes fuentes, implicando el uso de herramientas informáticas, estadísticas e incluso herramientas matemáticas, para obtener resultados fiables y concisos. Este método fue útil al momento de recolectar los datos e información necesarios para el diagnosticar la situación actual de la rallandería de yuca Pedro Pablo del sitio Olla Vieja.

#### **3.3.2. MÉTODO CUALITATIVO**

Este método de investigación explicó la obtención de conocimientos profundos de un fenómeno a estudiar, a través de la obtención de datos extensos narrativos. Según explica Alan y Cortéz (2018) este método obtiene información no cuantificable, basada en observaciones, describe las cualidades de un hecho o fenómeno. Este tipo de investigación permite acceder al investigador a experiencias, interacciones y documentación del contexto. Este método sirvió para conocer los procesos que se llevan a cabo para la producción del almidón en la rallandería de yuca “Pedro Pablo” y también sirvió al momento de establecer las estrategias de aprovechamiento.

## **3.4. TÉCNICAS**

### **3.4.1. OBSERVACIÓN DIRECTA**

Esta técnica se basó principalmente en la observación ya que es un procedimiento fundamental para el proceso de investigación. Consiste básicamente en observar los diferentes fenómenos que se presentan en el área de estudio. Se toma la información más relevante y se registra para su posterior análisis (Díaz, 2011). La observación directa permitió el diagnóstico de la situación actual de la rallandería de yuca “Pedro Pablo” del sitio Olla Vieja perteneciente a la parroquia Canuto.

### **3.4.2. ENTREVISTA**

La técnica de la entrevista es uno de los instrumentos más útiles al momento de recolectar datos y es muy utilizada en las investigaciones de tipo cualitativas, esta técnica permite la obtención de información y datos del sujeto de estudio mediante la interacción oral con el investigador, mediante los aspectos cognitivos que presenta la persona sobre su realidad. Haciendo que el investigador comprenda lo que el sujeto de estudio ha vivido (Troncoso y Amaya, 2016).

Se realizó una visita a la rallandería de yuca “Pedro Pablo” y conjuntamente se aplicó una entrevista (Anexo 1) al Sr. Pedro Pablo adaptada al tema en estudio la cual tuvo como objetivo recopilar toda la información necesaria para analizar la situación actual de la rallandería.

### **3.4.3. GEORREFERENCIACIÓN**

Este proceso es determinado con una relación de posiciones entre elementos espaciales en ambos sistemas, de manera que, conociendo la posición en uno de los sistemas de coordenadas es posible obtener la posición homóloga en el otro sistema. La georreferenciación se utiliza frecuentemente en los sistemas de información geográfica (SIG) para relacionar información vectorial e imágenes ráster de las que se desconoce la proyección cartográfica, el sistema geodésico de referencia, o las

distorsiones geométricas que afectan a la posición de los datos (Dávila y Camacho, 2012). Esta técnica fue de suma importancia al momento de establecer el área de estudio, para hacer una delimitación geográfica de la zona que comprende la rallandería de yuca “Pedro Pablo” del sitio Olla Vieja.

#### **3.4.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO**

Este método está enfocado en elaborar un resumen de información referente a los datos que se obtiene de la muestra en estudio; el propósito es hacer una síntesis de toda la información recopilada para detonar precisión, sencillez y ordenar y esclarecer los datos Rendón *et al.* (2016). Se levantó información sobre la generación de residuos durante un día de monitoreo para el ecobalance, la estadística descriptiva permitió determinar la desviación de los datos. Y, para los resultados de laboratorio en determinar la composición fisicoquímica.

#### **3.4.5. ANÁLISIS DOCUMENTAL**

Una forma de investigación técnica es el análisis documental, ya que busca describir y representar las documentaciones de manera unificada y sistemática para facilitar una posible recuperación. Está comprendido principalmente por procesamientos de tipo analítico-sintético, es decir incluyen la descripción bibliográfica generalizada de la fuente, clasificación, indización, anotación, extracción, traducción y la confección de reseñas, siendo un reflejo de la fuente original de donde se toma la información, pero que expone los nuevos mensajes subyacentes del documento (Dulzaides y Molina, 2004). Se usó para la discusión entre los resultados obtenidos y las fuentes bibliográficas para el establecimiento de estrategias de aprovechamiento de los residuos de yuca en la rallandería “Pedro Pablo”.

### **3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población que se tomó en cuenta para realizar la investigación fue el total de trabajadores de la primera rallandería de yuca llamada “Pedro Pablo” perteneciente al Sr. Pedro Pablo Alcívar ubicada en el sitio Olla Vieja.

### **3.6. VARIABLES EN ESTUDIO**

#### **3.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Composición fisicoquímica de los residuos de la rallandería de yuca Pedro Pablo

#### **3.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Estrategias de aprovechamiento

### **3.7. PROCEDIMIENTOS**

#### **3.7.1. FASE I.- DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RALLANDERÍA DE YUCA “PEDRO PABLO” DEL SITIO OLLA VIEJA, DE LA PARROQUIA CANUTO**

- **ACTIVIDAD 1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Para la recolección de información se realizó un recorrido de identificación en la rallandería de yuca del Sr. Pedro Pablo Alcívar ubicada en el sitio Olla Vieja de la parroquia Canuto. Se realizó un registro sistemático, observando, analizando y registrando la información mediante una ficha de observación (Anexo 1) los procesos para la obtención del almidón y por tanto los residuos que se generan en dicha actividad (Fernández, 2005). La zona de estudio fue debidamente georreferenciada por medio del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), el cual fue procesado a través de un mapa en el software ArcMap 10,5 obteniendo a detalle el nivel espacial del lugar donde se realizó la investigación.

Posteriormente se aplicó una entrevista (Anexo 2) dirigida al dueño de la rallandería, la cual constó de 20 preguntas las cuales hicieron referencia a los temas sociodemográficos, económicos y ambientales (Troncoso y Amaya 2016). Toda la información recopilada sirvió para la construcción del ecobalance referente al proceso de extracción del almidón.

- **ACTIVIDAD 2. DETERMINACIÓN DE ECOBALANCE**

En esta actividad el ecobalance sirvió para demostrar los flujos hacia el interior y el exterior, de recursos, materia prima, energía, productos, subproductos y residuos que ocurren en la rallandería de yuca durante un cierto período de tiempo (Tobón y Hoyos, 2020). Para el desarrollo del ecobalance de la rallandería de yuca “Pedro Pablo”, se tomó como una caja negra. Se asignaron las entradas y salidas (insumos, desechos, productos) a las distintas unidades del proceso de producción del almidón.

Para calcular la eficiencia del proceso se aplicó la siguiente fórmula:

**Ecuación 3. 1.** Eficiencia del proceso

$$Eficiencia = \frac{SS_{Entrada} - SS_{salida}}{SS_{entrada}} * 100 [3.1]$$

Donde:

**Ss entrada:** Masa de entrada

**Ss salida:** Masa de salida

### 3.7.2. FASE II.- DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA PEDRO PABLO DEL SITIO OLLA VIEJA, DE LA PARROQUIA CANUTO DEL CANTÓN CHONE

- **ACTIVIDAD 3. TOMA DE MUESTRA**

La materia prima que se utilizó para la toma de muestra es la cáscara, afrecho y agua residual remanentes del proceso de extracción del almidón de yuca. Se tomaron 7 kg de muestra para todos los residuos provenientes de la extracción del almidón; el tamaño de la muestra para el análisis fisicoquímico dependió del tipo de técnica de análisis (Díaz, 2020). Para el acondicionamiento de la muestra la cáscara se lavó y desinfectó para eliminar residuos de polvo y materia orgánica; luego se cortó, y se procedió a secar o deshidratar las cáscaras. Seguidamente se realizó su respectiva



molienda, llenado, sellado y almacenado. Finalmente se analizó junto con el afrecho y el agua residual (De Michelis y Ochaco, 2015).

- **ACTIVIDAD 4. ANÁLISIS DE LABORATORIO**

Los respectivos análisis de laboratorio se llevaron a cabo en los laboratorios de la Escuela Superior Politécnica de Manabí Manuel Félix López y el laboratorio de la Universidad Técnica de Manabí de la ciudad de Portoviejo.

Para la caracterización fisicoquímica de los residuos de rallandería yuca, los análisis se determinaron mediante los métodos presentados en la siguiente tabla:

**Tabla 3.1.** Métodos aplicados en los análisis para la caracterización fisicoquímica de los residuos en la rallandería yuca Pedro Pablo

<b>Análisis</b>	<b>Método</b>
Humedad	Eliminación térmica del agua por pérdida de peso
Ceniza	Cenizas totales por calcificación seca
pH	Potenciómetro
Celulosa	Procedimiento de Kurschner y Hoffer
Almidón	Método cualitativo (Prueba de yodo) medición del color SmartColour.

- **ACTIVIDAD 5. PLASTICIDAD DE LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA PEDRO PABLO**

Para determinar las diferentes cantidades de muestra y de compuesto para determinar la plasticidad de los residuos se tomó como referencia la siguiente tabla:

**Tabla 3.2.** Datos de referencia para plastificar residuos de yuca

Compuesto	%	Masa	Compuesto	%	Masa	Compuesto	%	Masa	Compuesto	%	Masa
Almidón	35	14 g	Bagazo	35	14 g	Cáscara	35	14 g	Agua residual	35	14 g
Agua	55	22 g	Agua	55	22 g	Agua	55	22 g	Agua	0	22 g
Glicerol	6	2,4 g	Glicerol	6	2,4 g	Glicerol	6	2,4 g	Glicerol	6	2,4 g
Vinagre	4	1,6 g	Vinagre	4	1,6 g	Vinagre	4	1,6 g	Vinagre	4	1,6 g

*Fuente:* Valarezo (2012)

Menoscal y Rodríguez (2017) mencionan que el procedimiento para plastificación de residuos es el siguiente:

- Se colocó cada uno de los residuos de yuca (cáscara, bagazo y agua residual) en diferentes vasos de precipitación de 100ml.
- Se añadió ácido acético, agua destilada y glicerol o glicerina a cada una de las muestras.
- Las muestras se sometieron al proceso de agitación para homogeneizar la mezcla.
- Se colocaron las mezclas de los diferentes residuos en una plancha de calentamiento con una temperatura de 90 °C durante 20 minutos, después de los 20 minutos se agregó glicerol y se aumenta la temperatura de la plancha de calentamiento a 120 °C.
- Tras obtener la masa se colocó en una caja Petri distribuyéndola uniformemente. Se dejó en enfriamiento y secado al aire libre durante 24 h para verificar que residuos plastificaron (Menoscal y Rodríguez, 2017).

### **3.7.3. FASE III. PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO PARA LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA PEDRO PABLO DEL SITIO OLLA VIEJA, DE LA PARROQUIA CANUTO DEL CANTÓN CHONE**

- **ACTIVIDAD 6. ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA “PEDRO PABLO”**

Para la implementación de las diferentes estrategias que existen en la actualidad para el aprovechamiento de los residuos provenientes de las rallandería de yuca, dependió de las características fisicoquímicas; por ello se realizó análisis documental tales como Romero *et al* (2017); Briones y Riera, (2020) donde se recopiló la información necesaria con el propósito determinar para qué estrategia de aprovechamiento serían factibles los residuos de yuca.

Se realizó un plan para el aprovechamiento de residuos de yuca para la rallandería Pedro Pablo, cuyo diseño se basó en el propuesto por Verú (2020) y Arévalo (2019). A continuación, se describe la estructura del plan:

-Introducción

-Objetivo

-Acciones

-Estrategias de aprovechamiento: Para el planteamiento, las estrategias se organizan en tablas en donde se exponen estudios realizados para las diferentes aplicaciones de aprovechamiento con sus respectivos resultados y referencias (Verú, 2020).

-Evaluación y análisis

-Programas de manejo ambiental: (programa de educación y sensibilización ambiental, programa de gestión integral de residuos sólidos y programa de gestión integral de vertimientos).

**Tabla 3.3.** Modelos de programas de manejo ambiental

<b>Objetivo general</b>	
<b>Meta</b>	
	<b>Actividades a desarrollar</b>
<b>Programa de ...</b>	 <hr/> <hr/>
<b>Responsable</b>	
<b>Indicadores</b>	 <hr/> <hr/>
<b>Normatividad</b>	

**Fuente:** Arévalo (2019).

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RALLANDERÍA DE YUCA PEDRO PABLO DEL SITIO OLLA VIEJA, DE LA PARROQUIA CANUTO DEL CANTÓN CHONE**

El señor entrevistado de 38 años y estado civil soltero, su núcleo familiar consta de 4 personas y su nivel de estudio fue secundario. Su vivienda es propia y es producto de todo el esfuerzo que ha puesto en su negocio. Cabe recalcar que su ocupación laboral es negocio propio.

Referente a los aspectos económicos de su negocio, mencionó que el promedio de ingresos sobrepasa más de 401 dólares mensuales y que desde hace más de 5 años se dedica a la producción de almidón de yuca. Según Lucero (2021) el grupo que gana más de 550 dólares, serían alrededor del 40% de los trabajadores. Apenas 10% de la población recibe más de \$ 1.500 dólares en Ecuador. Este dato trae a colación dos problemas que enfrenta el país: la mala distribución de la riqueza y la poca capacidad de recaudación del Estado.

Posteriormente indicó que para iniciar el proceso productivo del almidón se necesita de 20 a 25 quintales por día de materia prima que en este caso es la yuca. Manifestó que si no se llega a tener esa cantidad no se puede poner en marcha el proceso de extracción ya que esto genera pérdidas económicas y por lo tanto esperan hasta que se complete la base. También mencionó que la ganancia que obtiene de la venta de almidón de yuca sobrepasa los \$100. Y cuyo producto está destinado 100 % al mercado interno. Según El Universo (2022) con \$ 2.000 se siembra una hectárea de yuca, que produce unos 40 quintales de este producto. Y con seis quintales de yuca se produce un quintal de almidón.

Otro dato que dio a conocer es que la fuente de suministro de agua que utiliza para el proceso productivo es el agua de pozo o subterránea la cual se extrae por sistema de bombeo. Según Aritzabal y Sanchez (2007) el agua utilizada en el proceso de extracción de almidón proviene de manantiales, por lo regular tiene un bajo contenido de minerales,

o agua de pozos profundos, la cual en comparación con el agua superficial está libre de materia orgánica y microorganismos.

La cáscara del producto del pelado es secada para venderla y convertirla en balanceado. El bagazo también conocido como afrecho lo destina a la alimentación de los cerdos; y el agua residual producto del lavado es vertido directamente en un pequeño estero. Torres *et al.*, (2005) plantea que una manera de aminorar los impactos negativos producidos por la descarga de aguas residuales de las ralladerías es aplicar tratamientos antes de descargar a los efluentes, utilizando alternativas sostenibles.

El entrevistado indica que él junto a su familia no realizan ninguna práctica ambiental. Y así mismo menciona que no han recibido ninguna capacitación en temas ambientales. Mencionó que si le gustaría participar en proyectos asociados a la gestión ambiental dentro de su comunidad y el tema que le generó simpatía fue de aprovechamiento de los residuos como emprendimiento. Muñoz y Rodríguez (2020) en su estudio concluyen que los hogares ecuatorianos no realizan prácticas amigables al medio ambiente, por lo tanto, es de suma importancia que el gobierno, las instituciones y la sociedad civil, empiecen campañas encaminadas a la concientización de las buenas prácticas ambientales; ya que sería la única manera de tener una sociedad representada por su conciencia ambiental.

A continuación, la figura 4.1 presenta las operaciones del proceso de rallandería con sus respectivos flujos másicos. La información obtenida permitió definir el proceso y plasmar así los flujos másicos de la materia prima, los productos, los subproductos y los residuos. Es decir, se presenta toda la información de las cantidades en kilogramos que ingresan al proceso, y todas las cantidades de materia que se obtienen como producto y residuo en las diferentes etapas.

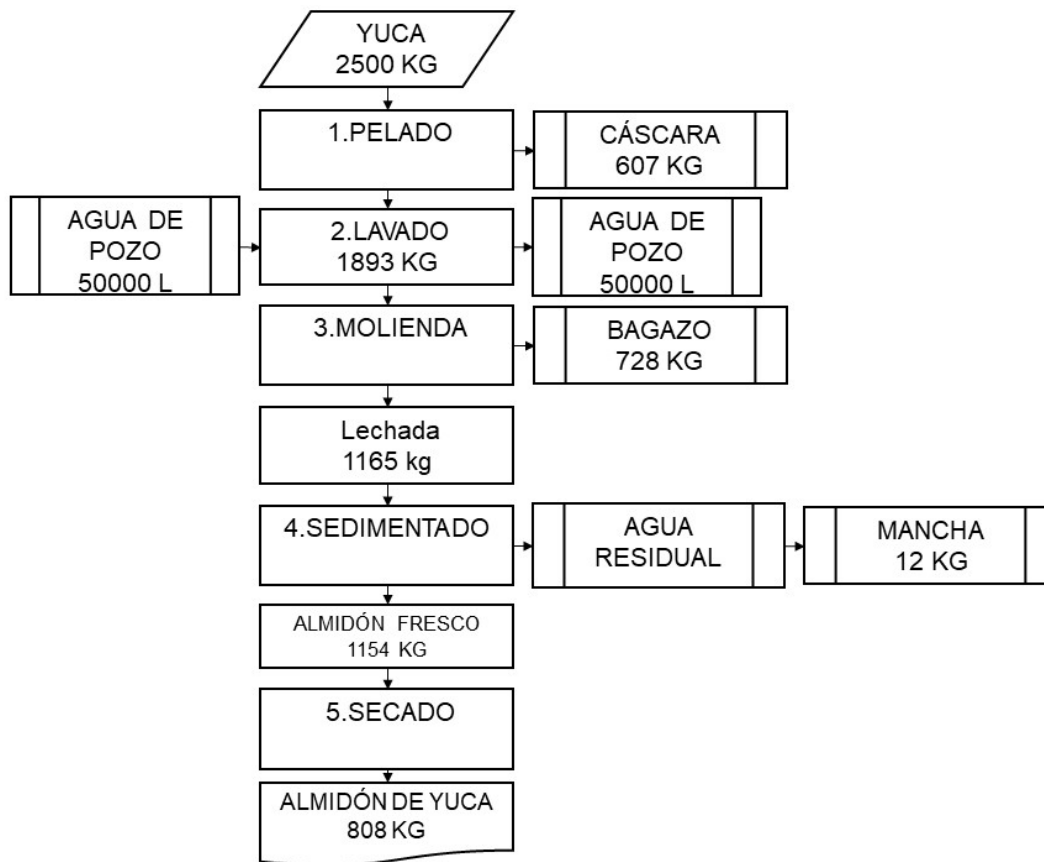


Figura 4.1. Ecobalance de la rallandería Pedro Pablo

- **SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

Se identificó que hay tres clases de yuca que son óptimas para la obtención del almidón, las cuales son conocidas tradicionalmente como: palo blanco, G1 y colombiana; las cuales son llenadas en sacos para el siguiente proceso, (Anexo 5.3). Bajo este contexto en países productores de yuca como el Ecuador, tal es el caso de Colombia se han identificado 4 clases de yuca que son utilizadas para extraer almidón, conocidas tradicionalmente como algodona, valluna, sata, palo negro entre otras. Algunas de estas variedades han sido modificadas genéticamente y otras son de origen primitivo como lo indica Ocampo *et al.* (2020) en su investigación.

- **PELADO**

Este proceso es realizado por la mano de obra de 6 mujeres que trabajan en la rallandería Pedro Pablo. Consiste básicamente en pelar o extraer toda la cáscara de la yuca, siendo esta el principal residuo a estudiarse. Luego de ser retiradas las cáscaras, estas son almacenadas en sacos para posteriormente ser secadas por los rayos de sol. Luego, esta cáscara se emplea en la elaboración de balanceado. La yuca ya pelada es nuevamente almacenada en sacos para inmediatamente ser llevada al siguiente proceso (Anexo 5.4.).

En la investigación realizada por Intriago y Medina (2014) en otros lugares del Ecuador el proceso de pelado no se realiza manualmente, mencionan que es realizado por una máquina llamada tambor cilíndrico donde la yuca por medio de la presión y el roce se desprende la cáscara y las impurezas.

El proceso de extracción de almidón se lleva a cabo durante seis meses de 20 días y 5 días laborables por semana. Según el ecobalance de la figura 4.1 en el proceso de pelado, la cáscara de yuca representa 607 kg es decir un 24,28% de la materia prima al día. Por lo cual, en el periodo de 6 meses de labores se produciría 4046.67kg que equivalen a 4,05 t de cáscara de yuca durante el periodo antes mencionado. Cabe recalcar que esta cáscara es secada y vendida para la elaboración de balanceado. Ya que según la investigación realizada por Berkhout (2021) en Nigeria, la papilla de cáscara de yuca mejora la eficiencia de la conversión alimenticia en pollos de engorde, ponedoras y en cerdo; a su vez esta no presenta ningún efecto negativo en el crecimiento animal. Así mismo, en otro estudio realizado por Romero (2021) en Ecuador al caracterizar la harina de cáscara de yuca y de papa los resultados dieron un alto contenido de proteína correspondiente a un 17,8%, y de fibra bruta un 15,9%, concluyendo que la harina de cáscara de yuca es factible para la elaboración de papilla para alimentación de cerdos.



- **LAVADO, MOLIENDA Y TAMIZADO**

Seguidamente la yuca sin cáscara es llevada por los trabajadores a la máquina extractora industrial. La máquina es la encargada de lavar, moler y tamizar la materia prima, (Anexo 5.5.) Siendo este conjunto de procesos la tercera etapa de extracción del almidón. En el proceso de lavado, se obtiene como residuo el agua residual industrial proveniente del lavado. En el proceso de molienda se obtiene como residuo el bagazo o afrecho. Este residuo es utilizado para la alimentación animal (cerdos). Y en el proceso de tamizado se obtiene el lechado de yuca el cual es el producto que pasa al siguiente proceso. El tipo de agua que se utiliza en esta operación es subterránea. Estos procesos físicos separan la materia prima del residuo y del producto, ya que la máquina presenta un tamiz con malla, el cual mide el tamaño y la distribución de las partículas de almidón, mediante tamices estandarizados como las series Tyler y US (Guadrón, 2013).

En el proceso de lavado, ingresa diariamente 1893 kg de yuca pelada. Esta operación es realizada por una máquina industrial. El agua de lavado que ingresa es la misma que sale, es decir 50.000 L. Esta agua residual es vertida a un cuerpo de agua superficial.

Según una investigación realizada en Colombia por Torres y otros autores en el año 2005, las aguas provenientes del proceso del lavado de la yuca poseen una gran cantidad de sólidos suspendidos (cascarilla), valores de DQO bajos y la presencia de cianuro en un rango de 40 a 70%; causando impactos negativos y así mismo inhabilitando el agua para otros usos. Torres *et al.* (2007) en su estudio plantean como alternativa viable el tratamiento biológico anaerobio de las aguas producto de la extracción del almidón. Demostrando que los estiércoles son adecuados para el tratamiento de las aguas residuales y que al combinarlos con lodo granular mejora la actividad metanogénica y la eficiencia del proceso; demostrando un enfoque sostenible y eficiente.

Según la figura 4.1, en el proceso de molienda el producto obtenido es la lechada de almidón representando 1165 kg al día. El residuo resultante del proceso es el bagazo o afrecho de yuca representando un 29,12% de la materia prima. Es decir, un total de 728

kg al día. Durante el periodo de 6 meses de producción se obtienen 17472 kg, es decir 17,47t.

En una investigación realizada por Marmolejo y otros autores en el año 2008, establecieron que el afrecho posee una alta humedad y que debido a eso se dificulta su almacenamiento y así mismo provoca lixiviados que pueden provocar afectaciones al entorno. En el desarrollo de su investigación los autores plantean que el bagazo o afrecho de yuca tiene un gran aporte energético el cual formaría parte de la alimentación animal; pero para un uso óptimo se debe realizar un secado previo.

El afrecho o bagazo claramente puede utilizarse en reemplazo del millo para la alimentación de bovinos, mostrando hasta un 66%, sin crear cambio en la ganancia de peso, ni la conversión alimentaria. Pero este subproducto no garantiza los requerimientos nutricionales completos en ningún animal, por tal motivo debe combinarse con otros ingredientes que sean fuentes proteicas, minerales y vitaminas. Ya que la insuficiencia proteica es notable y está representada por la baja presencia de aminoácidos metionina, cistina y triptófano (Rodríguez y Campos, 2001).

- **SEDIMENTACIÓN**

Esta etapa consiste en que el lechado de yuca es transportado mediante un tubo dirigido hacia 4 piscinas de sedimentación, conocidos como buques. El almacenamiento en estos buques toma de 3 o 4 semanas para que este líquido pueda separarse del sólido (Anexo 5.6).

Una vez sedimentado se obtiene el almidón fresco, y como residuo un líquido llamado mancha, el cual es secado para elaborar balanceado. Posteriormente, el almidón fresco es retirado manualmente de los buques de sedimentación por los trabajadores para inmediatamente ser llevados al siguiente proceso de secado. Cabe recalcar que la sedimentación no debe presentar restos de fibras de mayor volumen, por tal razón es de suma importancia realizar el proceso de colado o tamizado con el objetivo de retener dichas partículas que podrían pasar a la lechada de almidón (Aristizábal y Sánchez, 2007).

- **SECADO**

El almidón fresco es llevado hacia un pavimento donde es colocado encima de plásticos negros para el secado mediante la luz solar durante 4 o 5 días dependiendo de las condiciones climáticas (Anexo 5.7).

En investigaciones realizadas en otros sectores de Manabí, para que el almidón fresco de yuca seque de manera rápida es distribuido sobre polietileno de color negro por la gran capacidad de captación solar que este posee. Esta alternativa es la más común en las pequeñas industrias de almidón. El almidón seco debe ser almacenado cuando presente una humedad dentro del 12 y 14% como lo indica (Cárdenas *et al.* 2015)

- **REFINADO Y EMPACADO**

Luego de ser secado al aire libre, el almidón es llenado en sacos para ser llevado al proceso de refinado y empacado. Este proceso de refinado es una molienda. Finalmente, el producto refinado es empacado en sacos con el respectivo logo de la rallandería de yuca (Anexo 5.8).

En una investigación realizada por Aristizábal y Sánchez (2007) indican que el tamaño de las partículas de almidón depende directamente de las características que se desean tener. El almidón en terrón es molido y refinado por una máquina la cual posee mallas o tamices de donde se obtiene la finura del almidón. Al final el almidón es empacado en sacos de polipropileno.

A continuación, se muestra el rendimiento del proceso el cual se determinó mediante la ecuación 4.1:

- **RENDIMIENTO**

**Tabla 4.1.** Eficiencia del proceso del ecobalance

<b>Componentes</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>%</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
Materia prima	2500	100,00	
Bagazo	728	29,12	
Cáscara	607	24,28	32
Mancha	12	0,48	
Producción desechos	1346	54,00	

En la anterior tabla se mostró el rendimiento de la rallandería Pedro Pablo el cual se obtuvo por medio de la división de la producción de 808 kg de almidón con el consumo de 2500 kg de materia prima (yuca) teniendo como resultado un rendimiento de 32%. A su vez se obtuvo los desechos generados dentro la producción de almidón a través de la suma de dichos residuos Bagazo 728 kg, Cáscara 607 kg y Mancha 12 kg de dicha suma se obtuvo 1346 kg de desechos, posteriormente se obtuvo el porcentaje de producción de desechos que fue el 54% obtenidos de la relación entre los desechos generados (1346 kg) con el consumo de materia prima (2500 kg). En la actualidad no existen investigaciones sobre la aplicación de ecobalances en rallanderías de yuca como herramienta de evaluación de estrategias más limpias.

#### **4.2. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA PEDRO PABLO DEL SITIO OLLA VIEJA, DE LA PARROQUIA CANUTO DEL CANTÓN CHONE**

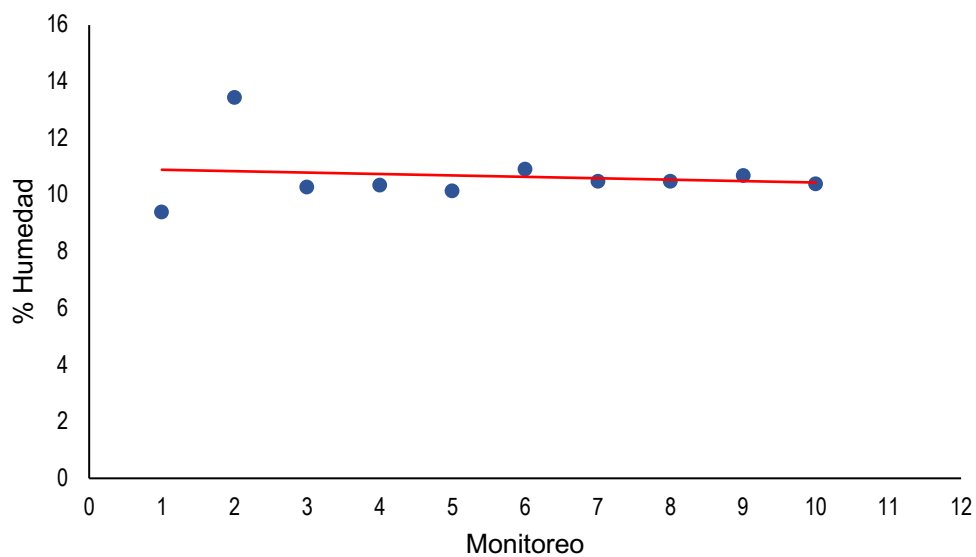
La caracterización fisicoquímica de los residuos de la yuca en los procesos de extracción del almidón se presenta a continuación:

## CÁSCARA

En la Tabla 4.2 y su respectivo gráfico, se presentan los contenidos de humedad en las cáscaras de yuca (En base seca), los cuales varían entre 9,42 y 13,46 %.

**Tabla 4.2.** Humedad de la cáscara de la yuca

Cáscara de yuca		
Muestra	Fecha de monitoreo	Humedad (%)
1	23/05/2022	9,42
2	26/05/2022	13,46
3	31/05/2022	10,29
4	2/06/2022	10,35
5	7/06/2022	10,15
6	10/06/2022	10,92
7	14/06/2022	10,49
8	16/06/2022	10,50
9	21/06/2022	10,70
10	23/06/2022	10,40



**Figura 4.2.** Humedad de la cáscara de yuca.

El agua contenida en las muestras de cáscara de yuca, según la figura 4.2, tiene como valor inferior de 9,42% y 13,46% como más alto. Sin embargo, la mayoría de datos tiene como promedio un valor de 10,48%. En contraste con la investigación de Román *et al.* (2015), con respecto a la composición química para el contenido de humedad se obtuvieron valores promedios de 6,72% para la cáscara de la yuca, de 6,75% para la cáscara de papa, de 3,44% en la cáscara de topocho y 8,12% en la cáscara de cambur (Plátano).

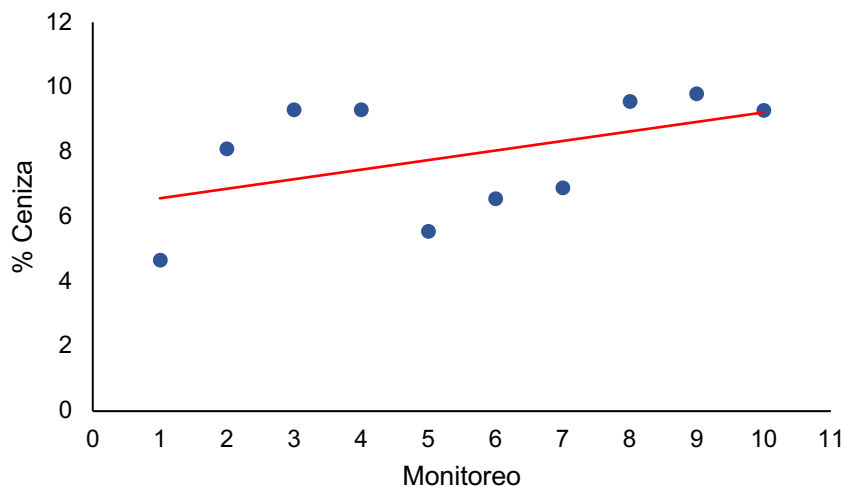
En comparación con los resultados de Díaz *et al.* (2022) en la determinación de humedad de los residuos de la mazorca de cacao se presenta un valor promedio de 14,6% el cual es superior al de la cáscara de yuca de la investigación planteada. Navia y Bejarano (2014) mencionan que en la elaboración de bioplásticos a partir de la harina de yuca gelatinizada el contenido de humedad óptima es de 11%.

En base a lo descrito, el parámetro de humedad con lo que respecta a la cáscara de la yuca está dentro del rango óptimo en la obtención de bioplástico.

En la Tabla 4.3, se presentan los resultados del monitoreo de la composición de ceniza de la cáscara de yuca (En base seca). Estos resultados varían entre 4,65 y 9,8%.

**Tabla 4.3.** Ceniza de la cáscara de la yuca

Cáscara de yuca		
Muestra	Fecha de monitoreo	Ceniza (%)
1	23/05/2022	4,65
2	26/05/2022	8,10
3	31/05/2022	9,30
4	2/06/2022	9,29
5	7/06/2022	5,54
6	10/06/2022	6,56
7	14/06/2022	6,88
8	16/06/2022	9,55
9	21/06/2022	9,80
10	23/06/2022	9,28



**Figura 4.3.** Ceniza de la cáscara de yuca.

En cuanto al contenido de ceniza, los valores fueron dispersos como se observa en la figura 4.2. La muestra del día 1 con 4,65% de ceniza fue el valor más bajo. El contenido más alto de ceniza se obtuvo en la muestra 4 con 9,28%. Lo que contrasta con el resultado reportado por Fonseca *et al.* (2017) con una humedad de 4,39% en su trabajo sobre caracterización del residuo de maíz. Medina *et al.* (2017) en la evaluación de propiedades de los residuos del mango reportó que el contenido de ceniza de la harina de cáscara de mango fue 1,51% contenido bajo en comparación con la cáscara de yuca.

Asimismo, el contenido de ceniza de la presente investigación presenta gran diferencia con los resultados presentados por Vallejos *et al.* (2020). En el estudio de Vallejos *et al.* (2020), sobre la caracterización fisicoquímica de los residuos agrícolas del maní se obtuvo 18,93% de ceniza en la cáscara. Esto se asemeja con los resultados obtenidos en la investigación de Aguiar *et al.* (2021) sobre la determinación del contenido de ceniza en la cáscara de plátano y yuca el cual presentó alto contenido de ceniza con valores de 8,82% y 8,49 % respectivamente.

En la Tabla 4.4, se presentan los resultados del monitoreo del pH de la cáscara de yuca.

Tabla 4.4. pH de la cáscara de la yuca

Cáscara		
Muestra	Fecha de monitoreo	pH
1	23/05/2022	5,02
2	26/05/2022	5,53
3	31/05/2022	5,52
4	2/06/2022	5,35
5	7/06/2022	5,29
6	10/06/2022	5,36
7	14/06/2022	5,31
8	16/06/2022	5,78
9	21/06/2022	5,53
10	23/06/2022	5,65

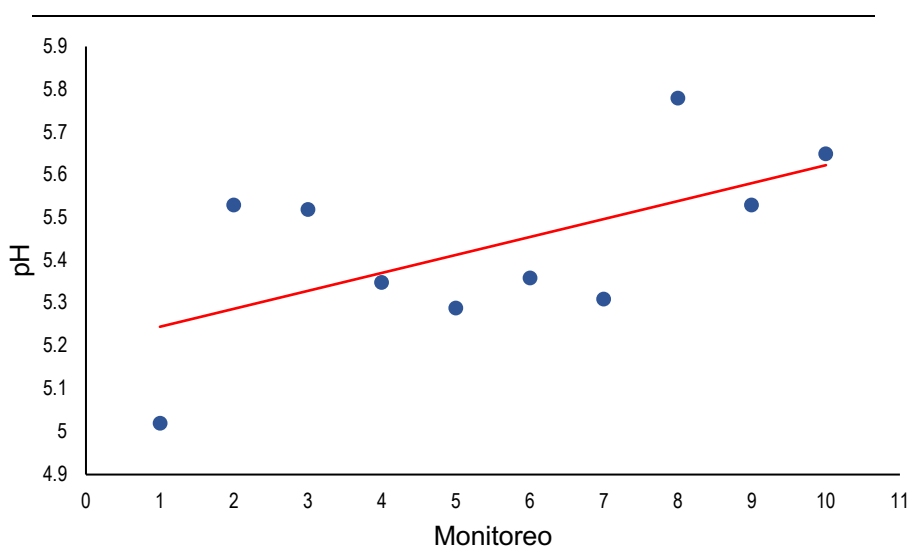


Figura 4.4. pH de la cáscara de yuca.

Respecto al pH de la cáscara tuvieron valores entre 5,02 y 5,78, valores que definen a este residuo como ácido. Coinciden con los de Techeira *et al.* (2014) con respecto al pH para harina de yuca reportando valores promedio entre 5,70 y 6,34. En el mencionado trabajo brasileño, no existieron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras. Para Rufino (2016), el bagazo de yuca fresco presentó un pH entre 6,32 y 6,87; y para Coxe *et al.* (2020) los valores promedio del pH de la harina de la cáscara de yuca fueron 6,19, seguido de 6,13 y el valor más bajo de 5,22. Ante la evidencia



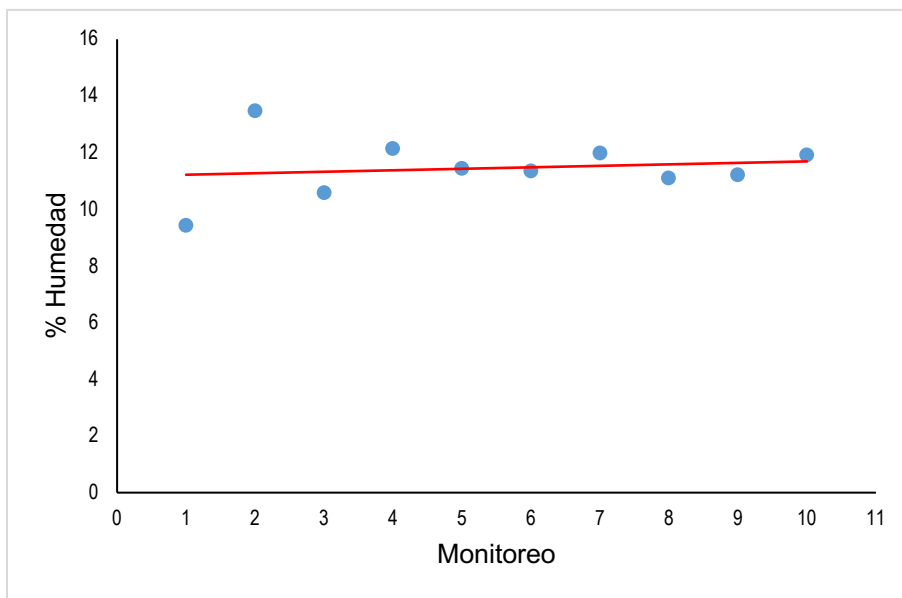
experimental, se concluye que, todas las harinas analizadas se consideraron ligeramente ácidas ya que superan valores de 4,5.

## BAGAZO

En la Tabla 4.5, se presentan los resultados del monitoreo del contenido de humedad del bagazo de yuca:

**Tabla 4.5.** Contenido de humedad del bagazo

Bagazo		
Muestra	Fecha de monitoreo	Ceniza
1	23/05/2022	9,42
2	26/05/2022	13,46
3	31/05/2022	10,57
4	2/06/2022	12,13
5	7/06/2022	11,43
6	10/06/2022	11,35
7	14/06/2022	11,98
8	16/06/2022	11,1
9	21/06/2022	11,2
10	23/06/2022	11,9



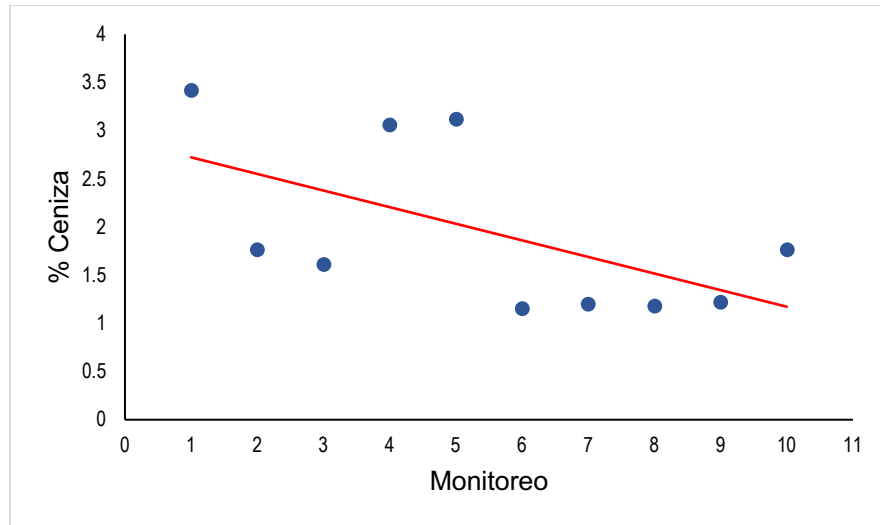
**Figura 4.5.** Humedad del bagazo.

La figura 4.5 muestra los porcentajes de humedad del bagazo, el porcentaje más bajo en la muestra 1 con 9,42% y el más alto en la muestra 2 con 13,46%. Estos resultados se aproximan a los reportados por Jiménez y Martínez (2016) donde el contenido de humedad en la yuca de la variedad guayape arrojó el 9,68% de humedad. Por otro lado, los porcentajes de humedad del bagazo de caña de azúcar y de café reportados fueron 5,76% y 5,82% respectivamente, resultados de biomasa analizada en base seca por Álvarez (2016). En otro estudio, el bagazo de la caña de azúcar presentó 5% del contenido de humedad (Chicaiza y Marcillo, 2021).

En la Tabla 4.6, se presentan los resultados del monitoreo del contenido de ceniza presente en el bagazo

**Tabla 4.6.** Contenido de ceniza del bagazo

<b>Bagazo</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Fecha de monitoreo</b>	<b>Ceniza</b>
1	23/05/2022	3,42
2	26/05/2022	1,76
3	31/05/2022	1,61
4	2/06/2022	3,06
5	7/06/2022	3,12
6	10/06/2022	1,15
7	14/06/2022	1,20
8	16/06/2022	1,18
9	21/06/2022	1,22
10	23/06/2022	1,76



**Figura 4.6.** Contenido de ceniza del bagazo.

En referencia con el porcentaje de ceniza en la figura 4.6, la primera muestra 3,42% valor superior al del resto de muestras. Mientras que el contenido inferior fue de 1,15% de ceniza en la muestra 4. Al comparar el contenido de cenizas con las variedades del ñame criollo (*Dioscorea alata*) se presenta un valor de ceniza con 3,84%, mientras que las variedades espino y diamante obtuvieron 4,77% y 4,23% respectivamente Pérez *et al.* (2018). Por otra parte, el bagazo de cebada de malta contiene 5,84% de ceniza (Aga y Rodríguez, 2021).

En la Tabla 4.7, se presentan los resultados del monitoreo del pH presente en el bagazo de yuca.

Tabla 4.7. pH del bagazo

Bagazo		
Muestra	Fecha de monitoreo	pH
1	23/05/2022	3,83
2	26/05/2022	4,69
3	31/05/2022	5,20
4	2/06/2022	4,82
5	7/06/2022	4,83
6	10/06/2022	4,37
7	14/06/2022	4,42
8	16/06/2022	4,67
9	21/06/2022	4,42
10	23/06/2022	4,59

En la figura 4.7 se muestran los valores para pH del bagazo de la yuca donde se obtuvo 5,20 en la muestra 3 y 3,83 en la muestra 1. Todas las muestras presentaron un carácter ácido. De la misma manera, no se observan picos de valores extremos de pH. En comparación con la caracterización de Coello (2019), se determinó que el bagazo de la yuca tuvo un pH de 6,5 siendo éste un pH que se encuentra en la categoría de ácido, esto es debido al contenido de ácidos orgánicos.

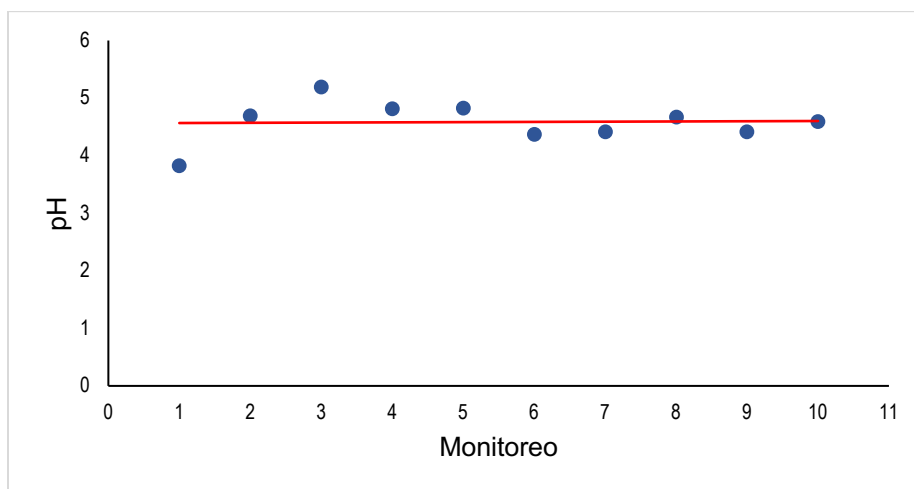


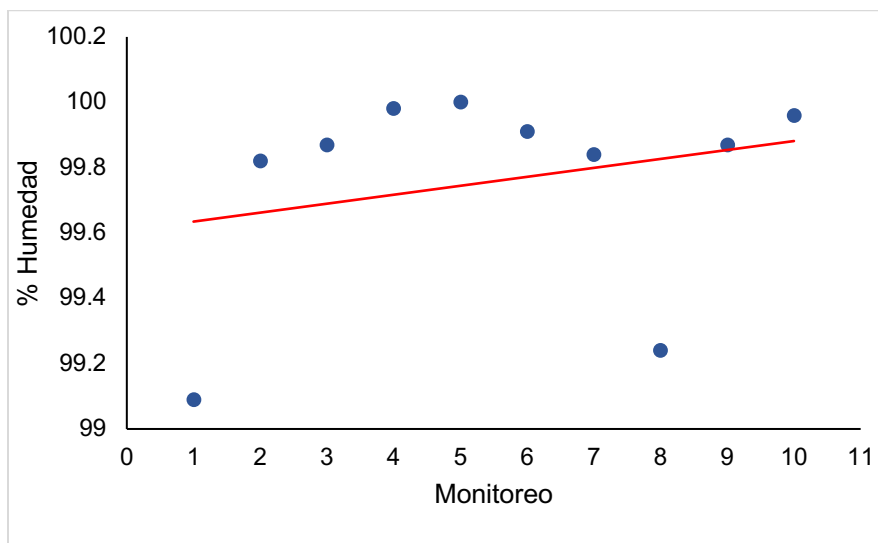
Figura 4.7. pH del bagazo.

## AGUA RESIDUAL

En la Tabla 4.8, se presentan los resultados del monitoreo del contenido de humedad del agua residual producto del lavado de yuca.

**Tabla 4.8.** Contenido de humedad del agua residual

Agua residual		
Muestra	Fecha de monitoreo	Humedad
1	23/05/2022	99,09
2	26/05/2022	99,82
3	31/05/2022	99,87
4	2/06/2022	99,98
5	7/06/2022	100,00
6	10/06/2022	99,91
7	14/06/2022	99,84
8	16/06/2022	99,24
9	21/06/2022	99,87
10	23/06/2022	99,96



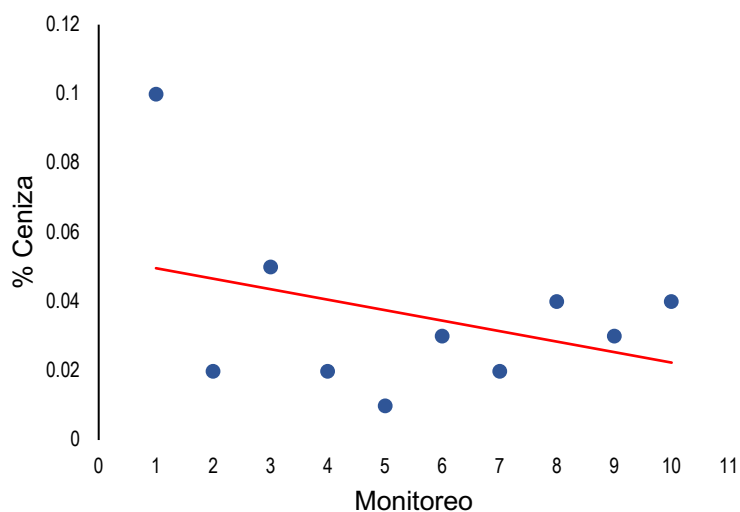
**Figura 4.8.** Humedad del agua residual.

La figura 4.8 presenta los valores con respecto a la humedad del agua usada en la extracción del almidón. La muestra del día 1 tuvo un valor de 99,09 siendo éste el inferior de los valores obtenidos y en la muestra del día 10 se obtuvo el 100% de humedad.

En la Tabla 4.9, se presentan los resultados del monitoreo del contenido de ceniza del agua residual producto del lavado de yuca.

**Tabla 4.9.** Contenido de ceniza del agua residual

Agua residual		
Muestra	Fecha de monitoreo	Ceniza
1	23/05/2022	0,10
2	26/05/2022	0,02
3	31/05/2022	0,05
4	2/06/2022	0,02
5	7/06/2022	0,01
6	10/06/2022	0,03
7	14/06/2022	0,02
8	16/06/2022	0,04
9	21/06/2022	0,03
10	23/06/2022	0,04



**Figura 4.9.** Ceniza del agua residual.

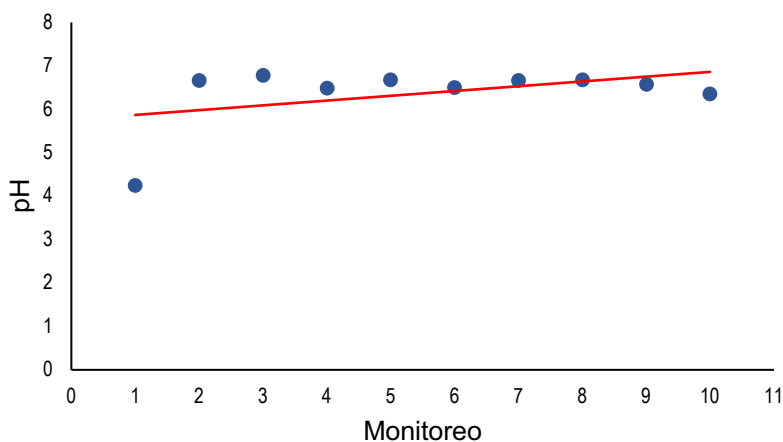
De acuerdo a los resultados de la figura 4.9, el contenido de ceniza en el agua residual tuvo valores variables. En el día 1 se obtuvo 0,01% y posteriormente el contenido de

ceniza varió sin patrón aparente. En el último día de monitoreo, se obtuvo un 0,04% de ceniza.

En la Tabla 4.10, se presentan los resultados del monitoreo del pH del agua residual producto del lavado de yuca.

**Tabla 4.10.** pH del agua residual

Agua residual		
Muestra	Fecha de monitoreo	pH
1	23/05/2022	4,25
2	26/05/2022	6,66
3	31/05/2022	6,79
4	2/06/2022	6,49
5	7/06/2022	6,68
6	10/06/2022	6,51
7	14/06/2022	6,67
8	16/06/2022	6,68
9	21/06/2022	6,57
10	23/06/2022	6,36






**Figura 4.10.** pH del agua residual.

El agua residual de la rallandería presentó un pH ácido con un valor menor a 7 siendo bajo de 4,25 en la muestra 1; y el valor superior fue de 6,67 acercándose a valores de pH neutros. Según Osorio y Grande (2021), el agua residual generada en la extracción del almidón de la yuca se caracteriza por contener un pH de 3,20.

## ALMIDÓN

Los resultados obtenidos para determinación de la presencia de almidón en los residuos de yuca se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 4.11.** Presencia de almidón en los residuos de la yuca

Residuos	Escala RGB	Coloración	Presencia de almidón
Bagazo (B1)	R= 32, G=55, B=100		Sí
Agua residual (AR)	R=47, G=117, B=181		Sí
Cáscara (C1)	R=128, G=96, B=0		No



**Imagen 4.1.** Coloración en presencia de almidón

Se encontró almidón en el bagazo de la yuca, evidenciándose un color azul oscuro lo que indica mayor concentración de almidón en este residuo. Además, existió presencia de almidón en el agua residual, pero con una baja coloración azul. Por último, la cáscara dio negativo al test cualitativo, evidenciando no-presencia de almidón, una baja concentración no detectable mediante este método cualitativo.

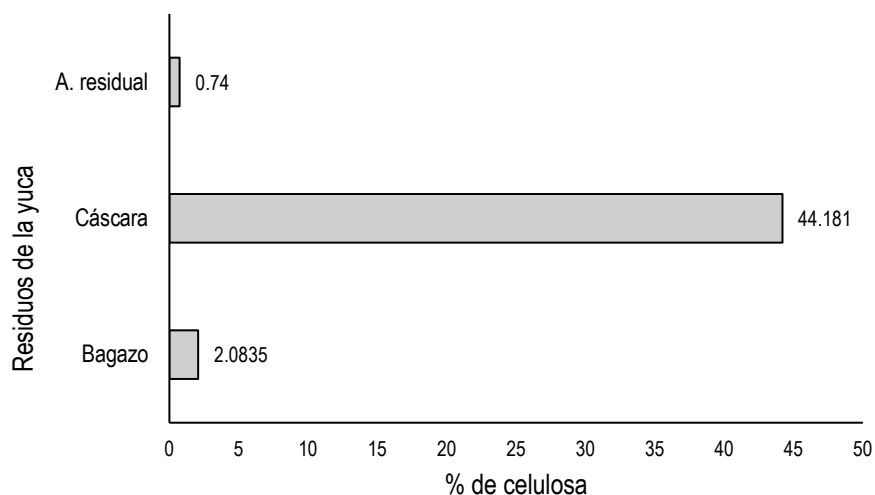
Jara (2017) manifiesta que la presencia de almidón en la yuca se debe a que este es su principal componente sobre todo en la raíz, el cual presenta una forma granular circular truncada, con un tamaño de gránulo promedio de 16  $\mu\text{m}$ .



## CELULOSA

**Tabla 4.12.** Porcentaje de celulosa de tres tipos de residuos de la yuca

Muestra	Muestra seca	% Celulosa
Muestra 1	Bagazo	2,08
Muestra 2	Cáscara	44,18
Muestra 3	Agua residual	0,74



**Figura 4.11.** Porcentaje de celulosa de 3 tipos de residuos de la yuca.

En la caracterización química con lo que respecta al porcentaje de celulosa presente en los residuos de la rallandería, se obtuvo en el bagazo el 2,08%; en el caso del tipo de residuo cáscara mostró los valores más altos con 44,18%, mientras que los valores mínimos en celulosa le corresponden al agua residual con 0,74% de celulosa. Los valores de celulosa para algunos residuos agrícolas están por debajo del 40% siendo el caso residuos del rábano, pétalos de crisantemo, cáscara de limón, de maracuyá, de naranja, hoja de la tusa del maíz, entre otros (Gonzales *et al.* 2016).

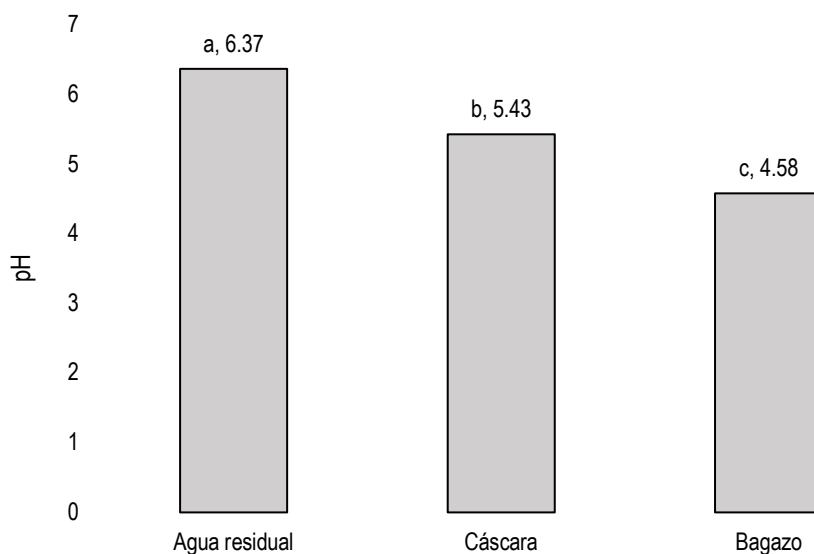
Según García *et al.* (2021), el contenido de celulosa es del 46% en la cáscara de sandía (*Citrullus lanatus*) siendo similar a los obtenidos en este trabajo con lo que respecta a la cáscara de yuca (*Manihot esculenta*) asimismo el contenido de lignina y hemicelulosa es del 10% y 23% respectivamente para la cáscara de *Citrullus lanatus*.

Ramírez (2021) destaca que en la caracterización de las propiedades químicas de la cascarilla de arroz el contenido de celulosa se encuentra entre 28 y 36%. A diferencia de la cáscara del mango que presenta valores con 46% de celulosa. Por otro lado, Hoyos (2022) presenta concentraciones de celulosa de 22,1% para cáscara de plátano, 29,6% en la cáscara de arroz, 19,2% en la cáscara de yuca y 24,4% en el bagazo de la caña de azúcar.

A continuación, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) de los resultados de monitoreo del pH.

**Tabla 4.13.** Análisis de la varianza de una vía completamente aleatorizada para el pH.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F crítico	p-valor
Muestras	15,89	2	7,94	31,99	<0,0001
Error	6,71	27	0,25		
Total	22,59	29			



**Figura 4.12.** pH de los residuos de la yuca. Letras diferentes indican significancia (Tukey 5 %).

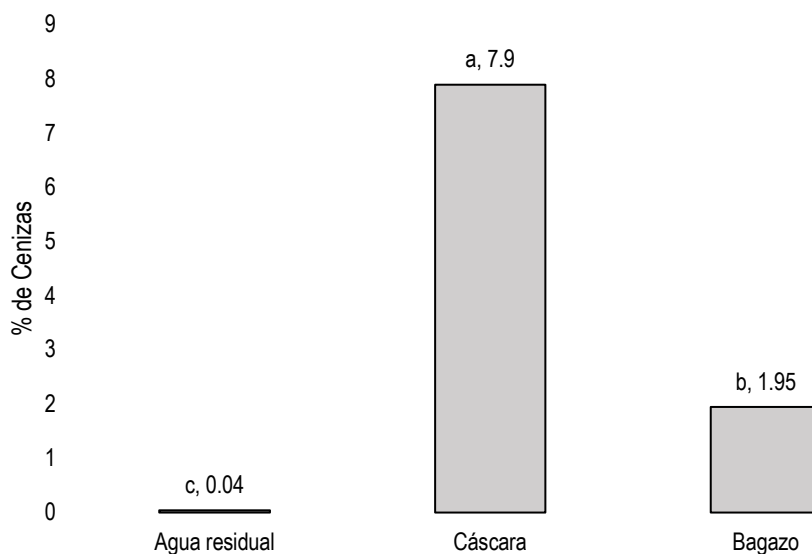
Según el análisis de la varianza (ANOVA), sí existe significancia en los valores de pH entre los tres residuos de la yuca. Es decir, al menos un residuo posee un pH estadísticamente diferente al resto. Por medio de la prueba de contrastes de medias de Tukey al 5 %, se comprueba que el agua residual es el residuo con pH significativamente mayor con 6,37, seguido de la cáscara de yuca que se ubica en la siguiente categoría

con media 5,43, y por último el bagazo con media de 4,58. Estos datos hacen referencia al valor promedio de los 10 días en los que se tomaron las muestras.

A continuación, se presenta el ANOVA de los resultados del porcentaje de cenizas.

**Tabla 4.14.** Análisis de la varianza de una vía completamente aleatorizada para cenizas.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F crítico	p-valor
Muestras	335,95	2	167,98	118,05	<0,0001
Error	38,42	27	1,42		
Total	374,38	29			



**Figura 4.13.** Porcentaje de Cenizas de los residuos de la yuca. Letras diferentes indican significancia (Tukey 5 %).

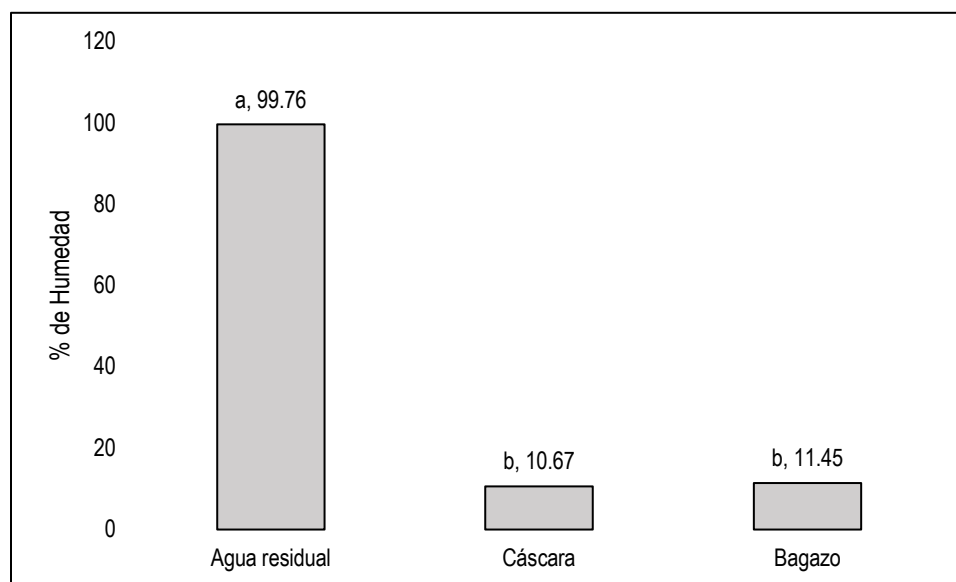
El ANOVA para el porcentaje de cenizas también mostró alta significancia entre los residuos de la yuca.

Por medio de la prueba de Tukey al 5 %, se constató que todos los residuos sí son diferentes. La cáscara con 7,9 % de cenizas fue el valor más alto, seguido del bagazo con 1,95 %, y finalmente, el agua residual con 0,04 %. Briones y Riera (2020) reportaron un contenido de cenizas de 2,3 % para el método húmedo, y 3,16 % para el método seco del almidón de la yuca, estando ambos valores por encima de los encontrados en los residuos de agua residual y bagazo. Pillco (2021) menciona que la variabilidad del

contenido de ceniza está sujeta a la disposición de los minerales de la planta que repercuten sobre los componentes del fruto, por lo que altos contenidos de cenizas; como en la cáscara, indican una mayor presencia de minerales.

**Tabla 4.15.** Análisis de la varianza de una vía completamente aleatorizada para humedad.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F crítico	p-valor
Muestras	52450,81	2	26225,4	33622,7	<0,0001
Error	21,06	27	0,78		
Total	52471,87	29			



**Figura 4.14.** Porcentaje de Humedad de los residuos de la yuca. Letras diferentes indican significancia (Tukey 5 %).

Para la humedad, el ANOVA muestra que también existió significancia entre los residuos para esta variable. La prueba de medias de Tukey al 5% mostró que la humedad más alta con media de 99,76 % se encontró en las aguas residuales. Como era de esperarse, debido a que este residuo se encuentra compuesto mayoritariamente por una solución acuosa. La prueba de Tukey también mostró que no existió diferencias significativas entre la humedad del bagazo y la cáscara de yuca, con medias de 11,45% y 10,67% respectivamente. Briones y Riera (2020) encontraron una humedad del almidón de yuca de 9,7 %, valor que se encuentra cercano a los encontrados en los residuos de cáscara y bagazo.

#### 4.2.1. PLASTICIDAD DE LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA PEDRO PABLO DEL SITIO OLLA VIEJA DE LA PARROQUIA CANUTO DEL CANTÓN CHONE

A continuación, se muestra la plastificación de los residuos donde X = No plastifica y O = Sí plastifica:

**Tabla 4.16.** Plastificación de los residuos donde X = No plastifica y O = Sí plastifica:

Muestra	Plasticidad	Evidencia
Almidón	O	
Agua residual	X	
Bagazo	O	
I Cáscara	O	

En la prueba preliminar con almidón comercial existió una plastificación del 100%. En el caso del bagazo, se observó que sí plastificó. La presencia de almidón en este residuo fue casi similar a la del almidón puro y por ende ocurrió la debida plastificación.

Por otro lado, la cáscara de yuca la plastificación es mínima. Esto concuerda con el análisis cualitativo con lugol, en el cual se percibió una falta de coloración azul; es decir, escasez de almidón en la cáscara de yuca.

Finalmente, con el agua residual no reaccionó a plastificación debido a la baja presencia de almidón.

La cáscara de la yuca se considera como materia prima potencial en la obtención de bioplásticos. En un estudio realizado Muñoz (2020) indica que el almidón de la cáscara de yuca se empleó para elaborar plásticos biodegradables, al combinar con quitosano y sorbitol como plastificante. En el mencionado estudio, se notaron variaciones en las propiedades mecánicas debido a la glicerina y celulosa microcristalina.

Los almidones obtenidos de la yuca (*Manihot esculenta*) y la papa (*Solanum tuberosum*) presentan similitudes en sus propiedades fisicoquímicas; sin embargo, el almidón de cáscara de papa muestra una mejor absorción de agua por su alto contenido de amilosa que a la vez favorece la gelatinización (Martínez *et al.* 2021).

### **4.3. ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA PEDRO PABLO**

#### **Estrategias de aprovechamiento y plan de manejo de los residuos de la rallandería de yuca Pedro Pablo**

##### **Introducción**

La situación concreta en la rallandería de yuca Pedro Pablo, consiste en que algunos de los residuos son manejados inadecuadamente ocasionando aspectos negativos. Por ende, se propone un manejo de los residuos en la rallandería “Pedro Pablo” y estrategias que le den mayor uso y aprovechamiento a la reutilización de residuos sólidos y líquidos para un aporte económico extra y un aporte ambiental adecuado, asimismo fomentando fuentes de empleo ya sea con la siembra, producción, cosecha y transformación de los subderivados de la yuca. Evitando que estos residuos se transformen a la larga en agentes perjudiciales.

La rallandería de yuca tiene una considerable producción local, ya que es una de las más grandes del sitio, consintiendo beneficios localmente en la producción y ventas de los

derivados de yuca, cabe mencionar que en la producción del subderivado principal como el almidón, la yuca se somete a diferentes procesos de acabado lo que conlleva a que se generen algunos residuos como: cáscaras, bagazo y aguas residuales (sin tratamiento). Cabe destacar, que el agua empleada para la transformación del almidón es de carácter de pozo es decir agua subterránea.

Otro proceso, que es captado problemático es la fermentación del almidón ocasionando malos olores, esto también atrae organismos patógenos, el sistema de vertimiento de aguas residuales sin un tratamiento adecuado aporta expedición de malos olores.

En relación a que no ha existido la capacitación adecuada anteriormente a los miembros de la rallandería, la empresa no ha aprovechado en su totalidad los residuos sosteniblemente; en relación a estos resultados de muestreos realizados en el diagnóstico situacional y de procesamiento, se propone de manera objetiva medidas que contengan un mayor aprovechamiento de los residuos remanentes del almidón y programas de plan de manejo ambiental y económico.

### **Objetivo**

Contribuir al aprovechamiento de residuos de la rallandería de yuca "Pedro Pablo" del sitio Olla Vieja, orientando a la generación del valor agregado de subderivados residuales de yuca con la finalidad de obtener una producción más limpia y sostenible.

### **Acciones**

- Dar a conocer estrategias de aprovechamiento de residuos con la participación de los propietarios de rallanderías y de la comunidad en general, para mejorar la disposición de los residuos remanentes del almidón de yuca.
- Mejorar el comportamiento ambiental laboral de los empleados y comuneros en cuanto a la preservación del medio ambiente en relación a la producción de "Pedro Pablo".
- Implementar programas de manejo ambiental que gestionen el uso adecuado de los residuos sólidos y líquidos.

## **Estrategias de aprovechamiento**

Existen diversos métodos para el aprovechamiento de residuo agroindustriales. Su implementación dependerá de las características fisicoquímicas y sus componentes químicos. Los residuos industriales de yuca a pesar de tener sustancias nocivas para el ecosistema, contiene nutrientes y características funcionales. Por ello, se han realizado estudios e investigaciones (tabla 4.17) con el propósito de mitigar el deterioro del medio ambiente, además de la obtención de subproductos biodegradables.

**Tabla 4.17.** Estrategias de aprovechamiento mediante análisis documental

<b>Aplicación</b>	<b>Residuo</b>	<b>Estudio</b>	<b>Resultados</b>	<b>Referencias</b>
	Cáscara de yuca	Preparación de nanofibras de celulosa a partir de cáscara de yuca mediante disrupción mecánica.	Los resultados muestran que la celulosa y nanofibras de celulosa (CNF) se prepararon con éxito con propiedades físicas y químicas acordes al producto	(Widiarto <i>et al.</i> 2019)
Nano fibras	Bagazo de yuca	Nano fibras de celulosa a partir de bagazo de yuca: caracterización y Aplicación en Tapioca-Film.	Se obtuvieron nanofibras de celulosa a partir de bagazo de yuca, cuyo diámetro tiene un rango de 5-8 nm, el cual mejoró la resistencia a la tracción de películas y disminuyó su elongación a la ruptura.	(Wicaksono <i>et al.</i> , 2013)
Biopelículas comestibles	Bagazo de yuca	Preparación de película biodegradable a base de almidón de bagazo de yuca reforzada con gelatina de patas de pollo, ácido cítrico como reticulante y glicerol como plastificante.	La condición óptima de esta preparación de biopelícula se puede obtener con un contenido de 40 a 60 % de almidón de bagazo de yuca, 12,98 % peso de gelatina, 0,22% en peso de glicerol y 0,27% en peso de ácido cítrico liberando 21,73 MPa de resistencia a la tracción y 19,73% de elongación a la rotura.	(Silviana <i>et al.</i> 2018)
Biofertilizantes	Cáscara de yuca	Potencial de la cáscara de yuca como portador de nutrientes para la producción de fertilizantes orgánicos para aumentar la producción de cultivos y la fertilidad del suelo.	La aplicación del biofertilizante en la zona de estudio demostró ser efectivo debido al aumento significativo en el crecimiento de las plantas en comparación a las que no se aplicó. Esto indica que el uso de la cáscara de yuca es un buen material para actuar como un biofertilizante agente portador de nutrientes para aumentar la producción del cultivo y el suelo.	(Adiaha, 2021)
Biofertilizantes	Agua residual	El uso de aguas residuales derivadas del procesamiento de yuca como fertilizante orgánico en el cultivo de girasol.	La aplicación de aguas residuales aumentó significativamente las acumulaciones de masa fresca y seca en los brotes de girasol, el contenido de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio en la planta, así como los rendimientos de grano y aceite	(Suyane <i>et al.</i> 2017)



Polímero biodegradable	Almidón de yuca	Formulación para la obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de yuca, variedad MBRA 383	La relación entre expansión polimérica y densidad es inversamente proporcional	(Durán, 2015)
Envase biodegradable	Almidón de yuca	Envase biodegradable de yuca	El pH es incrementado y se conserva el producto en tiempos superiores al control	(López <i>et al.</i> 2017)
	Bagazo de yuca	Desarrollo y caracterización física de materiales biodegradables a base de bagazo de yuca por inyección termoplástica	El bagazo de yuca fue compatible con los bioplásticos polibutilen-adipato-tereftalato (PBAT) y ácido poliláctico (PLA). Se encontró incompatibilidad con el ácido polivinílico (PVA) al momento de ser inyectado por su punto de fusión	(Arias <i>et al.</i> , 2019)
Biotecnología	Almidón modificado de yuca	Caracterización morfológica de películas biodegradables a partir del almidón modificado de yuca, agente antimicrobiano y plastificante	En todos los termoplásticos existen superficies rugosas con poros y fracturas características	(Velasco <i>et al.</i> 2012)
termoplásticos biodegradables	Harina de yuca	Producción de plásticos biodegradables a partir de harina de yuca	Recipientes biodegradables tuvieron mayor desarrollo que los formulados con polietileno	(Álvarez y Carpio, 2021)
	Almidón de yuca y fibras naturales de fique	Caracterización físico-mecánica de un almidón termoplástico de yuca y análisis interfacial con fibras de fique (maguey)	El TPS presentó una absorción de humedad en el equilibrio del orden del 10,5% y resistencia máxima, módulo de elasticidad y deformación a tensión de 1,5 MPa, 42,5 MPa y 26%.	(Mina, 2012)
Empaques biodegradables	Residuos de yuca	Impacto de la investigación en empaques biodegradables a partir de residuos de yuca, en ciencias, tecnologías e innovación	El uso de productos biodegradables a partir de la yuca es una estrategia fundamental para consolidar la bioeconomía.	(Navia y Villada, 2013)
Alimentación animal	Residuos de yuca	Yuca ensilada como fuente de energía para cerdos en crecimiento	Yuca de base seca fue un 50% más barato que la tonelada de maíz, y brinda beneficios frigoríficos a los animales	(Valdivie , 2014)
	Cáscara de yuca	Elaboración de harinas a partir de cáscaras de yuca para la formulación de un alimento balanceado para porcinos en etapa de crecimiento	Se utiliza residuos de maíz, harina de pescado, polvillo de arroz, pasta de soya, sal, aceite de palma, calcio, harina de concha y soya para mejorar el producto	(Santos, 2020)
Medicamento	Yuca	Obtención de jarabe azucarado mediante hidrólisis enzimática a partir de la yuca	Las enzimas invertasa y amilasa para la obtención de un jarabe a partir de yuca logró desdoblar el almidón hasta el estado de azúcares dando un valor de °Brix de 40	(Gerena, 2013)
Bioeconomía	Valor de la yuca	La red de valor de la yuca y su potencial en la bioeconomía de Colombia	El potencial de la yuca brinda posibilidades a los pequeños productores	(Canales y Trujillo, 2021)

Biorrefinerías	Cáscara de yuca	Producción de bioetanol a partir de cáscaras de yuca ( <i>Manihot esculenta</i> )	En este estudio se analizaron parámetros que incluyeron biomasa, rendimiento de etanol, pH, acidez titulable y azúcar reductora. Se observó que hubo una disminución en el pH de 5,0 a 3,8 en el lote de fermentación mejorado con levaduras con rendimiento de etanol de 7,5 ml, y aproximadamente 8,1% de contenido de alcohol.	(Chinwe, et al. 2018)
Alimentación Animal	Bagazo o afrecho	Afrecho de yuca como sustituto parcial del maíz en la alimentación de cerdos de engorde	El contenido nutritivo del afrecho de yuca. Proteína bruta 3,02% Extracto Etéreo 0,59% Ceniza 3,26% Materia seca 98 % Fibra bruta 7,6 % Energía digestible 12,6 MJ/K Siendo una buena alternativa en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento y de ceba ya que no existió diferencia significativa en los indicadores productivos evaluados.	(Romero et al. 2017)
Bioplásticos	Cáscaras de yuca	Residuos de la cáscara de yuca y cera de abejas como potenciales materiales de partida para la producción de bioplásticos	La ceniza fue de 2,3% para el almidón extraído por vía húmeda y 3,16% para el obtenido por vía seca. La amilosa representa cerca del 20% y la amilopectina un 80%. El pH se ubicó dentro del rango de 6,41 a 9,33. El pH es un factor que influye en la formación de la película de bioplástico, razón por la cual en ocasiones es necesario ajustarlo.	(Briones y Riera, 2020)

### **Evaluación y análisis**

Cabe destacar que los resultados de los análisis de yuca (bagazo, cáscara y agua residual) en sitio de Olla Vieja de la parroquia Canuto, del cantón Chone en comparación con los resultados de otras investigaciones de estrategias de aprovechamiento mediante análisis documental varían debido a diferentes factores como: efectos ambientales; aplicación de agroquímicos en las plantaciones de yuca; y debido a las diferentes especies, dado que la yuca consta con 55 especies.

Ante la información consultada, se resalta que, los residuos de yuca representan un potencial de reutilización como un modelo de economía circular, a través de estrategias de aprovechamiento. Estos residuos de yuca son objeto de reutilización debido a su apta

composición fisicoquímica: Humedad, ceniza, pH, almidón, y celulosa. Por ejemplo, el bagazo por su cantidad de almidón y demás nutrientes tiene como potencial uso ser alimento animal. No obstante, en referencias bibliográficas, se indica su uso para la elaboración de nanofibras y bioplásticos debido a la cantidad de almidón en los residuos.

La cáscara consta de lignocelulosa, la cual tiene potencial para la producción de etanol y papel. A su vez, la cáscara se utiliza para la producción de nanofibras, biofertilizantes, alimentación animal, y bioplásticos.

El agua residual de yuca abarca con un gran porcentaje de materia orgánica en términos demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO); esta carga contaminante genera un impacto negativo porque provoca eutrofización de los cuerpos naturales de agua.

### **Estrategias para la rallandería**

**Estrategia de educación y sensibilización ambiental:** La educación ambiental forma parte de formación personal, dichos problemas se general a partir del desconocimiento en el uso y manejo adecuado de los recursos (agua de pozo y energía), manejo de vertimientos y de residuos sólidos, se busca estrategias de crear conciencia en cada empleado parte de la producción del subderivado de yuca, para mitigar y prevenir las problemáticas ambientales y promover la conservación del medio ambiente y sus recursos.

**Objetivo general:** Sensibilizar ambientalmente al propietario y trabajadores de la rallandería de yuca "Pedro Pablo" a través de actividades y seminarios de educación ambiental.

**Alcance:** Se pretende implementar las actividades propuestas en el programa a todos los empleados de la rallandería "Pedro Pablo" para con éstas reducir los impactos negativos y aportar a un desarrollo sostenible.

**Tabla 4.18.** Estrategias de Educación y Sensibilización Ambiental

<b>Objetivo general</b>	Sensibilizar ambientalmente a los empleados de la rallandería de yuca "Pedro Pablo" a través de actividades y seminarios de educación ambiental.
<b>Meta</b>	Adaptar los cambios en un 30% cada tres meses y mejorar continuamente.
<b>Actividades a desarrollar</b>	
<b>Educación y sensibilización ambiental</b>	Realizar por medio de charlas y talleres de sensibilización ambiental. Utilizar diferentes medios pedagógicos para desarrollar actividades de concientización y sensibilización ambiental. Temas de educación y sensibilización ambiental: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo y uso adecuado de agua de pozo.</li> <li>• Consumo y uso racional de energía.</li> <li>• Manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.</li> <li>• Manejo de vertimientos de aguas residuales.</li> <li>• Impactos ambientales generados por el hombre.</li> <li>• Riesgos por el manejo inadecuado de residuos naturales.</li> <li>• Problemáticas ambientales actuales y futuras.</li> </ul>
<b>Responsable</b>	Ejecutores del proyecto
<b>Indicadores</b>	Número de Empleados capacitados Número de talleres realizados Check List de asistencia.
<b>Normatividad</b>	RECOA: Sección 1ª. Educación ambiental, los artículos 23 y 25.

**Manejo de residuos de rallandería:** El principal problema que presenta la producción de almidón agrario de yuca es la generación de residuos sólidos provenientes del proceso de molienda a los cuales no se les da ningún aprovechamiento, el programa de manejo integral de residuos sólidos permite dar un aprovechamiento por medio de un tratamiento ya que es un residuo orgánico con fin de garantizar un menor impacto en el medio ambiente y un desarrollo sostenible.

**Objetivo general:** Reducir la producción de residuos sólidos mediante la implementación de actividades que permitan el aprovechamiento de los residuos orgánicos y estrategias que aseguren el adecuado manejo y disposición final de los residuos sólidos de la rallandería "Pedro Pablo.

**Alcance:** Este programa está destinado principalmente al área de producción y tiene como alcance aplicar los procedimientos de aprovechamiento de residuos sólidos.

**Tabla 4.19.** Manejo de residuos de rallandería

<b>Objetivo general</b>	Reducir la producción de residuos sólidos mediante la implementación de actividades que permitan el aprovechamiento de los residuos orgánicos y estrategias que aseguren el adecuado manejo y disposición final de los residuos sólidos de la rallandería "Pedro Pablo.
<b>Meta</b>	Realizar el 80% de las actividades planteadas en el transcurso de un año.
<b>Actividades a desarrollar</b>	
<b>Gestión integral de residuos sólidos</b>	Ubicar un punto de recolección para los residuos orgánicos producidos por los procesos de extracción de almidón agro de yuca.
	Diseñar un proceso de transformación de los residuos sólidos aprovechables.
	Evitar la mezcla de los residuos durante la recolección.
	Ubicar los puntos ecológicos en sitios estratégicos de la rallandería.
	Dotar de elementos de protección personal a los empleados que manipulan los residuos sólidos.
	Realizar capacitaciones a los empleados en cuanto al aprovechamiento de residuos sólidos y manejo de los mismos.
	Llevar un registro mensual de los residuos sólidos transformados en materia aprovechable.
	Colocar señalización de disposición de los residuos sólidos en sus respectivos recipientes
<b>Responsable</b>	Ejecutores del proyecto
<b>Indicadores</b>	Cantidad de residuos sólidos aprovechados.
	Número de empleados que asistieron a capacitaciones.
<b>Normatividad</b>	Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016).

**Manejo de vertimientos:** El principal problema ambiental que genera la rallandería "Pedro Pablo" es el vertimiento de aguas residuales sin tratar al canal de descarga, provocando insalubridad y malos olores, producto del proceso de extracción del almidón.

**Objetivo general:** Crear soluciones para reducir y controlar el impacto de los vertimientos generados por la rallandería "Pedro Pablo" en el estero cercano.

**Alcance:** Su alcance es aplicable a todas las áreas productivas donde se generan aguas residuales.

Tabla 4.20. Manejo de vertimientos

<b>Objetivo general</b>	Crear soluciones para reducir y controlar el impacto de los vertimientos generados por la rallandería "Pedro Pablo "en el estero cercano
<b>Meta</b>	Realizar el 40% de las actividades planteadas en el transcurso de un año.
<b>Actividades a desarrollar</b>	
<b>Gestión integral de vertimientos</b>	Realizar análisis físico-químico de los vertimientos que se realicen.
	Implementar sistemas de pre-tratamiento y tratamiento.
	Realizar diagnóstico a las unidades de pre-tratamiento que se instalen.
	Realizar mantenimientos constantes a todas las unidades de pre-tratamiento para garantizar la efectividad en los procesos.
<b>Responsable</b>	Ejecutores del proyecto
<b>Indicadores</b>	Número de análisis fisicoquímicos.
	Efectividad del pre-tratamiento instalados que se reflejan el % de remoción.
<b>Normatividad</b>	La norma de vertimientos, la Resolución 0631 de 2015 reglamenta el artículo 28 del Decreto 3930 de 2010 y actualiza el Decreto 1594 de 1984 (vigente desde hace 30 años).

# CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

- La rallandería de yuca Pedro Pablo del sitio Olla Vieja, procesa 2500 kg/semana de materia prima (yuca) con una producción de 808 kg/semana de almidón de yuca, siendo la especie de yuca conocida como la “colombiana” la más utilizada. De manera que, la producción de desechos (cáscara y bagazo) correspondió a un 54%, y finalmente un producto (almidón de yuca) el cual fue de 32%. Siendo de alta relevancia el manejo adecuado de los residuos de yuca.
- En la composición fisicoquímica de los residuos de la rallandería de yuca, el agua residual tuvo un pH de 6,37, seguido de la cáscara de yuca con pH 5,43, y el bagazo con 4,58. Por otro lado, el residuo con un mayor % de cenizas fue la cáscara con 7,9%, y el bagazo con 1,95%, y finalmente, agua residual con 0,04 % de cenizas. La humedad más alta tuvo 99,76 % para las aguas residuales mientras que la humedad del bagazo fue de 11,45% y de la cáscara de yuca tuvo un 10,67 % respectivamente. La experimentación demostró que el residuo con más capacidad de plastificarse fue el bagazo ya que posee una gran presencia de almidón, en comparación con la cáscara de yuca.
- Las estrategias factibles para la reutilización de los residuos de yuca a excepción del agua residual producto del lavado son la producción de bioplásticos y alimentación animal. Esto en función de que, la cáscara y el bagazo tienen una apta composición fisicoquímica de Humedad, ceniza, pH, contenido de almidón, celulosa y demás nutrientes, las cuales son óptimas para la utilización en la producción de bioplástico.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Aprovechar los residuos de yuca que se generan dentro de la rallandería, teniendo en cuenta los conceptos de la economía circular.
- Realizar análisis en laboratorios certificados; tomar muestras limpias libres de suciedad, además de promover investigaciones con otras especies de yuca para obtener resultados que permitan establecer comparaciones.
- Capacitar a los administradores de las rallanderías de yuca sobre los aprovechamientos de residuos con base en estrategias de aprovechamiento. En este caso la información sobre el aprovechamiento de los residuos agrícola (yuca) conlleva a una sostenibilidad en los residuos teniendo un factor económico extra por parte del objeto conocido como residuo.



## BIBLIOGRAFÍA

- Adiaha, M. (2021). Potential of Cassava Peel as a biotechnical nutrient carrier for Organic Fertilizer Production to Increase Crop Production and Soil Fertility. ResearchGate, 103-107. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/351765304\\_Potential\\_of\\_Cassava\\_Peel\\_as\\_a\\_biotechnical\\_nutrient\\_carrier\\_for\\_Organic\\_Fertilizer\\_Production\\_to\\_Increase\\_Crop\\_Production\\_and\\_Soil\\_Fertility](https://www.researchgate.net/publication/351765304_Potential_of_Cassava_Peel_as_a_biotechnical_nutrient_carrier_for_Organic_Fertilizer_Production_to_Increase_Crop_Production_and_Soil_Fertility)
- Aga, S. y Rodríguez, M. (2021). *Aprovechamiento de biomasa a partir de bagazo de cebada de malta para la elaboración de pellets como biocombustible* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química).
- Aguiar, S., Uvidia, H. y Arboleda, L. (2021). Aprovechamiento de residuos agroindustriales como alternativa en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 5(15), 266-277.
- Alan, D. y Cortéz, L. (2018). Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica. Machala: UTMACH. Recuperado el 2022 de 1 de 7, de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14232/1/Cap.4-Investigaci%C3%B3n%20cuantitativa%20y%20cualitativa.pdf>
- Álvares, M. y Carpio, L. (2021). Estudio bibliográfico preliminar para la producción de plásticos biodegradables a partir de harina de yuca. Repositorio Institucional. Universidad Católica San Pablo.
- Álvarez, A. (2016). Caracterización fisicoquímica de varios residuos agroindustriales y sus mezclas para la producción de biocombustibles.

- Álvaro, A., Durango, L. y Arizal, E. (2018). Estudio de las propiedades absorbentes de un biopolímero a base de almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Espacios*, 39(53), 15.
- Angueta, M., Giraldo, L. y Neira, J. (2019). *Elaboración de envases bioplásticos mediante el aprovechamiento de materias primas vegetales con fines industriales*. Obtenido del Repositorio digital de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4177>
- Arévalo, E. (2019). *Formulación del plan de manejo ambiental de la rallería "La Niña" en la vereda Peña Blanca del municipio de Rosas*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad del Cauca: <https://repositorio.uniautonoma.edu.co/handle/123456789/268>
- Arias, P., Bolívar, D., Maldonado, L. y Yamashita, F. (2019). Desarrollo y caracterización física de materiales biodegradables a base de bagazo de yuca por inyección termoplástica. Repositorio Institucional. Escuela Agrícola Panamericana. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6486>.
- Aristizábal, J., Sánchez, T. y Mejía, D. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. Fao.
- Atiwesha, G., Abanou, M., Parrish, C., Joseph, B. y Tuyet, L. (2021). Environmental impact of bioplastic use: A review. *Heliyon*, 7(9). doi:doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07918
- Barbosa, M. y Rueda, P. (2021). *Análisis de oportunidades para la exportación de productos elaborados a base de yuca producidos en el departamento de Santander, Colombia para mercados de países latinoamericanos*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Santo Tomás: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/38327>
- Berkhout, N. (2021). *Cáscaras de yuca: De residuo a valioso alimento para el ganado*. Obtenido de <https://es.allaboutfeed.net/cascaras-de-yuca-de-residuo-a-valioso-alimento-para-el-ganado/>

- Bolívar, A., Osorio, L., Maldonado, L. y Yamashita, F. (2019). *Desarrollo y caracterización física de materiales biodegradables a base de bagazo de yuca (Manihot esculenta) por inyección termoplástica*. Obtenido de Biblioteca Digital Wilson Popenoe: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6486>
- Bravo, N. (2021). *Estudio de la oferta, demanda y comercialización de la yuca Manihot esculenta krantz en el cantón Valencia provincia de Los Ríos*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53164>
- Briones, S. y Riera, M. (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.
- Calderón, M., Andrade, F., Lizarzaburu, L. y Masache, M. (2017). *Valoración económica de los cobeneficios del aprovechamiento energético de los residuos agrícolas de los residuos agrícolas*. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/41830/1/S1700556\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/41830/1/S1700556_es.pdf)
- Campo, Y. (2021). *Evaluación de la reducción de nitrógeno, fósforo y DQO del agua residual del proceso de extracción de almidón de yuca por medio de un sistema algal*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad del valle: <http://hdl.handle.net/10893/21506>
- Canales, N. y Trujillo, M. (2021). La red de valor de la yuca y su potencial en la bioeconomía de Colombia. <https://www.sei.org/publications/la-red-de-valor-de-la-yuca-y-su-potencial-en-la-bioeconomia-de-colombia/>.
- Carabalí, L. y Yenni, V. (2020). *Aplicación de herramientas de mejora mediante la Lean Manufacturing en la empresa TODOTUCA LTDA*. Obtenido de Repositorio digital de la Unidad Académica Virtual y a Distancia: <http://unividafup.edu.co/repositorio/files/original/a3f73eda95400824e2d237a5e52b2ff9.pdf>

- Cárdenas, F., Pinargote, E., Moreno, I. y Salavarría, C. (2015). Sistema de secado de almidón de yuca para uso humano en una comunidad de Ecuador . *EspamCiencia*, 31-35.
- Carmona, E., Camacho, J. y Paloma, A. (2019). *Estudio de factibilidad para la creación de una planta procesadora de almidón de yuca en el corregimiento de Pachaquiario, Meta*. Obtenido de Repositorio Institucional UNIMINUTO: <https://hdl.handle.net/10656/12960>
- Castro, Y., Cristellot, F., Murgueitio, N., Gómez, Y. y Rosero, E. (2021). Efecto del procesamiento tradicional de la yuca (*Manihot esculenta*) y derivados sobre el contenido de glucósidos cianogénicos. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 4(8). Obtenido de <http://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/49>
- Chariguamán, J. (2015). *Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (*Passiflora edulis* spp.)*. Obtenido de Repositorio digital de la Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano": <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4560/1/AGI-2015-014.pdf>
- Chicaiza, O. y Marcillo, S. (2021). *Obtención de briquetas a partir del bagazo de caña de azúcar con la adición de aglutinante para su utilización como biocombustible* (Bachelor's thesis).
- Chinwe, I., Scholastica, A., y Isaiah, I. (2018). Bioethanol production from cassava (*Manihot esculenta*) peels. *Facsalud*, 2(2), 40-45. Obtenido de <https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/facsalud-unemi/article/view/720/615>
- Coello, G. (2019). Diseño de un biodigestor para la producción de biogás a partir de la *yucca schidigera*. Tecnológico Nacional de México. Obtenido de: <http://repositorio.digital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/handle/123456789/3629>

- Coxe, B., Cassule, A., Rodríguez, O. y Bernardo, I. (2020). Caracterización fisicoquímica de la harina de yuca en el municipio de Malanje (Angola). *Revista digital de Medio Ambiente Ojeando la Agenda*, (64), 6.
- Cusme, K. y Gómez, A. (2019). *Porcentajes de almidones con adición de plastificantes naturales en la elaboración de un recubrimiento*. Obtenido de Repositorio digital de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí: <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/1062>
- Dávila, F. y Camacho, E. (2012). *Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de Archivos y Cartotecas. "Propuesta Metodológica"*. Obtenido de <https://www.ign.es/web/resources>
- De Michelis, A. y Ochaco, E. (2015). *Desecación y secado de frutas, hortalizas y hongos. Procedimientos hogareños y comerciales a pequeña escala*. Obtenido de <https://www.virtualpro.co/biblioteca/deshidratacion-y-desecado-de-frutas-hortalizas-y-hongos-procedimientos-hogarenos-y-comerciales-de-pequena-escala>
- Díaz, A., Valencia, B. y Moreno, G. (2022). Caracterización físico-química de la cáscara de mazorca de cacao como posible uso en la elaboración de tableros aglomerados. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 12(1), 97–106. <https://doi.org/10.19053/20278306.v12.n1.2022.14211>
- Díaz, A. (2020). Viabilidad el sustrato de la hidrólisis alcalina de la cáscara de la yuca para los *Lactobacillus casei*. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5074/tesis%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, L. (2011). La observación. Obtenido de [http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La\\_observacion\\_Lidia\\_Diaz\\_Sanjuan\\_Texto\\_Apoyo\\_Didactico\\_Metodo\\_Clinico\\_3\\_Sem.pdf](http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf)

- Dulzaides, M. y Molina, A. (2004). Análisis documental y de información: dos componentes de un. Obtenido de <http://eprints.rclis.org/5013/1/analisis.pdf>
- Durán, J. (2015). Formulación para la obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de yuca, variedad MBRA 383. Repositorio Institucional. Universidad de San Buenaventura. <https://revistas.usb.edu.co/index.php/GuillermoOckham/article/view/484>.
- Universo, E. (2022). Obtenido de Canuto, parroquia de Chone, intenta sacar a flote su economía a base de la yuca y el almidón: <https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/canuto-parroquia-de-chone-intenta-sacar-a-flote-su-economia-a-base-de-la-yuca-y-el-almidon-nota/>
- Erazo, M. (2018). *Evaluación del comportamiento de Aspergillus niger y Penicillium spp en la degradación de bioplástico elaborado a partir de almidón de cáscara de plátano*. Obtenido del Repositorio digital de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/10554>
- Fernández, L. (2005). Fichas para investigadores. Obtenido de <https://www.ub.edu/idp/web/sites/default/files/fitxes/ficha3-cast.pdf>
- Figuroa, J. (2020). *Procesos de biocatálisis enzimática en almidones nativos y pre-gelatinizados de yuca: Efectos a nivel morfológico, molecular y de digestibilidad in vitro*. Obtenido del Repositorio digital de la Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79620>
- Forero, P. y Cortés, K. (2020). *Estudio de viabilidad de la creación de una cooperativa procesadora de almidón de yuca en el municipio de Paima Cundinamarca para incursionar en el mercado de la ciudad de Beijing China*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Nariño: <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/1824/3/2020GinaForeroyKarenCortes.pdf>

- Fundación Chile. (2020). *Nueva economía de los plásticos*. Retrieved from FCH: <https://fch.cl/iniciativa/nueva-economia-de-los-plasticos/>
- Galán, A. y Guevara, P. (2021). *Centro de investigación, capacitación y tratamiento desechos agrícolas para contrarrestar la contaminación por incineración desechos de la caña de azúcar, maíz y arroz en Mesones Muro*. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8619/Gal%C3%A1n%20Loro%20Alfredo%20%26%20Guevara%20Alejandr%C3%ADa%20Paul.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, C., Salcedo, J. y Alvis, A. (2016). *Condiciones óptimas de la etapa de lixiviación*. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v16n1/1692-3561-bsaa-16-01-00062.pdf>
- García, D., Córdova, J., Pilco, S., Jave, J. y Ruiz, A. (2021). Caracterización morfológica por microscopía electrónica de barrido de nanocelulosas de cáscara de sandía (*Citrullus lanatus*). *Agroindustrial Science*, 11(2), 149-157. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.02.03>
- García, F., García, M., Párraga, M. y Conforme, X. (2014). *Cultivo de yuca de Ecuador*. Obtenido de Repositorio de la INIAP: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5214/1/INIAPPEPbd436.pdf>
- Garciglia, R. (2019). *Biopelículas Comestibles*. Obtenido de Saber más: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/47-numero-6/93-ibiopeliculas-comestibles.html>
- Gerena, F. (2013). Obtención de jarabe azucarado mediante hidrólisis enzimática a partir de la yuca. Repositorio Institucional. Universidad Nacional Abierta. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/1528/46455179pdf.pdf?jsessionid=1A9DBBDBA9421D4467D4B2AA874369E3.jvm1?sequence=1>
- González, J. (2016). *Influencia de la temperatura en la producción de fibras electrohiladas de almidón de yuca y alcohol polivinílico*. Obtenido de

Repositorio digital de la Universidad del Valle:  
<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/15593>

González, K., Daza, D., Caballero, P. y Chadae, G. (2016). Evaluación de las propiedades físicas y químicas de residuos sólidos orgánicos a emplearse en la elaboración de papel. *Luna Azul*, (43), 499-517.  
<https://doi.org/10.17151/luaz.2016.43.21>

Grande, C. y Osorio, L. (2021). *Valorización de residuos industriales en la producción de almidón de yuca*. Obtenido de Dianelt:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7997610>

Guadrón, E. (2013). *Diseño y desarrollo del proceso para la extracción del almidón a partir de guineo Majocho verde (Musa sp. Variedad Cuadrado, para su uso en la industria de alimentos*. Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4927/1/Dise%C3%B1o%20y%20desarrollo%20del%20proceso%20para%20la%20extracci%C3%B3n%20de%20almid%C3%B3n%20a%20partir%20del%20guineo%20majoncho%20verde%20%28musa%20sp.variedad%20cuadrado%29%2C%20para%20su%20uso%20en%20la%20ind>

Gúamán, J. (2019). *"Obtención de plásticos biodegradables a partir de almidón de cáscaras de papa para su aplicación industrial"*. Obtenido de Repositorio de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11069/1/96T00540.pdf>

Guerra, D. y Pozo, P. (2018). *Análisis proximal y perfil de aminoácidos del aislado proteico del chocho andino ecuatoriano (Lupinus mutabilis)*. Obtenido de Dianelt: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7113389>

Gutiérrez, J., Seijo, I., Montolla, R. y Ternero, M. (2012). Caracterización fisicoquímica (parámetros generales y componentes mayoritarios) de las aguas minerales naturales envasadas de España. *Afinidad*, 174.



- Harish, K., Yanou, N., Rekha, S. y Pragati, k. (2016). *Tropical Roots and Tubers: Production, Processing and Technology*. India: sant longowal.
- Hernández, E. (2019). *Biorrefinerías Sustentables: Integración es la clave*. Obtenido de conacyt: <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/?p=articulo&id=31>
- Hoyos, L. (2022). Determinación del volumen y composición química de los residuos sólidos agroindustriales en las provincias de Coronel Portillo y Padre Abad, Ucayali. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5628>
- Ibrahim, N., Shahar, F., Homeeed, M., Shah, A. y Mat, M. (2021). Overview of Bioplastic Introduction and Its Applications in Product Packaging. *Coatings*.
- Instituto Nacional del Cáncer. (2017). *pH*. Obtenido departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU : <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/ph>
- INTAGRI. (2015). *Los Biofertilizantes en la Agricultura*. Obtenido de INTAGRI: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>
- Intriago, M. y Medina , G. (2014). *“Estudio de Factibilidad para la creación de una Empresa que produzca almidón de yuca, como materia prima para el mercado de Guayaquil*. Retrieved from <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2257/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-66.pdf>
- Jara, J. (2017). Caracterización de las Propiedades Físicoquímicas y Térmicas de Almidón de Yuca (*Manihot esculenta*). <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10050>
- Jiménez, E., y Martínez, S. (2016). Obtención y caracterización física y química del almidón de yuca (*Manihot esculentum*) variedad Guayape. Obtenido de

Repositorio digital de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/865>

Kanvisit, M., Khwantri, S., Seree, W., Arthit, P., Panmanas, S. y Jetsada, P. (2021). Modified specific gravity method for estimation of starch content and dry matter in cassava. *Heliyon*, 7(7). doi:doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07450

Lizcano, A. (2019). *Proponer encadenamiento productivo de la yuca en aprovechamiento de la Cooperación Sur - Sur y Triangular con el país de Jamaica*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Andres Bello: [https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/14966/2019\\_Tesis\\_Lizcano\\_Lizcano\\_Angie\\_Daniela.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/14966/2019_Tesis_Lizcano_Lizcano_Angie_Daniela.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Llanes, A. (2019). *Análisis de la producción de mandioca en Angola, África subsahariana*. Obtenido de Repositorio Digital UNC: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/11428>

López, S., Chávez, S. y Chuquizuta, T. (2017). Evaluación de la vida de dos frutas usando un envase biodegradable de yuca. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572017000400002&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572017000400002&script=sci_abstract).

Lucero, K. (2021). Gestión Digital. Obtenido de Sí, casi la mitad de ecuatorianos gana más de \$ 550, pero ¿quiénes son realmente ricos?: <https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/si-casi-la-mitad-de-ecuatorianos-gana-mas-de-550-pero-quienes-son>

Lynch, L. y Zambrano, J. (2021). *Aprovechamiento de residuos de yuca (Manihot esculenta Crantz) como aporte nutricional del chame (Dormitator latifrons) con fines de economía circular*. Obtenido de Repositorio digital de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1438>

- Marmolejo, L., Pérez, A., Torres, P., Cajigas, A. y Cruz, C. (2008). Utilization of the solid wasted generated in small scale cassava starch production. *Livestock research For Rural Development*, 20(7).
- Martínez, A. y Charro, M. (2015). *Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata*. Quito: Quito: UC
- Martínez, C., Murillo, X., Demera, M., Briones, G. y Palacios, C. A. C. (2021). Almidones de Cáscara de Yuca (*Manihot Esculenta*) y Papa (*Solanum Tuberosum*) para Producción de Bioplásticos: Propiedades Mecánicas y Efecto Gelatinizante. *Revista Bases de la Ciencia*. e-ISSN 2588-0764, 6(2), 137-152.
- Medina, E., Guatemala, G., Fernández, O., Corona, R., Mondragón, P. y Guevara, E. (2017). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y tecno funcionales de subproductos de residuos de mango (*mangifera indica*, variedad Tommy Atkins). *Memorias*.
- Melo, A. (2019). *Problemática ambiental por mal manejo de residuos sólidos domésticos en el municipio de Galapa*. Obtenido de <https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/07/463-Colombia-oral.pdf>
- Menoscal, R. y Rodríguez , E. (2017). *Elaboración de láminas biodegradables a partir de los residuos del almidón de yuca (Manihot esculenta)*. Retrieved from <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/623/1/TMA141.pdf>
- Mina, C. (2019). *"Diseño conceptual de un proceso de producción de almidón de yuca"*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Estatal Amazónica: <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/721/1/T.AGROIN.B.UEA.0088.pdf>
- Mina, J. (2012). Caracterización físico-mecánica de un almidón termoplástico de yuca y análisis interfacial con fibras de fique. Repositorio Institucional. Universidad del Cauca. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/250>.

- Ministerio de Inclusión Económica y Social. (2017). "*Plan Nacional desarrollo 2017-2021 Toda una Vida*" de Ecuador. Obtenido de Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo: <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Plan%20Nacional%20de%20Desarrollo%20Toda%20Una%20Vida%202017%20-%202021.pdf>
- Miranda, P., Martínez, K., Torres, R., Mendoza, J. y Gómez, R. (2018). Evaluación experimental del secado de yuca variedad venezolana por medio de un sistema híbrido de calentamiento de aire. *Ingeniare. Rev. chil. ing.*, 26(2). Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-33052018000200329&script=sci\\_arttext&tlng=p](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-33052018000200329&script=sci_arttext&tlng=p)
- Mostafa, H. (2009). Equilibrium Moisture Content of Some Bioplastic Materials for Agricultural Use. *the CIGR Ejournal*, 6.
- Muñoz, M., y Rodríguez, E. (2020). Factores que inciden en el nivel de aplicación de prácticas ambientales en los hogares del Ecuador en el año 2017. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21221/1/T-UCE-0005-CEC-307.pdf>
- Muñoz, S. Residuos de la cáscara de yuca y cera de abejas como potenciales materiales de partida para la producción de bioplásticos. *Avances en Química*, (2020) vol. 15, no. 1, pp. 3-11. ISSN 18565301. [https://www.researchgate.net/profile/Maria-Riera-3/publication/342107218\\_Residuos\\_de\\_la\\_cascara\\_de\\_yuca\\_y\\_cera\\_de\\_a-beja\\_como\\_potenciales\\_materiales\\_de\\_partida\\_para\\_la\\_produccion\\_de\\_bioplasticos/links/5ee25bf7458515814a54ba17/Residuos-de-la-cascara-de-yuca-y-cera-de-abeja-como-potenciales-materiales-de-partida-para-la-produccion-de-bioplasticos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Maria-Riera-3/publication/342107218_Residuos_de_la_cascara_de_yuca_y_cera_de_a-beja_como_potenciales_materiales_de_partida_para_la_produccion_de_bioplasticos/links/5ee25bf7458515814a54ba17/Residuos-de-la-cascara-de-yuca-y-cera-de-abeja-como-potenciales-materiales-de-partida-para-la-produccion-de-bioplasticos.pdf)
- Navia, D. y Bejarano, N. (2014). Evaluación de propiedades físicas de bioplásticos termo-comprimidos elaborados con harina de yuca. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 40-48.

- Navia, D. y Villada, H. (2013). Impacto de la investigación en empaques biodegradables a partir de residuos de yuca, en ciencias, tecnologías e innovación. Scielo, Revista de Biotecnología. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612013000200020](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000200020).
- Navia, D., Ayala, A. y Villada, H. (2015). Efecto de la gelatinización de la harina de yuca sobre las propiedades mecánicas de los bioplásticos. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 3(1), 38-44.
- Ocampo, J., Labarta, R., Belcazar, J., Becerra, L., Ovalle, T., Marín, D. y Dofour, D. (2020). *Catálogo de variedades de yuca, Cauca - Colombia. Publicación CIAT No. 507*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/348787501\\_Catalogo\\_de\\_Variedades\\_de\\_Yuca\\_Cauca\\_-\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/348787501_Catalogo_de_Variedades_de_Yuca_Cauca_-_Colombia)
- Ojeda, G. (2020). *Evaluación bromatológica de dietas, con la inclusión de harina de plátano de rechazo (Musa paradisiaca) para Pollo Broiler en la fase de engorde*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Estatal Amazónica: <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/896>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *La yuca*. Obtenido de FAO: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:J0SzhZROoR0J:www.fao.org/3/a1028s/a1028s01.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>
- Organización de las Naciones Unidas. (2017). *Aumenta la generación de residuos en América Latina y el Caribe mientras 145.000 toneladas aún se disponen de forma inadecuada cada día*. Obtenido de <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/aumenta-la-generacion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe>
- Osorio, L. y Grande, C. (2021). Valorización de residuos industriales en la producción de almidón de yuca. *Prospectiva*, 19(2), 3.

- Pillco, C., Guzmán, D. y Cuéllar, J. (2021). Composición físico química y análisis proximal del fruto de sofaique *Geoffroea decorticans* (Hook. et. Arn.) procedente de la región Ica - Perú. *Revista Socio Química del Perú*, 87(1), 14-25. doi:10.37761/rsqp.v87i1.319
- Pizá, H., Rolando, S., Ramirez, C., Villanueva, S. y Zapata, A. (2017). *Análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la cáscara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú*. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto\\_Bioplastico.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT_Informe_Final_Proyecto_Bioplastico.pdf)
- Porras, Á. y Rodríguez, A. (2016). *Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en*. Obtenido de file:///C:/Users/Pc/Downloads/Dialnet-AprovechamientoDeResiduosOrganicosAgricolasYForest-5633579%20(14).pdf
- Quigua, Y. y García, J. (2020). *Diseño de una biopelícula a partir de un biopolímero almidón de Manihot Esculenta “yuca” para la liberación de fármacos - sulfonamidas en cavidad oral*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Antonio Nariña: <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/2760>
- Quiroz, C. y Castro, L. (2018). *Elaboración de un material compuesto utilizando nanofibra de carbono por termoconformado*. Obtenido de Repositorio de la universidad del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8040>
- Ramírez, C. A. (2021). Desarrollo de un envase térmico biodegradable a base de harinas de cascarilla de (*Oryza sativa*), cáscara de mango (*Mangifera indica*) y almidón de yuca (*Manihot esculenta*). <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/16139>

- Rendón, M., Villasís, M. y Miranda, G. (2016). Estadística descriptiva. *Revista Alergia México*, 63(4), 397-407. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755026009>
- Riera, M. y Palma, R. (2018). Obtención de bioplásticos a partir de desechos agrícolas. Una revisión de las potencialidades en Ecuador. *Avances en Química*, 13(3), 69-78.
- Rodríguez, A. y Campos, O. (2001). Resíduos industriais da raiz da mandioca na alimentação de bovinos. *Série culturas de tuberosas amiláceas latino americanas*, 240-258.
- Rodríguez, C. (2021). *Efecto de la adición de harina de cáscara de espárrago (Asparagus officinalis) sobre la viscosidad aparente, el overrun la viabilidad de bifidobacterias y aceptabilidad general en un helado de mango*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Privada Antenor Orrego: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7013>
- Rodríguez, E., Gabarito, I., Cardona, Ó., Aguilera, G. y Cañar, D. (2021). *Manual técnico para la propagación masiva de semilla vegetativa de yuca por miniestacas en campo*. Obtenido de Agrosavia: [https://www.researchgate.net/profile/German-Aguilera-Arango/publication/357446657\\_Manual\\_tecnico\\_para\\_la\\_propagacion\\_masiva\\_de\\_semilla\\_vegetativa\\_de\\_yuca\\_por\\_miniestacas\\_en\\_campo/links/61ce6b48da5d105e550bf0ea/Manual-tecnico-para-la-propagacion-masiva-de-](https://www.researchgate.net/profile/German-Aguilera-Arango/publication/357446657_Manual_tecnico_para_la_propagacion_masiva_de_semilla_vegetativa_de_yuca_por_miniestacas_en_campo/links/61ce6b48da5d105e550bf0ea/Manual-tecnico-para-la-propagacion-masiva-de-)
- Roman, Y., Techeira, N., Yamarte, J., Ibarra, Y. y Fasendo, M. (2015). Caracterización físico-química y funcional de los subproductos obtenidos durante la extracción del almidón de musáceas, raíces y tubérculos. *Interciencia*, 40(5), 350-356. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5577732>
- Romero, N. (2021). *Elaboración de dos harinas a partir de cáscaras de yuca (Manihot esculenta Crantz) y papa (Solanum tuberosum L.) en la formulación*

*de un alimento balanceado para porcinos en etapa de crecimiento.* Obtenido de

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ROMERO%20NARANJO%20NICOLE%20FERNANDA.pdf>

Romero, R., Alcívar, E. y Jorgue, A. (2017). Afrecho de yuca como sustituto parcial del maíz en la alimentación de cerdos de engorde. *La Técnica. Revista de las Agrociencias, Edición especial*, 54-61. doi:10.33936/la\_técnica. v0i0.974

Rosales, A. (Mayo de 2016). *Obtención de biopolímero plástico a partir del almidón de malanga (Colocasia esculenta), por el método de polimerización por condensación en el laboratorio 110 de la UNAN-Managua.* Obtenido de Repositorio de Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua: <https://repositorio.unan.edu.ni/2687/1/28212.pdf>

Rufino, B. (2016). Caracterización fisicoquímica y sensorial de veinte cultivares de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) de la colección del Instituto Nacional de Innovación Agraria.

Ruiz, E., Canales, R. y Fernández, T. (2020). La realidad de "Los plásticos" Mitos y verdades. *Fernández*, 45.

Ruíz, L. y Oscanoa, A. (2021). *Protocolo para determinación de humedad en microalgas liofilizadas.* Obtenido de Repositorio digital de instituto del Mar del Perú : <https://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3538>

Sandoval, V., Jaca, C. y Ormazabal, M. (Agosto de 2017). *Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación.* Obtenido de DADUN:

[https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/53653/1/Economia\\_Circular.pdf](https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/53653/1/Economia_Circular.pdf)

Ala n, D. y Cortéz, L. (2018). *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica.* Machala: UTMACH. Recuperado el 2022 de 1 de 7, de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14232/1/Cap.4-Investigaci%C3%B3n%20cuantitativa%20y%20cualitativa.pdf>



- Sandra, S. (2018). *Caracterización fisicoquímica y propiedades funcionales del almidón de arracacha (Arracacia xanthorrhiza) modificado por irradiación UV-C*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Técnica de Ambato: <http://repository.ut.edu.co/handle/001/2488>
- Santos, F. (2020). Elaboración de harinas a partir de cáscaras de yuca para la formulación de un alimento balanceado para porcinos en etapa de crecimiento. *Nutrición y Alimentación*. <https://porcino.info/yuca-como-fuente-de-energia-en-la-alimentacion-del-cerdo/>.
- Silviana, S., Benedictus, P. y Silawanda, B. (2018). Preparation of Cassava Bagasse Starch-Based Biodegradable Film reinforced with chicken feet gelatin, citric acid as crosslinker, and glycerol as plasticizer. *Indonesian journal of chemistry*, 18(4), 8. Obtenido de <https://jurnal.ugm.ac.id/ijc/article/view/26766/21905>
- Suárez, L. y Mederos, V. (2011). Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Tendencias actuales. *Cultrop*, 32(3). Obtenido de SCIELO: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362011000300004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362011000300004)
- Suyane, M., Rolim, M., Bomfim, E. y Pedrosa, E. (2017). The use of "manipueira" wastewater derived from cassava processing as organic fertilizer in sunflower cultivation. *ResearchGate*, 11(7), 7. doi:10.21475/ajcs.17.11.07.pne508
- Techeira, N., Sívoli, L., Perdomo, B., Ramírez, A. y Sosa, F. (2014). Caracterización fisicoquímica, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), batata (*Ipomoea batatas* Lam) y ñame (*Dioscorea alata*), cultivadas en Venezuela. *Interciencia*, 39(3), 191-197.
- Tesfaye, T., Johakimu, J. k., Chavan, R. y Ramjugernath, D. (2017). Valorisation of mango seed via extraction of starch: preliminary techno-economic analysis.

- Clean Technologies and Environmental Policy*, 81-94. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-017-1457-3>
- Tobón, O. y Hoyos, P. (2020). *Ecobalances. Balances de Materia y Energía*. Obtenido de <https://fddocuments.ec/document/centro-nacional-de-produccion-ms-limpia-balances-de-materia-y-energapdf.html>
- Torres , P., Perez , A., Cajigas, Á., Jurado , C. y Ortiz, N. (2007). Selección de inóculos para el tratamiento anaerobio de aguas residuales del proceso de extracción de almidón de yuca. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, 1(6), 105-111.
- Torres, P., Pérez, A., Marmolejo, L., Ordóñez, J. y García, R. (2010). Una mirada a la agroindustria de extracción de almidón de yuca, desde la estandarización de procesos. *Revista EIA* (14). Obtenido de Scielo: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372010000200003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372010000200003)
- Torres, P., Rodríguez, J. y Rojas, O. (2005). Extracción de almidón de yuca. Manejo integral y control de la contaminación hídrica. Obtenido de <http://www.lrrd.org/lrrd17/7/torr17074.htm>
- Troncoso, C. y Amaya, A. (2016). Entrevista: guía práctica para la recolección de datos cualitativos en investigación de salud. *Revista de la Facultad de Medicina*, 65(2), 329-332. doi:<http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v65n2.60235>
- Valarezo, M. (2012). *Desarrollo de biopolímeros a partir de almidon de corteza de yuca (Manihot esculenta)*. Retrieved from Repositorio deigital de la Universidad Particular de Loja: <http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/123456789/2733>
- Valdivie, M. (2014). Yuca ensilada como fuente de energía para cerdos en crecimiento. Repositorio Institucional. Centro Nacional para la Producción de Animales de Laboratorio.

[https://www.researchgate.net/publication/342697169\\_Yuca\\_ensilada\\_como\\_fuente\\_de\\_energia\\_para\\_cerdos\\_en\\_crecimiento](https://www.researchgate.net/publication/342697169_Yuca_ensilada_como_fuente_de_energia_para_cerdos_en_crecimiento).

Vallejos, K., Mendoza, M. y Delgado, E. (2020). Estimación de las propiedades físico-químicas de residuos agroindustriales para el aprovechamiento como biocombustible. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología*: RIEMAT ISSN: 2588-0721, 4(2), 28-32

Velasco, R., Enríquez, M., Torres, A., Palacios, L. y Ruales, J. (2012). Caracterización morfológica de películas biodegradables a partir del almidón modificado de yuca, agente antimicrobiano y plastificante. Scielo, *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612012000200018](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612012000200018).

Vélez, A. (2019). *Un acercamiento al contexto productivo y culinario de la yuca (Manihot Esculenta), en San Basilio de Palenque corregimiento del municipio de Mahates, en el departamento de Bolívar, Colombia*. Obtenido de Repositorio de la Universidad de Antioquia: <http://hdl.handle.net/10495/16244>

Verú, R. (2020). Propuesta para diseñar un plan de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos como. Obtenido de [https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/3284/Ver%C3%BA\\_Ruby\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/3284/Ver%C3%BA_Ruby_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Wicaksono, R., Syamsu, K., Yuliasih, I. y Nasir, M. (2013). Cellulose Nanofibers from Cassava Bagasse: Characterization. *IISTE*, 3(13), 10. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/259893918\\_Cellulose\\_Nanofibers\\_from\\_Cassava\\_Bagasse\\_Characterization\\_and\\_Application\\_on\\_Tapioca-Film](https://www.researchgate.net/publication/259893918_Cellulose_Nanofibers_from_Cassava_Bagasse_Characterization_and_Application_on_Tapioca-Film)

Widiarto, S., Pramono, E., Suharso, S. y Rochliadi, A. (2019). Cellulose Nanofibers Preparation from Cassava Peels via Mechanical Disruption. *ResearchGate*. doi:10.3390/fib7050044

Yuranan, B., Ronnarit, R., Kritsanun, M. y Sureeporn, N. (2020). Rapid Starch Evaluation in Fresh Cassava Root Using a Developed Portable Visible and Near-Infrared Spectrometer. *ACS Omega*, 5(19), 11210–11216. doi:10.1021/acsomega.0c01346

Zambrano, J. (Julio de 2016). Evaluación de la influencia de actividades productivas del cultivo de yuca, en la calidad del suelo, comunidad San Pablo de Tarugo. Obtenido de Centro de Información Bibliotecario de la Escuela Superior Politécnica:  
<http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/290/1/TMA91.pdf>

## **ANEXOS**

**ANEXO 1. MODELO DE ENTREVISTA SOCIODEMOGRÁFICA, ECONÓMICA Y  
AMBIENTAL**

**MODELO DE ENTREVISTA DIRIGIDO AL DUEÑO DE LA RALLANDERÍA**

**NOMBRE DEL PROPIETARIO:**

\_\_\_\_\_

COMUNIDAD: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**1. EDAD**

\_\_\_\_\_ Años

**2. ESTADO CIVIL**

- a. Soltero (a)
- b. Casado (a)
- c. Unión libre
- d. Separado (a) /Divorciado
- e. Viudo (a)

**3. ¿CUÁNTAS PERSONAS CONFORMAN SU NÚCLEO FAMILIAR?**

\_\_\_\_\_ Personas

**4. NIVEL DE ESTUDIO**

- a. Primaria
- b. Secundaria
- c. Técnico / Tecnólogo

- d. Universitario
- e. Ninguna

5. ¿LA VIVIENDA DONDE USTED HABITA ES?

- a. Propia
- b. Arrendada
- c. Familiar
- d. Compartida con otra(s) familia(s)
- e. Regalada o cedida

6. OCUPACIÓN LABORAL

- a. Agricultor/a
- b. Empleado/a público
- c. Trabajo eventual
- d. Negocio Propio

7. PROMEDIO DE INGRESOS MENSUALES

- a. Menos de \$100
- b. Entre \$101 a \$200
- c. Entre \$201 a \$400
- d. Más de \$401

8. ¿HACE CUÁNTO TIEMPO SE DEDICA A LA PRODUCCIÓN Y VENTA DEL ALMIDÓN DE YUCA?

- a. Menos de cinco años
- b. Entre 5 y 7 años
- c. Entre 7 y 10 años
- d. Más de 10 años

9. ¿CUÁNTO ES LA PRODUCCIÓN DE YUCA QUE NECESITA PARA PRODUCIR ALMIDÓN AL DÍA? (qqm / lb / kg)?

Especifique:

---

10. ¿CUÁL ES LA GANANCIA QUE LE DEJA LA VENTA DE ALMIDÓN DE YUCA?

- a. Menos de \$50
- b. Entre \$51 a \$70
- c. Entre \$71 a \$100
- d. Más de \$100

11. ¿DÓNDE COMERCIALIZA ESTOS PRODUCTOS?

- a. Mercado interno
- b. Mercado externo

12. ¿QUÉ FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA UTILIZA PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DEL ALMIDÓN?

- a. Río
- b. Pozo (agua subterránea)

13. ¿QUÉ DESTINO LE DA A LOS RESIDUOS DE YUCA?

- a. Quema
- b. Disposición en carro recolector
- c. Entrega a tercero
- d. Depósito de biodegradación
- e. Abono para el propio cultivo
- f. Alimento para animales
- g. Otra alternativa\_\_\_\_\_

14. ¿EFECTÚA UD ALGUNA BUENA PRÁCTICA AMBIENTAL EN SU HOGAR O TRABAJO?



Si No

Especifique: \_\_\_\_\_

15. ¿ALGUNA PERSONA DE SU HOGAR HA RECIBIDO CAPACITACIONES EN TEMAS AMBIENTALES?

Si No

Especifique:

---

16. ¿DESEARÍA UD PARTICIPAR EN PROYECTOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN AMBIENTAL DENTRO DE SU COMUNIDAD?

Si No

17. ¿EN QUÉ PROYECTO DE GESTIÓN AMBIENTAL LE GUSTARÍA PARTICIPAR?

- a. Abonos orgánicos
- b. Educación ambiental
- c. Reforestación
- d. aprovechamiento de residuos agrícola como emprendimiento

18. CONSIDERA ¿QUÉ LA ELABORACIÓN DE ALMIDÓN CAUSE IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE?

Si No

19. ¿CÓMO PERCIBEN LOS IMPACTOS A CAUSA DE LOS DESECHOS GENERADOS DE LA YUCA?

- a. Bajo impacto
- b. Medio impacto

c. Alto impacto

20. ESTARÍA USTED DE ACUERDO EN APLICAR ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR IMPACTOS

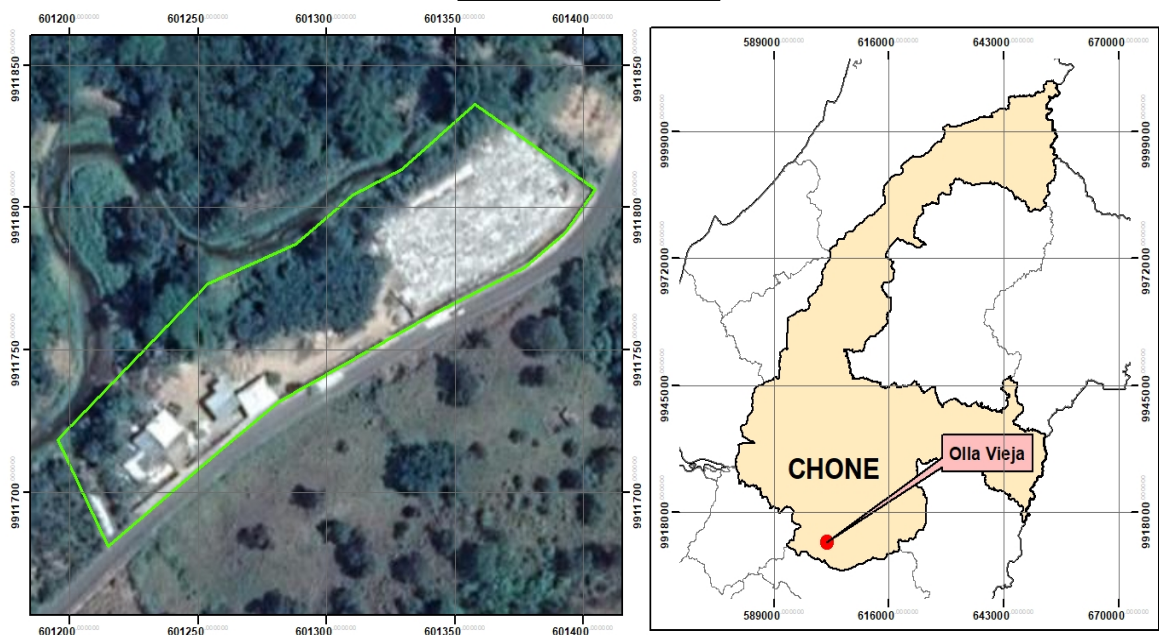
Si No

**ANEXO 2. FICHA DE OBSERVACIÓN**

<b>Tema: ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO PARA LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA "PEDRO PABLO" DEL SITIO OLLA</b>	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>  <b>(IMAGEN)</b>	<b>Lugar:</b>
<b>Actividad:</b>		<b>Investigadores:</b>
<b>Proceso:</b>		<b>Fuente:</b>
		<b>Fecha de observaciones:</b>
<b>Descripción:</b>		

### ANEXO 3. MAPA DE LA RALLANDERÍA DE YUCA PEDRO PABLO DEL SITIO “OLLA VIEJA”, DE LA PARROQUIA CANUTO DEL CANTÓN CHONE

MAPA DE UBICACIÓN



**PROYECTO:**  
**ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO PARA LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA DE YUCA "PEDRO PABLO" DEL SITIO OLLA VIEJA**

50 25 0 50 100 150 Metros



<b>PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA:</b> UTM
<b>ZONA:</b> 17M
<b>DATUM:</b> WGS84
<b>ELABORADO POR:</b> LOS AUTORES

**ANEXO 4. INFORME DE RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA  
COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICO DE LOS RESIDUOS DE LA RALLANDERÍA  
DE YUCA PEDRO PABLO.**

  <b>ESPAMMFL</b> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ									
 Carrera de <b>INGENIERÍA AMBIENTAL</b>									
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LÓPEZ"</b>									
<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA ÁREA AGROINDUSTRIAL</b>									
<b>ESTUDIANTES:</b>	RONNY SLEYDER CEDEÑO CEDEÑO Y GEMA MARISEL FERNANDEZ BRAVO								
<b>DIRECCIÓN:</b>	CALCETA								
<b>FECHA DE COMIENZO:</b>	23/5/2022								
<b>FECHA DE FINALIZACIÓN:</b>	23/6/2022								
<b>MUESTRAS TRABAJADAS:</b>	30								
<b>NÚMERO VISITAS</b>	<b>Determinación de la composición fisicoquímica de los residuos de rallanderías de yuca en el sitio olla vieja, de la parroquia Canuto del cantón Chone</b>								
	<b>BAGAZO DE YUCA</b>			<b>CÁSCARA DE YUCA</b>			<b>AGUA RESIDUAL DE YUCA</b>		
	<b>Humedad%</b>	<b>Ceniza%</b>	<b>pH</b>	<b>Humedad%</b>	<b>Ceniza%</b>	<b>pH</b>	<b>Humedad%</b>	<b>Ceniza%</b>	<b>pH</b>
23/5/2022	11.44	3.41	3.83	9.42	4.65	5.02	99.09	0.16	4.45
26/5/2022	11.03	1.76	4.69	10.86	8.10	5.53	99.82	0.06	6.66
31/5/2022	10.23	1.61	5.20	10.29	9.30	5.52	99.87	0.05	6.79
2/6/2022	12.13	3.06	4.82	10.35	9.29	5.35	99.98	0.02	6.49
7/6/2022	11.43	3.12	4.83	10.15	5.54	5.29	99.91	0.01	6.68
10/6/2022	11.35	1.15	4.37	10.92	6.56	5.36	99.91	0.03	6.51
14/6/2022	11.98	1.20	4.42	10.49	6.88	5.31	99.84	0.02	6.67
16/6/2022	11.06	1.18	4.67	10.44	9.55	5.78	99.24	0.04	6.68
21/6/2022	11.17	1.22	4.42	10.74	9.80	5.53	99.87	0.03	6.57
23/6/2022	11.90	1.76	4.59	10.39	9.28	5.65	99.96	0.04	6.36

  
 ING. JORGE TECCA DELGADO  
 TÉCNICO DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA



**Anexo 4.1 Análisis Fisicoquímico (Humedad, Ceniza Y Ph) De Los Residuos  
De Yuca**

  <b>ESPAMMFL</b> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ			 Carrera de <b>INGENIERÍA          AMBIENTAL</b>
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LÓPEZ"</b>			
<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA ÁREA AGROINDUSTRIAL</b>			
<b>ESTUDIANTES:</b>	RONNY SLEYDER CEDEÑO CEDEÑO Y GEMA MARISEL FERNANDEZ BRAVO		
<b>DIRECCIÓN:</b>	CALCETA		
<b>FECHA DE COMIENZO:</b>	21/7/2022		
<b>FECHA DE FINALIZACIÓN:</b>	21/7/2022		
<b>MUESTRAS TRABAJADAS:</b>	3		
<b>ANÁLISIS CUALITATIVO DE ALMIDÓN EN LOS RESIDUOS DE YUCA</b>			
<b>Bagazo</b>	<b>Cáscara</b>	<b>Agua residual</b>	
Presencia de almidón	Presencia de almidón	Presencia de almidón	

  
 \_\_\_\_\_  
 ING. JORGE TECCA DELGADO  
 TÉCNICO DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA


**ESPAMMFL**  
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ  
 Carrera de  
**AGROINDUSTRIA**  
**LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA**

**Anexo 4.2 Análisis Cualitativo De Almidón En Los Residuos De Yuca**



UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE  
MANABÍ  
Fundada en 1922

Facultad de Ciencias  
Matemáticas, Físicas y Químicas  
**Carrera de Ingeniería Química**

Of. N°001-FCMFQ-CIQ-UTM  
Portoviejo, 1 junio de 2022

### RESULTADOS.

#### DETERMINACIÓN DE CELULOSA.

Basado en el procedimiento de Kurschner y Hoffer

##### Procedimiento:

- Pesar 1g de muestra libre de extractos y colocar en un matraz de 100ml.
- Añadir 20ml de etanol y 5ml de ácido nítrico concentrado.
- Hervir en baño María por 30 minutos a reflujo.
- Una vez pesado el filtro Gooch #3, pasar la solución por el mismo (filtrar).
- El residuo sólido se somete a una segunda digestión con 20ml de etanol y 5ml de ácido nítrico concentrado, durante 30 minutos a reflujo.
- Se decanta y de nuevo el residuo sólido se somete a una tercera digestión con 100ml de agua destilada durante 1 hora.
- Se filtra la solución y se lava con agua destilada caliente y luego con 100ml de solución saturada de acetato de sodio y finalmente con 500ml más de agua destilada caliente.
- Secar el residuo en una estufa a 105±3 °C. - Enfriar en un desecador y pesar

$$\% \text{ Celulosa} = \frac{\text{Peso residuo seco (g)}}{\text{Peso muestra original libre de extracto (g)}} * 100$$

#### Bagazo de Yuca.

Crisol (W)	Muestra original.	Muestra. Residuo sólido.	Muestra seca.	Tiempo.
24,5898 g	1,0067 g	0,4603 g	0,0225 g	1 hora
			0,0208 g	15 minutos
			0,0204 g	15 minutos
			0,0202 g	15 minutos
		Promedio=	0,020975 g	

**Matriz**  
Av. Urbina y Che Guevara  
Portoviejo - Manabí - Ecuador

**Commutador**  
(593-5) 2632692 - 2637774 - 2632677  
Ext.: 115 - 140 Ofic.: (593-5) 2635611

[www.utm.edu.ec](http://www.utm.edu.ec)  
c.quimica.fcmlq@utm.edu.ec



UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE  
MANABÍ  
Fundada en 1932

Facultad de Ciencias  
Matemáticas, Físicas y Químicas  
**Carrera de Ingeniería Química**

$$\% \text{ Celulosa} = \frac{0,020975 \text{ (g)}}{1,0067 \text{ (g)}} * 100 = 2,0835 \%$$

Duplicado.

Crisol (W)	Muestra original.	Muestra. Residuo sólido.	Muestra seca.	Tiempo.
24,5898 g	1,0098 g	0,4600 g	0,0218 g	1 hora
			0,0212 g	15 minutos
			0,0211 g	15 minutos
			0,0207 g	15 minutos
Promedio=			0,020775 g	

$$\% \text{ Celulosa} = \frac{0,020775 \text{ (g)}}{1,0098 \text{ (g)}} * 100 = 2,0573 \%$$

Cáscara de Yuca.

Crisol (W)	Muestra original.	Muestra. Residuo sólido.	Muestra seca.	Tiempo.
38,2483 g	1,0016 g	1,7109 g	0,6732 g	1 hora
			0,4763 g	15 minutos
			0,3406 g	15 minutos
			0,28 g	15 minutos
			0,2782 g	15 minutos
			0,2759 g	15 minutos
Promedio=			0,370843 g	

$$\% \text{ Celulosa} = \frac{0,370843 \text{ (g)}}{1,0016 \text{ (g)}} * 100 = 44,1818\%$$

Duplicado.

Crisol (W)	Muestra original.	Muestra. Residuo sólido.	Muestra seca.	Tiempo.
			0,6742 g	1 hora

**Matríz**  
Av. Urbina y Che Guevara  
Portoviejo - Manabí - Ecuador

**Commutador**  
(593-5) 2632692 - 2637774 - 2632677  
Ext.: 115 - 140 Ofic.: (593-5) 2635611

[www.utm.edu.ec](http://www.utm.edu.ec)  
c.quimica.fcmfq@utm.edu.ec





UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE  
MANABÍ  
Fundada en 1952

Facultad de Ciencias  
Matemáticas, Físicas y Químicas  
Carrera de Ingeniería Química

38,2483 g	1,0058g	1,7115 g	0,4753 g	15 minutos
			0,3401 g	15 minutos
			0,2792 g	15 minutos
			0,2769 g	15 minutos
			0,2756 g	15 minutos
			0,2728 g	15 minutos
Promedio=			0,370586 g	

$$\% \text{ Celulosa} = \frac{0,370586 \text{ (g)}}{1,0058 \text{ (g)}} \cdot 100 = 36,8449 \%$$


#### Agua Residual de Yuca.

Muestra líquida= 473 ml

Crisol (W)	Muestra original.	Muestra. Residuo sólido.	Muestra seca.	Tiempo.
24,5923 g	0,8440 g	0,14875 g	0,0047g	40 minutos
			0,0053 g	5 minutos
			0,0062 g	5 minutos
			0,0088g	5 minutos
			Promedio=	0,00625 g

$$\% \text{ Celulosa} = \frac{0,00625 \text{ (g)}}{0,8440 \text{ (g)}} \cdot 100 = 0,7405 \%$$



  
Ing. Alexandra Córdova Ph.D.  
Docente Carrera de Ing. Química



**Matriz**  
Av. Urbina y Che Guevara  
Portoviejo - Manabí - Ecuador

**Commutador**  
(593-5) 2632682 - 2637734 - 2632677  
Ext.: 115 - 140 Ofic.: (593-5) 2635611

[www.utm.edu.ec](http://www.utm.edu.ec)  
c.quimica.fcmaf@utm.edu.ec

**ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO****Anexo 5.1 Entrevista Al Dueño De La Rallandería****Anexo 5.2 Finalización De La Entrevista****Anexo 5.3 Comienzo De Proceso Anexo****5.4 Pelado De Yuca****Anexo 5.5 Molienda De Yuca Anexo****5.6. Piscinas De Sedimentación**



**Anexo 5.7 Secado De Almidón**



**Anexo 5.8 Refinado Y Empacado**



**Anexo 5.9 Recolección De Bagazo**



**Anexo 5.10 Recolección De Cáscara**



**Anexo 5.11 Recolección De Agua Residual**



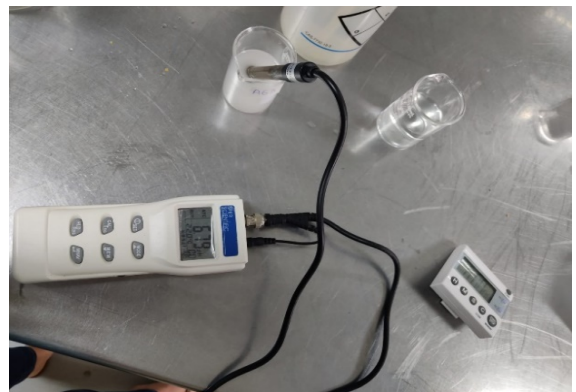
**Anexo 5.12 Transportación De Muestras**

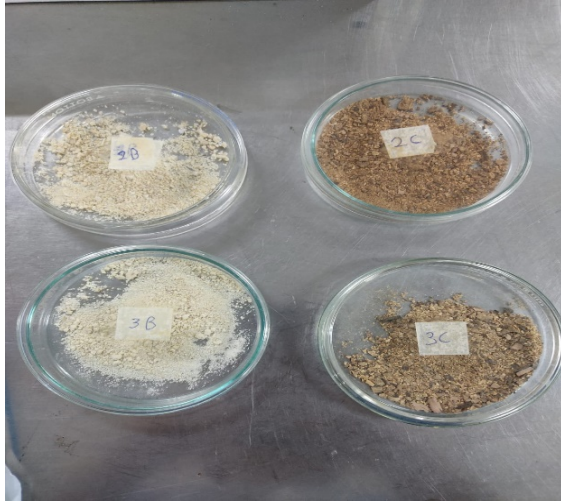


**Anexo 5.13 Secado De Los Residuos Por Medio De La Estufa**



**Anexo 5.14 Residuos Secados Y Molidos**





**Anexo 5.15. Análisis En El Laboratorio De Bromatología Área Agroindustrial**



**Anexo 5.16. Análisis Cualitativo De Presencia De Almidón**



**Anexo 5.17. Determinación De Plasticidad**