



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**  
**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

Trabajo de Integración  
Curricular previa la obtención  
del Grado Académico de  
Ingeniera Agroindustrial.

**Proyecto de Investigación:**

“ELABORACIÓN DE UN ENVASE BIODEGRADABLE A PARTIR DE RESIDUOS DE  
CORTEZA DE CACAO (*Theobroma cacao*) Y CASCARILLA DE ARROZ (*Oryza sativa*)”

**Autora:**

Bolaños Suárez Wendy Janeth

**Director de Proyecto de Investigación:**

Ing. José Vicente Villarroel Bastidas, MSc.

**Quevedo – Los Ríos - Ecuador**

**2023**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Bolaños Suárez Wendy Janeth**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. \_\_\_\_\_

Wendy Bolaños

BOLAÑOS SUÁREZ WENDY JANETH

C.I. 1205461401



## CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. José Villarroel Bastidas, MSc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Wendy Janeth Bolaños Suárez, realizó el proyecto de Investigación de grado titulado **“ELABORACIÓN DE UN ENVASE BIODEGRADABLE A PARTIR DE RESIDUOS DE CORTEZA DE CACAO (*Theobroma cacao*) Y CASCARILLA DE ARROZ (*Oryza sativa*)”**, previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



**Ing. José Villarroel Bastidas, MSc.**

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



## CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, Ing. José Villarroel Bastidas, MSc., mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe del proyecto de investigación cuyo tema es “**ELABORACIÓN DE UN ENVASE BIODEGRADABLE A PARTIR DE RESIDUOS DE CORTEZA DE CACAO (*Theobroma cacao*) Y CASCARILLA DE ARROZ (*Oryza sativa*)**”, presentado por la estudiante BOLAÑOS SUÁREZ WENDY JANETH egresada de la carrera de Agroindustria, que fue realizado bajo dirección según resolución del Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 95 % y de similitud del 5 % de trabajo investigativo.

### URKUND

**Dokument** ["ELABORACION DE UN ENVASE BIODEGRADABLE A PARTIR DE RESIDUOS DE CORTEZA DE CACAO \(\*Theobroma cacao\*\) Y CASCARILLA DE ARROZ \(\*Oryza sativa\*\)".docx \(D161067802\)](#)  
**Inskickat** 2023-03-14 20:02 (-05:00)  
**Inskickad av** José Villarroel (jvillarroel@uteq.edu.ec)  
**Mottagare** jvillarroel.uteq@analysis.orkund.com  
**Meddelande** [Visa hela meddelandet](#)

5% av det här ca 33 sidor stora dokumentet består av text som också förekommer i 19 st källor.



Ing. José Villarroel Bastidas, MSc.

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**  
**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“ELABORACIÓN DE UN ENVASE BIODEGRADABLE A PARTIR DE RESIDUOS DE CORTEZA DE CACAO (*Theobroma cacao*) Y CASCARILLA DE ARROZ (*Oryza sativa*)”

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial.

Aprobado por:

\_\_\_\_\_  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Diego Tuárez García.

\_\_\_\_\_  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Azucena Bernal Gutiérrez, MSc.

\_\_\_\_\_  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Marcia Proaño Molina

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2023

## **AGRADECIMIENTO**

Este agradecimiento lo hago de una manera muy especial para mi madre Olinda Irene Suárez Salto por su apoyo incondicional y económico, mismo que me permitió llegar a cumplir mis sueños y anhelos, además por ser la promotora y mi ejemplo guía a seguir, por ser mi modelo de vida, por sus capacidades de aprendizaje impartidas que me ayudaron a prepararme cada día más, por los buenos valores impartidos desde mi hogar.

A mis hermanos Kimberlyn Brillith, Josué Alexander Bolaños Suárez y Karla Suárez Palma por su incondicional apoyo en cada etapa de mi vida, al igual por sus buenos consejos. Además, agradecida con Dios por la fuerza que me obsequió para poder luchar por mis sueños.

A mi mejor amiga Lisseth Zamora Gutiérrez, una persona maravillosa que la Universidad me obsequió, excelente compañera, hermana, por su apoyo incondicional, además por sus buenos consejos y por los momentos de felicidad vividos dentro y fuera del salón de clases.

A mis amigos con los que compartí y a su vez establecí una linda amistad dentro y fuera del salón de clases, Fabricio Olaya, Darío Jaya, Luis Espín, Byron Troya, Xavier Muñoz, Emily Reasco, Jasson Arguello, Leslie Sinchiguano, Ángel Valle, Rafael Guerrero, Steven Guadalupe, Mayton Mina, Roger Rodríguez, Lady Ponce, Estefany Chafra, Jandry Tuárez, Anderson Muentes, Angie Pincay, Gabriela Cabello, Josselyn Bazurto y Kerly Pincay.

Agradecida con la Universidad y con cada uno de los docentes que nos impartieron cada uno de sus conocimientos con esmero y valores, preparándonos para un mundo profesional y a su vez poder alcanzar el mayor éxito. Además, en especial a mi director de tesis al Ingeniero José Villarroel por el tiempo, la dedicación para que esta investigación sea culminada de manera exitosa.

## **DEDICATORIA**

Mi esfuerzo y mi meta está dedicada de todo corazón a mi madre, por el amor, el esfuerzo, el tiempo que me brindó, los consejos y valores que me impartió, gracias a ella hoy en día soy una persona de buenos valores, a mis hermanos por el apoyo incondicional. Además, dedico este trabajo a todas las personas que formaron parte de esta maravillosa carrera Universitaria.

*Wendy Janeth Bolaños Suárez*

## RESUMEN

Un envase biodegradable es aquel fabricado con materia orgánica que, al ser desechado o al estar en contacto con el medio ambiente tiende a descomponerse con mayor facilidad y de manera rápida, convirtiéndose en biomasa y nutrientes a diferencia de los envases plásticos. La presente investigación fue ejecutada en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, provincia de Los Ríos. Es el resultado de un estudio experimental, bibliográfico y analítico, la cual se encuentra orientada al desarrollo de un envase biodegradable de tipo bandeja mediante la utilización de residuos de corteza de cacao (*Theobroma cacao*) y cascarilla de arroz (*Oryza sativa*), por lo cual los objetivos establecidos tienen la finalidad de una evaluación físico química (contenido de humedad, cenizas y espesor) del envase biodegradable y la determinación del rendimiento de producción. Para la ejecución de esta investigación se planteó un diseño factorial AxB empleando seis tratamientos con tres réplicas, siendo estos las mezclas de las partículas de (corteza de cacao y cascarilla de arroz) con el tipo de aglutinante (CMC y Maicena). De acuerdo a la obtención de los resultados, en el contenido de humedad el tratamiento 1 con 8.9% en ( $a_0b_0$ ) (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC) obtuvo el mejor resultado, en cenizas 0.11% obtuvo el mejor resultado el tratamiento 6 (70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz + maicena) y de acuerdo al parámetro del espesor el tratamiento 1 (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC) con un 0.43 x 1.18 cm. En base al rendimiento del producto se obtuvo un 50.71% obteniendo pérdida en el proceso de secado. En conclusión, se determinó que el mejor tratamiento fue el tratamiento 1 ( $a_0b_0$ ) (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC), debido a que obtuvo buenos parámetros físico químicos y un mejor rendimiento en materia prima.

**Palabras clave:** envase biodegradable, residuos, contaminación.

## ABSTRACT

A biodegradable container is one made with organic matter that, when discarded or in contact with the environment, tends to decompose more easily and quickly, turning into biomass and nutrients, unlike plastic containers. This research was carried out at the Quevedo State Technical University, Los Ríos province. It is the result of an experimental, bibliographical and analytical study, which is oriented towards the development of a tray-type biodegradable container through the use of residues of cocoa bark (*Theobroma cacao*) and rice husks (*Oryza sativa*), therefore which the established objectives have the purpose of a physical chemical evaluation (moisture content, ash and thickness) of the biodegradable container and the determination of production performance. For the execution of this investigation, an AxB factorial design was proposed using six treatments with three replicates, these being the mixtures of the particles (cocoa bark and rice husk) with the type of binder (CMC and Cornstarch). According to obtaining the results, in the moisture content treatment 1 with 8.9% in (a0b0) (30% cocoa husk + 70% rice husk + CMC) obtained the best result, in ashes 0.11% obtained the best result. Best result treatment 6 (70% cocoa shell + 30% rice husk + cornstarch) and according to the thickness parameter treatment 1 (30% cocoa shell + 70% rice husk + CMC) with a 0.43 x 1.18 cm. Based on the yield of the product, 50.71% was obtained, obtaining loss in the drying process. In conclusion, it was determined that the best treatment was treatment 1 (a0b0) (30% cocoa husk + 70% rice husk + CMC), because it obtained good physical-chemical parameters and better raw material yield.

**Keywords:** biodegradable packaging, waste, pollution.

## TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
CÓDIGO DUBLÍN.....	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Problema de investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.2. Formulación del problema .....	5
1.1.3. Sistematización del problema .....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo General .....	6
1.2.2. Objetivos Específicos.....	6
1.3. Justificación.....	7
CAPÍTULO II.....	9
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	9
2.1. Marco conceptual.....	10

2.1.1. <i>Biodegradabilidad</i> .....	10
2.1.2. <i>Productos biodegradables</i> .....	11
2.1.3. <i>Impacto ambiental del uso de envases descartables biodegradables</i> .....	12
2.1.4. <i>Envases</i> .....	13
2.1.5. <i>Envases Biodegradables</i> .....	14
2.1.6. <i>Contaminación por el uso del plástico.</i> .....	16
2.1.7. <i>Residuos Agroindustriales</i> .....	17
2.1.8. <i>Desechos del cacao</i> .....	20
2.1.9. <i>Desechos del arroz</i> .....	22
2.1.10. <i>Aglutinante</i> .....	24
2.1.11. <i>Conservantes fungicidas de uso alimentario</i> .....	25
2.1.12. <i>Parámetros físico-químicos de Envases biodegradables</i> .....	26
2.2. <i>Marco referencial</i> .....	27
2.2.1. <i>Evaluación del uso del Pseudotallo de plátano con almidón de maíz termoplástico para la elaboración de platos biodegradables</i> .....	27
2.2.2. <i>Caracterización y optimización de una bandeja biodegradable a partir de maíz, papa, soya y glicerol por el método de termoprensado</i> .....	27
2.2.3. <i>Elaboración y caracterización de un material biodegradable utilizando desechos de lechuga de la Planta Poscosecha en la Escuela Agrícola Panamericana</i> .....	28
2.2.4. <i>Evaluación del material celulósico proveniente de residuos derivados de la agroindustria del maíz (Zea mays), para el proceso de elaboración de cartón</i> .....	28
CAPÍTULO III .....	30
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	30
3.1. <i>Localización</i> .....	31
3.2. <i>Tipo de Investigación</i> .....	31
3.2.1. <i>Investigación Experimental</i> .....	31

3.2.2. Investigación Bibliográfica .....	32
3.2.3. Investigación analítica.....	32
3.3. Métodos de investigación .....	32
3.3.1. Método analítico .....	32
3.3.2. Método inductivo .....	32
3.4. Fuentes de recopilación.....	33
3.5. Diseño de la investigación.....	33
3.5.1. Diseño Experimental .....	33
3.5.2. Factores de estudio.....	33
3.5.3. Esquema del ANOVA.....	34
3.5.4. Tratamientos de la investigación.....	35
3.6. Instrumentos de investigación. ....	36
3.6.1. Análisis fisicoquímicos .....	36
3.7. Tratamiento de los datos.....	39
3.8. Recursos materiales y humanos.....	39
3.8.1. Recursos materiales.....	39
3.8.2. Diagrama de flujo de la de obtención de partícula de la corteza de cacao .....	40
3.8.3. Descripción del proceso de obtención de partículas de corteza de cacao.....	41
3.8.4. Diagrama de flujo de la obtención de partícula de la cascarilla de arroz .....	42
3.8.5. Descripción del proceso de obtención de partículas de la cascarilla de arroz .....	42
3.8.6. Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de envases biodegradables tipo bandejas.....	43
3.8.7. Descripción del proceso de elaboración de envases biodegradables tipo bandejas .....	44
CAPÍTULO IV .....	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	46

4.1. Resultados.....	47
4.1.1. Resultados del Análisis de Varianza de los análisis físicos y químicos .....	47
4.1.2. Resultados de las medias mediante la prueba de significación de Tukey de los análisis físico químicos .....	50
4.1.3. Determinación del rendimiento que se obtiene en el proceso de elaboración del envase biodegradable tipo bandeja a partir de residuos de corteza de cacao y cascarilla de arroz, utilizando la fórmula de rendimientos para productos .....	56
4.2. Discusión. ....	62
4.2.1. Respecto a la interacción $A \times B$ (mezcla y aglutinante) de los parámetros físicos y químicos .....	62
CAPÍTULO V.....	65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	65
5.1. Conclusiones.....	66
5.2. Recomendaciones .....	67
CAPÍTULO VI .....	68
BIBLIOGRAFÍA .....	68
CAPÍTULO VII.....	79
ANEXOS .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventajas y desventajas de los envases biodegradables.....	15
Tabla 2 Descripción de los factores de estudios que interfieren en la elaboración del envase biodegradable de tipo bandeja .....	34
Tabla 3 Análisis de Varianza del diseño propuesto en la fase del estudio. ....	35
Tabla 4 Combinación de los tratamientos propuestos .....	35
Tabla 5 Análisis que se realizaron en la investigación. ....	36
Tabla 6 Tratamiento de datos. ....	39
Tabla 7 Parámetros físico químicos (humedad, ceniza, grosor pared y grosor parte baja del envase) $P < 0.05$ .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Resultados de las diferencias de medias entre las mezclas (M1, M2 y M3) prueba de significancia Tukey del análisis de humedad .....	50
Figura 2 Resultados de las diferencias de medias entre las mezclas (M1, M2 y M3) prueba de significancia Tukey del análisis de cenizas .....	51
Figura 3 Resultados de las diferencias de medias entre las mezclas (M1, M2 y M3) prueba de significancia Tukey del análisis de grosor de la pared y parte baja del envase.....	52
Figura 4 Resultados de las diferencias de medias entre el tipo de Aglutinante (CMC y Maicena) prueba de significancia Tukey del análisis de humedad.....	53
Figura 5 Resultados de las diferencias de medias entre el tipo de Aglutinante (CMC y Maicena) prueba de significancia Tukey del análisis de ceniza .....	54
Figura 6 Resultados de las diferencias de medias entre las mezclas (corteza de cacao y cascarilla de arroz) y aglutinante (CMC y maicena), por medio de la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ), 1. - Contenido de humedad (DS) .....	55

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 ANOVA del contenido de humedad del envase biodegradable tipo bandeja.....	47
Cuadro 2 ANOVA del contenido de cenizas del envase biodegradable tipo bandeja.....	48
Cuadro 3 ANOVA del grosor de la pared del envase biodegradable tipo bandeja .....	49
Cuadro 4 ANOVA del grosor parte baja del envase biodegradable tipo bandeja .....	49

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula para determinar el contenido de humedad. ....	36
Ecuación 2. Fórmula para determinar el contenido de cenizas. ....	37
Ecuación 3. Ecuación para determinar el rendimiento. ....	38
Ecuación 3. Ecuación para determinar el rendimiento. ....	57
Ecuación 3. Ecuación para determinar el rendimiento. ....	59
Ecuación 3. Ecuación para determinar el rendimiento. ....	61

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Obtención de datos de los análisis físicos químicos. ....	80
Anexo 2. Proceso de obtención de Partículas de corteza de cacao y cascarilla de arroz. ....	81
Anexo 3. Proceso de elaboración de los diferentes tratamientos de la investigación ....	82
Anexo 4. Obtención de Tratamientos. ....	83
Anexo 5. Análisis de cenizas. ....	84
Anexo 6. Análisis de humedad. ....	84
Anexo 7. Determinación del espesor. ....	84

## CÓDIGO DUBLÍN

Título:	ELABORACIÓN DE UN ENVASE BIODEGRADABLE A PARTIR DE RESIDUOS DE CORTEZA DE CACAO ( <i>Theobroma cacao</i> ) Y CASCARILLA DE ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> )		
Autor:	Bolaños Suárez Wendy Janeth		
Palabras clave:	Envase biodegradable	Residuos	Contaminación Ambiental
Fecha de publicación:	2023		
Editorial	Quevedo: UTEQ, 2023.		
Resumen (hasta 300 palabras)	<p><b>Resumen</b></p> <p>Un envase biodegradable es aquel fabricado con materia orgánica que, al ser desechado o al estar en contacto con el medio ambiente tiende a descomponerse con mayor facilidad y de manera rápida, convirtiéndose en biomasa y nutrientes a diferencia de los envases plásticos. La presente investigación fue ejecutada en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, provincia de Los Ríos. Es el resultado de un estudio experimental, bibliográfico y analítico, la cual se encuentra orientada al desarrollo de un envase biodegradable de tipo bandeja mediante la utilización de residuos de corteza de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) y cascarilla de arroz (<i>Oryza sativa</i>), por lo cual los objetivos establecidos tienen la finalidad de una evaluación físico química (contenido de humedad, cenizas y espesor) del envase biodegradable y la determinación del rendimiento de producción. Para la ejecución de esta investigación se planteó un diseño factorial AxB empleando seis tratamientos con tres réplicas, siendo estos las mezclas de las partículas de (corteza de cacao y cascarilla de arroz) con el tipo de aglutinante (CMC y Maicena). De acuerdo a la obtención de los resultados, en el contenido de humedad el tratamiento 1 con 8.9% en (a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>) (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC) obtuvo el mejor resultado, en cenizas 0.11% obtuvo el mejor resultado el tratamiento 6 (70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz + maicena) y de acuerdo al parámetro del espesor el tratamiento 1 (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC) con un 0.43 x 1.18 cm. En base al rendimiento del producto se obtuvo un 50.71% obteniendo pérdida en el proceso de secado. En conclusión, se determinó que el mejor tratamiento fue el tratamiento 1 (a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>) (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC), debido a que obtuvo buenos parámetros físico químicos y un mejor rendimiento en materia prima.</p> <p><b>Abstract</b></p> <p>A biodegradable container is one made with organic matter that, when discarded or in contact with the environment, tends to decompose more easily and quickly, turning into biomass and nutrients, unlike plastic containers. This research was carried out at the Quevedo State Technical University, Los Ríos province. It is the result of an experimental, bibliographical and analytical study, which is oriented towards the development of a tray-type biodegradable container through the use of residues of cocoa bark (<i>Theobroma cacao</i>) and rice husks (<i>Oryza sativa</i>), therefore which the established objectives have the purpose of a physical chemical evaluation (moisture content, ash and thickness) of the biodegradable container and the determination of production performance. For the execution of this investigation, an AxB factorial design was proposed using six treatments with three replicates, these being the mixtures of the particles (cocoa bark and rice husk) with the type of binder (CMC and Cornstarch). According to obtaining the results, in the moisture content treatment 1 with 8.9% in (a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>) (30% cocoa husk + 70% rice husk + CMC) obtained the best result, in ashes 0.11% obtained the best result. Best result treatment 6 (70% cocoa shell + 30% rice husk + cornstarch) and according to the thickness parameter treatment 1 (30% cocoa shell + 70% rice husk + CMC) with a 0.43 x 1.18 cm. Based on the yield of the product, 50.71% was obtained, obtaining loss in the drying process. In conclusion, it was determined that the best treatment was treatment 1 (a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>) (30% cocoa husk + 70% rice husk + CMC), because it obtained good physical-chemical parameters and better raw material yield.</p>		
Descripción:	103 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162		
URL			

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el uso del plástico se ha convertido en un material imprescindible en la vida de los seres humanos, siendo uno de los principales causantes del gran impacto de contaminación ambiental debido a que no se deterioran con facilidad, por lo que al presente se buscan nuevas tendencias que permitan reducir las cifras de utilización y la contribución al cuidado del medio ambiente. Además, Vargas Corredor & Pérez Pérez (2018) establece que los residuos agroindustriales pueden llegar a ser una fuente de contaminación y un riesgo para la salud debido a que no son aprovechados o procesados de manera correcta, debido a que en su mayoría estos son quemados o vertidos en rellenos sanitarios produciendo gases tóxicos, proliferación de roedores e insectos.

Los residuos agroindustriales a nivel mundial cada año según Ruilova Cueva & Hernández Monzón (2014) se generan grandes cantidades de residuos donde un 80 % son quemados, el 15% son utilizados como fuente alimenticia en animales, un 4.5% son reincorporados al suelo y el 0.5% son usados como materias primas en diversas industrias. Donde según Zambrano Zambrano et al. (2021) indica que la cascarilla de arroz es uno de los residuos no aprovechados en Ecuador y países de América Latina debido a que son considerados de poco valor y solo son utilizados como combustible sólido, cama para animales y para la elaboración de abonos. Además, los residuos de la producción del cacao establece Delgado Gutiérrez (2018) que puede llegar a representar del 52% al 70% de peso en húmedo de la fruta, donde la corteza es utilizada para la elaboración de piensos animales y para la obtención de harinas.

La presente investigación tiene la finalidad de analizar los residuos de corteza de cacao y cascarilla de arroz para el desarrollo de un envase biodegradable de tipo bandeja, que permita ser una alternativa de sustitución del plástico convencional, aportando beneficiosamente al cuidado ambiental y brindándole un valor agregado a estos residuos que no son aprovechados. Debido a que un envase biodegradable es aquel fabricado con materia orgánica obtenida de fuentes renovables como el plátano, cascarilla de arroz, almidón, cáscara de papas, zanahoria, entre otros, y son considerados biodegradables porque al estar en contacto con el medio ambiente o por el metabolismo de organismos estos se convierten en biomasa y nutrientes.

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de investigación**

### ***1.1.1. Planteamiento del problema***

En Ecuador según el Ministerio de Agricultura y Ganadería establece que se producen anualmente un promedio de 5.28 toneladas métricas por hectárea de arroz de las cuales de cada 100 kg de arroz se desecha 20 kg de cascarilla, de igual forma la producción del cacao en el último año fue de 63.416 toneladas por año de las cuales un 90% constituyen desechos orgánicos, en la actualidad existe un aprovechamiento de los residuos generados por estas materias primas en diversos temas de investigación, mas no referentes al aprovechamientos de estos residuos en la elaboración de envases biodegradables, por lo general se da por el poco conocimiento y por la poca disposición de métodos para la reutilización, debido a la falta de investigaciones que aporten a la elaboración de este producto.

Actualmente, los residuos agroindustriales en Ecuador se han convertido en un material de interés aprovechados en la elaboración de bioplástico, debido a que según Riera et al. (2018) indica que en el país el sector agroindustrial genera un aproximado de 2200 millones de kg en residuos, los cuáles mediante transformaciones físicas y tecnológicas pueden emplearse como materia prima para la elaboración de este producto.

El desarrollo de envase biodegradable en forma de bandejas a partir de residuos de corteza de cacao y cascarilla de arroz surgieron una serie de problemas entre los cuales el tema de la formulación del envase, debido a que, aunque existe bibliografía y normativas en Ecuador como la INEN NTE 2386:2005 y la NTE INEN 2643: 2012 basadas en el tema de biodegradabilidad, pero carecen de información referente a la formulación como la cantidad de materia prima, los tiempos que se debían emplear y las temperaturas adecuadas en el proceso. Además, cabe resaltar la falta de información de parámetros físicos químicos que estos envases deben cumplir para ser considerados un material de utilización.

Debido al problema que se presenta actualmente la contaminación siendo el plástico unos de los principales causantes de está, donde se estima que un total de 8 millones de toneladas de plástico son vertidas cada año a los océanos. Si no cambiamos de tendencia, en 2025 los océanos

tendrán 1 tonelada de plástico por cada 3 de pescado, y en 2050 habrá más plásticos que peces, debido a que es un producto no reciclable y por la baja capacidad de degradación la cual le permite que este pueda permanecer entre 100 a 1000 años. Además, los residuos agroindustriales aunque sean considerados naturales pueden generar problemas ambientales y sociales ya sea por las altas emisiones de gases tóxicos producidos por la quema incontrolada y producción de malos olores o proliferación de ratas e insectos, la finalidad de esta investigación es la implementación de una alternativa que sustituya el uso del plástico convencional y permita brindar un valor agregado a los residuos agroindustriales con el desarrollo de envases biodegradables amigables con el medio ambiente que al estar en contacto con el mismo o por el metabolismo de organismos estos se conviertan en biomasa y nutrientes.

### **Diagnóstico.**

Siendo la contaminación por residuos plásticos uno de los principales problemas medioambientales de estos tiempos y a su vez el desaprovechamiento de residuos orgánicos que no va más allá de lo convencional, aplicados en su mayoría en la fabricación de abonos o piensos para la ganadería y agricultura. Fabricar envases biodegradables a partir del uso de residuos agroindustriales como la corteza de cacao y la cascarilla de arroz, es un proceso novedoso que dará alternativas de sustituir el uso de envases plásticos convencionales, sin embargo, no existe estándares de su fabricación y normativas que indiquen las características o parámetros que estos deben cumplir. Por lo tanto, el presente proyecto de investigación pretende conseguir información respecto a las variables de procesos, entre ellas dosis de materias primas e insumos temperaturas, tiempos, entre otros, además, proyectos de investigación basados en la elaboración de materiales biodegradables para la comparación de los parámetros físicos químicos que estos deben cumplir.

### **Pronóstico.**

A partir de la presente investigación se podrá determinar las variables de control en la fabricación de envases biodegradables a partir de residuos de origen agrícola como es la corteza de cacao y la cascarilla de arroz, de tal manera que se logre estandarizar y sobredimensionar el

proceso productivo. Además, permitirá profundizar esta investigación debido a que en la actualidad no existe información o normativa de acuerdo a los parámetros físicos químicos que estos deben presentar.

### ***1.1.2. Formulación del problema***

¿Qué característica presentará el envase biodegradable elaborado a partir de residuos de corteza de cacao (*Theobroma Cacao*) y cascarilla de arroz (*Oryza Sativa*)?

### ***1.1.3. Sistematización del problema***

- ¿Cuáles serán las concentraciones adecuadas de residuos (corteza de cacao y cascarilla de arroz) y aglutinante (almidón de maíz y CMC) para la elaboración de un envase biodegradable tipo bandeja?
- ¿Qué características fisicoquímicas poseerá el envase biodegradable a partir de residuos de corteza de cacao (*Theobroma cacao*) y cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) tipo bandeja?
- ¿Será factible la elaboración del envase biodegradable tipo bandeja a partir de residuos de corteza de cacao y cascarilla de arroz?

## **1.2. Objetivos**

### ***1.2.1. Objetivo General***

Desarrollar envases biodegradables a partir de residuos de corteza de cacao (*Theobroma cacao*) y cascarilla de arroz (*Oryza sativa*).

### ***1.2.2. Objetivos Específicos***

- Establecer las concentraciones de residuos (corteza de cacao y cascarilla de arroz) y de aglutinante (Maicena y CMC) necesarios para la elaboración de envases biodegradables tipo bandeja.
- Evaluar las características fisicoquímicas de un envase biodegradable a partir de corteza de cacao (*Theobroma cacao*) y cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) tipo bandeja.
- Determinar el rendimiento de la corteza de cacao (*Theobroma cacao*) y cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) para la elaboración de envases biodegradables tipo bandeja.

### **1.3. Justificación**

Haciendo referencia al uso abundante del plástico en Ecuador y tratando de crear alternativas biodegradables que fomenten la concientización sobre el daño hacia el medio ambiente, la finalidad de este proyecto se basó en el desarrollo de un envase biodegradable a partir de residuos agroindustriales, ya que Ecuador es un país agrícola en la producción de cacao y arroz en elevadas cantidades, obteniendo residuos a los cuales se les puede otorgar un valor agregado.

En la actualidad el uso del plástico ha ido incrementando, siendo parte de la vida cotidiana de los seres humanos y llegando a ser el principal causante de una contaminación global, debido a que sus componentes no permiten una fácil descomposición, llegando a deteriorarse en el transcurso de 100 a 1000 años (Castañeta et al., 2020). Esto ha ocasionado la concientización por parte de la humanidad, permitiendo implementar proyectos o estudios que reemplacen el uso del plástico, creando envases biodegradables a partir de residuos orgánicos que se deterioren con mayor facilidad y en menor tiempo; evitando así la contaminación y fomentando la concientización ambiental. (Riofrio et al., 2019)

La presencia de residuos agroindustriales es un tema que genera impacto negativo y positivo en el ambiente, cuando no son debidamente tratados provocan alteraciones adversas y perjudiciales, caso contrario, al ser bien aprovechados previenen la contaminación de diversos ecosistemas otorgando un valor agregado a un producto determinado (Vargas Corredor & Pérez Pérez, 2018). La Agroindustria Ecuatoriana es un sector importante en el ámbito económico, de tal forma los residuos obtenidos poseen un gran valor, ya que se estimó que la agroindustria del país genera cerca de 2200 millones de kilogramos sólo en residuos (Riera et al., 2018).

Según un informe de Rives Castillo et al. (2020), señala que los productos que mayor cantidad de residuos generan son: caña de azúcar, banano, maíz, arroz, plátano, papa, cacao, naranja y brócoli. En la elaboración de envases biodegradables se aplicará el uso de desechos de cacao donde según Agrocalidad (2021), en el último año se dio una exportación de 331.028.57 t, de las cuales un 90 % constituyen desechos orgánicos. Además, la utilización de residuos de

cascarilla de arroz donde según MAGAP (2021), establece que la producción de arroz promedia entre 5.28 t/ha y durante su procesamiento 100 kg de arroz producen 20 kg de cascarilla.

Se ha reportado que en el proceso de elaboración de envases se deben utilizar materiales biodegradables que provengan de fuentes renovables, abundantes y sobre todo de bajo costo, por tal razón en la última década se han planteado varias investigaciones para la obtención de biopolímeros con la utilización de residuos naturales o de los desechos agroindustriales (Rives Castillo et al., 2020).

Por lo expuesto en este presente proyecto se buscó crear un envase biodegradable de tipo bandeja a partir de residuos agroindustriales de cáscara de cacao y cascarilla de arroz, otorgándole un valor agregado a dichos residuos y brindándole a la comunidad una alternativa para disminuir la contaminación por el uso excesivo del plástico.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco conceptual**

### **2.1.1. Biodegradabilidad**

Según Ruiz et al. (2013), establece que el objetivo de la biodegradabilidad se basa en la disminución del impacto ambiental con la alternativa de una degradación más rápida permitiendo una reincorporación a la naturaleza.

Según Carballo Gutiérrez (2009), establece que un material es considerado biodegradable cuando éste se degrada por la acción enzimática de un organismo vivo. Además, Pardo et al. (2011) indica que la degradación del material se da por dos procesos, primero la despolimerización que consiste en la división de la cadena, seguido por la mineralización hasta llegar al dióxido de carbono, agua, metano y biomasa por un tiempo breve, además, los microorganismos apropiados, el medio ambiente y el sustrato de polímeros vulnerables son elementos claves de este proceso.

Esta degradación puede ser aeróbica que se da por la presencia de oxígeno, liberando energía, dióxido de carbono, agua y presenta un mayor rendimiento energético, mientras que la anaeróbica se da por la falta de oxígeno y está basado en oxidaciones incompletas que a su vez libera menos energía. (López, 2012)

#### **2.1.1.1. Tipos de biodegradabilidad.**

Estos tipos pueden ser la degradación ambiental donde es expuesto el material a la atmósfera, la degradación acelerada consiste en someter el material a condiciones climatológicas distintas, la degradación física fenómenos que interaccionan sin modificar la estructura química, la degradación química se basa en la modificación de la estructura del material al ser expuesto a la luz, temperatura, radiaciones y varios microorganismos; la degradación térmica consiste en los efectos térmicos y caracterizado por la ruptura de enlaces químicos, la degradación mecánica cambios químicos producidos por esfuerzos mecánicos, degradación biológica por ataque microbiano. (Cristán et al., 2003)

Según Barreiro & Coronel (2021), establece que la biodegradabilidad se realiza en dos categorías, la biodegradación primaria se producen alteraciones estructurales en la molécula original causando pérdida en las propiedades fisicoquímicas, con respecto a la biodegradación secundaria presencia de microorganismos produciendo carbono y energía transformando en compuesto inorgánicos.

### ***2.1.2. Productos biodegradables***

En la actualidad se han implementado alternativas que ayuden a la disminución del uso del plástico, provocando interés en el desarrollo de polímeros, recipientes para cultivos a partir de polietileno reciclado, y la elaboración de recipientes compostables denominados bioplásticos (Poggio et al., 2016). Además, se han implementado productos con la finalidad de una descomposición rápida y utilizada para abono, como sorbetes a base de bambú, platos fabricados con residuos agroindustriales, cubiertos a base de pepa de aguacate (Riofrio et al., 2019).

#### ***2.1.2.1. Polímeros biodegradables.***

Es un material que al ser expuesto con el medio ambiente es degradado completamente ayudando a reducir el impacto ambiental, en sí cuando el material plástico es desechado se comienza a transformar la estructura molecular, propiedades físicas y químicas en sustancias simples o componentes como agua, dióxido de carbono y biomasa (Labeaga Viteri, 2018).

##### ***2.1.2.1.1. Características de los polímeros.***

Según Vivanco Font (2019), establece que se dividen en propiedades mecánicas como la selección del manómetro, iniciador de reacción, presencia de aditivos y condiciones de procesados, además, la velocidad de degradación que dependerá del pH, humedad, temperatura, las características del polímero y las del microorganismos.

El proceso de biodegradación se obtiene la desintegración del polímero en pequeños fragmentos asimilados como biomasa por microorganismos presentes en la naturaleza, su estructura química

permite procesos biodegradables, son considerados bioplásticos, sintetizado a partir de recursos naturales renovables (Llerena Gonzales & Monzón Martínez, 2017).

#### **2.1.2.2. *Bioplástico.***

Según García Quiñónez (2015) indica que es un producto biodegradable que al ser expuesto al ambiente no produce toxicidad, su degradación se presenta por la acción biológica, fotodegradación y química; como la exposición a la luz, estrés mecánico, presencia de oxígeno, temperaturas mayores a 60°C y bacterias aerobias o anaerobias.

Además, Riofrio et al. (2019) indica que este producto es fabricado con el uso de materias primas orgánicas como residuos de plátanos, yuca, celulosa, aceite, entre otros, y el tiempo de degradación con un período de 1 a 3 años. Además, según Llerena Gonzales & Manzón Martínez (2017), indica que estos pueden ser producidos a base de materias primas no renovables como petróleo con aditivos que favorezcan su biodegradabilidad polímeros como el policaprolactona (PCL), copoliéster alifático (PBSA) y politereftalato de trimetileno.

#### **2.1.3. *Impacto ambiental del uso de envases descartables biodegradables***

El uso de envases biodegradables brinda seguridad y bienestar al medio ambiente debido a que al ser desechados estos pueden degradarse por medio de microorganismos generando más energía, materiales orgánicos y no generan residuos tóxicos o químicos. (Riofrio et al., 2019)

El bioplástico es caracterizado por sus propiedades biodegradables en ambientes apropiados, brindando un tiempo de biodegradación corto y son elaborados u obtenidos de fuentes renovables, obteniendo una compostabilidad del producto final y beneficios positivos al ambiente (Añanca et al., 2020).

En la Industria referente a los empaques biodegradables presenta una tasa de crecimiento desde pequeñas hasta grandes empresas, donde según Rivera et al. (2019), establece que el Diario El Mundo, la multinacional Unilever, se ha comprometido en aumentar en un 25 % el uso de

contenido en sus envases, de plásticos reutilizables, reciclables o aptos para compostaje para el año 2025.

#### **2.1.4. Envases**

Se considera envase a todo aquel recipiente de estructura rígida o semirrígida que contenga o guarde un producto de estado sólido o líquido, además ya sean granulados, polvos, hojuelas, grasas, fármacos, agua, licores, entre otros, estos pueden ser de material de vidrio, metal o plásticos (Salguero & Gutiérrez, 2019). Además, Mathon (2012) indica que puede ser cualquier contenedor que esté en contacto directo con el producto.

Los alimentos han sido envasados de muy diversas maneras desde hace miles de años, utilizados para guardar o transportar un producto con la finalidad de protegerlos y preservarlos del agua, aire o la luz, los primeros envases utilizados eran rígidos como barriles, frascos, latas y eran fabricados a base de metales y vidrio, después fue implementado el uso de los envases plásticos y flexibles. (Rodríguez Saucedo et al., 2014)

El envase además de proteger al producto tiene otras funciones como llamar la atención, transmitir sensaciones, percepciones y valores, colaboración con la marca a la hora de prescribir al producto, mantener la diferencia de la competencia y conseguir la preferencia del cliente, además proporciona información necesaria del producto. (Pignatelli & Tomaseti Solano, 2020)

##### **2.1.4.1. Historia de los envases.**

En la prehistoria el hombre utilizaba envases como tronco de árboles, rocas con huecos, hojas para almacenar sus alimentos, en el año 7000 a. C ya empezó a realizar envases de madera y de arcilla para uso de contenedores y entre otros usos. Además, hace 1500 a. C los Egipto fabricaron las primeras botellas de vidrio, con respecto a los envases de lata fue descubierto en 1810 por Peter Duran un comerciante que implementó la patente del envasado en sellado, en 1940 se fabricó el cartón y el papel, el plástico fue desarrollado en el siglo XX. (Cevallos Ríos & Alvarez Anzules, 2016)

#### **2.1.4.2. *Importancia.***

Los envases son de gran importancia debido a que ayudan a preservar la calidad, seguridad y proteger de daños físicos, químicos o biológicos un producto desde su producción hasta que es utilizado por el consumidor (Rodríguez Saucedo et al., 2014).

#### **2.1.4.3. *Tipos de envases.***

- Envase primario. – Aquel que tiene contacto directo con el alimento hasta el consumo, además su funcionalidad es atraer la atención del cliente y proporcionar la información necesaria del producto.
- Envase secundario. – Encargado de contener varios envases primarios de forma separada, además también puede proporcionar la información del producto y la atención del cliente.
- Envase terciario. - Utilizado para almacenar y trasladar de manera agrupada el producto de forma segura, en su mayoría son cajas de cartón. (Mathon, 2012)

#### **2.1.5. *Envases Biodegradables***

Son aquellos fabricados con materia orgánica obtenida de fuentes renovables como el plátano, cascarilla de arroz, almidón, cáscara de papas, zanahoria, entre otros, y son considerados biodegradables porque al estar en contacto con el medio ambiente o por el metabolismo de organismos estos se convierten en biomasa y nutrientes. (García et al., 2019)

Según Rives Castillo et al. (2020), establece que un envase tiene como objetivo proteger a los productos de fuentes contaminantes, evitar factores físicos que afecten la calidad y se distribuyan de una manera más segura, también indica que estos deben presentar propiedades como la permeabilidad, resistencia a altas temperaturas. Además, estos se pueden dividir en envases primarios, secundarios y terciarios.

### 2.1.5.1. *Importancia del uso de envases biodegradables.*

Las nuevas tendencias están impulsando a las diversas empresas a realizar diversos cambios en los distintos procesos de fabricación de un producto, entre una de las alternativas es la influencia contra la protección del medio ambiente, donde varias industrias en la actualidad han modificado sus procesos para la obtención de un producto amigable con el medio ambiente y sobre todo teniendo en cuenta el proceso del envasado y empaquetado del producto final, que además de cumplir con la protección del producto deberá no contaminar el medio ambiente con el uso de envase y empaques biodegradables. (Rivera et al., 2019)

### 2.1.5.2. *Ventajas y desventajas de los envases biodegradables.*

Entre las diferentes ventajas y desventajas que aporta el uso de un envase biodegradable se encuentran especificadas en el siguiente cuadro.

Tabla 1  
*Ventajas y desventajas de los envases biodegradables*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Materiales orgánicos que pueden ser consumidos por microorganismos al ser desechados.	En caso de terminar en los basureros estos presentaran una mala descomposición.
No eliminan o desechan ningún tipo de elemento químico o gases que afecten a la atmósfera, además permitiendo la reducción de la huella de carbono generando un menor impacto en el ecosistema.	Al utilizar productos agrícolas que se producen en ciertas temporadas presenta incertidumbre perjudicando la productividad y rentabilidad de estos productos.
No generan residuos tóxicos	
Su proceso de fabricación es sencillo y económico, debido a que se usan materiales naturales.	
Ayudan a disminuir la contaminación ambiental por el uso del plástico.	

FUENTE: (Rives Castillo et al., 2020)

ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

### **2.1.5.3. *Características de los envases biodegradables.***

- Recipiente reutilizable y económico
- Capacidad de degradarse con facilidad
- Tamaño y forma estandarizado
- Fabricado con materia orgánica (compostables) libre de sustancias tóxicas y su residuo no cause problema al medio ambiente. (Huerta Andrade & Tenorio Chisaguano, 2020)

### **2.1.6. *Contaminación por el uso del plástico***

El plástico es considerado un material sintético duradero resistente a la degradación química y física (Castañeta et al., 2020), compuesto por petróleo y gas natural (Torres Rodríguez et al., 2013). Además Barreiro & Coronel (2021), establece que es un polímero compuesto por moléculas químicas de gran tamaño y se clasifican como: termoplásticos son reciclables y los termoestables al ser fabricado no pueden modificarse ni ser reciclados.

La producción del plástico comenzó a comercializarse desde la década de los '50 donde fue considerada una época en que la tecnología fue avanzando y la humanidad tenía una fe ciega en ella que resolviera los problemas, además este producto fue ganando mercados, productos debido a su durabilidad y conveniencia, así reemplazando al papel y al vidrio. Con respecto a los años 70 y 80 la reputación del plástico bajo debido a que este producto no se degrada, pero la industria petroquímica introdujo el concepto de las 3R (reducir, reusar y reciclar) para seguir con la producción del mismo. (Buteler, 2019)

Además, según Buteler (2019) indica que hasta la actualidad la producción de plástico es de 7.8 billones de toneladas lo que se considera que existe una tonelada de plástico por persona en el mundo.

Estos productos al ser derivados del petróleo como el polietileno, polipropileno, policloruro de vinilo y el polietileno tereftalato son los responsables de la contaminación ambiental, obteniendo como efecto problemas de salud al ser utilizados para la ingesta de alimentos y bebidas (Barreiro & Coronel, 2021). Además, según Bollaín Pastor & Vicente Agulló (2019) indica que al no ser

un producto reciclable y por su baja capacidad de degradación, ocasiona un problema medioambiental, efecto directo a los seres vivos como estrangulamiento o por su nivel de toxicidad.

En el planeta los cambios drásticos han surgido a mediados del siglo XX, siendo uno de los principales causantes la abundancia de los desechos plásticos debido a que estos pueden llegar a permanecer entre 100 a 1000 años constituyendo un riesgo para la salud de mares, costas, daños sociales y económicos. (Rivera Garibay et al., 2020)

Según datos registrados en INEC (2019), indica que en Ecuador de un 12.739.01 de toneladas de basura diaria el 37.50 % son desechos plásticos. Además un estudio de Alianza Basura Cero Ecuador y la Universidad Andina Simón Bolívar (2022), indica que Ecuador importó 47.596 toneladas y es considerado como el tercer país que más desechos plásticos concierne.

Además, es destacado por ser un producto práctico, económico y por su alta resistencia, donde su producción en la actualidad es de 1.1 kg por habitante dando como resultado el 70% en basura (Torres Merlo et al., 2022). Además, Jaén et al. (2019) indica que la contaminación de mares y océanos se ha convertido en un problema mundial donde se estima que 6.4 millones de toneladas de basura son arrojadas anualmente siendo principalmente el plástico.

Según el Ministerios para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021), indica que los plásticos se deterioran y se fragmentan en el medio ambiente como consecuencia de la exposición a la luz solar, deterioro físico y químico convirtiéndose en fragmentos plásticos llamados microplásticos. Además, según Riera & Palma (2018) indica que por la acción del viento y del sol los plásticos acumulados en los océanos se transforman en macropartículas causando la muerte de muchas especies al ser consumidas como alimentos.

### ***2.1.7. Residuos Agroindustriales***

En su mayoría son generados en las diferentes etapas de proceso de la obtención de la materia prima y estos pueden ser residuos sólidos, líquidos o gaseosos, además de ser naturales pueden

generar problemas ambientales y sociales, ya sea por las altas emisiones del dióxido de carbono, amoníaco, metano, por las partículas que se producen por la quema incontrolada y por la producción de malos olores o proliferación de ratas e insectos. (Romero Sáez, 2022)

Además, se estima que en el 2020 entre los productos que más se producen a nivel mundial, la caña de azúcar y el arroz son de 1.80 millones y 509 millones de toneladas de las cuáles se generan de cada 1.000 kg de azúcar producida 30 a 65 toneladas de residuos, con respecto al arroz de cada tonelada de grano se produce otra tonelada de residuos. (Romero Sáez, 2022)

En la actualidad varias industrias dedicadas a procesos de frutas generan residuos como hojas, semillas, cáscaras; el procesamiento de aceites, producción de azúcar generan residuos como tallo fibroso, bagazo, cachaza; producción de café se obtiene la borra de café, en las industrias lácteas produce cantidades enormes de residuos como el lactosuero donde se puede transformar en un contaminante potencial si no se le da un uso adecuado, donde cada residuo puede ser usado en diferentes aplicaciones para el desarrollo de nuevos productos como cosméticos, producción de hongos comestible, obtención de biodiésel, entre otros. (Aguiar Novillo et al., 2022)

#### **2.1.7.1. *Aplicaciones de los Residuos Agroindustriales.***

- Utilizados como abono para el aumento de la población microbiana del suelo a base de tallo de maíz, cáscaras de cítricos, paja de arroz, bagazo de caña entre otros.
- Producción de alimentos con un valor nutricional para animales a base de cáscaras de cítricos, producción de aceites, bagazo de caña.
- Producción de biocombustibles como el bioetanol y el biodiesel a base de fibra de maíz, orujo de uva, tallo de algodón, bagazo de la caña de azúcar, racimos vacíos de palma aceitera, borra de café, entre otros.
- Materiales de construcción como sustitutos del cemento a base de cascarilla de arroz, bagazo de caña, residuos de madera, cáscara de cacahuete, entre otros.
- Utilizados como proceso para la descontaminación de agua de metales pesados y colorantes, como la cascarilla de arroz, corteza de coco, bagazo de la caña de azúcar

- Elaboración de empaques bioplásticos
- Extracción de aceites esenciales, polifenoles y extractos aromáticos. (Romero Sáez, 2022)

#### **2.1.7.2. Residuos Agroindustriales en Ecuador.**

El sector agrícola en Ecuador es considerado uno de los principales motores en el sector económico se estima que para el 2018 se registraron más de 23000 millones de kg de producción agrícola, y la generación de residuos por el proceso de maíz es del 55 % y del arroz con un 44 %. La gestión de estos residuos no es adecuada respecto a las consecuencias que presenta, donde algunos son quemados o arrojados en botaderos, terrenos secos o vacíos y algunos terminan en ríos por la acción del viento. (Riera et al., 2018)

Además, según Ministerio del Ambiente y Agua (2020) indica que en los últimos años Ecuador va generando una gran cantidad de 4.9 millones de toneladas de residuos sólidos al año donde el 58.4 % son de tipo orgánicos y el resto son inorgánicos, al no tener una adecuada disposición generan problemas de salud y ambientales, mal olores, emisión de gases de efecto invernaderos.

Dadas las características químicas y biológicas que estos presentan pueden ser aprovechados para obtener productos de consumo como alimentos para animales, compost, sustrato para cultivos de hongos, además son utilizados para la extracción de fenoles, almidón, azúcar, ceras, colágeno, aminoácidos, entre otros, como materia prima para la elaboración de productos básicos. (Riera et al., 2018)

#### **2.1.7.3. Beneficios del aprovechamiento de los residuos.**

- Se convierten en materia prima para la producción de abonos orgánicos y energía aportando a la economía del país
- Disposición de sustratos orgánicos para la recuperación de suelos degradados
- Evitar la contaminación ambiental de suelo, aire y agua
- Disminución en la producción de gases de efecto invernadero y de mal olores

- Reducción de la proliferación de vectores transmisores de enfermedades.
- Reducción de residuos. (Ministerio del Ambiente y Agua, 2020)

Además, según Chávez Altamirano et al. (2021) el aprovechamiento de estos residuos es de gran importancia por los diferentes beneficios que pueden aportar al medio ambiente y sobre todo al sector económico, ayudando a disminuir la contaminación de suelos y de fuentes hídricas que en su mayoría estas son difíciles de volver a reconstruir, ejemplo un combustible obtenido de residuos disminuye los gases que producen los combustibles fósiles.

#### **2.1.8. Desechos del cacao**

El cacao es uno de los principales cultivos en Ecuador el cuál ocupa el 12 % de la superficie cultivada, siendo las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí con mayor producción, donde en la actualidad varias industrias se dedican al proceso de productos a base de cacao nacional y fino de aroma con la finalidad de una comercialización a nivel nacional e internacional, aportando en la actividad económica del país y con fuentes de empleos. Además, durante el procesamiento del cacao pueden surgir problemas que afecten al medio ambiente. (Molina Cedeño et al., 2020)

En la producción del cacao la generación de residuos puede llegar a representar del 52 % al 70 % de peso en húmedo de la fruta (Delgado Gutiérrez, 2018). Además, según Barazarte et al. (2008) los granos de cacao sólo representan el 10% del peso total, lo que revela que el cultivo de cacao produce desde la etapa de recolección hasta la de procesamiento una gran cantidad de desechos; los mismos que están constituidos por la cáscara del fruto y la pulpa de las semillas, los que son ricos en taninos, polifenoles, alcaloides, azúcares y polisacáridos. La cáscara es una alternativa importante compuesta de fibra diaria para alimento animal y combustible sólido.

Además, el proceso de fabricación de productos de cacao según Teneda Llerena et al., ( 2019), indica que después del proceso de secado, fermentado y el tostado de la semilla se genera la cascarilla residuo que posee propiedades medicinales, terapéuticas, abundante en magnesio, ácidos oleicos, linoleico, vitaminas y pectinas.

### **2.1.8.1. *Corteza de cacao.***

En Ecuador las producciones de residuos del cacao se estiman en 2.015.353 t/año, además se identifica que en las provincias de la región Costa son las que más aportan con un porcentaje del 87 %. Donde se determina que el 14.32 % en peso son residuos referentes a la cáscara de cacao que equivalen a un 288.580 t/año. (Sigüencia Avila et al., 2020)

Forma parte del fruto con un 90 % y es desechado en su totalidad, en otras ocasiones al ser usado como abono orgánico presenta problemas en el cultivo dando origen a las enfermedades producidas por las especies *Phytophthora* conocida como la mazorca negra. Además, la obtención y comercialización de pigmentos y es usado en los alimentos como colorante. (Baena & García Cardona, 2012)

Además para la elaboración de piensos para pollos y cerdos, también en la producción de espumas de poliuretano para uso hortícola y nuevos estudios basados en la actividad antibacteriana que presenta la cascara del cacao a las especies *Streptococcus mutans* (Cuéllar G et al., 2012). Según Pérez Antolinez et al. (2020), establece que la cáscara de cacao en varios estudios presentó la funcionalidad de ser un solvente natural para la remoción de iones de plomo y entre otros metales pesados.

Otra de las utilidades que se le puede brindar a estos residuos es la obtención de harinas con un contenido bajo en grasa, alto contenido en fibras y en compuestos fenólicos beneficiosos para la salud, además estos residuos presentan un alto contenido de antioxidantes naturales. (Castillo et al., 2018)

#### **2.1.8.1.1. *Contenido de corteza de cacao.***

La corteza del cacao representa el 90 % de la masa del fruto fresco, donde es aprovechado el 10 % de este residuo, en su mayoría son usados para la obtención de harinas con un bajo contenido de grasa, alto en fibras y compuestos fenólicos. Además, estos residuos son utilizados en las

industrias para la obtención de pectinas, fibras debido al contenido natural de antioxidantes que posee este residuo. (Castillo et al., 2018)

Otros estudios concluyen que la corteza del cacao presenta efectos beneficiosos en pacientes pediátricos con estreñimiento crónico idiopático debido a su contenido de fibra dietética. Además, investigaciones indican que este residuo presenta un contenido de magnesio y teobromina de gran utilidad para la diarrea, inflamación y debilidad. (Teneda Llerena et al., 2019)

Este residuo presenta un alto porcentaje de humedad 85 %, 1.07 % de proteína, 1.41 % de contenido de minerales, 0.02 % de contenido de grasa, 5.45 % contenido de fibra, 7.05 % contenido de carbohidratos, 0.171 % contenido de nitrógeno, 0.026 % contenido de fósforo, 0.545 % contenido de potasio, 0.89 % contenido de pectina. (González García, 2020)

#### **2.1.9. Desechos del arroz**

El arroz es considerado como uno de los alimentos más antiguos e importantes en el mundo resultando ser una fuente de alimento, donde hace más de cuatro mil años los agricultores lo vienen cultivando (Martín et al., 2010). Además, Cobos Mora et al. (2021) establece que según datos del INEC en el año 2019 en Ecuador se registraron 21770 hectáreas de arroz, siendo el 67.38 % la provincia de Guayas, el 25.68 % Los Ríos y con un 2.08 % Loja.

La planta de arroz denominada *Oryza sativa* está constituida por el germen que da lugar al crecimiento del grano, el endospermo representa el 70 % del volumen del grano, la cutícula o polvillo alcanza un 6.8 % utilizado para la alimentación de animales, la cáscara o pajilla constituye aproximadamente el 20 % del peso del grano. (Sierra Aguilar, 2009)

Además, el proceso productivo del arroz genera varios desechos como el salvado y la cabecilla utilizada como subproductos en la alimentación de animales debido a su contenido nutricional, además también se encuentra los restos de la planta, cascarillas del arroz, impurezas del secado

son consideradas una contaminación para el medio ambiente debido a que no se les da una utilidad y son desechados. (Santos Hernández et al., 2015)

#### **2.1.9.1. *Cascarilla de arroz.***

Es una fibra corta donde su longitud varía de 5 y 11 mm según la especie, su estructura es ondulada y tiene una apariencia superficial irregular, presenta un volumen poroso del 54 %, su coeficiente de conductividad térmica puede ser usado como sistema de aislamiento térmico. (Sierra Aguilar, 2009)

Conocida como corteza que recubre al grano del arroz, constituido por celuloso y sílice, además, presenta características fisicoquímicas, consistencia quebradiza y el color varía entre el pardo rojizo al púrpura oscuro (Avalos Mezones & Torres Bazán, 2018). Además, sirve de protección al grano manteniéndolo en condiciones de impermeabilidad y termo estabilidad impidiendo la degradación de los componentes internos. (Sierra Aguilar, 2009)

En la actualidad el cultivo del arroz es considerado como el tercer cultivo a nivel mundial y productor del tercer residuo agrícola más abundante la cascarilla de arroz donde de cada kilogramo de grano cultivado se produce entre 1 a 1.5 kg de este residuo. Además, estos residuos en su mayoría son quemados provocando gases de efectos invernadero nocivos para el ambiente y la salud (Cruz Ramírez et al., 2017). Además, según Sierra Aguilar (2009) establece que la cascarilla del arroz al ser incinerada genera humos contaminantes, si es usada como combustible genera calor, su ceniza está constituida por el 90 % de sílice y está constituida por impurezas como calcio, magnesio, manganeso, aluminio, hierro, boro y fósforo.

En Ecuador y países de América Latina no son aprovechados los residuos de la producción del arroz debido a que son considerados de poco valor y solo son utilizados como combustible sólido, cama para animales y para la elaboración de abonos, además en recientes investigaciones se implementó para la producción de energía debido a que una tonelada de cascarilla de arroz puede generar 800 kWh de energía eléctrica, también para obtener bioetanol, bioplaguicidas fúngicos, ácido láctico y la producción de papel. (Zambrano Zambrano et al., 2021)

#### 2.1.9.1.1. *Contenido de la cascarilla de arroz*

El porcentaje de humedad presente es de 6.40 a 8.41 %, el contenido de ceniza está entre el 14.83 a 23.94 % (Gallardo Segura, 2014). Además el porcentaje volátil se encuentra en un 57.09 %, carbono 16.11 %, fibra 45.38 %, proteínas 3.59 %, carbohidratos 69.23 %, grasa 0.40 % (Calero Quezada & Vásconez Peñaherrera, 2012).

Según Torres Giraldo (2018), en su informe acerca de la caracterización de la cascarilla de arroz indica que en su composición química contiene 18.53 % de ceniza, 2.72 % de extractivos, 26.1 % de lignina, 4.16 % de hemicelulosa y 45.84 % de celulosa. En cuanto a su características físicas se encontró que tiene una humedad del 7.91 % densidad de partícula de 400.69 Kg/m<sup>3</sup>, una densidad aparente de 115.39 Kg/m<sup>3</sup> y un tamaño de partícula de entre 1.7 y 2.36 mm.

#### 2.1.10. *Aglutinante*

Según Mendoza et al., (2011) establece que aglutinante es una sustancia cohesionadora de los pigmentos, empleada en obras pictóricas como fijador de estos, además Carballo & Galindo (2001) indica que el aglutinante produce la adhesión de las partículas a través de la formación de puentes materiales en los cuellos por los puntos de contacto de éstas, esta depende del solvente, el tamaño de la partícula, el grado de dispersión y por la afinidad química.

##### 2.1.10.1. *Tipos de Aglutinantes.*

Según Carballo & Galindo (2001) indica que estos pueden ser de origen orgánico estos se dosifican en sistemas compuestos por materiales con propiedades de sinterización y los de origen inorgánico estos participan en la formación de la estructura sólida durante el tratamiento térmico atrapando y promoviendo la sinterización de materiales estables ante el calor.

##### 2.1.10.2. *Almidón de maíz (Maicena).*

El almidón de maíz es el principal constituyente del maíz, está formado por dos polímeros de glucosa la amilosa y la amilopectina (Agama Acevedo et al., 2013). Además, según Agama

Acevedo et al., (2005) indica que aproximadamente del 86 a 89 % del endospermo del maíz es el almidón donde sus características y morfología dependen de la especie del grano.

El mercado para estos almidones puede ser utilizado en las industrias de papel, cartón madera enchapada, adhesivos, textiles, comida rápida, alimenticia y farmacéutica, donde los almidones modificados han sido desarrollados para realzar o inhibir propiedades como consistencia, poder aglutinante, mejorar su gelificación. (Aristizábal Galvis, Johanna Leonardo Moreno & Basto Ospina, 2007)

### **2.1.10.3. *La Carboximetilcelulosa (CMC).***

Es un polisacárido aniónico que se lo obtiene por la hidrólisis ácida y la alcalinización de la celulosa, utilizado en las industrias alimentarias, entre sus características es la disolución rápida en agua fría o caliente, además actúa como un ligador de humedad, estabilizante de emulsiones, mejora la viscosidad y textura de los productos. (Valencia García et al., 2008)

### **2.1.11. *Conservantes fungicidas de uso alimentario***

Los conservantes utilizados en los alimentos suelen ser de origen químico y de origen natural obtenidos de plantas. Los antimicrobianos son usados para inhibir el crecimiento de hongos y levaduras y la acción de este depende del pH, es decir entre más ácido es el alimento más activo es contra los microorganismos. (E. N. Rodríguez Saucedo, 2011)

Además, en la industria alimentaria el hipoclorito es uno de los agentes más utilizados debido que en altas concentraciones es capaz de inhibir esporas de bacterias, mohos y levaduras. (Colcha Lopez, 2021). Los aceites esenciales también son usados como conservante en la industria alimentaria debido a sus propiedades bactericidas y fungicidas, en su mayoría estos son extraídos de las partes de una planta y en la actualidad se encuentran un sin número de estos como aceite de especies y de cítricos. (Loo Vera, 2017)

### ***2.1.12. Parámetros físico-químicos de Envases biodegradables***

Según Sampedro González (2022), indica que para realizar empaques y envases biodegradables es necesario la determinación de la permeabilidad a la humedad, al oxígeno y a las propiedades mecánicas como resistencia, donde son relacionados con la seguridad microbiológica del alimento. Donde la permeabilidad a la humedad está basado en la variación del contenido de humedad del alimento ya sea por la pérdida o ganancia.

#### ***2.1.12.1. Contenido de humedad.***

Es una magnitud utilizada con la finalidad de obtener el contenido de humedad de un material sólido, está se puede representar en masa seca o en masa húmeda, además es utilizada en diferentes industrias como alimentos, granos, cereales, construcción, papel, fábrica de instrumentos de medición, entre otras. (Martines & Lira, 2010)

#### ***2.1.12.2. Contenido de cenizas.***

Las cenizas son definidas como el residuo inorgánico obtenido al incinerar la materia orgánica, donde permiten determinar posibles contaminantes metálicos en los alimentos o materiales que se puede obtener durante su proceso de producción con el uso de maquinarias o mediante el almacenamiento (Márquez Sigvas, 2014).

## **2.2. Marco referencial**

### ***2.2.1. Evaluación del uso del Pseudotallo de plátano con almidón de maíz termoplástico para la elaboración de platos biodegradables***

En su proyecto de investigación Hernández Gil & Caldas Cortez (2022) se basó en la evaluación del uso del residuo de fibra del pseudotallo del plátano con almidón de maíz termoplástico para la elaboración de platos biodegradables de uso alimentario, basándose en la problemática de la producción mundial del plástico, residuos agroindustriales y su incidencia al medio ambiente, con el objetivo de elaborar un producto biodegradable y amigable con el medio ambiente. Se realizaron 9 formulaciones con tres réplicas, la mezcla homogeneizada se gelatiniza a 60°C y con un termoprensado a 150°C por 20 min. Los parámetros a determinar fueron análisis físico químicos, mecánicos como espesor, humedad, biodegradabilidad, dureza, resistencia a la tracción. En base a los resultados obtenidos el espesor los de menor medidas fueron T<sub>2</sub> y T<sub>7</sub> entre los valores 0.2 y 0.6 mm; el análisis de dureza los mejores tratamientos fueron T<sub>2</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>8</sub> valores de 30.55, 32.40 y 33.30 shore D; análisis de humedad los tratamientos con menor cantidad de TPS en la formulación presentaron un rango de 6.7 y 12.6%. Entre las conclusiones de la investigación los residuos de las fibras del pseudotallo de plátano y el almidón de maíz termoplástico resultaron ser una alternativa sustentable en la elaboración de dicho producto, además la mezcla de TPS y fibras provocó cambios físicos, químicos, mecánicos y térmicos, en base a la formulación el tratamiento T<sub>8</sub> con 5g de TPS es considerada la mejor formulación.

### ***2.2.2. Caracterización y optimización de una bandeja biodegradable a partir de maíz, papa, soya y glicerol por el método de termoprensado***

En su proyecto de investigación Díaz Cárdenas (2017), se basó en el estudio de caracterizar y optimizar las propiedades mecánicas de un compuesto a partir de rastrojo de maíz, almidón de papa y glicerol, basándose en la problemática del impacto ambiental causado por el exceso de derivados del petróleo. Se realizaron 11 tratamientos, las variables dependientes evaluadas eran el espesor, solubilidad en agua, color y propiedades mecánicas. Para la elaboración de la bandeja

se utilizó un molde rectangular de acero inoxidable de 235x185x23 mm, con respecto a la preparación de la mezcla se gelatiniza el almidón de papa a 65°C por 3 minutos a 1500 rpm y el termoprensado fue a temperatura de 205°C por 7 min a presión atmosférica. Los resultados obtenidos en base al espesor fueron de 0.60 a 2.80 mm, las concentraciones determinadas que proporcionaron mejores características fueron rastrojo de maíz 2.66%, fibra de soya 3%, almidón de papa 94.3% y glicerol 3%, en base a la degradación la tasa fue del 100% en las condiciones estudiadas a partir del día 30.

### ***2.2.3. Elaboración y caracterización de un material biodegradable utilizando desechos de lechuga de la Planta Poscosecha en la Escuela Agrícola Panamericana***

En su proyecto de investigación Salmerón Herrera (2019), se basó en la evaluación de los desechos de comida y la producción masiva del plástico que afectan al medio ambiente, en su estudio se basó en el desperdicio de la lechuga como una alternativa como materia prima en las industrias para la elaboración de un material biodegradable, el proceso se llevó implementando dos tipos de secado el solar o por convección forzada, obteniendo un mejor resultado por el método de convección forzada con un 43% de fibra y 18% de humedad en el polvo de la lechuga. Además, las variables de estudio fueron el polvo de lechuga, almidón de maíz y quitosano, evaluando espesor, humedad, densidad inicial y final, color, fuerza de penetración e índices de solubilidad de las bandejas desarrolladas. Determinando que el mejor tratamiento fue de 29.4% de polvo de lechuga, 15.7% quitosano y un 54.9% de almidón, siendo está la formulación que optimiza los valores de fuerza de perforación, espesor y densidad final, además en el estudio del color se probó la bandeja con la vida anaquel de verduras determinando daños en los mismos por el color del material.

### ***2.2.4. Evaluación del material celulósico proveniente de residuos derivados de la agroindustria del maíz (Zea mays), para el proceso de elaboración de cartón***

En su proyecto de investigación Rendón Pozo (2021), se basó en la evaluación del material celulósico proveniente de residuos de la agroindustria del maíz (*Zea mays*), para el proceso de elaboración de cartón, basándose en la problemática de la contaminación del medioambiente y en los residuos agroindustriales que a nivel mundial muchos cultivos generan, en esta investigación se estudiaron tres tipos de residuos el tallo, hojas y el elote. Se implementó un diseño factorial AxB, siendo el factor A tipos de residuos (tallo, elote y hojas), factor B los métodos para la obtención de la pulpa celulósica (método de Jayme Wise y Kurshner Hoffner) obteniendo un total de 6 tratamiento con 3 repeticiones, las variables de estudio analizados fueron pH del licor de cocción, para el producto final las características físicas y mecánicas como humedad, resistencia, porosidad, cenizas, espesor y gramaje. En base a los resultados obtenidos el tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> fue el que proporcionó una gran cantidad de gramaje en las hojas de cartón 82g/m<sup>2</sup> y para la obtención de pulpa en ambos métodos no se presentó diferencia.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización

La presente investigación fue desarrollada en los laboratorios de operaciones unitarias, bromatología, química, microbiológico, suelos y agua de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo de la Finca Experimental “La María”, la cual se encuentra localizada en el kilómetro 7 $\frac{1}{2}$  de la Vía Quevedo – El Empalme de la provincia de los Ríos.

Gráfico 1 *Localización de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo de la Finca Experimental “La María”*



FUENTE: Google Maps

### 3.2. Tipo de Investigación

#### 3.2.1. Investigación Experimental

Se efectuó mediante la obtención de la mezcla de cascarilla de arroz y corteza de cacao para la elaboración de un envase biodegradable de tipo bandeja, además implicó el uso de aglutinantes que fueron la maicena y el CMC, los resultados arrojados en el experimento fueron basados mediante pruebas fisicoquímicas como porcentaje de humedad, cenizas y el espesor, además se determinó el estudio del rendimiento.

### ***3.2.2. Investigación Bibliográfica***

En la presente investigación se realizó la recolección de datos e información bibliográfica proveniente de libros, documentos, publicaciones, tesis, normativas y artículos científicos que contengan información verídica referente a productos biodegradables, métodos para la realización del envase de tipo bandeja, problemas medioambientales actuales que perjudican al ecosistema.

### ***3.2.3. Investigación analítica***

Interpretación y el estudio de datos originados al valor de los tipos de residuos para la obtención de la mezcla de corteza de cacao y cascarilla de arroz en la elaboración del envase biodegradable, además los tipos de aglutinantes implementados como la maicena y el CMC.

## **3.3. Métodos de investigación**

### ***3.3.1. Método analítico***

Se aplicó para identificar los tratamientos que permitieron que el envase obtenga características apropiadas calificando mediante pruebas fisicoquímicas y la implementación del análisis del rendimiento.

### ***3.3.2. Método inductivo***

Mediante este método se permitió realizar una investigación de los problemas que causan los desechos agroindustriales al medio ambiente al no ser aprovechados, además tener en cuenta los problemas que causan los envases de plástico para implementar una alternativa que ayude a la disminución o sustitución de este con la elaboración de envases biodegradables amigables con el medio ambiente.

### **3.4. Fuentes de recopilación**

La información de este proyecto se fundamentó por medio de fuentes como proyectos investigativos referentes a la elaboración de envases biodegradables y bioplástico biodegradables, además de revistas, artículos científicos que contengan información verídica y evidenciada para el desarrollo del presente proyecto.

### **3.5. Diseño de la investigación**

#### **3.5.1. Diseño Experimental**

Para el estudio de esta investigación se implementó un diseño factorial A\*B, donde A es la mezcla de corteza de cacao y cascarilla de arroz, con respecto a B es el tipo de aglutinante el cual se utilizó la maicena y el CMC.

La prueba de significancia de Tukey se utilizó con la finalidad de determinar los efectos entre las distintas etapas y tratamiento, las variables examinadas fueron el porcentaje de humedad, el porcentaje de cenizas y el espesor, además se determinó el análisis del rendimiento de la elaboración de este producto. Donde estos resultados fueron analizados por medio del uso del programa STATGRAPHICS.

#### **3.5.2. Factores de estudio**

A continuación, se evidencian los factores de estudio de la presente investigación:

Tabla 2

*Descripción de los factores de estudios que interfieren en la elaboración del envase biodegradable de tipo bandeja*

<b>Factores de estudio</b>	<b>Simbología</b>	<b>Descripción</b>
Factor A = Mezcla	a <sub>0</sub>	30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz
	a <sub>1</sub>	50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz
	a <sub>2</sub>	70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz
Factor B = Tipo de aglutinante	b <sub>0</sub>	CMC
	b <sub>1</sub>	Maicena

FUENTE BOLAÑOS, W. (2023)

Características del experimento de elaboración de envases biodegradables de tipo bandeja

- Número de tratamientos: 6
- Número de repeticiones: 3
- Unidades experimentales: 18

### **3.5.3. Esquema del ANOVA**

El análisis estadístico de los datos obtenidos se llevó a cabo mediante el uso del análisis de varianza (ANOVA), técnica encargada del análisis de variación total de los datos dividiendo en partes significativas e independientes.

Tabla 3  
Análisis de Varianza del diseño propuesto en la fase del estudio

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Razón de varianza</b>
<b>Factor A</b>	SCA	(a-1)	CMA	CMA/CME
<b>Factor B</b>	SCB	(b-1)	CMB	CMB/CME
<b>Efecto AB</b>	SC(AB)	(a-1)(b-1)	CM(AB)	CM(AB)/CME
<b>Réplicas</b>	SCR	(r-1)	CMR	CMR/CME
<b>Residuo o Error</b>	SCE	(ab-1)(r-1)	CME	
<b>Total</b>	SCT	(abr-1)		

ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

#### 3.5.4. Tratamientos de la investigación

Se implementó un diseño factorial AxB, donde el factor A= Mezcla (% cáscara de cacao y % cascarilla de arroz), factor B= tipo de aglutinante (CMC y Maicena), la cual corresponde a 6 tratamientos con 3 réplicas, obteniendo 18 unidades experimentales.

Tabla 4  
Combinación de los tratamientos propuestos

<b>Número</b>	<b>Simbología</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC
<b>2</b>	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + maicena
<b>3</b>	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz + CMC
<b>4</b>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz + maicena
<b>5</b>	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz + CMC
<b>6</b>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz + maicena

ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

### 3.6. Instrumentos de investigación

Tabla 5

*Análisis que se realizaron en la investigación.*

---

<b>Análisis Físicos químicos</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Contenido de humedad</li><li>• Contenido de cenizas</li><li>• Espesor</li></ul>

---

ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

#### 3.6.1. Análisis fisicoquímicos

##### 3.6.1.1. Determinación del contenido de humedad.

El contenido de humedad se determinó mediante de la normativa INEN 1513 (INEN, 1987) por medio de secado en una estufa a temperatura de  $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$  con un tiempo de 1 hora, donde se pesaron 2 gramos de la muestra en una placa de Petri con la ayuda de una balanza analítica previamente tarada, la cual se introdujo en una estufa marca Memmert modelo UN 110 a una temperatura de  $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Mediante la siguiente fórmula se determinó el porcentaje de humedad:

Ecuación 1. Fórmula para determinar el contenido de humedad.

$$H = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} * 100$$

FUENTE: (INEN, 1987)

Donde:

H = Contenido de humedad en porcentajes de masa.

$m_1$  = masa de la placa de Petri, en g.

$m_2$  = masa de la placa Petri, con la muestra sin secar, en g.

$m_3$  = masa de la placa Petri, con la muestra seca, en g.

### 3.6.1.2. *Determinación del contenido de cenizas.*

El contenido de cenizas se determinó por medio de la normativa INEN 520 (INEN, 1980) por medio del uso de la mufla a una temperatura de  $550 \pm 15^\circ\text{C}$  por 3 horas. Este método consistió en pesar 5 gramos de la muestra en un crisol de porcelana con la ayuda de una balanza analítica previamente tarada para luego llevar a la mufla a una temperatura  $550 \pm 15^\circ\text{C}$  por 3 horas hasta la obtención de cenizas de color gris claro o hasta que el peso sea constante. Con la siguiente ecuación se determinó el contenido de cenizas presente en la muestra:

Ecuación 2. *Fórmula para determinar el contenido de cenizas.*

$$C = \frac{100(m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)}$$

FUENTE: (INEN, 1980)

Siendo:

C = contenido de cenizas, en porcentaje de masa.

$m_1$  = masa del crisol vacío, en g.

$m_2$  = masa del crisol con la muestra, en g.

$m_3$  = masa del crisol con las cenizas, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

### **3.6.1.3. *Determinación del espesor.***

Para la determinación del espesor se basó en la normativa INEN 1399 (INEN, 2013), se lo realizó por medio del uso de un calibrador marca CENTURY de 0 – 150mm, consistió en tomar una parte plana del envase biodegradable y con el calibrador se procedió a la lectura del grosor, este proceso se lo realizó tomando 5 mediciones de la misma muestra.

### **3.6.1.4. *Determinación del rendimiento.***

En base a la determinación del rendimiento, se realizó de acuerdo al proceso de la obtención de la partícula desde que la materia prima fue receptada hasta la molienda del residuo, además se realizó el rendimiento al mejor tratamiento que se obtuvo en base a la elaboración del envase biodegradable tipo bandeja de acuerdo al peso de la materia prima que ingresa sobre el peso de salida del producto final, donde para la obtención de esta se empleó la siguiente ecuación:

Ecuación 3. Ecuación para determinar el rendimiento.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Rendimiento real}}{\text{Rendimiento teórico}} \times 100\%$$

REFERENCIA: (RENDÓN POZO, 2021)

### 3.7. Tratamiento de los datos

Tabla 6  
*Tratamiento de datos*

<b>Tratamiento</b>	<b>Detalle</b>
<b>T1</b>	30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC
<b>T2</b>	30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + maicena
<b>T3</b>	50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz + CMC
<b>T4</b>	50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz + maicena
<b>T5</b>	70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz + CMC
<b>T6</b>	70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz + maicena

ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

### 3.8. Recursos materiales y humanos

#### 3.8.1. Recursos materiales

##### 3.8.1.1. Materia prima.

- Corteza de cacao (Cacao CCN-51)
- Cascarilla de arroz blanco

##### 3.8.1.2. Insumos.

- Maicena
- CMC
- Aceite
- Colorante
- Cloro

##### 3.8.1.3. Equipos.

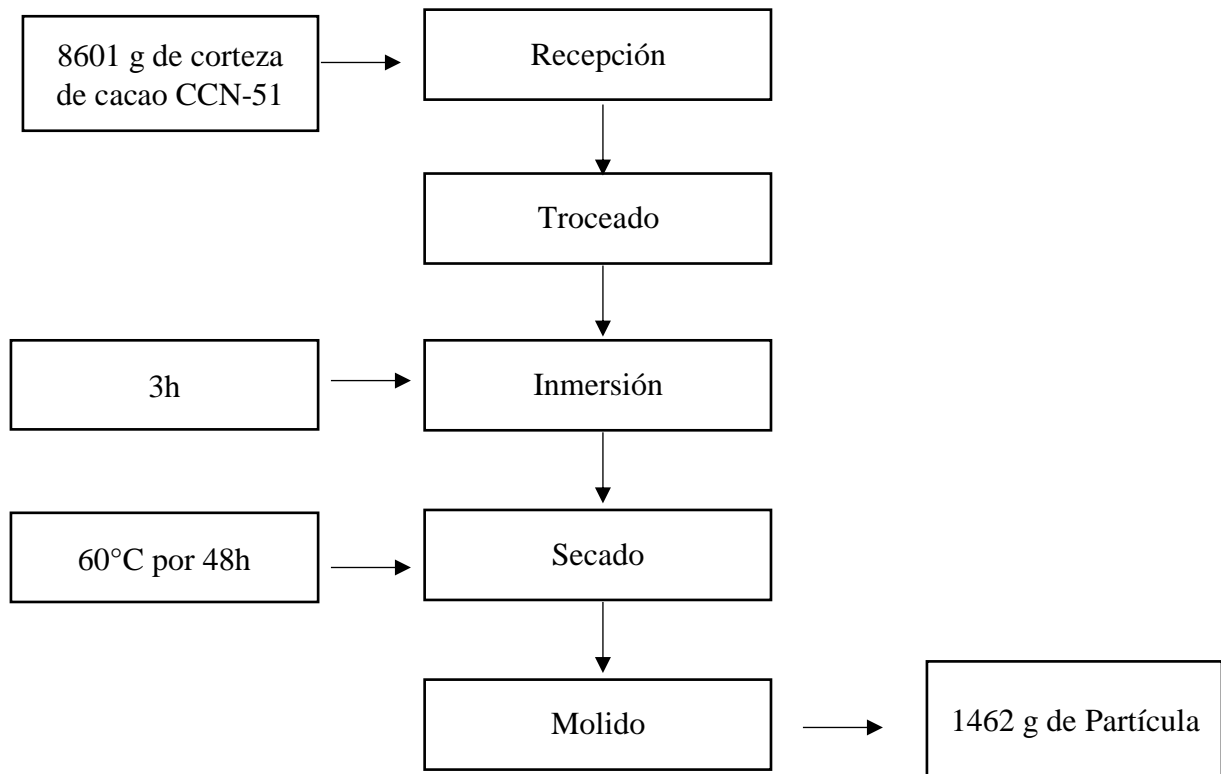
- Molino de acero inoxidable

- Moldes de acero tipo bandejas
- Secador
- Balanza
- Prensa

**3.8.1.4. Materiales de oficina.**

- Cuaderno
- Esferos
- Cinta adhesiva

**3.8.2. Diagrama de flujo de la de obtención de partícula de la corteza de cacao**



ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

### **3.8.3. Descripción del proceso de obtención de partículas de corteza de cacao**

**Recepción:** Se adquirió la corteza de cacao CCN-51 para proceder a una selección mediante una inspección visual para verificar que esta no se encontrara con presencia de objetos metálicos u otras impurezas, además estas fueron recolectadas con un tiempo de 1 día de la recolección de las semillas, después se realizó el pesado de la misma adquiriendo un 8601 g de corteza de cacao CCN-51, cantidad necesaria para la elaboración de los 18 tratamientos implementados para la ejecución de esta investigación.

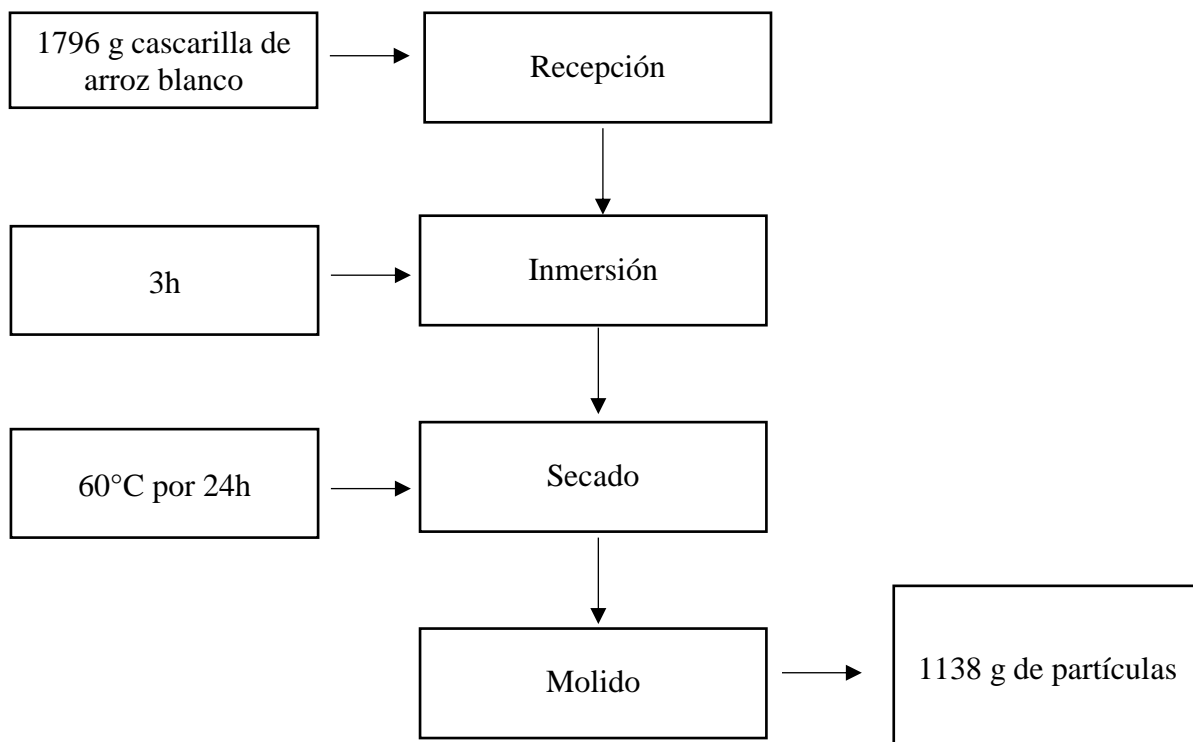
**Troceado:** Se procedió a trocear la corteza de cacao de tamaño pequeño de forma manual con la ayuda de un machete, para que sea de gran ayuda al momento de realizar la molienda del mismo.

**Inmersión:** Para la eliminación de microorganismos y como aclaramiento de la corteza de cacao se procedió a colocarla en una inmersión de 135 ml de hipoclorito de sodio disuelto en 15 litros de agua por un tiempo de 3h a una temperatura ambiente.

**Secado:** Se procedió a colocar la corteza de cacao troceada en una esterilizadora de marca Binder, modelo ED-720, con una temperatura de 60°C por un tiempo de 48h o hasta que se encuentre totalmente seco.

**Molido:** Este proceso se realizó por medio del uso de un molino de acero inoxidable eléctrico obteniendo las partículas necesarias de manera uniforme.

### 3.8.4. Diagrama de flujo de la obtención de partícula de la cascarilla de arroz



ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

### 3.8.5. Descripción del proceso de obtención de partículas de la cascarilla de arroz

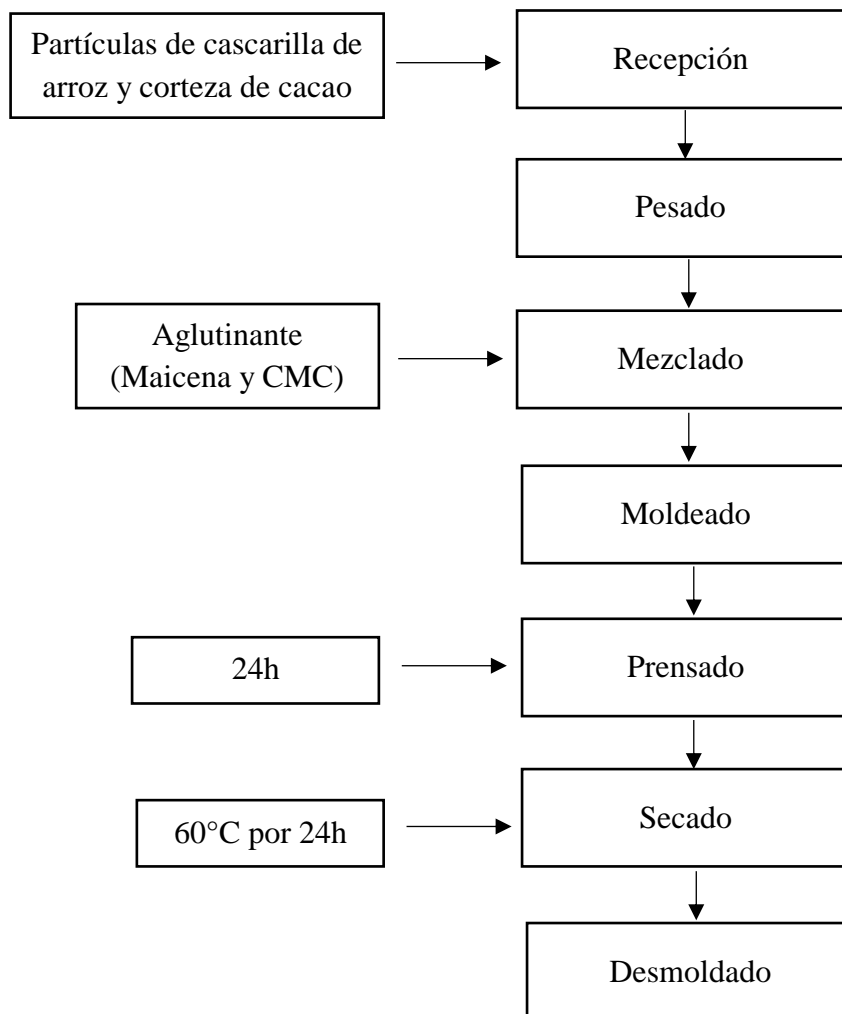
**Recepción:** Se adquirió la cascarilla de arroz blanco para proceder a una selección mediante una inspección visual para verificar que no se encontrara con presencia de objetos metálicos u otras impurezas, después se realizó el pesado de la misma adquiriendo un 1796 g de cascarilla de arroz, cantidad necesaria para la obtención de partículas necesarias para la elaboración de los 18 tratamientos implementados para la ejecución de esta investigación.

**Inmersión:** Para la eliminación de microorganismos y como aclaramiento de la cascarilla de arroz se procedió a una inmersión de una solución de hipoclorito de sodio 135 ml en 15 litros de agua por un tiempo de 3h a temperatura ambiente.

**Secado:** Se procedió a colocar la cascarilla de arroz en una esterilizadora de marca Binder, modelo ED-720, con una temperatura de 60° C por un tiempo de 24h.

**Molido:** Este proceso se realizó por medio del uso de un molino de acero inoxidable eléctrico obteniendo las partículas necesarias y homogéneas.

### 3.8.6. Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de envases biodegradables tipo bandejas



ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

### **3.8.7. Descripción del proceso de elaboración de envases biodegradables tipo bandejas**

**Recepción:** Se receptaron las partículas de corteza de cacao CCN-51 y de cascarilla de arroz blanco, además los insumos necesarios para la elaboración del envase biodegradable como el aglutinante (maicena y CMC).

**Pesado:** Se procedió al pesado correspondiente de ambas partículas 150 g (cascarilla de arroz blanco y corteza de cacao CCN-51), 200 g de aglutinante (CMC o la maicena o almidón de maíz) y los demás insumos, este proceso fue realizado por medio de la utilización de una balanza digital.

**Mezclado:** Este proceso está dividido en 3 fases y se lo realizó de manera manual:

Preparación del Aglutinante: Consiste en la cocción de la mezcla entre agua a temperatura de 99°C con una disolución de maicena, hasta la obtención de una textura espesa.

Para la preparación del CMC, se procedió a colocar agua en una olla a fuego hasta obtener una temperatura de 99° C y se procedió a la disolución de la misma.

Mezclado 1: Una vez obtenido el peso adecuado de cada partícula (corteza de cacao y cascarilla de arroz) se procedió a un mezclado homogéneo de ambas.

Mezcla 2: Se procedió al agregado del aglutinante (Maicena y CMC) de acuerdo a los requisitos establecidos en cada uno de los tratamientos de esta investigación, hasta la obtención de un mezclado homogéneo.

Mezcla 3: Se procedió al agregado de 50g una disolución de goma con la adición de colorantes (rojo o amarillo).

**Moldeado:** Para esta etapa del proceso se utilizaron moldes de aluminio en forma de bandejas, cada una de ellas fueron cubiertas con papel aluminio, después se procedió a colocar la mezcla moldeando la forma al plato.

**Prensado:** Para esta etapa se utilizó una prensa hidráulica, aplicando un peso de 2.5 kg, se ubicó un envase encima de otro para ejercer presión y poder obtener la forma del molde, el tiempo de prensado aplicado fue de 24h.

**Secado:** Este proceso fue realizado en una esterilizadora de marca Binder, modelo ED-720 a una temperatura de 60°C por 24h.

**Desmoldado:** Esta etapa del proceso consiste en retirar el envase seco del molde y retirar la capa de papel aluminio que se utilizó.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados

### 4.1.1. Resultados del Análisis de Varianza de los análisis físicos y químicos

#### Cuadro 1

ANOVA del contenido de humedad del envase biodegradable tipo bandeja

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Mezcla	16,8517	2	8,42587	58,57	0,0000*
B: Aglutinante	2,65267	1	2,65267	18,44	0,0010*
INTERACCIONES					
AB	11,5596	2	5,77982	40,17	0,0000*
RESIDUOS	1,7264	12	0,143867		
TOTAL (CORREGIDO)	32,7905	17			

**Nivel de confianza:**  $p < 0,05$ ; CV: 3,68; N: 18

**Simbología:** CV= Coeficiente de Varianza; Gl= Grados de libertad; N= Número de unidades experimentales

ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

El cuadro N°1 indica los resultados del contenido de humedad del envase biodegradable, el cual indica diferencia significativa en los niveles: factor A (mezcla  $a_0$  30% de corteza de cacao + 70 % de cascarilla de arroz,  $a_1$  50% corteza de cacao + 50% de cascarilla de arroz y  $a_2$  70% corteza de cacao + 30% de cascarilla de arroz), factor B (aglutinante  $b_0$  CMC y  $b_1$  Maicena), interacción AXB (mezcla y aglutinante), por lo que es importante la ejecución de una prueba de significancia de Tukey ( $p < 0,05$ ) y establecer la diferencia entre las diferentes medias de los niveles de significancia.

## Cuadro 2

*ANOVA del contenido de cenizas del envase biodegradable tipo bandeja*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Mezcla	0,00351407	2	0,00175704	25,78	0,0000*
B: Aglutinante	0,000300942	1	0,000300942	4,42	0,0574
INTERACCIONES					
AB	0,0000501211	2	0,0000250606	0,37	0,6999
RESIDUOS	0,00081796	12	0,0000681633		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0046831	17			

**Nivel de confianza:**  $p < 0,05$ ; CV: 6,24; N: 18

**Simbología:** CV= Coeficiente de Varianza; Gl= Grados de libertad; N= Número de unidades experimentales

ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

El cuadro N°2 con respecto a los valores del análisis de ceniza, el cual indica diferencia significativa en el factor A (mezcla  $a_0$  30% de corteza de cacao + 70 % de cascarilla de arroz,  $a_1$  50% corteza de cacao + 50% de cascarilla de arroz y  $a_2$  70% corteza de cacao + 30% de cascarilla de arroz), para la que hay que realizar una prueba de significación (Tukey  $p < 0,05$ ) y concretar la diferencia entre las mismas; mientras que en los factores B (aglutinante  $b_0$  CMC y  $b_1$  Maicena), interacción AXB (mezcla y aglutinante) no existe diferencia significativa. Se demostró que el contenido de cenizas varía de acuerdo con la mezcla de la materia prima utilizada.

### Cuadro 3

ANOVA del grosor de la pared del envase biodegradable tipo bandeja

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Mezcla	0,0608333	2	0,0304167	2,43	0,1297
B: Aglutinante	0,00888889	1	0,00888889	0,71	0,4156
INTERACCIONES					
AB	0,00527778	2	0,00263889	0,21	0,8126
RESIDUOS	0,15	12	0,0125		
TOTAL (CORREGIDO)	0,225	17			

Nivel de confianza:  $p < 0,05$ ; CV: 22,36; N: 18

Simbología: CV= Coeficiente de Varianza; Gl= Grados de libertad; N= Número de unidades experimentales

ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

En el cuadro N°3 se observa que no hay diferencia significativa en los niveles: factor A (mezcla  $a_0$  30% de corteza de cacao + 70 % de cascarilla de arroz,  $a_1$  50% corteza de cacao + 50% de cascarilla de arroz y  $a_2$  70% corteza de cacao + 30% de cascarilla de arroz), factor B (aglutinante  $b_0$  CMC y  $b_1$  Maicena), interacción AXB (mezcla y aglutinante), se determinó que sin importar la mezcla de ambas materias primas y el tipo de aglutinante en la prueba de determinación del espesor se obtuvieron resultados estadísticamente iguales.

### Cuadro 4

ANOVA del grosor parte baja del envase biodegradable tipo bandeja

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Mezcla	0,0552111	2	0,0276056	0,42	0,6654
B: Aglutinante	0,0018	1	0,0018	0,03	0,8711
INTERACCIONES					
AB	0,0134333	2	0,00671667	0,10	0,9033
RESIDUOS	0,785933	12	0,0654944		
TOTAL (CORREGIDO)	0,856378	17			

Nivel de confianza:  $p < 0,05$ ; CV: 22,36; N: 18

Simbología: CV= Coeficiente de Varianza; Gl= Grados de libertad; N= Número de unidades experimentales

ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

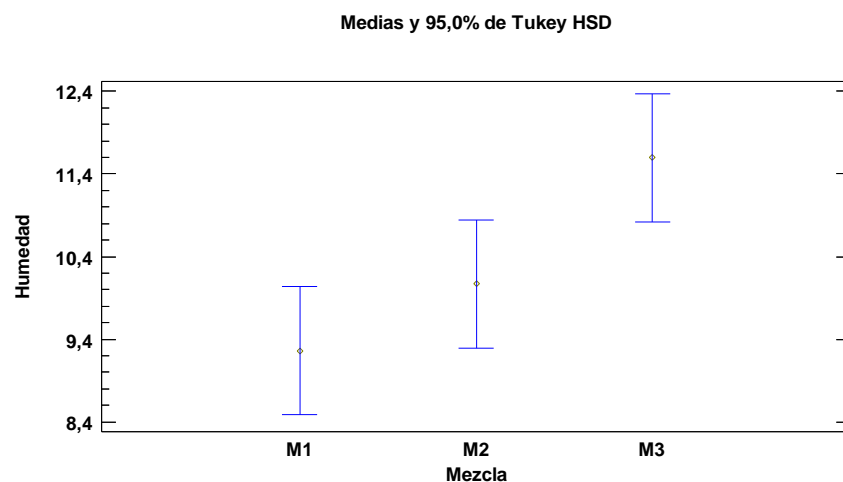
En el cuadro N°4 se observa que no hay diferencia significativa en los niveles: factor A (mezcla a<sub>0</sub> 30% de corteza de cacao + 70 % de cascarilla de arroz, a<sub>1</sub> 50% corteza de cacao + 50% de cascarilla de arroz y a<sub>2</sub> 70% corteza de cacao + 30% de cascarilla de arroz), factor B (aglutinante b<sub>0</sub> CMC y b<sub>1</sub> Maicena), interacción AXB (mezcla y aglutinante), se determinó que sin importar la mezcla de ambas materias primas y el tipo de aglutinante en la prueba de determinación del espesor se obtuvieron resultados estadísticamente iguales.

#### 4.1.2. Resultados de las medias mediante la prueba de significación de Tukey de los análisis físico químicos

##### 4.1.2.1. Resultados obtenidos en el factor A (mezcla corteza de cacao y cascarilla de arroz) de los análisis físicos químicos.

### Figura 1

Resultados de las diferencias de medias entre las mezclas (M1, M2 y M3) prueba de significancia Tukey del análisis de humedad

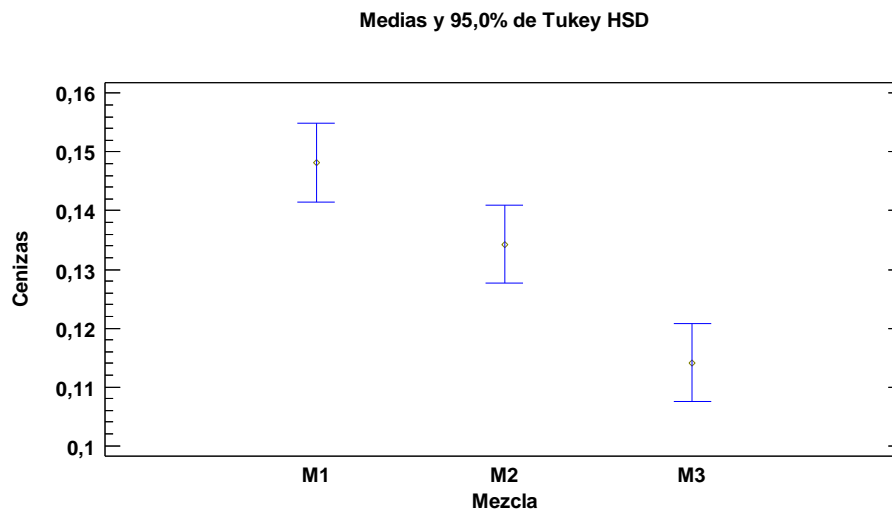


ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

*Nota.* El gráfico 1, presenta diferencia significativa en el análisis de humedad del envase biodegradable con una cantidad superior en a<sub>2</sub> M3 (70% corteza de cacao + 30% cascarilla de arroz) de 11.6%, seguido a<sub>1</sub> M2 (50% corteza de cacao + 50% cascarilla de arroz) con un 10.7%, mientras que el valor más bajo es a<sub>0</sub> M1 (30% corteza de cacao + 70% cascarilla de arroz) con un 9.26%.

## Figura 2

*Resultados de las diferencias de medias entre las mezclas (M1, M2 y M3) prueba de significancia Tukey del análisis de cenizas*

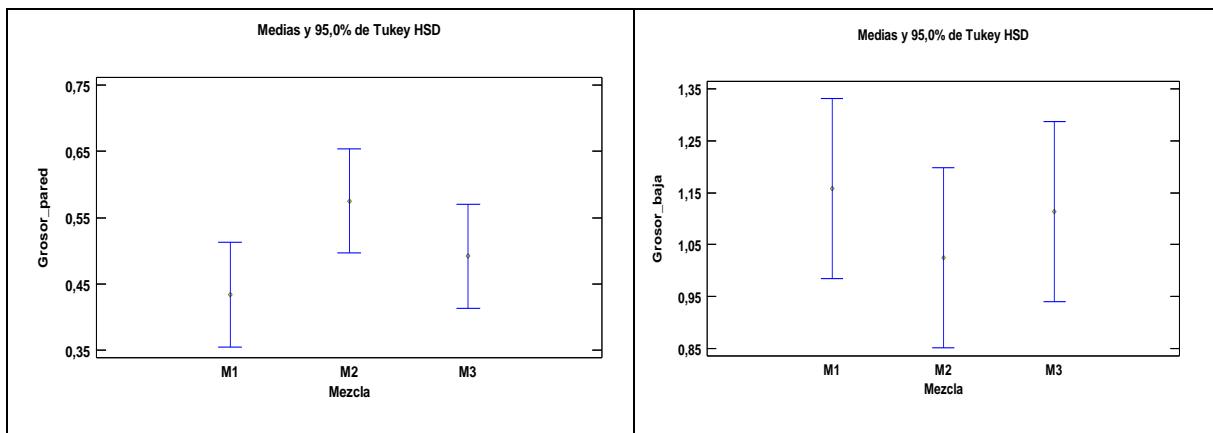


ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

*Nota.* El gráfico 2, presenta diferencia significativa en el análisis de ceniza del envase biodegradable con una cantidad superior en a<sub>0</sub> M1 (30% corteza de cacao + 70% cascarilla de arroz) de 0,15% correspondiente al grupo C y con respecto al valor más bajo un 0,11% en a<sub>3</sub> M3 (70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz) correspondiente al grupo A.

### Figura 3

Resultados de las diferencias de medias entre las mezclas (M1, M2 y M3) prueba de significancia Tukey del análisis de grosor de la pared y parte baja del envase



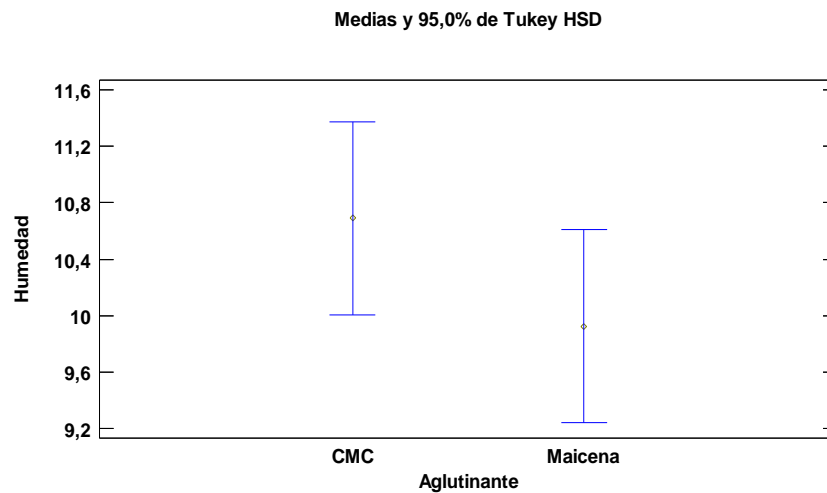
ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

*Nota.* El gráfico 3, no presentó diferencia significativa con respecto a los valores de la determinación del grosor de la pared y parte baja del envase biodegradable de tipo bandeja en las diferentes mezclas de los residuos de corteza de cacao y cascarilla de arroz, estos estadísticamente son considerados iguales y pertenecen a los valores del grupo A.

4.1.2.2. *Resultados obtenidos en el factor B Aglutinante (CMC y Maicena) de los análisis físicos químicos.*

**Figura 4**

*Resultados de las diferencias de medias entre el tipo de Aglutinante (CMC y Maicena) prueba de significancia Tukey del análisis de humedad*

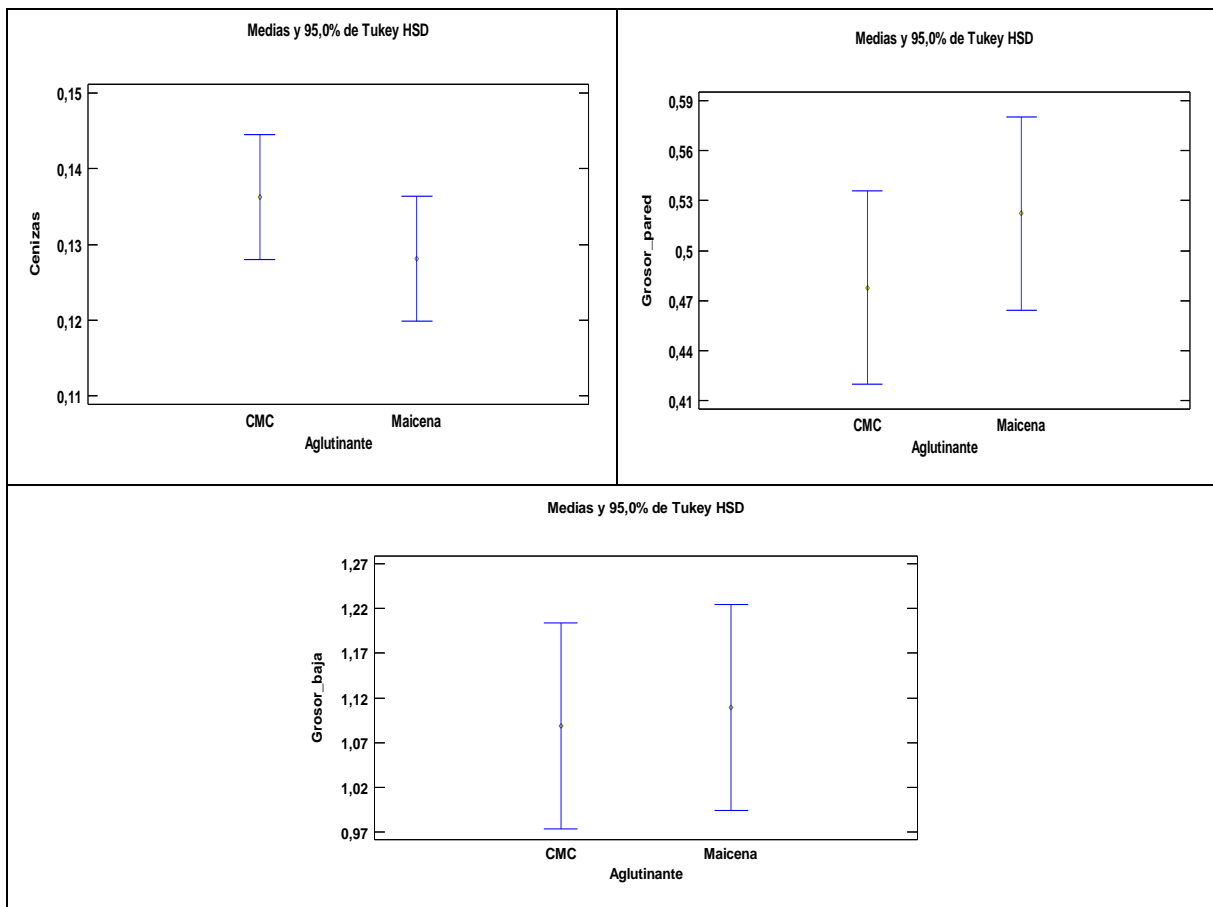


ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

*Nota.* El gráfico 4, presenta diferencia significativa entre los valores de humedad con respecto a los tipos de aglutinantes utilizados en la elaboración del envase biodegradable, siendo el 10.69% el valor más alto correspondiente al b<sub>0</sub> CMC y el 9.92% el valor más bajo correspondiente al b<sub>1</sub> Maicena.

**Figura 5**

*Resultados de las diferencias de medias entre el tipo de Aglutinante (CMC y Maicena) prueba de significancia Tukey del análisis de ceniza*



ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

*Nota.* El gráfico 5, no presentó diferencia significativa con respecto a los valores de la determinación de cenizas, grosor de la pared y parte baja del envase biodegradable tipo bandeja en los tipos de aglutinantes utilizados, estos estadísticamente son considerados iguales y pertenecen a los valores del grupo A.

**4.1.2.3. Resultados con respecto a la interacción AxB (Mezcla + Aglutinante) de los análisis físicos químicos.**

**Figura 6**

*Resultados de las diferencias de medias entre las mezclas (corteza de cacao y cascarilla de arroz) y aglutinante (CMC y maicena), por medio de la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ), 1. - Contenido de humedad (DS)*

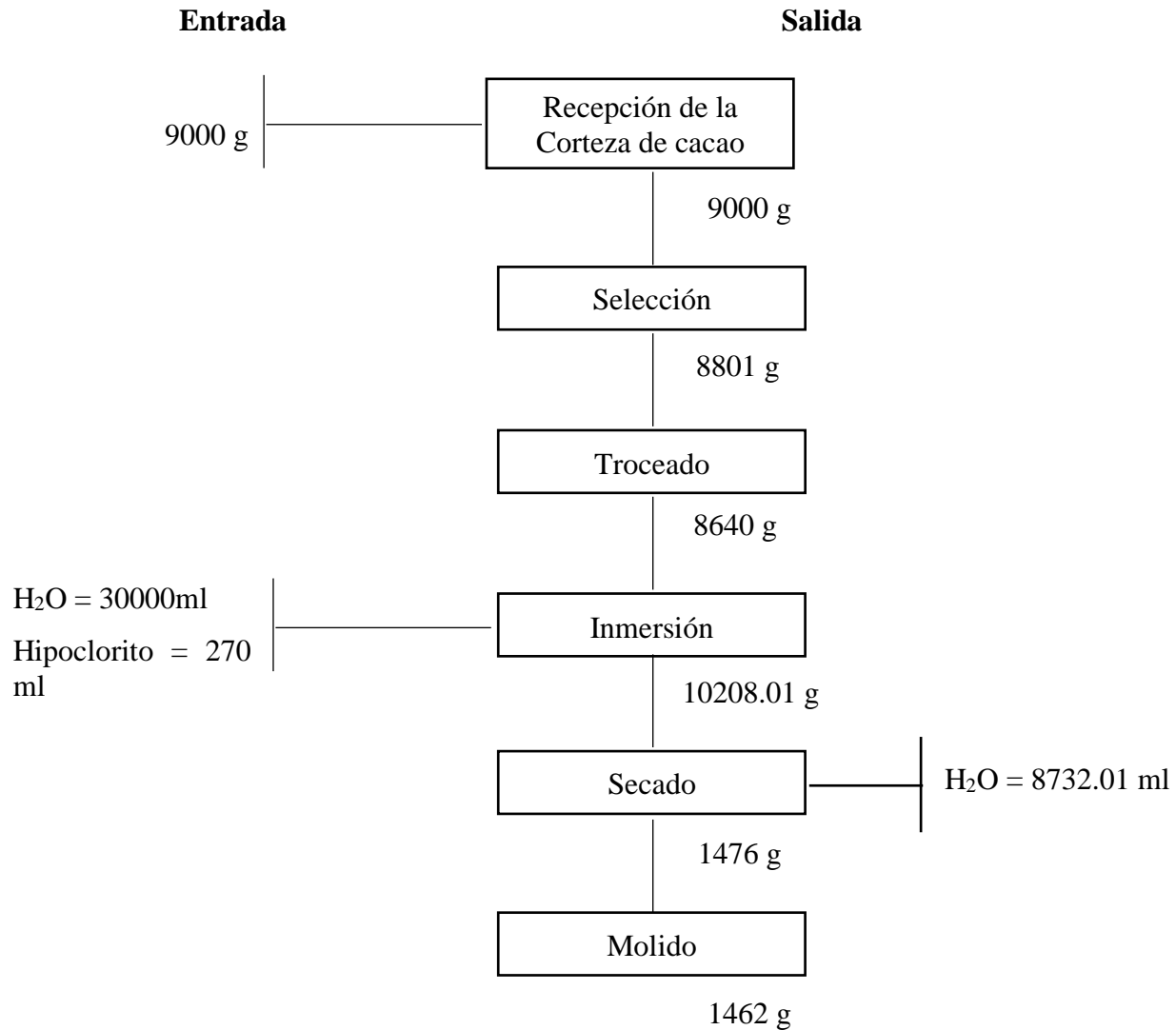
Factor AxB	Humedad %	Cenizas %	Grosor Pared (mm)	Grosor parte baja (mm)
30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC	8,9 <sup>A</sup>	0,15 <sup>C</sup>	0,43 <sup>A</sup>	1,18 <sup>A</sup>
30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + Maicena	9,63 <sup>AB</sup>	0,14 <sup>C</sup>	0,43 <sup>A</sup>	1,13 <sup>A</sup>
50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz + CMC	10,09 <sup>B</sup>	0,14 <sup>BC</sup>	0,55 <sup>A</sup>	0,98 <sup>A</sup>
50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz + Maicena	10,05 <sup>B</sup>	0,13 <sup>ABC</sup>	0,6 <sup>A</sup>	1,07 <sup>A</sup>
70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz + CMC	13,09 <sup>C</sup>	0,12 <sup>AB</sup>	0,45 <sup>A</sup>	1,1 <sup>A</sup>
70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz + Maicena	10,1 <sup>B</sup>	0,11 <sup>A</sup>	0,53 <sup>A</sup>	1,13 <sup>A</sup>

ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

*Nota.* En el gráfico 9, se encontró diferencia significativa en la interacción entre las mezclas (corteza de cacao y cascarilla de arroz) y el tipo de aglutinante (CMC y Maicena) en el contenido de humedad, donde se obtuvo un mayor valor de 13,09% para (a<sub>2</sub>b<sub>0</sub>) (70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz + CMC) y con respecto al valor menor 8,9% en (a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>) (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz). Con respecto a los otros parámetros no se encontró DS, determinando que, sin importar la mezcla de ambas materias primas (corteza de cacao y cascarilla de arroz) y el tipo de aglutinante (maicena y CMC) en los parámetros de cenizas, grosor pared y parte baja se obtuvieron resultados estadísticamente iguales.

**4.1.3. Determinación del rendimiento que se obtiene en el proceso de elaboración del envase biodegradable tipo bandeja a partir de residuos de corteza de cacao y cascarilla de arroz, utilizando la fórmula de rendimientos para productos**

**4.1.3.1. Balance de materia del proceso de obtención de partículas de la corteza del cacao.**



ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

**Interpretación:** El balance de materia indica pérdidas en cada una de las fases del proceso, con una muestra de 9000g, destacando mayor pérdida en el proceso de secado, debido a la pérdida

de humedad del residuo al ser sometido a una temperatura de 60°C con un tiempo de 48h. Donde se determinó que la corteza de cacao obtuvo un porcentaje de humedad del 85.54 % debido al proceso de inmersión. Además, según González García (2020), establece que el porcentaje de humedad de la corteza de cacao es del 85% y la corteza de cacao inicial utilizada obtuvo un 82.92 % antes de ser procesada.

Ecuación 4. Ecuación para determinar el rendimiento.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Rendimiento real}}{\text{Rendimiento teórico}} \times 100\%$$

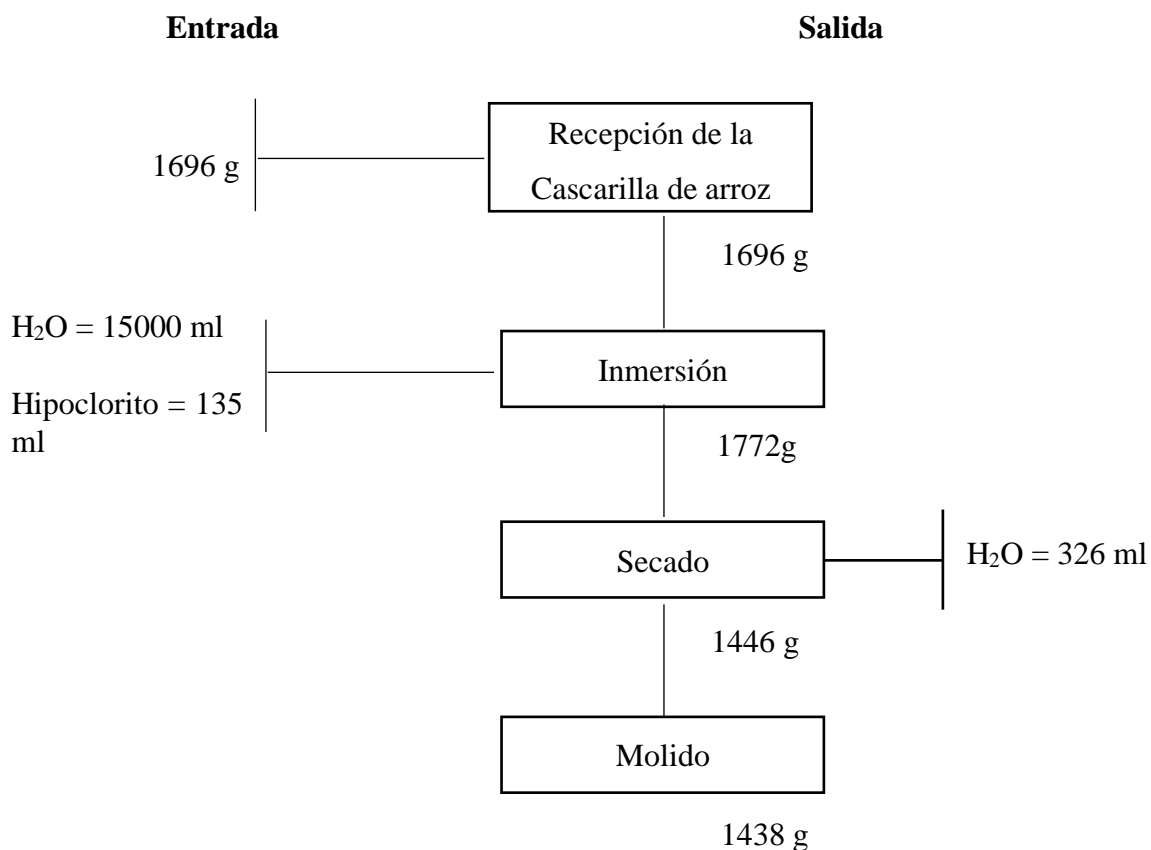
FUENTE: (Rendón Pozo, 2021)

#### **Rendimiento de la partícula de corteza de cacao**

$$\text{Rendimiento} = \frac{1462g}{9000g} \times 100\% = 16.24 \%$$

**Interpretación:** En los resultados arrojados en base al rendimiento de la obtención de partículas de la corteza de cacao se obtuvo un porcentaje del 16.24%, este demostró que la cantidad inicial de materia prima disminuyó en el proceso de secado generando pérdidas. Para el desarrollo de los 18 tratamientos establecidos en esta investigación fue necesario empezar con una cantidad de 9000 g de corteza de cacao.

#### 4.1.3.2. Balance de materia del proceso de obtención de partículas de la cascarilla del arroz



ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

**Interpretación:** El balance de materia indica pequeñas pérdidas en cada fase del proceso, con una muestra de 1796 g se obtuvo 1438 g de partículas, destacando mayor pérdida en el proceso de secado debido a la pérdida de humedad al ser sometido a una temperatura de 60° C con un tiempo de 24h. Donde se determinó que la cascarilla de arroz obtuvo un 18.38% de humedad debido al proceso de inmersión con un tiempo de 3h a temperatura ambiente.

Ecuación 5. Ecuación para determinar el rendimiento.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Rendimiento real}}{\text{Rendimiento teórico}} \times 100\%$$

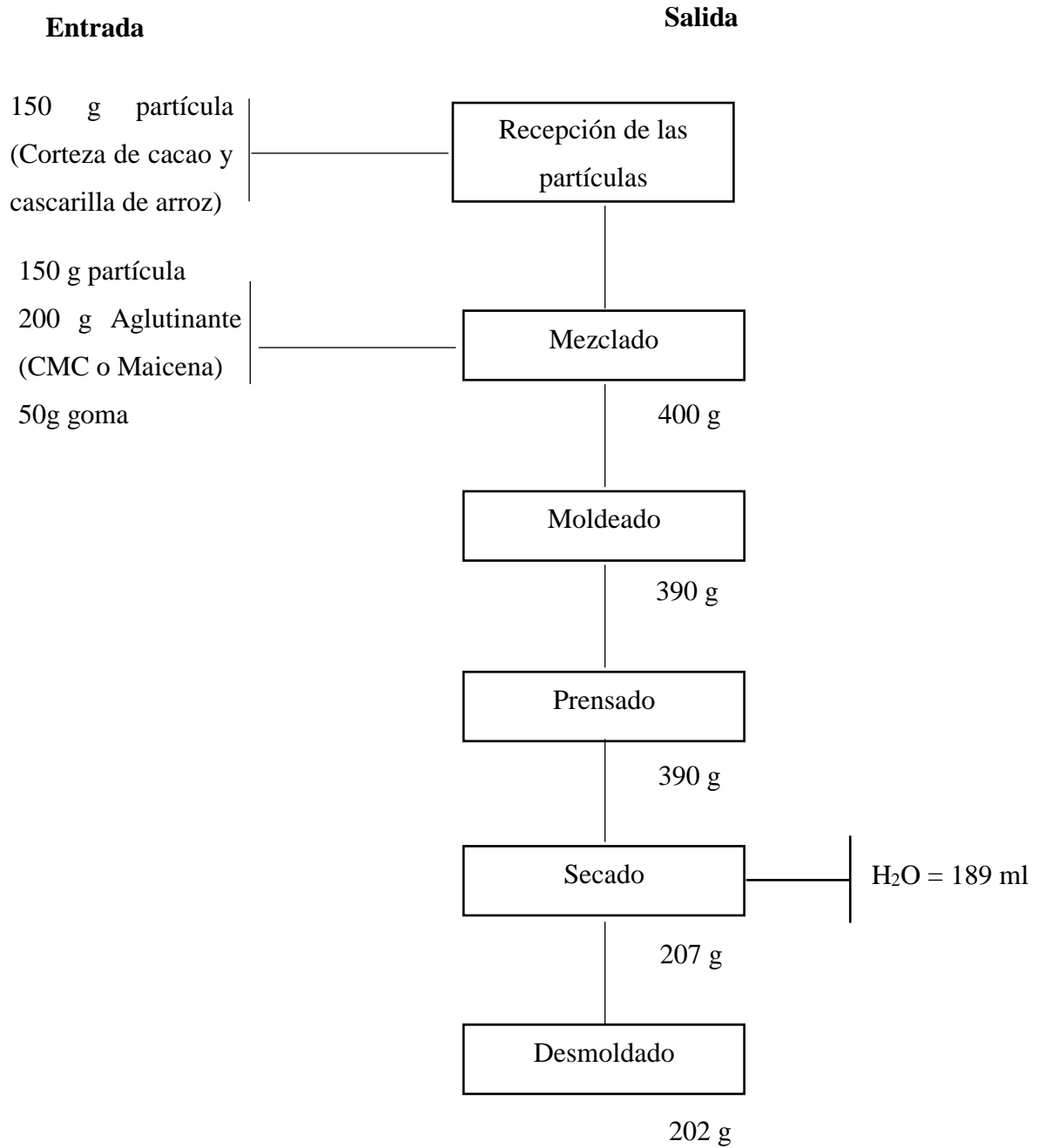
FUENTE: (Rendón Pozo, 2021)

### **Rendimiento de la partícula de la cascarilla de arroz**

$$\text{Rendimiento} = \frac{1438g}{1796g} \times 100\% = 80.06 \%$$

**Interpretación:** En los resultados arrojados en base al rendimiento de la obtención de partículas de la cascarilla de arroz se obtuvo un porcentaje del 80.06%, demostrando que la cantidad inicial de materia prima disminuye debido al proceso de secado, para el desarrollo de los 18 tratamientos establecidos en esta investigación fue necesario empezar con una cantidad de 1796 g de cascarilla de arroz.

**4.1.3.3. Balance de materia del proceso de elaboración del envase biodegradable tipo bandeja a partir de cascarilla de arroz y corteza de cacao con la adición de Aglutinante (Maicena y CMC).**



ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

**Interpretación:** El balance de materia indica pequeñas pérdidas en el proceso del moldeado debido a que la mezcla se puede quedar adherida a los guantes de las manos, con una mezcla de 400 g se obtuvo un envase con un peso de 202g, destacando mayor pérdida en el proceso de secado debido a la pérdida de humedad obtenida en el proceso del mezclado.

Ecuación 6. Ecuación para determinar el rendimiento.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Rendimiento real}}{\text{Rendimiento teórico}} \times 100\%$$

FUENTE: (Rendón Pozo, 2021)

**Rendimiento del producto final obtenido a partir de la mezcla de (corteza de cacao + cascarilla de arroz) con la adición de Maicena**

$$\text{Rendimiento} = \frac{202g}{400g} \times 100\% = 50.71 \%$$

**Interpretación:** En los resultados arrojados en base al rendimiento de la elaboración de un envase biodegradable se obtuvo un porcentaje del 50,71% demostrando que la cantidad inicial de materia prima un 50,29% del peso se perdió debido al proceso de secado eliminando el contenido de humedad, destacando que en los otros procesos el rendimiento fue de un 99% donde no se presentó pérdida.

## 4.2. Discusión

### 4.2.1. Respecto a la interacción AxB (mezcla y aglutinante) de los parámetros físicos y químicos

Tabla 7  
Parámetros físico químicos (humedad, ceniza, grosor pared y grosor parte baja del envase)  
 $P < 0.05$ .

AxB (Mezcla y Aglutinante)						
Parámetros	M1+CMC	M1+Maicena	M2+CMC	M2+Maicena	M3+CMC	M3+Maicena
Humedad %	8,9 <sup>A</sup>	9,63 <sup>AB</sup>	10,09 <sup>B</sup>	10,05 <sup>B</sup>	13,09 <sup>C</sup>	10,1 <sup>B</sup>
Cenizas %	0,15 <sup>C</sup>	0,14 <sup>C</sup>	0,14 <sup>BC</sup>	0,13 <sup>ABC</sup>	0,12 <sup>AB</sup>	0,11 <sup>A</sup>
Grosor Pared mm	0,43 <sup>A</sup>	0,43 <sup>A</sup>	0,55 <sup>A</sup>	0,6 <sup>A</sup>	0,45 <sup>A</sup>	0,53 <sup>A</sup>
Grosor parte baja mm	1,18 <sup>A</sup>	1,13 <sup>A</sup>	0,98 <sup>A</sup>	1,07 <sup>A</sup>	1,1 <sup>A</sup>	1,13 <sup>A</sup>

**M1**= 30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz, **M2**= 50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz, **M3**= 70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz.

ELABORADO: BOLAÑOS, W. (2023)

En los resultados que presenta la tabla 6, en el contenido de humedad se obtuvo un mayor valor de 13.09% para (a<sub>2</sub>b<sub>0</sub>) (70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz + CMC) y con respecto al valor menor 8.9% en (a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>) (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC); Donde estos valores se encuentran dentro de las investigaciones de, Hernández Gil & Caldas Cortez (2022) en la “Evaluación del uso del pseudotallo de plátano con almidón de maíz termoplásticos para la elaboración de platos biodegradables” establece que el porcentaje de humedad del plato que se analizó fue de 6.7 y 12.6%, además Salmerón Herrera (2019) en su investigación basada en la “Elaboración y caracterización de un material biodegradable utilizando desechos de lechuga de la Planta Poscosecha en la Escuela Agrícola Panamericana” establece que el porcentaje de humedad de su bandeja de material biodegradable presentó el 8.0 ± 0.09% y Romero Domínguez (2019) en su investigación basada en la “Caracterización de bandejas

biodegradables provenientes de diferentes almidones nativo peruanos” indica que los valores obtenidos en su bandeja fueron de 11.79% a 11.97%. Teniendo en cuenta que el porcentaje de humedad obtuvo diferencia significativa en los diferentes tratamientos, debido a los porcentajes de cada una de las dos partículas implementadas en la composición de las diferentes mezclas, donde Díaz Oviedo et al. (2022) indica que la partícula de la corteza de cacao es más higroscópica y absorbe mayor contenido de humedad del ambiente que la cascarilla de arroz.

De acuerdo a los valores obtenidos en la tabla 6, en el contenido de ceniza el valor más alto obtenido es de 0.15% correspondiente al tratamiento 1 ( $a_0b_0$ ) (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC) y con respecto al valor menor 0.11% el tratamiento 2 ( $a_2b_1$ ) (70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz + Maicena); teniendo en cuenta que, aunque en la determinación de cenizas del envase no presentó diferencia significativa, existió una pequeña diferencia en cuanto a los valores de los tratamientos, resaltando que el contenido de cenizas de la materia prima cascarilla de arroz varía entre 14.83 a 23.94% establecido por Gallardo Segura (2014) y de la corteza de cacao de 8.59 % establecido por Castillo et al., (2018). Además, según Zamora Bustillos (2017), indica que la utilización del hipoclorito de sodio en altas concentraciones puede aumentar el contenido de cenizas en el material, destacando que el mismo fue utilizado en el proceso de inmersión como aclaramiento y evitar la contaminación por mohos en la materia prima.

De acuerdo a los valores obtenidos en la tabla 6 el espesor de la pared del envase obtuvo un mayor valor de 0,60mm ( $a_2b_1$ ) (50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz + Maicena) y el menor valor 0,43mm ( $a_0b_0$ ) (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC) y ( $a_0b_1$ ) (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + Maicena), además en los resultados basados en el espesor de la parte baja del envase se obtuvo 1.18 mm siendo ( $a_0b_0$ ) (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC) el mayor valor, referente al menor fue de 0.98mm siendo ( $a_1b_0$ ) (50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz + CMC); donde estos valores no están dentro de los parámetros establecidos por Hernández Gil & Caldas Cortez (2022) en su investigación “Evaluación del uso del pseudotallo de plátano con almidón de maíz termoplásticos para la elaboración de platos biodegradables” en su análisis del espesor del plato fue de 0.2 mm y 0.6 mm. Además, en su investigación Salmerón Herrera (2019) en la

“Elaboración y caracterización de un material biodegradable utilizando desechos de lechuga de la Planta Poscosecha en la Escuela Agrícola Panamericana” establece que su análisis de espesor de la bandeja de material biodegradable fue de  $4.78 \pm 0.2$  mm valores que se encuentran dentro de los establecidos en esta investigación y en los valores de 0.60 mm a 2.80 mm establecidos en la investigación de Díaz Cárdenas (2017) basada en “Caracterización y optimización de una bandeja biodegradable a partir de maíz, papa, soya y glicerol por el método de termoprensado”. Determinando que la variación de los valores obtenidos en esta investigación en comparación con los otros investigadores puede variar debido a las diferentes materias primas que se utilizaron para la ejecución de estas, además el tipo de prensado y la presión ejercida en el proceso para la formación del envase biodegradable de tipo bandeja. Además, destacando que en esta investigación no existió diferencia significativa entre los diferentes tratamientos debido a que se ejerció la misma presión en el proceso del prensado y las mezclas de las partículas con el tipo de aglutinante no influyó en este parámetro.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

- Al evaluar los diferentes tratamientos se determinó que las concentraciones de los residuos (corteza de cacao y cascarilla de arroz) y de aglutinante (CMC y Maicena) se obtuvo como resultado que el tratamiento T<sub>1</sub> correspondiente a la mezcla 1 (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC) presentó mejores resultados en base a la formación del envase de tipo bandeja.
- Mediante un análisis de ANOVA factorial de la evaluación de parámetros físicos químicos del envase biodegradable tipo bandeja se obtuvo como resultado que en base al porcentaje del contenido de humedad el tratamiento T<sub>1</sub> (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC) obtuvo el porcentaje de humedad más bajo, seguido del T<sub>2</sub> (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + Maicena); en base al contenido de ceniza el tratamiento T<sub>6</sub> (70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz + Maicena); y la determinación del grosor el tratamiento T<sub>1</sub> (30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz + CMC) no presentó deformaciones al momento de ser retirado del molde.
- En base a la determinación del rendimiento para el desarrollo de un envase biodegradable tipo bandeja, se llegó a la conclusión por medio del uso de la fórmula que, referente a la materia prima la obtención de partículas de corteza de cacao presentó un 16.24 % debido al contenido de humedad que presenta y al ser sometida al proceso de secado pierde peso; además, la cascarilla de arroz presentó un 80.06 % de la obtención de partículas estableciendo que es factible trabajar con esta materia prima debido a que presenta poca humedad y al ser sometida al proceso de secado no se produce mucha pérdida. En base a la elaboración del producto se obtuvo un 50.71% estableciendo que la gran cantidad de pérdida se encuentra en el proceso de secado del producto.

## 5.2. Recomendaciones

- Para la obtención de partículas en su proceso es necesario la inmersión de la materia prima (corteza de cacao y cascarilla de arroz) en una solución de hipoclorito de sodio por 3 horas, con el objetivo de evitar presencia de mohos en el proceso del desarrollo del envase y como blanqueador de la materia prima.
- Para el proceso del moldeado del envase es necesario aplicar aceite comestible alrededor del molde y posteriormente forrarlo con papel aluminio para evitar que este tenga contacto con la mezcla, además para que al momento de ser retirado no se encuentre adherido al molde y se presenten problemas de deformación.
- Se recomienda ampliar estudios basados en la elaboración de envases biodegradables como alternativa para la disminución del envase de plástico y para la reutilización de desechos agroindustriales.

## **CAPÍTULO VI**

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Agama Acevedo, E., Juárez García, E., EvangelistaLozano, S., Rosales Reynoso, O., & Bello Pérez, L. (2013). Características del almidón de maíz y relación con las enzimas de su biosíntesis. *Agrociencia*, 47(1), 1–12. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30225619001%0ACómo>
- Agama Acevedo, E., Ottenhof, M., Farhat, I., Paredes López, O., Ortiz Cereceres, J., & Bello Pérez, L. (2005). Aislamiento y Caracterización del Almidón de Maíces Pigmentados. *Agrociencia*, 39(4), 419–429. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30239406%0ACómo>
- Agrocalidad. (2021). *BOLETÍN INFORMATIVO INFORME TÉCNICO DE EXPORTACIÓN DE CACAO*. 1–9. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/Informe-cacao.pdf>
- Aguiar Novillo, S., Enríquez Estrella, M., & Uvidia Cabadiana, H. (2022). Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Científica de Investigación*, 27, 5–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.26621/ra.v1i27.80>
- Alianza Basura Cero Ecuador y Universidad Andina Simón Bolívar. (2022). *Ecuador es el tercer país de la región que más basura plástica importa*. <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/desechos-residuos-plasticos-basura-ecuador/>
- Añanca, P., Córdova, D., Correa, J., Palacios, E., & Pascual, D. (2020). Diseño del proceso productivo de envases biodegradables a base de cascarilla de arroz y hojilla de algarrobo en la región Piura [Trabajo de Investigación, Universidad de Piura]. In *Universidad Nacional de Piura*. [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4619/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto\\_BioEnvases.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4619/PYT_Informe_Final_Proyecto_BioEnvases.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Aristizábal Galvis, Johanna Leonardo Moreno, F., & Basto Ospina, G. (2007). Estudio de una nueva técnica e implementación de una línea piloto de proceso para la obtención de dextrinas a partir de almidón de yuca. *Ingeniería e Investigación*, 27(2), 26–33. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64327205%0ACómo>
- Avalos Mezones, A., & Torres Bazán, I. (2018). *Modelo de negocio para la producción y comercialización de envases biodegradables a base de cascarilla de arroz* [Trabajo de

Investigación]. Universidad de Piura.

- Baena, L. M., & García Cardona, N. A. (2012). *Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarilla de las semillas tostadas de Theobroma cacao L. de una industria chocolatera Colombiana* [Trabajo de Grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/66392B139.pdf>
- Barazarte, H., Sangronis, E., & Unai, E. (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): Una posible fuente comercial de pectinas. *SciELO*, 58(1). [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222008000100009](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000100009)
- Barreiro, F., & Coronel, A. (2021). *Bagazo de caña de azúcar (Saccharum officinarum) y almidón de yuca (Manihot esculenta) como sustituto de poliestireno en la elaboración de platos biodegradables* [Proyecto de Investigación]. Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí.
- Bollaín Pastor, C., & Vicente Agulló, D. (2019). Presencia de microplásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública. *Revista Española de Salud Pública*, 93.
- Buteler, M. (2019). ¿ *Qué es la contaminación por Plástico y por qué nos afecta a todos?* 16(28), 56–60.
- Calero Quezada, F., & Vásconez Peñaherrera, L. (2012). *Desarrollo experimental de un aislante térmico utilizando cascarilla de arroz y aglutinantes naturales, en planchas rígidas* [Proyecto de Investigación, Escuela Politécnica del Ejército]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5500/1/T-ESPE-033587.pdf>
- Carballo, E. (2009). Futuro en los plásticos. *Revista Ciencias*, 96, 62–69. <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=64414998007> Ciencias
- Carballo, L., & Galindo, H. (2001). Estudio de los Procesos Sol-gel para la Obtención de un Aglutinante Apropriado para el Peletizado de Alúmina. *Revista Ingeniería e Investigación*, 48, 57–63.
- Castañeta, G., Gutiérrez, A. F., Nacaratte, F., & Manzano, C. A. (2020). Microplástico: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición. *Revista Boliviana de Química*, 37(3), 160–

175. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.37.3.4>

- Castillo, E., Alvarez, C., & Contreras, Y. (2018). Caracterización fisicoquímica de la cáscara del fruto de un clon de cacao ( *Theobroma cacao* L.) Cosechados en Caucagua, estado Miranda, Venezuela. *Revista de Investigación*, 42(95), 154–175. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3761/376160247008/376160247008.pdf>
- Cevallos Ríos, D., & Alvarez Anzules, A. (2016). *Los envases y embalajes del comercio internacional y la normativa Ecuatoriana en la facilitación del comercio Internacional* [Proyecto de Investigación]. Universidad de Guayaquil.
- Chávez Altamirano, C., López Calvopiña, F., Palate Chicaiza, X., & Jacome Pilco, C. (2021). Potencialidad de Biocombustibles a partir de Residuos Orgánicos. *Revista Científica*, 6(21), 40–57. <https://doi.org/https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2021.6.21.2.40-57>
- Cobos Mora, F., Gómez Pando, L., Reyes Borja, W., & Medina Litardo, R. (2021). Sustentabilidad de dos sistemas de producción de arroz, uno en condiciones de salinidad en la zona de Yaguachi y otro en condiciones normales en el sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. *Ecología Aplicada*, 20(1), 65–81. <https://doi.org/doi.org/10.21704/rea.v20i1.169>
- Colcha Lopez, L. (2021). *Agentes antimicrobianos naturales de origen vegetal usados en la conservación de frutas y hortalizas* (Vol. 53, Issue 9) [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7581/1/7>. Trabajo Final Luis Colcha.pdf
- Cristán, A., Ize, I., & Gavilán, A. (2003). La situación de los envases de plástico en México. *Gazeta Ecológica*, 69, 67–82. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53906905.pdf>
- Cruz Ramírez, C., Gómez Ramírez, L., & Uribe Vélez, D. (2017). Manejo biológico del tamo de arroz bajo diferentes relaciones C : N empleando co- inóculos microbianos y promotores de crecimiento vegetal Bio-based management of rice straw under different C : N ratios using microbial co-inocula and plant growth promoter. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XIX(2), 47–62. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77654661006>

- Cuéllar G, O., Quím, T., & Guerrero A, G. (2012). Actividad antibacteriana de la cáscara de cacao, *Theobroma cacao* L. *Revista MVZ Cordoba*, 17(3), 3176–3183. <https://doi.org/10.21897/rmvz.218>
- Delgado Gutiérrez, N. (2018). *Plan de manejo integral de residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao en la hacienda Bellavista, Luz de América, provincia de Azuay-Ecuador* [Trabajo de Investigación]. Universidad de Cuenca.
- Díaz Cárdenas, X. (2017). *Caracterización y optimización de una bandeja biodegradable a partir maíz, papa, soya y glicerol por el método de termoprensado* [Proyecto especial]. Escuela Agrícola Panamericana.
- Díaz Oviedo, A. F., Ramón Valencia, B. A., & Moreno Contreras, G. 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>
- Gallardo Segura, J. G. (2014). Propuesta para la producción y comercialización de fertilizante orgánico para gramíneas, usando cascarillas de arroz, en la Provincia del Guayas (Trabajo titulación) [Universidad de Guayaquil]. In *Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil*. [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8007/1/BCIEQ-T-0016 Gallardo Segura Joamelly Guianella.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8007/1/BCIEQ-T-0016%20Gallardo%20Segura%20Joamelly%20Guianella.pdf)
- García, L., García, A., Olaya, P., Rosas, G., & Vignolo, D. (2019). *Diseño del proceso productivo de bandejas biodegradables a partir de fécula de maíz (trabajo de investigación)*. Universidad de Piura.
- García Quiñónez, A. V. (2015). Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz. *International Journal of Modern Physics B*, 21, 52. <https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2015-Obtencion-de-un-polimero-biodegradable.pdf>
- González García, D. G. (2020). *Sustitución parcial de la harina de trigo (triticum spp) por la de corteza de cacao (theobroma cacao) en la elaboración de galletas aplicando el metodo polish* [Trabajo Experimental, Universidad Agraria Del Ecuador]. [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GONZALEZ GARCIA DAYANA GISELLA.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GONZALEZ%20GARCIA%20DAYANA%20GISELLA.pdf)

- Hernández Gil, K., & Caldas Cortez, L. (2022). *Evaluación del uso del Pseudotallo de plátano con almidón de maíz termoplástico para la elaboración de platos Biodegradables* [Proyecto de investigación, Universidad de Guayaquil]. <http://www.fiq.ug.edu.ec/>
- Huerta Andrade, E. D., & Tenorio Chisaguano, E. R. (2020). *Diseño de un prototipo de envase biodegradable a partir de la fibra de agave (Proyecto de Investigación)* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6999/1/PC-000969.pdf>
- INEC. (2019). *Módulo de Información Ambiental en Hogares*.
- INEN. (1980). *Determinación de la ceniza Harinas de origen vegetal*. 1–3. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/520.pdf>
- INEN. (1987). *Determinación del contenido de humedad INEN 1513*.
- INEN. (2013). *Determinación del espesor en Papeles y Cartones*. 1–7.
- Jaén, M., Esteve, P., & Banos González, I. (2019). Los futuros maestros ante el problema de la contaminación de los mares por plásticos y el consumo. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 16(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.25267/>
- Labeaga Viteri, A. (2018). *Polímeros biodegradables importancia y potenciales aplicaciones* [Tesis de fin de Máster]. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Llerena Gonzales, J., & Monzón Martínez, L. (2017). *Elaboración de un envase biodegradable a partir de almidón obtenido de arroz quebrado (Oryza Sativa), queratina obtenida de residuos avícolas (plumas) fortificado con residuos de cáscaras de mango (Mangifera Indica)* [Trabajo Fin de Grado]. Universidad Católica de Santa María.
- Loor Vera, J. (2017). *Natural Elaborado a Base De Utilizadas Como Rellenos De* [Universidad Autónoma de Barcelona]. [https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2017/hdl\\_2072\\_306407/TFM\\_jloorvera.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2017/hdl_2072_306407/TFM_jloorvera.pdf)
- López, G. (2012). *Ventajas y Desventajas de los Plásticos Degradables para su Aplicación en la Agricultura Sustentable o Ecológica* [Caso de Estudio]. Universidad Centro de Investigación en Química Aplicada.

- MAG. (2021, May 6). *Inician las primeras exportaciones de arroz con destino a Colombia – Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <https://www.agricultura.gob.ec/inician-las-primeras-exportaciones-de-arroz-con-destino-a-colombia/>
- Márquez Siguan, M. (2014). *Cenizas y Grasas* [Proyecto de Investigación]. Universidad Nacional de San Agustín.
- Martín, Y., Soto, F., Rodríguez, Y., & Morejón, R. (2010). El sistema intensivo de cultivo del arroz (SICA) disminuye la cantidad de semillas para la siembra, aumenta los rendimientos agrícolas y ahorra el agua de riego. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 70–73. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193214880008>0ACómo
- Martines, E., & Lira, L. (2010). *Análisis y aplicación de las expresiones del contenido de humedad en sólidos*. 1–6.
- Mathon, Y. (2012). Envases y Embalajes. *INTI*, 24.
- Mendoza, A., Correa, M., Maqueira, I., Marrero, D., Pérez Sieres, N., & Comas, P. (2011). Identificación de aglutinantes proteicos en obras de arte pictóricas cubanas. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 42(2–3), 1–9. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181623057005>0ACómo
- Ministerio del Ambiente y Agua. (2020). *Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos municipales*.
- Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). *Programa de seguimiento de basuras marinas en playas*.
- Molina Cedeño, C., Pillco Herrera, B., Salazar Muñoz, E., Coronel Espinoza, B., Sarduy Pereíra, L., & Diéguez Santana, K. (2020). Producción más limpia como estrategia ambiental preventiva en el proceso de elaboración de pasta de cacao . Un caso en la Amazonia Ecuatoriana. *Industrial Data*, 23(2), 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.15381/idata.v23i2.17640>
- Pardo, L., Menéndez, J., & Girauo, M. (2011). Envases biodegradables: una necesidad de compromiso. *La Alimentación Latinoamericana*, 292. <http://www.publitec.com.ar/contenido/objetos/Envasesbiodegradables.pdf>

- Pérez Antolinez, L. L., Paz Astudillo, I. C., Sandoval Aldana, A. P., & Peñaloza Atuesta, G. C. (2020). Uso de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) para la remoción de cromo en solución acuosa. *Revista EIA*, 17(34), 1–13. <https://doi.org/10.24050/reia.v17i34.1393>
- Pignatelli, P., & Tomaseti Solano, E. (2020). Una aproximación empírica al análisis de las percepciones del consumidor sobre el envase. *Innovar*, 30(75), 19–29. <https://doi.org/https://doi.org/10.15446/innovar.v30n75.83236>
- Poggio, F., Ciannamea, E., Castillo, L., & Barbosa, S. (2016). Desarrollo de recipientes activos y biodegradables para cultivos agrícolas. *Avances En Ciencias e Ingeniería*, 7(2), 17–25. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323646310003%0ACómo>
- Rendón Pozo, A. (2021). *Evaluación del material celulósico proveniente de residuos derivados de la Agroindustria del maíz (Zea mays) para el proceso de elaboración de cartón* [Proyecto de investigación]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Riera, M. A., Maldonado, S., & Palma, R. (2018). Residuos agroindustriales generados en Ecuador para la elaboración de bioplásticos. *Revista Ingeniería Industrial*, 17(3), 227–246. <https://doi.org/10.22320/S07179103/2018.13>
- Riera, M. A., & 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.
- Riofrio, C., Oviedo, C., & Navarro, D. (2019). Importancia De Productos Biodegradables En Ecuador. *Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana*. <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/06/productos-biodegradables-ecuador.html>
- Rivera, C., Contreras, F., Ariza, W., Bonilla, S., & Cruz, A. (2019). Los empaques biodegradables, una respuesta a la conciencia ambiental de los consumidores. *Realidad Empresarial*, 7. <https://doi.org/10.5377/reuca.v0i7.7830>
- Rivera Garibay, O., Álvarez Filip, L., Rivas, M., Garelli Ríos, O., Pérez Cervantes, E., & Estrada Saldívar, N. (2020). *Impacto de la contaminación por plásticos en áreas naturales protegidas mexicanas*.
- Rives Castillo, S., Bautista Baños, S., Correa Pacheco, Z., & Ventura Aguilar, R. (2020). Situación actual de los envases utilizados para la conservación postcosecha de productos

- hortofrutícolas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 21(1), 17–24.  
<https://www.redalyc.org/journal/813/81363356002/81363356002.pdf#page=1&zoom=auto,-20,852>
- Rodríguez Saucedo, E. N. (2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*, 7(1), 153–170.  
<https://doi.org/10.35197/rx.07.01.2011.14.er>
- Rodríguez Saucedo, R., Rojo Martínez, G., Martínez Ruiz, R., Piña Ruiz, H., Ramírez Valverde, B., Vaquera Huerta, H., & Cong Hermida, M. (2014). Envases inteligentes para la conservación de alimentos. *Ra Ximhai*, 10(6), 151–173.
- Romero Domínguez, J. R. (2019). *Caracterización de bandejas biodegradables provenientes de diferentes almidones nativos peruanos* [Tesis, Universidad Nacional De Trujillo].  
[https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/17049/Hernández Chávayrri%2C Karla Yajaira.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/17049/Hernández%20Karla%20Yajaira.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Romero Sáez, M. (2022). Los residuos agroindustriales , una oportunidad para la economía circular. *TecnóLogicas*, 25(54).  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344271354013%0AEsta>
- Ruilova Cueva, M., & Hernández Monzón, A. (2014). Evaluación de residuos agrícolas para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. *ICIDCA*, 48(1), 54–59.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223131337008%0ACómo>
- Ruiz, M., Pastor, K., & Acevedo, A. (2013). Biodegradabilidad de artículos desechables en un sistema de composta con lombriz. *Informacion Tecnologica*, 24(2), 47–56.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000200007>
- Salguero, S., & Gutiérrez, A. (2019). *Sistema de empaque, envase, embalaje y etiquetas*.
- Salmerón Herrera, F. I. (2019). *Elaboración y caracterización de un material biodegradable utilizando desechos de lechuga de la Planta Poscosecha en la Escuela Agrícola Panamericana*. 1–58.
- Sampedro González, T. S. (2022). *Biomateriales obtenidos por fermentación para su aplicación como envase y empaque de productos cárnicos crudos* [Proyecto de Investigación].

Universidad Técnica de Ambato.

- Santos Hernández, N., Miranda Caballero, A., Ipsán Pedrera, N., & Ribet Molleda, Y. (2015). El vertimiento de cascarilla de arroz y el medio ambiente. *Avances*, 17(2), 165–174. <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/8/478>
- Sierra Aguilar, J. (2009). *Alternativas de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en Colombia* [Modalidad Monografía]. Universidad de Sucre.
- Sigüencia Avila, J. M., Delgado Noboa, J. W., Posso Rivera, F. R., & Sánchez Quezada, J. P. (2020). Estimación del potencial de producción de bioetanol para los residuos de la corteza del cacao en Ecuador. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1–20. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num3\\_art:1429](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1429)
- Teneda Llerena, W. F., Guamán Guevara, M. D., & Oyaque Mora, S. M. (2019). Factores determinantes del consumo de infusión de la Cascarilla de Cacao (*Theobroma cacao* L.): Caso Tungurahua-Ecuador. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 19(22), 23–34. <https://doi.org/10.47189/rcct.v19i22.251>
- Torres Giraldo, D. A. (2018). *Caracterización de la cascarilla de arroz y extracción de celulosa* [Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/39503/u821604.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres Merlo, O., Cuarán Guerrero, M., & Quintero Vivero, A. (2022). La producción biodegradable como alternativa para reducir la contaminación por plástico en el Cantón San Lorenzo. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(S3), 188–194.
- Torres Rodríguez, A., Bernal Vera, M., & Castaño Ramírez, E. (2013). Evaluación ambiental de la práctica “Embolsado” en plátano (*Musa AAB Simmonds*). *Revista Luna AZUL*, 36, 91–109.
- Valencia García, F., Millán Cardona, L., Estepa Estepa, C., & Botero Torres, S. (2008). Efecto de la sustitución con polydextrosa y CMC en la calidad sensorial de tortas con bajo contenido de sacarosa. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), 63–67.
- Vargas Corredor, Y. A., & Pérez Pérez, L. I. (2018). Aprovechamiento de residuos

agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1), 59–72. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>

Vivanco Font, E. (2019). Envases plásticos y materiales biodegradables. *BCN, Asesoría Técnica Parlamentaria*, 1–7.

Zambrano Zambrano, G., García Macías, V., Cedeño Palacios, C., & Alcívar Cedeño, U. (2021). Aprovechamiento de la cascarilla de arroz ( *Oryza sativa* ) para la obtención de fibras de celulosa. *Polo Del Conocimiento*, 6(4), 415–437. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i4.2572>

Zamora Bustillos, J. (2017). *Evaluación de la calidad del cartón obtenido a partir del pseudotallo y raquis de la musa acuminata cavendish (banano)* [Proyecto de investigación]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

Anexo 1. Obtención de datos de los análisis físicos químicos.

<b>Mezcla</b>	<b>Aglutinante</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Humedad</b>	<b>Cenizas</b>	<b>Grosor_pared</b>	<b>Grosor_baja</b>
30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz	CMC	1	8,96	0,1574	0,40	1,00
30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz	Maicena	1	10,05	0,1259	0,40	0,90
50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz	CMC	1	10,30	0,1254	0,70	1,50
50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz	Maicena	1	9,75	0,1301	0,55	1,15
70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz	CMC	1	13,06	0,1145	0,35	1,15
70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz	Maicena	1	10,05	0,1146	0,60	0,90
30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz	CMC	2	9,03	0,1501	0,60	1,10
30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz	Maicena	2	9,24	0,1536	0,40	1,15
50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz	CMC	2	9,54	0,1415	0,50	0,70
50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz	Maicena	2	10,49	0,1326	0,55	1,10
70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz	CMC	2	13,63	0,1218	0,55	0,90
70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz	Maicena	2	10,20	0,0999	0,60	1,30
30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz	CMC	3	8,70	0,1556	0,30	1,45
30% cáscara de cacao + 70% cascarilla de arroz	Maicena	3	9,59	0,1465	0,50	1,35
50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz	CMC	3	10,43	0,1423	0,45	0,75
50% cáscara de cacao + 50% cascarilla de arroz	Maicena	3	9,90	0,1339	0,70	0,95
70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz	CMC	3	12,58	0,1181	0,45	1,25
70% cáscara de cacao + 30% cascarilla de arroz	Maicena	3	10,05	0,1160	0,40	1,18

**Autor:** Bolaños, W. (2022)

Anexo 2. Proceso de obtención de Partículas de corteza de cacao y cascarilla de arroz.

<p>Recepción de la materia prima</p>	<p>Inmersión en solución de hipoclorito</p>
	
<p>Secado de la materia prima</p>	<p>Molienda</p>
	
<p>Obtención de Partículas</p>	
	

Anexo 3. Proceso de elaboración de los diferentes tratamientos de la investigación

Recepción de Materia prima e insumos	Pesado
	
Mezclado	Moldeado del envase
	
Prensado	Secado
	

Desmoldado	Envase
	

**Anexo 4.** Obtención de Tratamientos.



Tratamiento 1



Tratamiento 2



Tratamiento 3



Tratamiento 4



Tratamiento 5



Tratamiento 6

Anexo 5. Análisis de cenizas.



Anexo 6. Análisis de humedad.



Anexo 7. Determinación del espesor.

