



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

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

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

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**EVALUACIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARA DEL PLÁTANO  
(*Musa AAB Simmonds*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL MAÍZ  
EN LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO PARA POLLOS  
(BROILER)**

**AUTORES:**

**JEAN CARLOS CHUMO OLALLA  
YANDRI GABRIEL PIN ZAMBRANO**

**TUTOR:**

**ING. RICARDO RAMÓN MONTESDEOCA PÁRRAGA, Ph.D.**

**CALCETA, OCTUBRE DE 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **JEAN CARLOS CHUMO OLALLA**, con cédula de ciudadanía **1315057131** y **PIN ZAMBRANO YANDRI GABRIEL**, con cédula de ciudadanía **1316041811**, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EVALUACIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARA DEL PLÁTANO (*Musa AAB Simmonds*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO PARA POLLOS (BROILER)**, es de autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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



---

**JEAN CARLOS CHUMO OLALLA**

**CC:1315057131**



---

**YANDRI GABRIEL PIN ZAMBRANO**

**CC:1316041811**

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **JEAN CARLOS CHUMO OLALLA**, con cédula de ciudadanía **1315057131** y **PIN ZAMBRANO YANDRI GABRIEL**, con cédula de ciudadanía **1316041811**, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **EVALUACIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARA DEL PLÁTANO (*Musa AAB Simmonds*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO PARA POLLOS (BROILER)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.



---

**JEAN CARLOS CHUMO OLALLA**

**CC:1315057131**



---

**YANDRI GABRIEL PIN ZAMBRANO**

**CC:1316041811**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

**ING. RICARDO RAMÓN MONTESDEOCA PÁRRAGA Ph.D.**, certifica haber tutelado el trabajo de Integración Curricular titulado: **EVALUACIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARA DEL PLÁTANO (*Musa AAB Simmonds*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO PARA POLLOS (BROILER)**, que ha sido desarrollado por **JEAN CARLOS CHUMO OLALLA**, con cédula de ciudadanía **1315057131** y **PIN ZAMBRANO YANDRI GABRIEL**, con cédula de ciudadanía **1316041811**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. RICARDO RAMÓN MONTESDEOCA**  
**CC: 1310832488**  
**TUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes de Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de Integración Curricular titulado: **EVALUACIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARA DEL PLÁTANO (*Musa AAB Simmonds*) COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO PARA POLLOS (BROILER)**, que has sido desarrollado por **JEAN CARLOS CHUMO OLALLA**, con cédula de ciudadanía **1315057131** y **PIN ZAMBRANO YANDRI GABRIEL**, con cédula de ciudadanía, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

ING. DENNYS LENIN ZAMBRANO VELÁSQUEZ, Mgtr.  
CC: 1307433951  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

---

ING. RAMÓN TOBÍAS RIVADENEIRA GARCÍA, Mgtr.  
CC: 1307433951  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

---

ING. JOSÉ FERNANDO ZAMBRANO RUEDAS, Mgtr.  
CC: 1310828460  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa en la realización de esta tesis. Su apoyo, orientación y aliento han sido fundamentales para el éxito de este proyecto.

En primer lugar, quiero agradecer a mi supervisor o asesor de tesis por su guía experta y constante durante todo el proceso. Su conocimiento y experiencia han sido invaluable, y estoy profundamente agradecido por su dedicación y compromiso.

También quiero agradecer a los miembros del tribunal de tesis por su tiempo y esfuerzo en revisar y evaluar este trabajo. Sus comentarios y sugerencias constructivas han mejorado significativamente la calidad de la investigación.

Agradezco a mis profesores y mentores que me han brindado valiosas enseñanzas a lo largo de mi carrera académica. Sus conocimientos y consejos han sido fundamentales para mi desarrollo como estudiante y como investigador.

No puedo dejar de mencionar a mi familia, quienes han sido mi mayor fuente de motivación y apoyo durante toda mi vida. Su amor, comprensión y paciencia han sido fundamentales para alcanzar este logro. Les estoy eternamente agradecido.

En resumen, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que han contribuido de alguna manera en la realización de esta tesis. Su apoyo ha sido invaluable y este logro no habría sido posible sin ustedes. ¡Gracias de todo corazón!

**JEAN CARLOS CHUMO OLALLA**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mis padres María Zambrano y Carlos Pin porque siempre me brindaron su apoyo incondicional, siendo parte de este proceso en toda mi trayectoria académica.

A mis hermanos Josselin, Carolina y José, a todos mis familiares y amigos los que siempre me brindaron su apoyo

Agradezco infinitamente a todos los catedráticos que me brindaron sus conocimientos, consejos y sus buenas vibras a lo largo de mi formación profesional.

A mi tutor Ing. Ricardo Montesdeoca por la guía y la ayuda necesaria en nuestro trabajo de titulación.

**YANDRI GABRIEL PIN ZAMBRANO**

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a Dios y a mis padres, pues sin ellos no lo habría logrado. Los consejos que ellos me han dado hasta el día de hoy, para seguir adelante sin rendirme. Por eso les doy mi trabajo en ofrenda por su paciencia y amor, los amo.

**JEAN CARLOS CHUMO OLALLA**



## **DEDICATORIA**

A Dios en primer lugar por permitirme tener salud y vida en todo este proceso de formación y guiar mis pasos hacia el camino del bien, iluminar mi mente y por ponerme en el camino a excelentes personas.

A mis padres Carlos Pin y María Zambrano por el apoyo incondicional, por sus buenos deseos y por el aliento constante para que no declinen mis fuerzas para conseguir la meta propuesta, también por ser parte fundamental de mi formación profesional y personal.

A toda mi familia por sus buenos deseos en todo mi proceso de formación.

**YANDRI GABRIEL PIN ZAMBRANO**

## CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN .....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	3
1.3. OBJETIVOS .....	4
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.3. HIPÓTESIS .....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. PLÁTANO.....	6
2.1.1. GENERALIDADES DEL PLÁTANO.....	6
2.1.2. SUBPRODUCTOS DEL PLÁTANO.....	7
2.1.3. COMPOSICIÓN DE LOS DESPERDICIOS DEL PLÁTANO .....	8

2.2. CÁSCARA DE PLÁTANO .....	8
2.2.1. PROPIEDADES DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO.....	9
2.2.2. HARINA DE CÁSCARA DE PLÁTANO .....	9
2.2.3. PROPIEDADES DE LA HARINA DE CÁSCARA DE PLÁTANO ..	10
2.2.4. HARINA DE CÁSCARA DE PLÁTANO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL.....	10
2.3. POLLOS BROILER .....	11
2.3.1. ALIMENTACIÓN DEL POLLO BROILER .....	11
2.3.2. RELACIÓN DEL PESO DEL POLLO.....	13
2.4. BALANCEADOS.....	13
2.4.1. TIPOS DE BALANCEADO .....	14
2.4.2. ADITIVOS DE BALANCEADOS .....	15
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	16
3.1. UBICACIÓN.....	16
3.2. DURACIÓN .....	16
3.3. FACTOR EN ESTUDIO.....	16
3.3. NIVELES .....	16
3.4. TRATAMIENTOS .....	16
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	17
3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL .....	17
3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	18

3.8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE PLÁTANO ( <i>Musa AAB Simmonds</i> ) .....	18
3.9. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO INICIAL PARA POLLOS .....	21
3.9.1. DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO INICIAL PARA POLLOS .....	23
3.10. VARIABLES A MEDIR .....	24
3.11. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS.....	24
3.11.1. ANÁLISIS DE TOXICIDAD ALERGÉNICA.....	24
3.11.2. PRUEBA MICROBIOLÓGICA.....	25
3.10.3. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO .....	25
3.12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
4.2. ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DEL BALANCEADO .....	30
4.3. PRUEBAS PARAMÉTRICAS PARA LA VARIABLE GRASA .....	31
4.3.1. PORCENTAJE DE GRASA DEL BALANCEADO .....	31
4.4. PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS.....	33
4.4.1. VARIABLE PROTEÍNA .....	33
4.4.2. VARIABLE HUMEDAD.....	35
9. 4.5. EFECTO DEL BALANCEADO SOBRE EL INCREMENTO DE PESO EN POLLOS .....	37
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	40
5.1. CONCLUSIONES.....	40

5.2. RECOMENDACIONES .....	40
3. BIBLIOGRAFÍA .....	42
4. ANEXOS .....	49

## CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición física de la cáscara de plátano .....	9
<b>Tabla 2.</b> Taxonomía de pollos broiler. ....	11
<b>Tabla 3.</b> Detalle de cada tratamiento. ....	17
<b>Tabla 4.</b> Esquema del ANOVA para los tratamientos surgidos de la investigación. ....	17
<b>Tabla 5.</b> Esquema ANOVA para todos los tratamientos. ....	17
<b>Tabla 6.</b> Unidad experimental de los tratamientos. ....	18
<b>Tabla 7.</b> Criterios de análisis para toxicidad alérgica. ....	24
<b>Tabla 8.</b> Análisis microbiológico aplicado a la harina de cáscara de plátano. ....	25
<b>Tabla 9.</b> Análisis bromatológicos aplicados a las formulaciones de balanceado (tratamientos). .....	25
<b>Tabla 10.</b> Análisis microbiológico de la harina de plátano. ....	29
<b>Tabla 11.</b> Prueba de normalidad para las variables dependientes en estudio. ....	30
<b>Tabla 12.</b> Prueba de homogeneidad para la variable porcentaje de grasa del balanceado. ....	30
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para la variable grasa del balanceado en función de los tratamientos. ....	31
<b>Tabla 14.</b> Prueba de Tukey al 5% de error para los tratamientos en función del porcentaje de grasa (%). ....	31
<b>Tabla 15.</b> Prueba de Kruskal – Wallis para la variable proteína. ....	33
<b>Tabla 16.</b> Subconjuntos homogéneos basados en proteína (%). ....	33
<b>Tabla 17.</b> Prueba de Kruskal – Wallis para la variable humedad. ....	35

<b>Tabla 18.</b> Subconjuntos homogéneos basados en la humedad del balanceado. ....	36
<b>Tabla 19.</b> Comparación de tratamientos y testigo mediante la prueba de Dunnett. ....	38
Tabla 20. Pesos promedios de los pollos Broiler otorgados por los tratamientos (balanceados). .....	38
<b>Tabla 21.</b> Datos de la pendiente, intersección y $R^2$ de los pesos de pollos de acuerdo a cada tratamiento.....	38

## CONTENIDO DE DIAGRAMAS

<b>Diagrama 1.</b> Diagrama de proceso para la obtención de harina de cáscara de plátano .....	20
<b>Diagrama 2.</b> Diagrama de proceso para la elaboración de balanceado con harina de cáscara de plátano.....	23
<b>Diagrama 3.</b> Medias porcentuales de grasa de los tratamientos. ....	32
<b>Diagrama 4.</b> Porcentaje de proteína aportado por los tratamientos. ....	34
<b>Diagrama 5.</b> Porcentaje de humedad aportado por los tratamientos. ....	36
<b>Diagrama 6.</b> Pesos de los pollos en función del tiempo y formulación de balanceado. ....	39

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la harina de cáscara de plátano en el balanceado y la curva de crecimiento en pollos broiler en etapa inicial. Para el efecto, se plantearon tres tratamientos con diferentes porcentajes de harina de cáscara de plátano (25%, 50% y 75%), utilizando además un testigo sin la incorporación de esta harina. La harina fue sometida a pruebas *in vitro* de toxicidad alergénica y a pruebas microbiológicas de mohos y levaduras para descartar toxicidad por micotoxinas, dando negativo en ambas pruebas. En cuanto al balanceado, las sustituciones de la harina de cáscara de plátano, se realizaron dentro del 45% de maíz que poseía cada balanceado. Estas formulaciones fueron sometidas a pruebas bromatológicas mediante, grasa (%), proteína (%) y humedad (%), variables que fueron analizadas mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA), análisis de varianza para la variable grasa y prueba no paramétrica de kruskal Wallis para proteína y humedad. Los resultados indicaron que el mejor tratamiento fue el T1 (Balanceado con 25% harina de cáscara de plátano) presentando medias de 6.07% de grasa, 19.93% de proteína y 13.02% de humedad, resultados dentro de lo estipulado por la norma NTE INEN 1829 (1992-1). Al cabo de 16 días de alimentación de pollos broiler, el T1 otorgó una mayor media de peso a los pollos (275.4 g), estando ligeramente por encima del testigo (271 g).

## PALABRAS CLAVE

Toxicidad alergénica, micotoxinas, mohos y levaduras, peso de pollos, proteína.

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to evaluate the effect of plantain peel meal on the feed balance and growth curve of broiler chickens in the initial stage. For this purpose, three treatments with different percentages of plantain peel meal (25%, 50% and 75%) were used, as well as a control without the incorporation of plantain peel meal. The flour was subjected to in vitro tests for allergenic toxicity and microbiological tests for molds and yeasts to rule out toxicity due to mycotoxins, with negative results in both tests. As for the balancing, the substitutions of banana peel meal were made within the 45% corn content of each feed. These formulations were subjected to bromatological tests using fat (%), protein (%) and moisture (%), variables that were analyzed using a Completely Randomized Design (CRD), analysis of variance for the fat variable and non-parametric kruskal Wallis test for protein and moisture. The results indicated that the best treatment was T1 (Balanced with 25% banana peel meal), presenting means of 6.07% fat, 19.93% protein and 13.02% moisture, results within the stipulations of NTE INEN 1829 (1992-1). After 16 days of broiler feeding, T1 gave a higher average broiler weight (275.4 g), being slightly above the control (271 g).

## **KEY WORDS**

Allergenic toxicity, mycotoxins, molds and yeasts, chick weight, protein.



# **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

En la industria avícola, el balanceado es de vital importancia para conseguir el crecimiento y desarrollo deseado de las aves (Sánchez et al., 2021), convirtiéndose en un factor relevante para el logro de la máxima expresión productiva; sin embargo, atendiendo lo mencionado por Gómez et al. (2011) debido a los avances genéticos que realizan las diferentes compañías, al modificarse la ganancia de peso y disminuyendo hasta un día el ciclo de crianza de las aves, también se vuelven cambiantes los requerimientos nutrimentales en la alimentación de los pollos de engorde.

En cuanto a los requerimientos alimenticios al resaltar la calidad de la materia prima en materia de productividad, una de las principales problemáticas identificadas son los elevados costos que le representa adquirir el concentrado a pequeños compradores, necesitando por lo tanto incorporar la búsqueda de formulaciones alternativas con ingredientes locales que permitan aumentar la productividad. De acuerdo con Delgado et al. (2013) la posibilidad de utilizar recursos y materias primas locales para la elaboración de alimentos alternativos puede suplir una parte de la ración alimenticia suministrada.

Por otro lado, es relevante la elaboración de alimentos balanceados digestibles que aporten a las necesidades nutrimentales del animal, para garantizar la integridad intestinal que propicie una mayor absorción de los nutrientes, sin embargo, identificar si los insumos son idóneos es la tarea investigativa a desarrollar, considerándose para este fin utilizar la cáscara del plátano, la cual no es aprovechada por el desconocimiento de la utilidad de este residuo.

Se debe entender que existen muchas industrias productoras de grandes cantidades de residuos, entre ellos las cáscaras que muchas veces son desaprovechados y no se les da utilidad alguna, siendo desvalorizadas y

eliminadas sin considerar su aporte nutricional (González, 2018). Generando una problemática ligada al desperdicio que según la FAO (2022), se ve más arraigada en América Latina y el caribe donde cada año la región pierde o desperdicia alrededor del 15% de sus alimentos disponibles.

Actualmente en el Ecuador un cierto porcentaje de personas ignoran que desperdiciar suministros de alimentos afecta al ecosistema (Cedeño, 2016), incrementando la ausencia de responsabilidad o desaprovechamiento de recursos valiosos, entre los cuales se puede mencionar el plátano que en palabras de Carrión (2013) no es aprovechado en su totalidad, al contener 60% de pulpa y 40% de cáscara, esta última no se le da ningún valor comercial, llevando ello a que de una caja de plátano de 18,14 kg se desperdicien aproximadamente 7,25 kg.

Uno de los factores que conlleva al desarrollo del presente estudio es que normalmente el banano de rechazo o banano tipo II, el cual se comercializa internamente en algunas ciudades, para ser utilizado en la alimentación animal o en la elaboración de productos alimenticios, no todo es consumido y termina siendo rechazado, muchas veces sin aplicar técnicas correctas para el manejo de desperdicios, terminando desechados en botaderos no autorizados, a cielo abierto, expuesto a la degradación natural, lo que en concordancia con lo mencionado por Rojas et al. (2019), se ha convertido en un problema para la industria en cuanto al almacenamiento y disposición final, para el ambiente porque son dispuestos en fuentes de agua y cerca de ellas, promoviendo la proliferación de plagas, malos olores, contaminación del suelo y del agua.

Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado en la actualidad la cáscara de plátano no es aprovechada en su totalidad debido al desconocimiento de las propiedades nutricionales y a la falta de interés de industrialización de los residuos del plátano, lo cual conlleva a la existencia de una problemática razonable de estudio, por consiguiente, se plantea la siguiente interrogante:

¿La harina de cáscara del plátano podría ser un sustituto parcial del maíz en la elaboración de balanceado para pollos broiler?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de manejar los desechos agroindustriales ha cobrado importancia durante los últimos años debido al incremento de la producción agrícola y la necesidad de buscar formas de lidiar con los desechos, razón por la cual el uso de los subproductos agroindustriales en la alimentación o suplementación de animales ha originado una línea de producción que permite dar una opción viable para su manejo (Valverde, 2016). Considerándose dentro de estos la cáscara de plátano, con la finalidad de elaborar harina para ser incorporada como sustituto parcial del maíz, para la preparación de balanceado para pollos broiler.

El sistema agro productivo genera una gran cantidad de subproductos que bien podrían aprovecharse, pero que al no hacerlo terminan ocasionando gastos y problemas medioambientales. El aprovechamiento de dichos subproductos tiene que ser parte integral del diseño de los proyectos de investigación y desarrollo, para alcanzar soluciones medioambientales viables, optimizar recursos y permitir que la actividad sea rentable para las empresas (Alzate y Vélez, 2019).

Uno de los factores que conlleva al desarrollo del estudio se asocia al ámbito ambiental, debido a que, al disponer de un procedimiento viable para emplear la cáscara de plátano como sustituto principal para la elaboración de la harina a emplear, se aportaría a la reducción de su desperdicio y la contaminación, considerando que muchas veces estos son desechados convirtiéndose en fuentes contaminantes.

Económicamente al utilizar la harina de cáscara de plátano como suplemento proteico y energético se reducirán considerablemente los costos en relación al aumento de peso de los animales, analizando que, en otros estudios, se ha utilizado la cáscara de banano, por su alto valor energético en la alimentación animal (Valverde, 2016), siendo ampliamente empleado por esta ventaja como insumo, para desarrollar formulaciones como sopas, bebidas, dietas suplementarias, panificación y balanceados (Arancibia y Lalaleo, 2017), como es el caso del presente estudio.

Teóricamente los argumentos presentados se refuerzan considerando lo mencionado por Astudillo y Sánchez (2019), quienes expresan que, al existir un desaprovechamiento de ciertos desechos, residuos o subproductos agroindustriales con valor nutricional apreciado, pueden ser utilizados como materia prima en la fabricación de alimentos que se puedan incluir en la dieta de animales. Añadido a ello, como menciona Gómez et al. (2011) la alimentación es importante para lograr la máxima expresión productiva en el crecimiento y engorde del pollo. Razón por la cual contar con un buen suministro de alimentación garantizará precisión al momento de cubrir las necesidades nutrimentales de las aves.

En razón de los criterios antes descritos se plantea el desarrollo de dos unidades experimentales la primera con el fin de obtener el concentrado empleando como sustituto la harina de cáscara de plátano en diferentes formulaciones para estudiar el nivel de digestibilidad en pollos broiler durante la etapa inicial, como parte de la segunda unidad experimental; mediante la investigación se estaría contribuyendo a la protección ambiental, el aprovechamiento de los desperdicios agrícolas y la creación de un producto terminado que contribuiría al crecimiento de la industria ecuatoriana mediante el aporte de ideas para el desarrollo del sector avícola y en la academia generando conocimiento científico de valor.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el efecto de la harina de cáscara de plátano en el balanceado y la curva de crecimiento en pollos broiler en etapa inicial.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la toxicidad alérgica in vitro de la harina de la cáscara de plátano.

- Evaluar las características bromatológicas del balanceado para etapa inicial de los pollos broiler en tres tratamientos.
- Establecer el mejor tratamiento en relación al peso de los pollos broiler en la etapa inicial.

### **1.3. HIPÓTESIS**

La harina de cáscara de plátano incide como sustituto parcial del maíz en la elaboración de balanceado para pollos broiler.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. PLÁTANO

El plátano (*Musa paradisiaca L.*) es considerado como uno de los cultivos más importantes en la agricultura, además, es una de las frutas tropicales más consumidas en el mundo. Se le considera como una fruta básica en la alimentación humana, debido a su bajo precio, rico sabor, disponibilidad en todo el año, múltiples combinaciones de cocina, a la sensación de saciedad que produce, así como por su elevado valor nutritivo en potasio, hierro y vitamina K, etc (Ramos et al., 2016).

El plátano producido en Ecuador tiene importancia en términos alimentario, social y económico, dado que el 79% de la producción se destina al consumo interno y el 21% a exportación, lo cual genera seguridad alimentaria, empleo para 118.587 personas, y divisas para el país (Cedeño et al., 2020).

#### 2.1.1. GENERALIDADES DEL PLÁTANO

Los plátanos son los frutos de las plantas herbáceas pertenecientes al género *Musa*. El cultivo del plátano procede originariamente del sudeste asiático, desde el cual se expandió al resto de los continentes gracias a las expediciones españolas y portuguesas del siglo XVI. En la actualidad, la mayor parte del plátano consumido en el mundo procede de dos especies diplóides: *Musa acuminata* (AA) y *Musa balbisiana* (BB). Los plátanos destinados al consumo como fruta fresca pertenecen a la especie *M. acuminata* mientras que aquellos cuyo consumo requiere de técnicas de elaboración adicionales se engloban en la especie *M. balbisiana* (Fernández et al., (2021).

Hoy en día, el plátano se cultiva en al menos 107 países con una producción mundial de más de 76 millones de toneladas métricas. Es considerado el cuarto cultivo más importante en el mundo, debido a que es un producto básico para la canasta familiar, su volumen de producción lo lleva a ser exportado, y como

consecuencia de ello, ser una fuente de empleo e ingresos para la economía de algunos países del trópico y subtropical (Rojas et al., 2019).

### **2.1.2. SUBPRODUCTOS DEL PLÁTANO**

Entre los productos agrícolas existente y de alto rendimiento en este país, está el plátano verde en el cual existe gran parte de la producción que no es apta para consumo humano debido a su mala calidad comercial, por ello los productores lo utilizan en la producción animal ya que su precio no compite con el precio del producto para consumo humano (Delgado et al., 2013).

Así mismo, Delgado et al. (2013), las musáceas (Plátano, Banano y Topocho) han sido utilizadas en diversas investigaciones como componente en la formulación de alimentos para pollos alimentados con una ración que contiene harina de plátano, utilizando frutos verdes y maduros, follaje y pseudotallo.

Generalmente, los subproductos del plátano contienen el pseudotallo, la inflorescencia, las hojas, el tallo de la fruta (tallo floral / raquis), las cáscaras y el rizoma, en su mayoría los subproductos pueden servir como un producto infravalorado con un costo comercial condicionado. Su aplicación y, en algunos casos, se considera un desperdicio agrícola (Herrera, 2019).

Otro de los campos en los cuales se ha incorporado el plátano es el de la producción de energía, debido a que, se ha considerado el uso de las cáscaras de plátano como materia prima para procesos de generación de energía debido a su relativo alto poder calorífico (16,12 MJ/kg) y contenido medio de cenizas (9,92% base seca), en comparación con otras materias primas de origen biomásico. También se ha encontrado que de las cáscaras de plátano al ser pirolizadas se obtienen biosólidos o carbonizados con un poder calorífico superior alrededor de 22 MJ/kg (Fasina, 2014; Ogunjobi y Lajide, 2015 referenciados en Rojas et al., 2019).

### **2.1.3. COMPOSICIÓN DE LOS DESPERDICIOS DEL PLÁTANO**

El pseudotallo del plátano son residuos lignocelulósico-provenientes del cultivo del plátano. Las características con mayor importancia del pseudotallo del plátano es la diversidad de componentes químicos que tiene como son: Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Mn, la mayoría en importantes porcentajes; razón por la cual, se lo puede catalogar como un material residual que puede ser empleado en la alimentación humana y animal de forma directa o mediante el procesamiento industrial (Thorat y Bobade, 2018).

El tallo floral también tiene un alto porcentaje de compuestos lignocelulósicos con contenido de lignina de 18,69%, celulosa de 29,86%, y hemicelulosa 34,09%, lo que le permite su aplicación en la industria textil (ropa, hilos y materiales similares), dentro de la nueva tendencia tecnológica para crear nuevos materiales textiles; sin embargo, debido a las características mencionadas se lo considera también como una buena fuente de obtención de CNC (Carchi, 2014; Peralta y Medina, 2021).

## **2.2. CÁSCARA DE PLÁTANO**

La cáscara de plátano posee un elevado valor nutricional, principalmente desde el punto de vista energético, lo que le confiere gran potencial para su utilización en la alimentación animal. Entre sus características, se encuentra su elevado contenido de materia seca y alta concentración de carbohidratos no fibrosos (Diniz et al. 2014; Cornejo et al. 2020).

La cáscara de plátano representa alrededor del 30% del fruto, esta se descarta y pudiera ser utilizada para el desarrollo de alimentos, debido a su composición química y antioxidante. Es rica en fibra, proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados, potasio y en compuestos fenólicos; los cuales podrían usarse en el tratamiento de ciertos tipos de cáncer y enfermedades coronarias (Gómez et al. 2019).



### 2.2.1. PROPIEDADES DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO

Considerando lo referenciado por Blasco y Gómez (2014), la cáscara de plátano es rica en fibra dietética, proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados y potasio; entre los esfuerzos para utilizar la cáscara se han obtenido proteínas, metanol, etanol, pectinas y enzimas. Entre otros usos se ha obtenido carbón vegetal, una fuente de combustible alternativa para cocinar. Kudan en 1962 reportó que la cáscara en conjunto con otras sustancias crea un ungüento para reducir los dolores causados por la artritis, además se considera que la cáscara de plátano puede ser una fuente potencial de sustancias antioxidantes y antimicrobianas, así como compuestos fitoquímicos con actividad contra radicales libres.

Por otra parte, autores como Carvajal y Murgueitio (2017), hacen referencia a un grupo de componentes que integran las características físicas de la cáscara de plátano, mismas que se detallan en la tabla 1.

**Tabla 1.**

Composición física de la cáscara de plátano

COMPONENTES	Promedio (%)
Humedad	91,62
Proteína	5,19
Fibra	11,58
Energía(kcal)	4383
Calcio	0,37
Fósforo	0,28
Ceniza	16,30

Fuente: (Carvajal y Murgueitio, 2017)

### 2.2.2. HARINA DE CÁSCARA DE PLÁTANO

Al referenciar la harina de cáscara de plátano, se puede analizar lo descrito por Rojas et al. (2019), quienes mencionan que al representar la cáscara entre el 35% y el 40% del plátano, lo convierte en un residuo potencialmente aprovechable en la fabricación de diferentes productos de valor agregado como es el almidón o harina para la elaboración de pastas alimenticias y productos de panificación, incluyendo también productos para el consumo animal.

Añadido a lo anterior, considerando lo argumentado por Espinosa et al. (2018), al aplicar el procedimiento de secado permite obtener harina de la pulpa o de la cáscara del banano, conservando íntegras sus propiedades originales de vitaminas, proteínas y sales minerales, y el peso disminuye a una tercera parte, lo cual da ventajas en su transporte y almacenamiento, no depende de la estacionalidad de las cosechas y evita pérdidas por exceso de maduración. Además, su forma pulverulenta facilita su manipulación industrial

### **2.2.3. PROPIEDADES DE LA HARINA DE CÁSCARA DE PLÁTANO**

Se ha reportado que la harina de la cáscara de plátano tiene 5,89% de proteína, 5,12% de grasa, 7,83% de ceniza y 11,03% de carbohidratos, y la cáscara de plátano presenta vitaminas como ácido ascórbico (0,08 mg.100 g<sup>-1</sup>), riboflavina (0,065 mg.100 g<sup>-1</sup>), niacina (0,12 mg. 100 g<sup>-1</sup>) y ácido fólico (33,12 mg.100 g<sup>-1</sup>). También se han reportado propiedades antioxidantes del pseudotallo del plátano, aprovechables para la elaboración de productos con cualidades promotoras de salud (Arun et al., 2015 y Agama-Acevedo et al., 2016, referenciados en Rojas et al., 2019).

### **2.2.4. HARINA DE CÁSCARA DE PLÁTANO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL**

Una forma de disminuir el costo del balanceado en la alimentación de los animales, sería el uso de la harina de plátano que, a más de ser de fácil adquisición en cualquier época del año, es de bajo costo y no compite con los productos básicos para el consumo humano, además tiene un alto valor energético que puede ser bien utilizado como otras fuentes tradicionales de energía, así mismo es alto en vitamina A (Figueroa y Nery, 2017).

Añadido a lo anterior, autores como Enríquez y Ojeda (2020) argumentan que la harina de plátano de rechazo es una materia prima considerada en la elaboración de alimentos balanceados para ganado, tilapia, camarón, cerdos, aves etc. Es

rico en carbohidratos y provee cuantiosas calorías que son cimientos de energía para los animales.

## 2.3. POLLOS BROILER

Su cuerpo grande y pesado, así como sus alas cortas incapacitan a la mayor parte de las variedades para el vuelo, excepto a cortas distancias. El buche es grande y la molleja muy musculosa. En los adultos de los dos sexos la cabeza está adornada con unas carnosidades a ambos lados del pico y una cresta desnuda y carnosa, que es más prominente en el macho y tiene formas diversas en función de las diferentes razas y variedades (Clavijo, 2021).

Su nombre se deriva del vocablo inglés Broiler que significa parrilla o pollo para asar. Pertenece al grupo de las razas súper pesadas, para la obtención de esta raza se realizaron varios cruzamientos, hasta dar con ejemplares resistentes a enfermedades, mejor peso, buena presentación física, excelente coloración del plumaje, etc (Clavijo, 2021).

**Tabla 2.**

Taxonomía de pollos broiler.

Reino	Animal
Tipo	Cordados
Subtipo	Vertebrados
Clase	Aves
Subclase	<i>Neornithes</i>
Superorden	<i>Neornates</i>
Orden	<i>Gallinae</i>
Suborden	<i>Galli.</i>
Familia	<i>Phasianidae</i>
Género	<i>Gallus</i>
Nombre Científico	<i>Gallus domesticus</i>

Fuente: (Clavijo, 2021).

### 2.3.1. ALIMENTACIÓN DEL POLLO BROILER

Las etapas o fases de alimentación son las diferentes divisiones que se realizan para la máxima utilización de los alimentos y nutrientes. Estas divisiones están basadas en los procesos fisiológicos y metabólicos del animal; su objetivo, es proporcionar al ave la cantidad necesaria de nutrientes necesarios en una

determinada edad, para evitar desperdicios o sobrealimentación (Gómez et al., 2011).

El sistema tradicional de alimentar al pollo broiler consiste en administrar una secuencia de piensos a lo largo de su vida productiva, de forma que cada uno de ellos satisfaga las necesidades de los diversos nutrientes en el punto medio del periodo en que se administra este pienso. Por otra parte, un sistema que se ha puesto en marcha hace pocos años en algunos países del norte de Europa consiste en la administración simultánea de dos piensos, uno alto y otro bajo en aminoácidos y proteína. Mediante un ordenador día a día se varía la proporción de ambas dietas para ajustarlas a la evolución teórica de las necesidades en aminoácidos de los animales (Santomá, 1994).

Borja (2010) recomienda que para estimular el consumo de pienso y de agua pueden ser útiles las siguientes recomendaciones: proporcionar espacio suficiente de comedero, con abundantes puntos de pienso. Junto a los comederos de la nave un plato por cada 60-70 pollos, que deberán estar bien llenos de pienso y apoyados en el suelo, suplementar con bandejas, una por cada 100 pollos, que deberán rellenarse 3 veces al día y en las que nunca deberá faltar el alimento. Además, colocar tiras de papel de buena calidad entre las líneas de comederos y bebederos cubriendo, al menos, el 25% de la nave, y repartir en ellas 50-65 g de pienso por pollo de manera uniforme.

En cuanto a los requerimientos de la alimentación del pollo broiler autores como Revista Selecciones Avícola (2019), mencionan que mejorar la utilización de nutrientes implica mucho más que simplemente mejorar la digestibilidad dietética y unas 400 kcal/kg de energía, el 70% de fósforo y entre el 10 y el 20% de los aminoácidos esenciales en una dieta típica de engorde que no se utilizan.

Un alimento para pollo de engorde está compuesto por varios ingredientes, tales como granos y subproductos de cereales, harina de origen animal, grasas, mezclas de vitamina y minerales, entre otros. Estos ingredientes, junto con el agua, proveen de energía y nutrientes, que sirven para el crecimiento, reproducción y mantenimiento del ave. Los nutrientes son las proteínas, energía

(carbohidratos y lípidos), minerales vitaminas y agua (González, 1990; NRC, 1994 referenciados por Silva, 2016).

### **2.3.2. RELACIÓN DEL PESO DEL POLLO**

El corto ciclo productivo del pollo de engorde ha sido un factor de importancia para facilitar la investigación y avances en los campos de genética, nutrición, manejo y sanidad, lo cual se traduce en un ciclo más corto y, en mejoras sustanciales y continuas de los parámetros de producción. Así, llevar un pollo al mercado con 2,5 kg de peso, hace 4 décadas, tomaba más de 80 días; ahora son un poco más de 40, y con la mitad del alimento que consumía en aquella época (Alvarado et al., 2018).

La importancia de alcanzar el peso adecuado a los 7 días cobra mayor relieve cuando se ve que, bajo condiciones de manejo adecuadas, por cada 10g de aumento en el peso a los 7 días, se obtendrá un incremento de 40-60g a los 35 días (Garden y Singleton, 2008).

## **2.4. BALANCEADOS**

La norma INEN NTE 1643 define el balanceado como el alimento para ser suministrado durante la o las fases de un programa de alimentación para aves de producción zootécnica (aves de engorde, reproductoras y ponedoras) y están en función de la especie, genética, del fin productivo y de otras variables (Revista Técnica Maíz y Soya, 2018).

Añadido a lo anterior, la Revista Técnica Maíz y Soya (2018), referencia que, la normativa indica que el alimento balanceado debe tener las características físicas, químicas, y biológicas aptas para la alimentación de las aves de producción zootécnica (en esta clasificación se incluyen las aves de postura, de engorde y reproductoras). Además, se requiere que el balanceado esté libre de insectos (insectos vivos o partes de estos, huevos o larvas), plaguicidas, elementos extraños y de adulterantes.

Según Egas (2015) manifiesta que la denominación alimento balanceado, indica que el mismo tiene un balance o equilibrio en su composición que garantiza proveer para la etapa de desarrollo a la que está destinado, un conjunto de nutrientes en calidad y cantidad necesaria.

En Ecuador se encuentra centrada en tres grandes grupos, que son, AFABA (Asociación de Alimentos Balanceados de la Sierra) con el 40% de la producción a nivel nacional, APROBAL (Asociación de Productores de Balanceados del Litoral) con 28% de la producción y, finalmente Pronaca es la empresa que mayor balanceado produce a nivel nacional, pero la mayor parte de la producción es destinada para su propia línea de negocio. Estas empresas utilizan principalmente tres materias primas para la elaboración de alimentos balanceados las cuales son maíz, trigo y pasta de soya (Molinos Champion S.A. MOCHASA, 2014, referenciado por Villacres et al., 2018).

#### **2.4.1. TIPOS DE BALANCEADO**

El maíz amarillo y la soya son los principales elementos que demandan las empresas avicultoras para la generación de alimentos balanceados. La producción de estos granos para satisfacer a la producción avícola se lo realiza en grandes cantidades (Ávila y Benavides, 2013), debido a la alta demanda y requerimiento durante el ciclo de desarrollo de las aves, donde se considera la preparación de diferentes formulaciones en cada etapa como describe Clavijo (2021) a continuación:

**Pre-iniciador.** - Corresponde de 1 a 10 días de vida del pollito, “esta etapa es clave ya que en las primeras 72 horas se desarrollan órganos vitales en el pollo como sistema digestivo, sistema inmune, corazón e hígado (Clavijo, 2021).

**Iniciador.** - Es el periodo comprendido entre 11 y 23 días de vida, es la etapa que prepara al pollito para recibir el alimento de engorde, se desarrolla el esqueleto y lo prepara para el llenado con músculo (Clavijo, 2021).

**Engorde.** - Periodo desde el día 24 de vida hasta el sacrificio, se caracteriza por tener el mayor consumo de alimento y las mayores ganancias diarias de peso (Clavijo, 2021).

#### **2.4.2. ADITIVOS DE BALANCEADOS**

Por otra parte, Iñiguez et al. (2021) señala que en la industria avícola los acidificantes se vienen usando desde 1981, fecha en la que se recomendaban los ácidos cítrico y fumárico en soluciones del 4,5%. Sin embargo, los resultados han sido variables, debido a que se tiene la inquietud que los ácidos orgánicos de diversa longitud como el ácido propiónico, butírico, acético, fórmico, láctico, málico, tartárico y cítrico, cuando se dan con el alimento, cumplen con la función de bacteriostáticos en menor concentración y actúan como bactericidas en altas concentraciones, y variando su actividad según el ácido orgánico que se esté utilizando.

Por otra parte, entre los diferentes aditivos se puede mencionar los siguientes:

- Aditivos tecnológicos (ej: antioxidantes, emulsificantes o acidificantes),
- Aditivos sensoriales (ej: aromas, pigmentos),
- Aditivos nutricionales (ej: vitaminas, minerales traza, aminoácidos),
- Aditivos zootécnicos (ej: potenciadores de la digestión, estabilizadores de la flora intestinal) (Ravindran, 2011).

A su vez Campos et al. (2021) indica que los promotores de crecimiento como aditivos en el alimento en concentraciones subterapéuticas, aumentan el rendimiento y la productividad de los animales a través del control de bacterias patógenas, inhibiendo su crecimiento o controlándolas, manteniendo sano el tracto digestivo del animal y, en consecuencia, mejor aprovechamiento de los nutrimentos contenidos en los alimentos.

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN**

La presente investigación se realizó en el Taller de Procesos de Harinas y Balanceados de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López “ESPAM MFL” mientras que la parte analítica se llevó a cabo en los laboratorios de Bromatología y Microbiología de la carrera de Agroindustria, ubicada en el sitio El Limón, Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, con sus coordenadas: 0°49'27 Latitud sur, 80°10'47.2 Longitud oeste y una Altitud de 15 m.s.n.m (Espinoza y Mendieta, 2018).

### **3.2. DURACIÓN**

El trabajo de investigación se efectuó dentro de 18 semanas a partir de la aprobación del mismo.

### **3.3. FACTOR EN ESTUDIO**

El factor en estudio estuvo constituido por diferentes porcentajes de harina de cáscara de plátano como sustituto parcial del maíz en un balanceado inicial para pollos.

### **3.3. NIVELES**

Los niveles constituidos por porcentajes de harina de cáscara de plátano se presentan a continuación.

- $a_1$  = Balanceado con 25% de harina de cáscara de plátano
- $a_2$  = Balanceado con 50% de harina de cáscara de plátano
- $a_3$  = Balanceado con 75% de harina de cáscara de plátano

### **3.4. TRATAMIENTOS**

Con base en los niveles del factor en estudio se obtuvieron tres tratamientos con cuatro réplicas cada uno. Para efectos de comparación se utilizó un testigo comercial correspondientes a un balanceado inicial para pollos (tabla 3).



Tabla 3.

Detalle de cada tratamiento.

Tratamientos	Porcentaje de harina Cáscara de plátano
T1	25%
T1	50%
T3	75%
T4 (testigo)	0%

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el análisis de las variables dependientes en estudio, se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro réplicas por cada uno. En la tabla 4 se presenta el esquema del ANOVA para el diseño experimental propuesto.

Tabla 4.

Esquema del ANOVA para los tratamientos surgidos de la investigación.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamiento	3
Error experimental	12

Fuente: Elaboración propia

Considerando el testigo empleado en esta investigación, en la tabla 5 se presenta el esquema del ANOVA para el contraste de los tratamientos incluido el testigo comercial.

Tabla 5.

Esquema ANOVA para todos los tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamiento	3
Error experimental	12

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

Por requerimientos de la investigación, la unidad experimental estuvo constituida por 100 libras de balanceado, donde las sustituciones parciales del maíz por la

harina de cáscara de plátano se hicieron con base en el 45% del producto que correspondía al total de maíz (tabla 6.)

Tabla 6.

Unidad experimental de los tratamientos.

Ingredientes	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3		Tratamiento 4	
	25% de harina de cáscara de plátano		50% de harina de cáscara de plátano		75% de harina de cáscara de plátano		Comercial	
	(Lb)	(%)	(Lb)	(%)	(Lb)	(%)	(Lb)	(%)
Harina de cáscara de plátano	11,25	11,25	22,5	22,5	33,75	33,75	0	0%
Maíz	33,75	33,75	22,5	22,5	11,25	11,25	45	45%
Aceite	2	2	2	2	2	2	2	2
Polvillo	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4
Melaza	1	1	1	1	1	1	1	1
Soya	40	40	40	40	40	40	40	40
Carbonato	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fosfato	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Metionina	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Lisina	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Sal	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Premezcla	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Total</b>	<b>100 (Lb)</b>	<b>100%</b>	<b>100 (Lb)</b>	<b>100%</b>	<b>100 (Lb)</b>	<b>100%</b>	<b>100 (Lb)</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados se llevaron a cabo los procedimientos siguientes. Es importante mencionar que todos los tratamientos (formulaciones) fueron elaborados bajo las mismas condiciones y materias primas para evitar variabilidad en las pruebas siguientes. La cáscara de plátano que, hacía parte de la variable independiente, fue obtenida en una finca cercana a las instalaciones de la experimentación, procurando su buen estado y libre de daños físicos, químicos y microbiológicos.

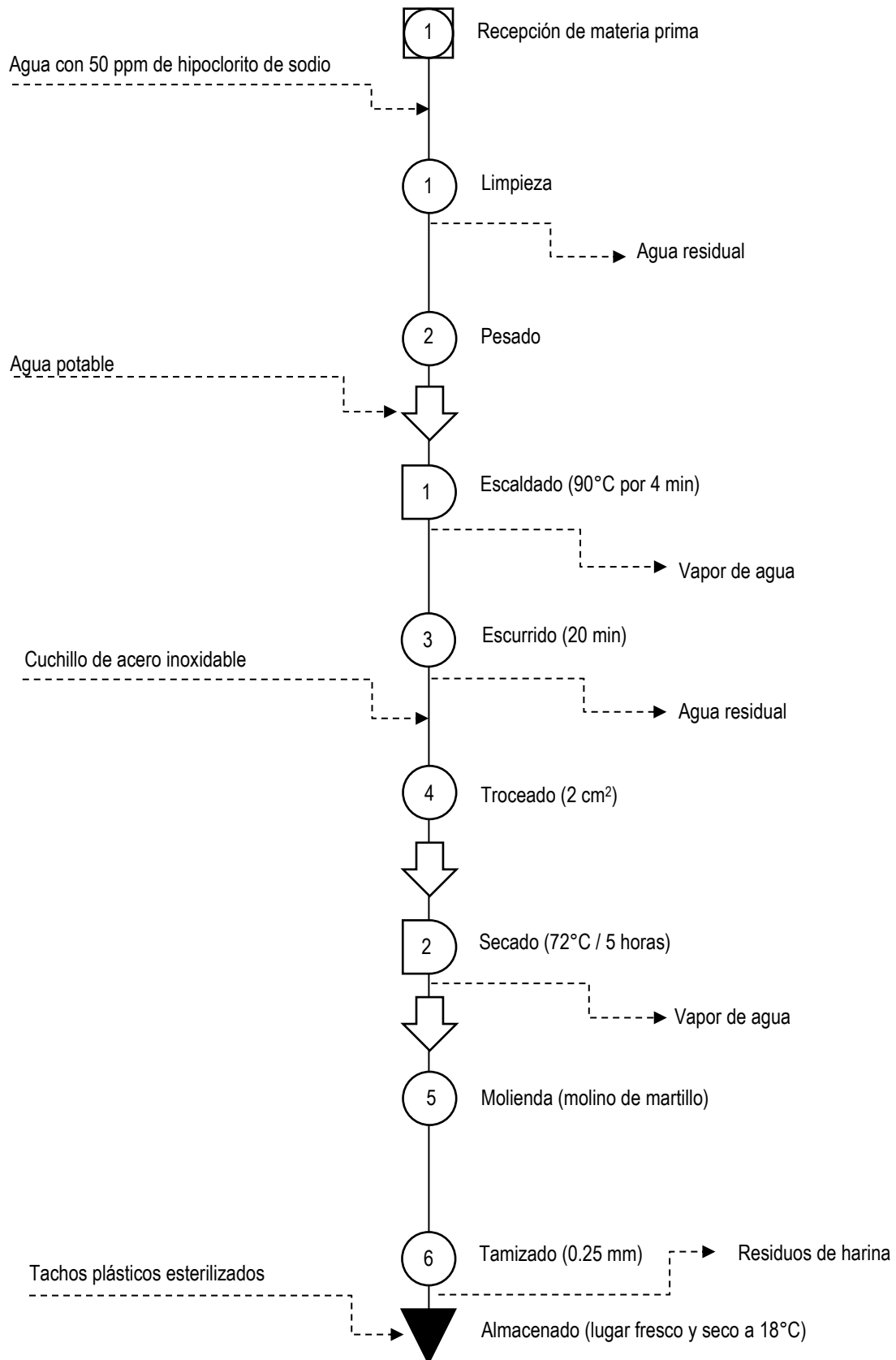
### 3.8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa AAB Simmonds*)

- **RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA:** Las cáscaras de plátano fueron obtenidas de fincas aledañas al área de experimentación, sitio El Limón, Calceta, cantón Bolívar, procurando que estas estuvieran en buenas

condiciones fitosanitarias, frescas, libre de daños físicos, químicos y microbiológicos, retirando las impurezas, las puntas y los raquis.

- **LIMPIEZA:** Las cáscaras de plátano previamente seleccionadas fueron lavadas por inmersión en agua con hipoclorito de sodio a 50 ppm, durante 5 minutos para librarlas de impurezas y microorganismos patógenos, pasando a ser escurridas por otros 5 minutos.
- **PESADO:** Esta operación se realizó con la finalidad de registrar la cantidad de materia prima a emplear en el proceso de transformación, para analizar el rendimiento y determinar posibles formas de minimizar los desperdicios.
- **ESCALDADO:** Se realizó en caliente a 90°C por un tiempo de 4 minutos, con la finalidad de disminuir el cambio enzimático y la carga microbiana.
- **ESCURRIDO:** Se realizó por un tiempo de 20 minutos, para retirar el exceso de agua y hacer más eficiente los procesos posteriores.
- **TROCEADO:** Se procedió a cortar en trozos de 2cm<sup>2</sup> aproximadamente con el fin de realizar un secado homogéneo.
- **SECADO:** Las cáscaras de plátano se secaron en una estufa marca Conterm LED a 72°C por 5 horas con la finalidad de obtener un producto con un porcentaje de humedad igual o inferior a 13%.
- **MOLIENDA:** En un molino de martillo artesanal de la planta de proceso de harinas y balanceado de la “ESPAM MFL” se molieron las cáscaras de plátano, con la finalidad de alcanzar el tamaño de partícula requerido.
- **TAMIZADO:** Las cáscaras de plátano, una vez molidas, pasaron por un tamiz de acero inoxidable hasta obtener un tamaño de partícula de 0.25mm.
- **ALMACÉNADO:** Por último, en tachos plásticos herméticos, se procedió a envasar la harina de cáscara de plátano en un área fresca y seca a una temperatura de (18°C).

### 3.8.1. DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE PLÁTANO



**Diagrama 1.** Diagrama de proceso para la obtención de harina de cáscara de plátano

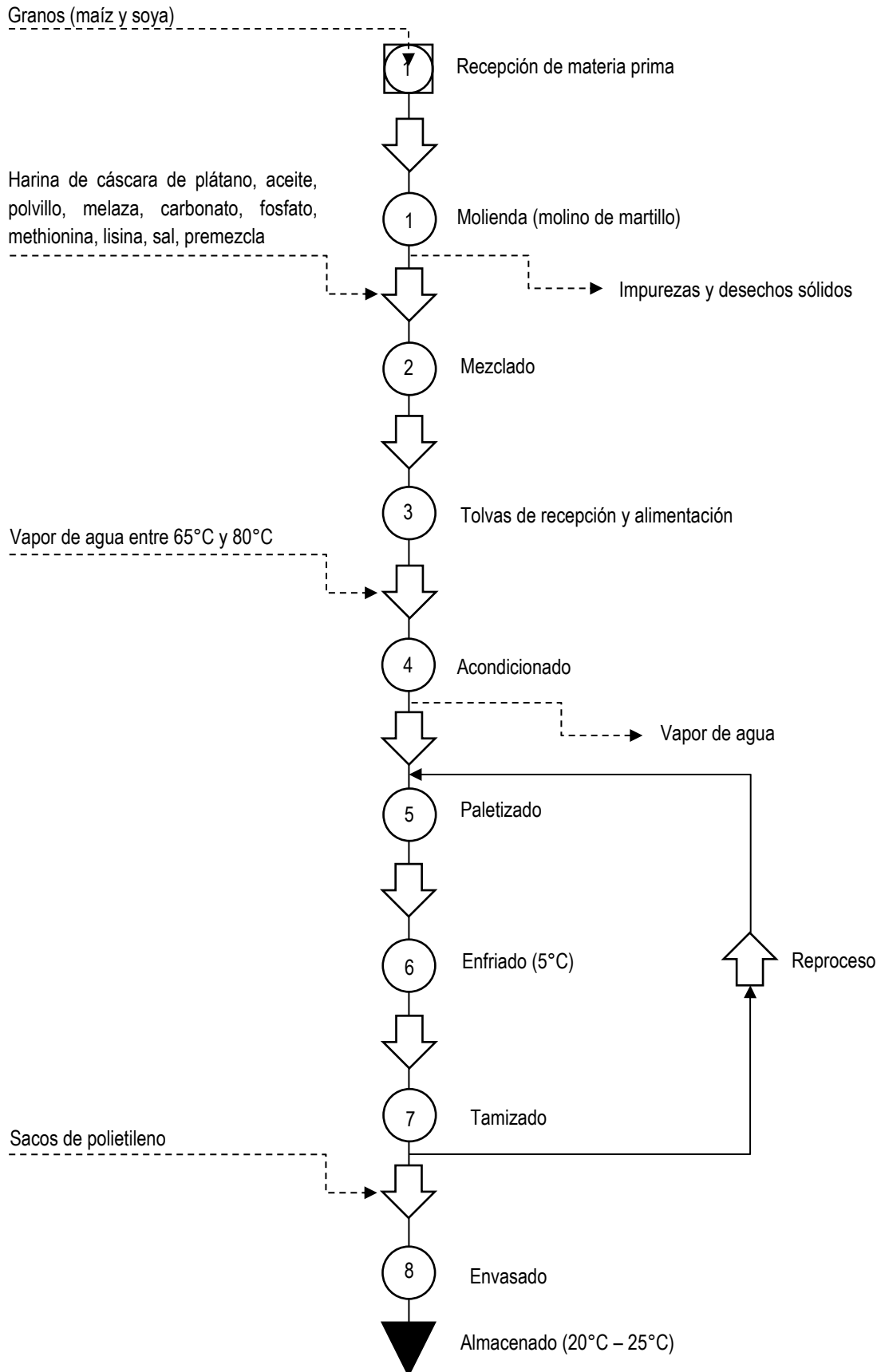
### 3.9. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO INICIAL PARA POLLOS

Todas las formulaciones (tratamientos) fueron elaborados por separado bajo las mismas condiciones para hacer de la unidad experimental homogénea.

- **RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA E INSUMOS:** Las materias primas fueron sometidas a pruebas de laboratorio donde se verificó su calidad organoléptica, sin la presencia de daños físicos, químicos o microbiológicos y que no contengan algún material extraño contaminante, y que estas materias primas no hayan sido adulteradas para lo cual se tomaron muestras de acuerdo a la norma NTE INEN 618 para posteriormente ser analizadas según la normativa NTE INEN 1829 y 187, donde se verificó el porcentaje de proteína cruda digerible, grasa y fibra que contengan. Si estos productos cumplen con los requisitos específicos son aceptados, se pesan y descargan, caso contrario es desechado o devuelto al proveedor.
- **MOLIENDA:** Esta operación se realizó en específico para los granos de maíz y soya, mediante un molino de martillo con el objetivo de obtener una granulometría menor, la cual estuvo en función del tipo de balanceado a preparar (inicial para pollos).
- **MEZCLADO:** Posterior a este proceso se realizaron las respectivas formulaciones de acuerdo a lo presentado en la tabla 6. Aquí, las materias primas (Harina de cáscara de plátano, aceite, polvillo, melaza, premezcla, maíz, soya) y los insumos (carbonato, fosfato, metionina, lisina, sal), son mezclados con la finalidad de crear una mezcla homogénea que cubra los requerimientos nutricionales a los pollos en etapa inicial. Es importante recordar que las diferencias estarán en relación de diferentes porcentajes de harina de cáscara de plátano, los cuales se reemplazarán parcialmente dentro del total de maíz (45%) que va en todas las formulaciones (tratamientos).

- **TOLVA DE RECEPCIÓN Y ALIMENTACIÓN:** La mezcla es llevada a la tolva de recepción con la finalidad de llevarla hasta la tolva de alimentación con la ayuda de un elevador, donde se deposita el balanceado previamente mezclado que, mediante un tornillo sin fin de gusano, pasó la mezcla hacia el proceso de acondicionamiento.
- **ACONDICIONADO:** En esta operación a las mezclas de balanceado se les incorporó vapor de agua a una temperatura de entre 65°C y 80°C y presión predeterminada de 2 bar con el objetivo de otorgarle al balanceado la humedad necesaria (16% - 18%) para que adquiriera las propiedades requeridas para procesos posteriores.
- **PALETIZADO:** Una vez que la mezcla fue acondicionada (humedad y temperatura), fue sometida a un proceso de extrusión forzada (presión), logrando pasar por una matriz que le da la forma característica al pellet (para pollos en etapa inicial).
- **ENFRIADO:** Culminado el proceso de peletizado, el balanceado fue transportado con la ayuda de un elevador de cangilones hacia el enfriador, donde se redujo la humedad del balanceado mediante un enfriamiento evaporativo incorporando aire frío y seco, con la ayuda de un ventilador centrífugo que expulsa el aire caliente hacia el exterior.
- **TAMIZADO:** Se procedió a tamizar el producto con el fin de eliminar los gránulos grandes que afecten la homogeneidad del concentrado; se aplicó remolienda para minimizar los desperdicios de materia prima.
- **ENVASADO:** Con el producto terminado, se procedió a envasar en sacos de polietileno.
- **ALMACENADO:** Una vez que el producto fue envasado, se trasladó al almacén, el cual constó de las condiciones adecuadas, para mantener el concentrado con las propiedades intactas hasta ser consumido (20°C - 25°C).

### 3.9.1. DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO INICIAL PARA POLLOS



**Diagrama 2.** Diagrama de proceso para la elaboración de balanceado con harina de cáscara de plátano

### **3.10. VARIABLES A MEDIR**

#### **VARIABLE INDEPENDIENTE:**

- Porcentaje harina de cáscara de plátano

#### **VARIABLES DEPENDIENTES:**

- Toxicidad alérgica y microbiológica de la harina de cáscara de plátano.
- Análisis bromatológicos del balanceado (grasa (%), proteína (%), humedad (%)).
- Peso de pollos (g).

### **3.11. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS**

#### **3.11.1. ANÁLISIS DE TOXICIDAD ALERGÉNICA**

El análisis para determinar la toxicidad alérgica en la harina de cáscara de plátano, se determinó mediante ensayos aplicados bajo el método del Dr. Daniel Sautchuk, adaptado por la empresa Castor Ecuatoriana S.A, y Oleaginosas del Pacífico Oleapacific S.A., este análisis biológico determina en específicas condiciones de prueba la medida del poder hemaglutinante del material considerado como límite inferior de toxicidad el cual, es causado por acción alérgica, metodología que fue aplicada en la muestra objeto de estudio

En cuanto a los criterios de evaluación, se consideró aplicar la metodología de interpretación descritos por Calderón y Mendoza (2022), mismo que se detallan en la tabla 7.

Tabla 7.



Criterios de análisis para toxicidad alergénica.

**Clasificación:**

++++ = completa aglutinación, sin dispersión cuando se agita.  
 +++ = completa aglutinación, con poca redispersión en partículas aglutinadas, cuando se agita.  
 ++ = aglutinación, más Re dispersada en partículas aglutinadas, más finas, cuando se agita.  
 + = aglutinación fácilmente Re dispersable en partículas finas, y más visible.  
 - = simple dispersión, necesitando una lupa para verificar la presencia de partículas aglutinadas cuando se agita.  
 El tubo contiene la mayor concentración de extracto, clasificado como + es considerado como “positivo”  
 El tubo clasificado como – es considerado como “negativo”.

**Cuantificación**

++++ toxico: 100%  
 +++ medio: 75%  
 ++ parcial: 50%  
 + leve: 25%  
 - negativo: 0%

Fuente: Calderón y Mendoza (2022)

### 3.11.2. PRUEBA MICROBIOLÓGICA

Para establecer el índice de calidad y seguridad de la harina de cáscara de plátano por posible contaminación de micotoxinas producidas por mohos y levaduras, se utilizó la normativa NTC 2799:1991-04-17, donde se enmarcan las metodologías a seguir, mismo que se presenta en la tabla 8.

**Tabla 8.**

Análisis microbiológico aplicado a la harina de cáscara de plátano.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO
Mohos y levaduras	Recuento en placa	UFC/g	AOAC 997.02

Fuente: Elaboración propia

### 3.10.3. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Las formulaciones de balaceados (tratamientos), fueron analizadas bromatológicamente mediante los métodos descritos en la tabla 9.

**Tabla 9.**

Análisis bromatológicos aplicados a las formulaciones de balanceado (tratamientos).

ANÁLISIS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO
Grasa	Este análisis se fundamentó en la extracción líquido-sólido, cíclica y continua, en un equipo micro Soxhlet, empleando solventes orgánicos	%	PEE/LA/05 INEN ISO 11085
Proteína	El análisis se dio en tres fases: Digestión ácida, donde la muestra de balanceado se sumerge en ácido sulfúrico concentrado. Destilación donde se alcaliniza la muestra anteriormente digestada y Titulación que es la cuantificación del nitrógeno amoniacal.	%	PEE/LA/01 INEN ISO 20483
Humedad	Determinación gravimétrica de la variación de la masa, al secar una cantidad determinada de muestra en una estufa de aire, en el lapso de 2 horas, a $105 \pm 3$ °C, hasta obtener un peso constante.	%	PEE/LA/02 INEN ISO 712

Fuente: Elaboración propia

### • ALIMENTACIÓN DE LOS POLLOS EN ETAPA INICIAL

Se construyó un galpón, el cual fue dividido en cuatro secciones en relación de los cuatro tratamientos (formulaciones de balanceado), cada área de 2.5 m de ancho por 3 m de largo techado y con fácil acceso. En cuanto a la alimentación, cada sección contó con un bebedero y un comedero. Para probar la efectividad de cada formulación, se utilizaron cinco pollos broiler machos por cada sección, de la misma edad y aproximadamente del mismo peso. Todas las formulaciones fueron probadas bajo las mismas condiciones y se tomaron los pesos de los pollos cada cuatro días hasta completar 16 días para establecer una curva de crecimiento de cada balanceado incluido el testigo comercial (anexo 4).

### 3.12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- En cuanto a las variables bromatológicas de los tratamientos, se aplicó los supuestos del ANOVA, prueba de normalidad (Shapiro-Wilk), y homogeneidad (Levene).
- Las variables que superaron los supuestos del ANOVA fueron analizadas mediante pruebas paramétricas, análisis de varianza y prueba de Tukey al 5% de error.

- Las variables que no superaron los supuestos del ANOVA fueron analizadas mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y subconjuntos homogéneos no paramétricos.
- Para una mejor comprensión de las diferencias de los tratamientos, en relación de las características bromatológicas, se emplearon diagramas de barra.
- Para estimar las diferencias entre los tratamientos y el testigo se aplicó la prueba de Dunnett.
- Los análisis antes mencionados se realizaron en el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 21 (Espinoza y Pincay, 2022).

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

### **4.1. DETERMINACIÓN DE TOXICIDAD ALERGÉNICA DE LA HARINA DE CÁSCARA DE PLÁTANO**

Al evaluar la toxicidad alérgica de la harina de cáscara de plátano mediante el método del Dr. Daniel Sautchuk, quien determinó bajo específicas condiciones, la medida del poder hemoaglutinante de harina considerando a éste como el límite inferior de toxicidad causado por elementos de reacción alérgica. Se evidenció que la harina de cáscara de plátano (*Musa AAB SIMMONDS*) no presentó toxicidad alguna, dando negativo en seis pruebas *in vitro* (ver anexo 1.), lo que en específico se pudo deber a los procesos que involucraron altas temperaturas como el escaldado y secado de esta materia prima para poder ser transformada en harina.

Lo antes manifestado se vio sustentado por los aportes de Mendieta y Zambrano (2021), quienes, en su investigación, donde estudiaron el tiempo y temperatura sobre el grado de alergia alimentaria en semillas de zapallo (*Cucúrbita máxima D.*), concluyeron que tiempos por encima de los 5 minutos y altas temperaturas, desactivan inhibidores de compuestos alérgicos y a consecuencia de este tratamiento térmico, no solo cambia la configuración de las diferentes proteínas de los antinutrientes, sino que también afecta su actividad; sin embargo, estos mismos autores mencionan que altas temperaturas y tiempos prolongados, disminuyen el contenido de energía metabolizable del producto y puede llevar a la desnaturalización de otros compuestos nutricionales.

Por su parte, Calderón y Mendoza (2022) también indican que el realizar un adecuado proceso que involucre los tiempos y temperaturas apropiados, eliminan el grado de toxicidad alérgica de los productos, descartando específicamente los factores antinutricionales a partir de los 60°C. Estos autores también manifiestan que, algunos de los compuestos que suelen causar toxicidad alérgica son: flavonoides, fenoles totales y taninos, donde según Manduhano y Pastor (2013), el consumo de taninos causa intoxicación, provocando sintomatología digestiva y daño renal, también causan alergia en la

piel, por último; son considerados como agentes cancerígenos puesto que provoca toxicidad hepática (Calderón y Mendoza, 2022).

En diversas investigaciones que involucran cáscara de plátano y banano, se ha identificado la presencia de taninos, debido a que son cinco veces más abundantes en las frutas verdes que en maduras, siendo evidente que la maduración de la fruta interviene favorablemente en la eliminación de este factor antinutricional (Delgado, 2017). En la presente investigación, las temperaturas y tiempos utilizados para la obtención de la harina de plátano, inhibieron los compuestos tóxicos y alergénicos, siendo favorable para utilizarla como suplemento para la elaboración de balanceado para pollos.

Por otra parte, las pruebas microbiológicas efectuadas a la harina de plátano en función del recuento de mohos y levadura (tabla 10), reveló que, la harina presentó una carga microbiológica de  $4.0 \times 10^2$  UFC/g, la cual estuvo dentro de los límites permisibles establecidos por la norma NTC 2799:1991N - 04 – 17, misma que establece los requisitos bromatológicos y microbiológicos para la harina de plátano, indicando que el máximo permitido de estos patógenos es de  $20 \times 10^2$  UFC/g.

**Tabla 10.**

Análisis microbiológico de la harina de plátano.

Identificación de la muestra	Análisis	Unidad	Resultados	Métodos de ensayo
Harina de cáscara de plátano	Recuento de Mohos y levadura	UFC/g	$4.0 \times 10^2$	AOAC 997.02

**Fuente:** Elaboración propia

La finalidad de este análisis microbiológico fue establecer si la carga microbiana patógena estaba dentro de los límites permisibles, debido a que según Saavedra y Vélez (2022), los mohos y levaduras son filamentos termofílicos que cuando se multiplican en la matriz alimentaria se consideran importantes saboteadores de alimentos, aunque muchas veces no son necesariamente evidentes, algunos producen micotoxinas que pueden ser perjudiciales para la salud. Algunos hongos son capaces de sintetizar diferentes micotoxinas, lo que puede provocar infecciones e incluso reacciones alérgicas por los antígenos fúngicos.

## 4.2. ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DEL BALANCEADO

En la tabla 11 se presenta la prueba de normalidad (Shapiro Wilk) para los datos de las variables bromatológicas, la cual indicó que no existen diferencias estadísticas significativas ( $Sig. > 0.05$ ) para la variable grasa ( $Sig. 0.155$ ), razón por la cual, estos datos se distribuyeron de manera normal, pasando a ser analizados por el supuesto homocedasticidad; no obstante, los datos para proteína y humedad, presentaron diferencias estadísticas ( $Sig. \leq 0.05$ ), por lo cual se analizaron mediante pruebas no paramétricas (kruskal Wallis), indicando que los diferentes porcentajes de harina de plato, influyó sobre las características bromatológicas del balanceado.

**Tabla 11.**

Prueba de normalidad para las variables dependientes en estudio.

Variables dependientes	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Proteína (%)	0.849	12	0.035
Grasa (%)	0.899	12	0.155
Humedad (%)	0.819	12	0.016

Fuente: Elaboración propia

La prueba de homogeneidad con el test estadístico de Levene para los datos de la variable grasa (tabla 12), indicaron que estadísticamente la variabilidad del porcentaje de grasa es el mismo para todos los tratamientos definidos por los diferentes porcentajes de harina de plátano ( $Sig.> 0.05$ ), en consecuencia, esta variable pasa a ser analizada mediante pruebas paramétricas.

**Tabla 12.**

Prueba de homogeneidad para la variable porcentaje de grasa del balanceado.

Variable dependiente	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Grasa (%)	2.177	2	9	0.169

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. PRUEBAS PARAMÉTRICAS PARA LA VARIABLE GRASA

#### 4.3.1. PORCENTAJE DE GRASA DEL BALANCEADO

En la tabla 13 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para los datos de la variable grasa, mismo que indicó diferencias altamente significativas ( $Sig. \leq 0.05$ ) entre las medias de los tratamientos, revelando que, los diferentes porcentajes de harina de plátano utilizados en un balanceado inicial para pollos broiler, incidió sobre los porcentajes de grasa de este producto.

**Tabla 13.**

Análisis de varianza (ANOVA) para la variable grasa del balanceado en función de los tratamientos.

Variable dependiente: Porcentaje de grasa					
Análisis	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	0.267	2	0.134	58.231	0.000
Dentro de grupos	0.021	9	0.002		
Total	0.288	11			

Fuente: Los investigadores

Para establecer las diferencias, se aplicó la prueba de Tukey al 5% de error, misma que demostró que el T1 (Balanceado con 25% harina de plátano) se posicionó en el subconjunto uno con la media más baja de grasa (6.07), mientras que el T2 (Balanceado con 50% harina de plátano) y T3 (Balanceado con 75% harina de plátano), compartieron categorías, indicando que, estadísticamente ambos tratamientos presentan el mismo porcentaje de grasa; sin embargo, existe una ligera diferencia. En este sentido, los resultados revelaron que, a mayor sustitución del maíz por harina de plátano en el balanceado, mayor es el porcentaje de grasa de este producto (tabla 14).

**Tabla 14.**

Prueba de Tukey al 5% de error para los tratamientos en función del porcentaje de grasa (%).

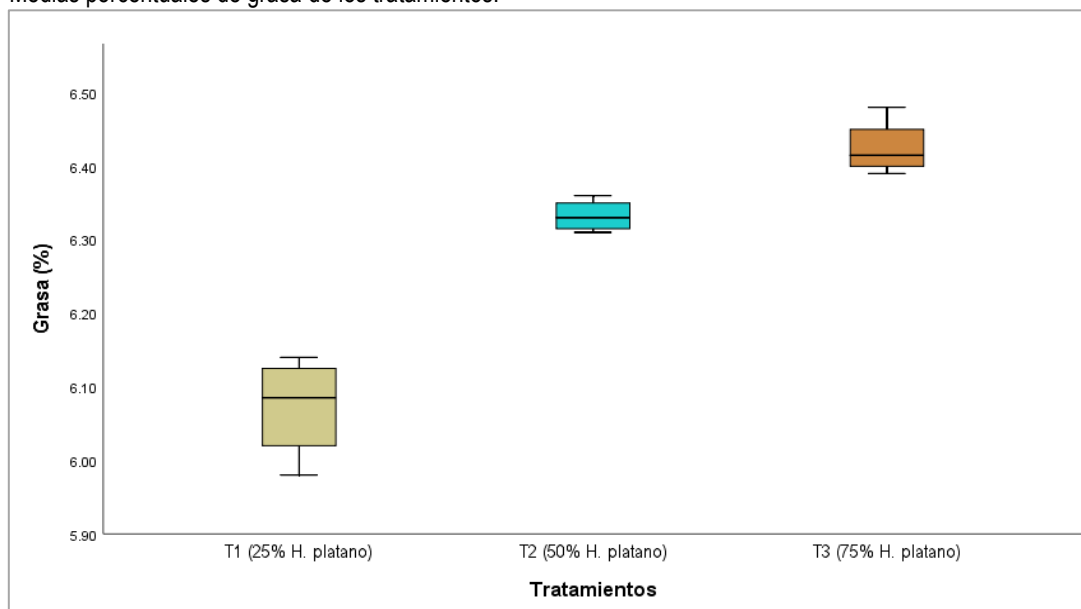
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1 (Balanceado con 25% harina de plátano)	4	6.07%	
T2 (Balanceado con 50% harina de plátano)	4		6.33%
T3 (Balanceado con 75% harina de plátano)	4		6.43%
	Sig.	1.000	0.055

Fuente: Elaboración propia

Para ejemplificar de mejor manera las diferencias entre los tratamientos, se aplicó un diagrama de cajas y bigotes (diagrama 3), donde se ratifica que, el T3 (Balanceado con 75% harina de plátano), presentó un mayor contenido graso (6.43%). Los resultados revelaron que la harina de cáscara de plátano aportó un porcentaje de grasa bajo al balanceado debido a su composición inherente, lo que concuerda con los datos reportados por Ulluari (2011), quien desarrolló un balanceado para pollos a base de harina de plátano, reportando un porcentaje de grasa de 2.31%, mientras que Aguilar (2020), en estudios de igual índole, consiguió una media de grasa de 3.3%.

**Diagrama 3.**

Medias porcentuales de grasa de los tratamientos.



Fuente: Elaboración propia

Aunque los porcentajes de grasa de los tratamientos resultaron ser más bajos que los de un balanceado inicial para pollos comercial como el de la marca Pronaca que presenta un porcentaje de grasa de aproximadamente 10%, esto no resultó ser un inconveniente para la investigación, puesto que según Zambrano (2019) quien también desarrolló un balanceado para pollos Broiler con harina de cáscara de plátano, demostró que los pollos alimentados con balanceado comercial, desarrollaron un índice de grasa mayor y una menor producción cárnica, lo que no es tan favorable, además, los porcentajes de grasa de los



tratamientos están de acuerdo a lo establecido por la NTE INEN 1829 (1992-1), donde se especifica un mínimo de 3%.

## 4.4. PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

### 4.4.1. VARIABLE PROTEÍNA

La prueba no paramétrica de kruskal Wallis aplicada a los tratamientos, indicó diferencias estadísticas altamente significativas ( $Sig. < 0.05$ ), revelando que los diferentes porcentajes de harina plátano utilizados en la elaboración de balanceado, incidieron sobre las medias de proteína, razón por la que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa que sugiere diferencias, tal y como se lo demuestra en la tabla 15.

Tabla 15.

Prueba de Kruskal – Wallis para la variable proteína.

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de proteína es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.007	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .05.				

Fuente: Elaboración propia

Para establecer las diferencias entre los tratamientos respecto a los porcentajes de proteína, se aplicó la prueba de subconjuntos homogéneos no paramétricos, misma que posicionó al T3 (Balanceado con 75% harina de plátano), en la primera casilla con el rango medio más bajo, mientras que el T1 (Balanceado con 25% harina de plátano), se ubicó en el subconjunto tres con el mayor rango medio, es decir, presentó el porcentaje de proteína más alto (19,93%), tal y como se presenta en la tabla 16.

Tabla 16. Subconjuntos homogéneos basados en proteína (%).

Variable dependiente proteína	Subconjunto		
	1	2	3
T3 (Balanceado con 75% harina de plátano)	2.500		
Muestra <sup>1</sup> T2 (Balanceado con 50% harina de plátano)		6.500	
T1 (Balanceado con 25% harina de plátano)			10.500

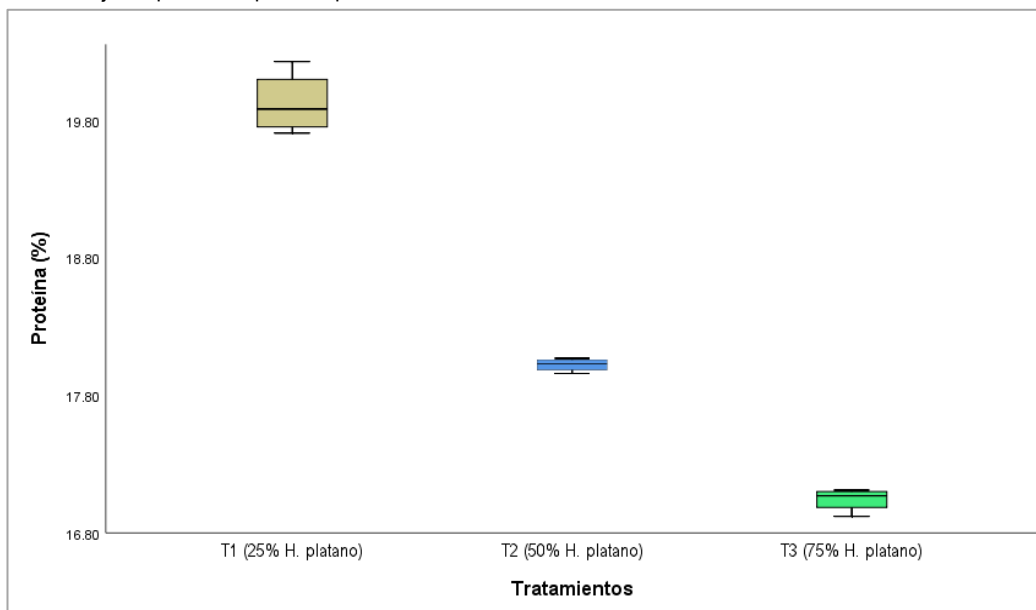
<sup>1</sup>Cada casilla muestra el rango promedio de muestras de proteína.

Fuente: Elaboración propia

Para ejemplificar de mejor manera lo antes expuesto, en el diagrama 4 se presentan las medias de proteína de los tratamientos, donde se puede apreciar que el T1 (Balanceado con 25% harina de plátano) se alzó con la mayor media para esta propiedad (19.93%).

**Diagrama 4.**

Porcentaje de proteína aportado por los tratamientos.



Fuente: Elaboración propia

Los resultados revelaron que, a menor porcentaje de harina de plátano en el balanceado, la proteína total del producto era mayor, indicando que, en términos proteicos, el maíz, aporta más compuestos próticos que la harina de plátano, así lo demuestra Patlan et al. (2016), quienes en su investigación donde desarrollaron una harina de maíz nixtamalizado por extrusión, reportaron una media de 9.42% de proteína, mientras que Velásquez et al. (2020), un promedio de  $9.76\% \pm 0.93$ .

Lo antes manifestado se ve sustentado por la investigación de Alzate y Vélez (2019), quienes en sus estudios sobre el desarrollo de un balanceado para pollos, alcanzaron un promedio de 2.88% proteína en la harina de plátano, mientras que Zambrano (2019), elaborando un balanceado de similares características obtuvo una media de proteínas de 6.67%, para la harina de plátano, indicando además que, estas medias pueden variar de acuerdo a ciertas

características como: estado de la cáscara de plátano, lugar de procedencia, tiempo de cosecha etc.

De acuerdo a la norma NTE INEN 1829 (1992-1), para alimentos zootécnicos, compuestos para pollos de engorde, establece que el mínimo de proteína para un alimento balanceado debe ser 18%, sin establecer un máximo y con base en esto, el T1 (Balanceado con 25% harina de plátano) y T2 (Balanceado con 50% harina de plátano), estuvieron dentro de los límites permisibles con medias de 19.33% y 18.02% respectivamente, siendo el T1, la mejor formulación debido a la importante función biológica que cumple esta biomolécula (proteína), la cual interviene en el crecimiento de la estructura física de las aves como tejidos, músculos, plumas entre otros (Zambrano, 2019).

#### 4.4.2. VARIABLE HUMEDAD

La prueba de hipótesis de Kruskal Wallis, efectuada para los tratamientos en función del porcentaje de humedad del balanceado, indicó diferencias altamente significativas ( $Sig. \leq 0.05$ ), rechazando la hipótesis nula y aceptando la alternativa, indicando diferentes medias de humedad entre los tratamientos (tabla 17).

Tabla 17.

Prueba de Kruskal – Wallis para la variable humedad.

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Humedad es la misma entre las categorías de tratamientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.007	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .05.

**Fuente:** Elaboración propia

Para establecer las diferencias entre los tratamientos respecto al porcentaje de humedad, se aplicó la prueba de subconjuntos homogéneos, la cual categorizó al T1 (Balanceado con 25% harina de plátano) en el primer subconjunto con el rango medio más bajo, es decir, con la media más baja de humedad (13.02%), mientras que el T3 (Balanceado con 75% harina de plátano), se ubicó en el último

subconjunto con el rango medio más alto, indicando la media porcentual más alta de humedad (18.36%), tal y como se lo aprecia en la tabla 18.

**Tabla 18.**

Subconjuntos homogéneos basados en la humedad del balanceado.

Variable dependiente humedad	Subconjunto		
	1	2	3
Muestra <sup>1</sup> T1 (Balanceado con 25% harina de plátano)	2.500		
T2 (Balanceado con 50% harina de plátano)		6.500	
T3 (Balanceado con 75% harina de plátano)			10.500

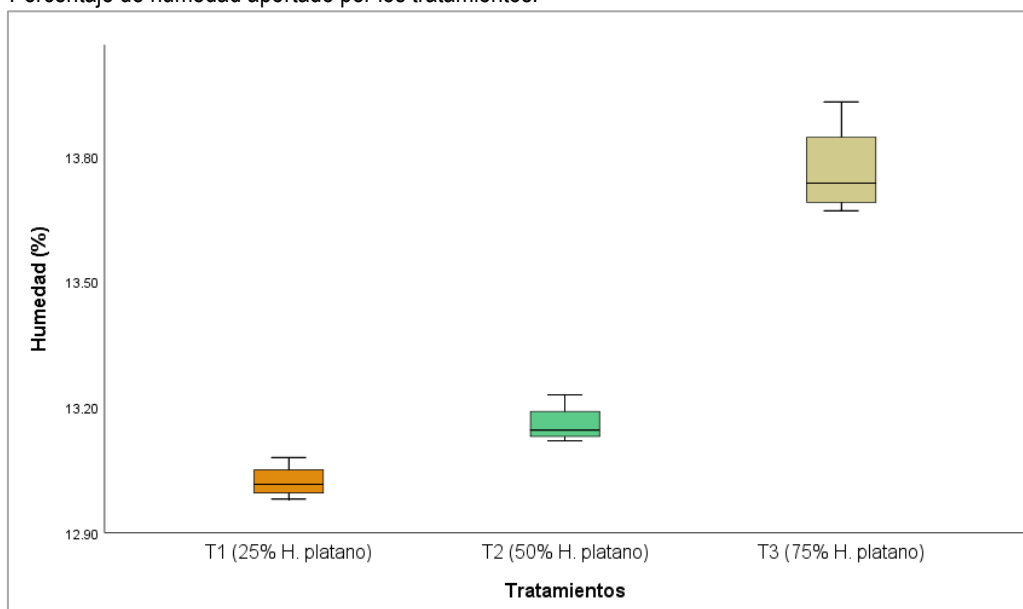
<sup>1</sup>Cada casilla muestra el rango promedio de muestras de Humedad.

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama 5 se ejemplifica de mejor manera las diferencias de humedad entre los tratamientos, ratificando que el T3 (Balanceado con 75% harina de plátano), presentó la mayor media de humedad (13.77%), lo que reveló que, a mayor porcentaje de harina de plátano en el balanceado, aumentaba la humedad.

**Diagrama 5.**

Porcentaje de humedad aportado por los tratamientos.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la NTE INEN 1829 (1992-1), para alimentos zootécnicos, compuestos para pollos de engorde, un balanceado inicial para pollos debe tener máximo un 13% de humedad, y de acuerdo a esto, el T1 (Balanceado con 25%

harina de plátano) y T2 (Balanceado con 50% harina de plátano), son las formulaciones que más se acercan a este requisito con medias de 13.02% y 13.16% respectivamente.

En este sentido, la harina de la cáscara de plátano incidió sobre el porcentaje final de humedad de las formulaciones (tratamientos), lo que se puede deber a la humedad inicial de este producto, el cual pudo ser superior al máximo permitido para un balanceado (13%), lo que tiene sentido debido a que según Alcivar, (2022), quien caracterizó la cáscara de plátano para el desarrollo de un balanceado para peces, esta materia prima tiene un elevado porcentaje de humedad (91.62%), por lo que aplicar un proceso de deshidratación y secado prolongado, implicaría desnaturalización de compuestos como las proteínas, llegando a obtener harinas con porcentajes de humedad superiores a 13%.

Así lo confirma Zambrano (2019), quien aplicando un proceso similar al de esta investigación para obtener harina de cáscara de plátano, obtuvieron un porcentaje de humedad de 17.88 %; sin embargo, este mismo autor destaca que la mala manipulación de este tipo de productos también incurre en una humedad elevada, debido a la higroscopia que adquieren una vez siendo harinas, lo que les permite absorber humedad con facilidad del ambiente.

#### **4.5. EFECTO DEL BALANCEADO SOBRE EL INCREMENTO DE PESO EN POLLOS**

En la tabla 19 se presenta la prueba de Dunnett, la cual permitió realizar una comparación entre los tratamientos y el testigo en función de los pesos promedios finales de los pollos Broiler, indicando que no existieron diferencias estadísticas (Sig. >0.05), es decir, estadísticamente, las formulaciones de balanceados (tratamientos) otorgaron las mismas medias de pesos finales a los pollos Broiler que el testigo, demostrando que las diferencias se pueden dar en función del tiempo pero que al final de la dieta, los balanceados terminan otorgando pesos similares a los pollos.

Tabla 19.

Comparación de tratamientos y testigo mediante la prueba de Dunnett.

T de Dunnett (bilateral) <sup>a</sup>				
Variable dependiente: Pesos de pollos Broiler (g)				
(I) Tratamientos	Testigo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
T1 (25% de harina de cáscara de plátano)	Testigo (0% de harina de cáscara de plátano)	4.400	14.430	0.980
T2 (50% de harina de cáscara de plátano)	Testigo (0% de harina de cáscara de plátano)	-15.200	14.430	0.599
T3 (75% de harina de cáscara de plátano)	Testigo (0% de harina de cáscara de plátano)	-22.800	14.430	0.298

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

Fuente: Elaboración propia

En este sentido, en la tabla 20 se presentan los datos promedio del incremento del peso de los pollos Broiler cada cuatro días según cada formulación de balanceado. Los resultados revelaron que el T1 (Balanceado con 25% harina de plátano), al cabo de 16 días, otorgó un mayor incremento de peso vivo en el pollo boiler (291.2 g), siendo el mejor tratamiento, el cual se posicionó ligeramente por encima del testigo comercial (271g); sin embargo, como ya se demostró, estadísticamente no hay diferencias (tabla 19).

Tabla 20.

Pesos promedios de los pollos Broiler otorgados por los tratamientos (balanceados).

Tratamientos	Control de peso de los pollos (g)				
	Día 0	Día 4	Día 8	Día 12	Día 16
T1 (Balanceado con 25% harina de plátano)	51.6	81.8	142.2	198.8	275.4
T2 (Balanceado con 50% harina de plátano)	51.8	86	138.6	192.2	255.8
T3 (Balanceado con 75% harina de plátano)	51.6	78	112.4	172.4	248.2
Testigo - T4 (Balanceado con 100% harina maíz)	51.8	92.6	146.8	195.4	271

Fuente: Elaboración propia

Para ejemplificar de mejor manera el comportamiento de los datos antes presentados, en la tabla 21 se presentan las ecuaciones lineales de: pendiente, intersección y  $R^2$  de los datos correspondientes a los pesos de los pollos Broiler en función del tiempo (16 días de dieta).

Tabla 21.

Datos de la pendiente, intersección y  $R^2$  de los pesos de pollos de acuerdo a cada tratamiento.

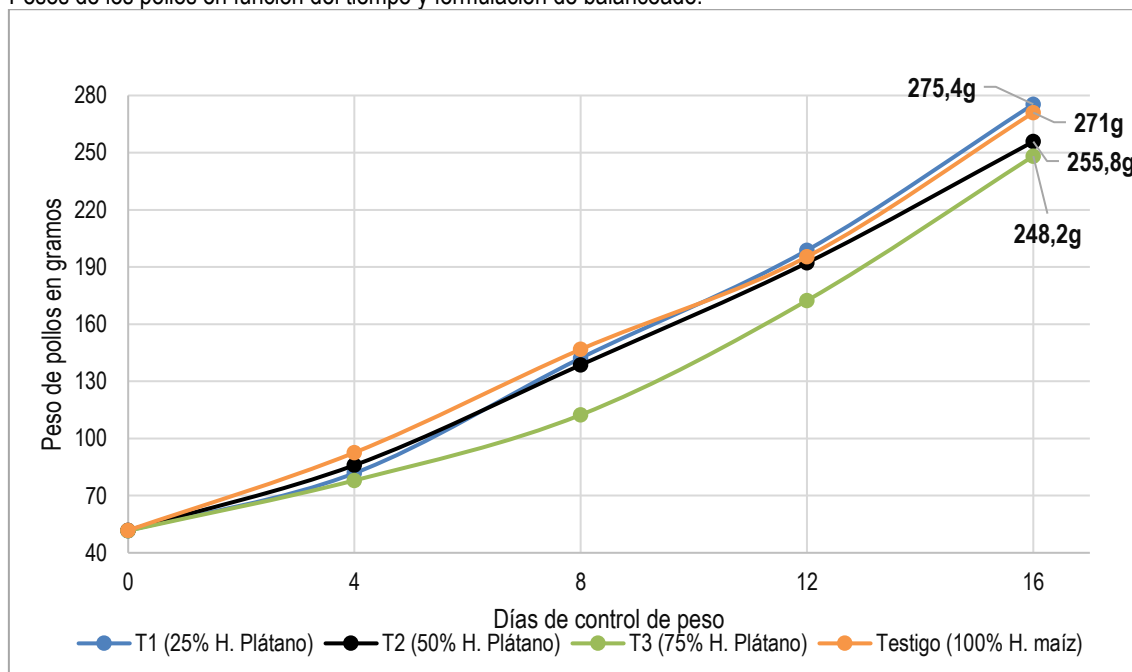
Tratamientos	Pendiente	Intersección	R <sup>2</sup>
T1 (Balanceado con 25% harina de cáscara de plátano)	56.46	- 19.42	0.9808
T2 (Balanceado con 50% harina de cáscara de plátano)	51.42	- 9.38	0.9898
T3 (Balanceado con 75% harina de cáscara de plátano)	48.76	- 13.76	0.9549
Testigo - T4 (Balanceado con 100% harina maíz)	54.12	- 10.84	0.9882

Fuente: Elaboración propia

Estos datos se presentan graficados en el diagrama 6, donde se reflejan los resultados promedios del incremento de peso vivo de los pollos en función del tiempo (16 días) y de acuerdo a cada formulación (tratamientos) incluido el testigo.

Diagrama 6.

Pesos de los pollos en función del tiempo y formulación de balanceado.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados presentados, el T1 (Balanceado con 25% harina de plátano) se posicionó como la mejor formulación; si bien es cierto que este tratamiento se elaboró con el menor porcentaje de harina de plátano, fue el que proporcionó mayor peso a los pollos. Esto se ve explicado en específico, por el porcentaje de proteína de esta formulación (19.93%), debido a que, en un balanceado inicial para pollos, es de los compuestos más importantes puesto que la síntesis o formación de tejido corporal requiere del aporte de proteínas por lo que un suministro inadecuado (bajo), especialmente en animales jóvenes,

etapa de mayor demanda proteica, produce un crecimiento retardado (Delgado, 2017).

La elección del mejor tratamiento, concuerda con lo reportado por Ulluari (2011), quien en su investigación donde desarrolló un balanceado para el engorde de pollos, concluyó que, de tres sustituciones parciales de la harina de maíz, la mejor formulación fue aquella en la que utilizó 30% de harina de cáscara de plátano, indicando además que, esta harina, es muy parecida químicamente al maíz, debido a su alto contenido de carbohidratos lo que sería beneficioso económicamente.



## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- Las pruebas de toxicidad alérgica *in vitro* aplicadas a la harina de cáscara de plátano, reportaron resultados negativos, esto debido a los procesos térmicos utilizados para la obtención de la harina, los cuales desactivaron inhibidores alérgicos, descartando también toxicidad por micotoxinas producidas por mohos y levaduras.
- Los análisis bromatológicos efectuados a las diferentes formulaciones de balanceados (tratamientos), posicionaron al T1 (Balanceado con 25% harina de cáscara de plátano) como el mejor tratamiento debido a que sus características como: grasa (6.07%), proteína (19.93%) y humedad (13.02%) estuvieron dentro de lo establecido por la norma NTE INEN 1829 (1992-1) para alimentos zootécnicos de pollos de engorde en etapa inicial.
- Las pruebas *in vivo* efectuadas en pollos Broiler machos durante 16 días, evidenciaron que el T1 (Balanceado con 25% harina de cáscara de plátano), otorgó mayor peso vivo a los pollos con una media de 275.4 g, seguida del testigo comercial con 271 g.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar la formulación del T1 (Balanceado con 25% harina de cáscara de plátano) en la etapa inicial de pollos Broiler debido a que obtuvo los mejores indicadores bromatológicos.
- Se recomienda involucrar la formulación del T1 (Balanceado con 25% harina de cáscara de plátano) en otras etapas de crecimiento de los pollos Broiler como crecimiento y engorde.

- La formulación del balanceado del T3 (Balanceado con 75% harina de plátano) se podría utilizar en la etapa de engorde, debido a que los requerimientos de proteína en esta dieta son más bajos, permitiendo reducir costos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, H., Guerra, L., Montes de Oca, R., Ceró, Á., Zambrano, R., y Filian, W. (2018). Comportamiento de los indicadores peso semanal, ganancia media semanal, ganancia media diaria y ganancia media acumulada semanal en dos líneas de hembras Broilers en condiciones ambientales del trópico. *Revista de Producción Animal*, 30(3), 42-47. <http://scielo.sld.cu/scielo..>
- Alcivar, W. (2022). Tesis de pregrado. *Evaluación del aprovechamiento del uso de subproductos del plátano (Musa paradisiaca) y del maíz (Zea mays) para la crianza del chame (Dormitator latifrons)*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Manabí, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/>
- Aguilar, V. (2020). Tesis de pregrado. *Desarrollo de una sopa instantánea a partir de harinas de cáscaras de sandía (Citrullus lanatus) y de plátano (Musa paradisiaca)*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/>
- Alzate, J., & Vélez, J. (2019). Tesis de posgrado. *Efecto de la inclusión de harina de cáscara de plátano dominico hartón en el desempeño de pollos de engorde en el municipio de dos Quebradas, Risaralda*. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia. Obtenido de <https://core.ac.uk/reader/288157640>
- Astudillo, L., y Sánchez, A. (2019). *Extracción de Almidón a partir del banano (plátano) de categoría II (Musa paradisiaca) en estado verde, para la elaboración de colada instantánea fortificada y utilización de su fibra para balanceado de ganado porcino*. [Tesis de Ingeniería, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/33521>
- Avila, C., y Benavides, D. (2013). Estudio de factibilidad para la elaboración de alimentos balanceados para pollos Broiler [Tesis de ingeniería, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2317>
- Bauce, G. (2000). A Propósito del Análisis Estadístico. *Revista de la Facultad de Medicina*, 23(1), 24-27. <http://ve.scielo.org/scielo>.
- Blasco, G., y Gómez, F. (2014). Propiedades funcionales del plátano (Musa sp). *Revista Médica Universitaria*. 14(2), 22-26 <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=61315>
- Borja, E. (2010). *Alimentación de broiler: Aspectos prácticos*. <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2010/10/5560-alimentacion-de-broilers-aspectos-practicos-y-ii.pdf>

- Calderon, C., & Mendoza, A. (2022). Tesis de pregrado. *Tiempo y temperatura del tostado de la almendra de melón en la reducción de toxicidad alergénica previo al cubrimiento con chocolate*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Manabí, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec>
- Campos, J., Alfaro, M., y Rivas, M. (2021). Características productivas en pollos de engorde utilizando Harina de orégano como promotor de Crecimiento. *Revista ESPAM CIENCIA*, 12(2), 107-115. [https://doi.org/10.51260/revista\\_espamciencia.v12i2.283](https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i2.283)
- Carchi, D. (2014). Aprovechamiento de los Residuos Agrícolas provenientes del cultivo de Banano para obtener Nanocelulosa [Tesis de Ingeniería, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/>
- Carrión, K. (2013). *Reutilización de residuos de la cáscara de bananos (musa paradisiaca) y plátanos (musa sapientum) para la producción de alimentos destinados al consumo HUMANO*. [Tesis de Ingeniería, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/re>
- Carvajal, M., y Murgueitio, F. (2017). Caracterización de las proteínas de la cáscara de plátano tipo WILLIAMS (Giant Cavendish). [Tesis de Ingeniería, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19183>
- Clavijo, D. (2021). Adición de harina de follaje de yuca (Manihot esculenta) en un balanceado comercial en la ganancia de peso en pollos broiler. <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1023/1/390-CLAVIJO%20PADILLA%20DASTIN%20FABRICIO.pdf>
- Cedeño, E. (2016). El desperdicio de alimentos: una perspectiva desde los estudiantes de Administración de Empresas de la UPS Guayaquil. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 6(11), 51-64. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=504551173004>
- Cedeño, G., Guzmán, Á., Zambrano, H., Vera, L., Valdivieso, C., y López, G. (2020). Efecto de la densidad de siembra y riego complementario en la morfo-fenología, rendimiento, rentabilidad y eficiencia de la fertilización del plátano. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 483-492. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172020000400483](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000400483)
- Cornejo, R., Azúm, J., Gorozabel, Zambrano, P., Mendoza, F., y Macías, R. (2020). Valor nutritivo in vitro de la cáscara Musa paradisiaca L., pre-tratada con enzima exógena xilanasas. *Pastos y Forrajes*, 43(1), 11-17. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942020000100011&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942020000100011&lng=es&tlng=es)

- Delgado, E., Orozco, Y., y Uribe, P. (2013). Comportamiento productivo de pollos alimentados a base de harina de plátano considerando la relación beneficio costo. *Zootecnia Trop.* 31 (4), 279-290. <http://ve.scielo.org/pdf/zt/v31n4/art02.pdf>
- Delgado, N. (2017). Tesis de pregrado. *Evaluación del uso de la harina de plátano (Musa paradisiaca) en la ración crecimiento-engorde sobre el comportamiento productivo en cuyes machos raza Perú (Cavia porcellus)*. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo" Facultad de Medicina Veterinaria, Lambayeque, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/1837/BC-TES-TMP-678.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, L. (2011). *La observación -Lidia Díaz Sanjuán -Texto Apoyo Didáctico - Método Clínico, 3º Sem.* [Texto didáctico, Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://www.psicologia.unam.mx/documentos/>
- Diniz, G., Oliveira, M., y Viegas, R. (2014). Uso de subproductos del banano en la alimentación animal. *RECIA.* 6:194-212, DOI: <https://doi.org/10.24188/recia.v6.n1.2014.260>.
- Egas, J. (2015). Evaluación del incremento de peso en pollos camperos (*Gallus gallus domesticus*) alimentados con balanceado comercial, bajo el efecto de cuatro niveles de maíz y alfalfa, en la ciudad de Quito. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/bitstream/>
- Enríquez, M., y Ojeda, G. (2020). Evaluación bromatológica de dietas alimenticias, con la inclusión de harina de plátano de rechazo. *Revista ESPAM CIENCIA.* 11(1),12-18. [https://doi.org/10.51260/revista\\_espamciencia.v11i1.200](https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v11i1.200)
- Espinosa, J., Centurión, D., Mayo, A., García, C., Martínez, A., García, P., y Lagunes, L. (2018). Calidad de harina de tres cultivares de banano (*Musa spp.*) resistentes a la enfermedad Sigatoka negra en Tabasco. *Agrociencia,* 52(2), 217-229. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952018000200217&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000200217&lng=es&tlng=es).
- Espinoza, H., y Mendieta, E. (noviembre de 2018). Tesis de pregrado. *Efectos de la fermentación láctica del lactosuero y alcohólica de mucílago de cacao en la concentración final de una bebida alcohólica*, 1 - 86. Calceta, Manabí, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/>
- Espinoza, H., & Pincay, G. (2022). Tesis de posgrado. *Relación del extracto de Piper carpunya Y Momordica charantia sobre la inhibición de patógenos in vitro y el tipo de interacción*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Manabí, Ecuador . Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/>

- Fernández, Edwin., López, B., Santurino, C., y Gómez, C. (2021). Composición nutricional y declaraciones nutricionales del plátano de Canarias. *Nutrición Hospitalaria*, 38(6), 1248-1256. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.03614>
- Figueroa, J., y Nery, A. (2017). *Harina de cáscara de plátano inguiri verde (musa paradisiaca l.) crudo y extruido cocido, como sustituto del maíz amarillo en la alimentación de pollos parrilleros*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/1495>
- García, L., López, F., Moreno, G., y Garcell, C. (2018). El método experimental profesional en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Química General para los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica. *Revista Cubana de Química*, 30(2), 328-345. <http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v30n2/ind13218.pdf>
- Garden, M., y Singleton, R. (abril del 2008). *Manejo de los Broiler cuando se sacrifican a pesos bajos (1,5-1,8kg)*. [http://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/Low-Broiler-Kill-Weights-Spanish-v2.pdf](http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Low-Broiler-Kill-Weights-Spanish-v2.pdf)
- Gómez, R., Cortés, A., López, C., y Ávila, E. (2011). Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya con distintos porcentajes de proteína. *Veterinaria México*, 42(4), 299-309. <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?>
- Gómez, F., Bolado, V., y Blasco, G. (2019). Compositional and antioxidant analysis of peels from different banana varieties (*Musa spp.*) for their possible use in developing enriched flours. *Acta universitaria*, 29, 1-14. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2260>
- González, C. (2018). Frutas y verduras pérdidas y desperdiciadas, una oportunidad para mejorar el consumo. *Revista chilena de nutrición*, 45(3), 198. <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182018000400198>
- Guevara, G., Verdesoto, A., y Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163-173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Herrera, I. (2019). Elaboración del papel orgánico a base de pseudotallo de banano, cantón Santo Rosa, provincia de el Oro, Ecuador. [Tesis de grado en Ingeniería, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44826>
- Ilzarbe, L.; Tanco, M.; Viles, E.; Álvarez, M. (2007). El diseño de experimentos como herramienta para la mejora de los procesos. *Aplicación de la*

*metodología al caso de una catapulta Tecnura*, 10(20), 127-138  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257021012011>

Iñiguez, F., Espinosa, X., y Galarza, E. (2021). Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 5(14), 166-172.  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2664-09022021000200166](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2664-09022021000200166)

Manduhano, Y., & Pastor. (2013). Comparación de tres métodos para determinar el porcentaje de taninos con el método de la norma ASTM D6401 aplicado para la "tara", "quinual", "mimosa" y "pino". *Revista Soc. Quím.*, 79(4), 381-387.

Mendieta, J., & Zambrano, S. (2021). Tesis de pregrado. *Tiempo y temperatura de tostado sobre el grado de alergia alimentaria en la semilla de zapallo (Cucúrbita Máxima D.)*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Manabí, Ecuador . Obtenido de <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1414/1/TTAI19D.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO, julio del 2022). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/239393/>

Peralta, W., y Medina, C. (2021). El papel de los residuos agrícolas en la extracción de nanocristales de celulosa. *Publicación Cuatrimestral*. 6(2), 57-74. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php>

Patlan, L., Cruz, M., & Gallardo, Y. (2016). Desarrollo de una harina preparada con base en maíz nixtamalizado por extrusión. *Revista Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 647-652. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/8/112.pdf>

Ramos, V., Aguilera, A., y Ochoa, E. (2016). Residuos de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.) para obtener pectinas útiles en la industria alimentaria. *Revista de Simulación y Laboratorio*. 3(9), 22-29.  
[https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Simulacion\\_y\\_Laboratorio/vol3num9/Revista\\_de\\_Simulacion\\_y\\_Laboratorio\\_V3\\_N9\\_4.pdf](https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Simulacion_y_Laboratorio/vol3num9/Revista_de_Simulacion_y_Laboratorio_V3_N9_4.pdf)

Ravindran, V. (2011). Aditivos en alimentación animal: presente y futuro. [https://produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_promotores\\_crecimiento/44-10CAP\\_I.pdf](https://produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/44-10CAP_I.pdf)

Revista Selecciones Avícola (febrero del 2019). *Aspectos prácticos de la nutrición del broiler*. <https://avicultura.com/aspectos-practicos-de-la-nutricion-del-broiler/>

- Revista Técnica Maíz y Soya (junio del 2018). *Importancia del alimento balanceado en la nutrición aviar*.  
<http://www.maizysoya.com/lector.php?id=20180646&tabla=articulos>
- Rojas, A., Rodríguez, S., y Montoya, J. (2019). Evaluación de Alternativas de Aprovechamiento Energético y Bioactivo de la Cáscara de Plátano. *Información tecnológica*, 30(5), 11-24. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500011>
- Saavedra, E., & Vélez, N. (2022). Tesis de Pregrado. *Efecto del tratamiento térmico sobre la humedad y características microbiológicas de la harina de plátano (Musa paradisiaca)*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Manabí, Ecuador . Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/>
- Sánchez, A., Muñoz, C., Jurado, J., León, E., y Pimbosa, D. (2021). Efecto de una dieta sin antibióticos, coccidiostatos y aminoácidos sintéticos en pollos sexados Cobb 500. *Cien. Agri.*, 18(3): 63-77. <https://doi.org/10.19053/01228420.v18.n3.2021.12744>
- Santomá, G. (1994). Programas de alimentación en broilers y “pollo alternativo”. [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Alimentaci%C3%B3n\\_Pollos\\_de\\_engorde.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Alimentaci%C3%B3n_Pollos_de_engorde.pdf)
- Silva, A. (2016). Consumo voluntario y rendimiento a la canal en pollos de engorde alimentados con residuos pos cosecha de theobroma cacao l. [Tesis de Ingeniería, Universidad de Cuenca] <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23701>
- Thorat, R., & Bobade, H. (2018). Utilization of banana pseudo stem in food applications. *International Journal Agricultural Engineering*, 11, 86–89. <https://doi.org/10.15740/HAS/IJAE/11>
- Ulluari, J. (2011). *Obtención de harina de cáscara de plátano para elaborar una dieta alimenticia para pollos en la etapa de engorde una dieta alimenticia para pollos en la etapa de engorde*. Tesis de pregrado. Universidad Tecnológica Equinoccial, Santo Domingo, Santo Domingo de los Tsáchilas , Ecuador . Obtenido de [https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19074/1/5638\\_1.pdf](https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19074/1/5638_1.pdf)
- Valverde, M. (2016). *Aprovechamiento de la cáscara de banano musa paradisiaca cavendishmusaceae y plátano dominico- hartón Mussa aab simonds maduros para la elaboración de alimento balanceado en pollos broiler de engorde*. [Tesis Ingeniera, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5970>
- Vera, B. Intriago, C. y Loor, G. (2019). "determinación del índice de toxidez del camarón determinación del índice de toxidez del camarón en la sangre". Recuperado de <https://feismo.com/doc-viewer>.



- Velásquez, F., Ramirez, E., Salazar, M., Silvestre, & Salazar, E. (2020). Physicochemical properties and acceptability of three formulations containing fava bean, quinoa and corn flour extrudates. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 37(2), 40 - 48. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v37n2/2256-2273-rcia-37-02-40.pdf>
- Villacrés, M., Villón, G., y Ortega, L. (2018). Evaluación de dietas balanceadas en cerdos de engorde en la comuna Bellavista del Cerro, parroquia Julio Moreno, provincia de Santa Elena. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 5(2), 22-29. DOI: 10.26423/rctu.v5i2.343.
- Zambrano, J. (2019). *Elaboración de harina de cáscara de plátano (Musa paradisiaca) para utilizarlo en el engorde de pollos Broiler en combinación con dos fuentes de proteína (torta de soya - harina de pescado)*. Tesis de pregrado. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Chone, Manabí, Ecuador . Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/>

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Elaboración de la harina de cáscara de plátano

### 1-A. Cáscara de plátano

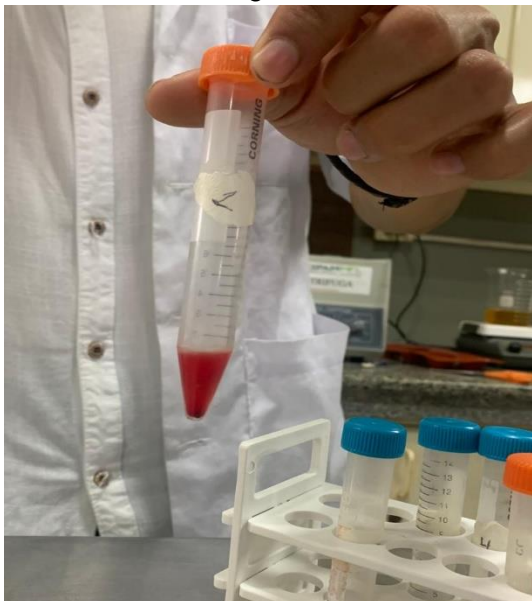


### 1-B. Molienda de la cáscara de plátano

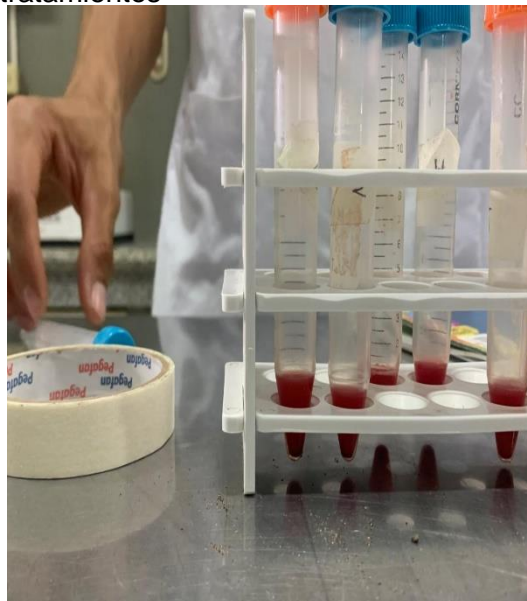


## Anexo 2. Pruebas de laboratorio a la harina de cáscara de plátano

### 2-A. Toxicidad alergénica del T1



### 2-B. Toxicidad alergénica de los tratamientos



**1-C.** Preparación de muestra para análisis microbiológico



**1-D.** Análisis de mohos y levaduras a la harina de cáscara de plátano.



### Anexo 3. Análisis bromatológicos al balanceado

**3-A.** Análisis de proteína del balanceado.  
Proceso de digestión



**3-B.** Análisis de grasa al balanceado

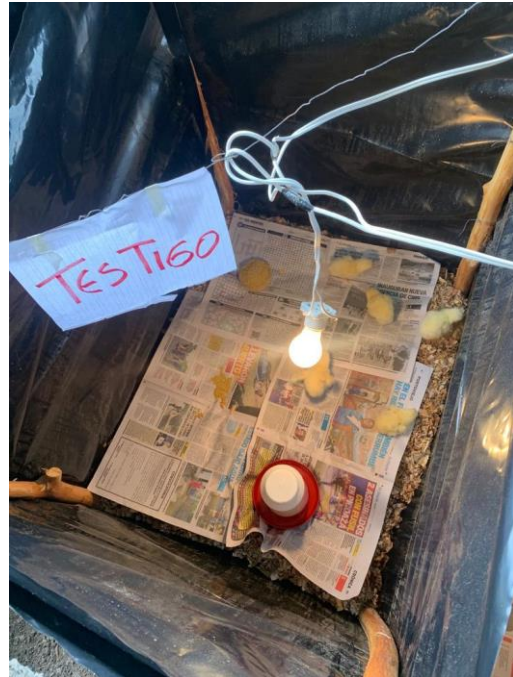




4-E. Adquisición de los pollos broilers



4-F. Segmento del galpón en la división testigo



4-G. Segmento del galpón en la división T2



4-H. Segmento del galpón en la división T2



## Anexo 5. Reportes de análisis de laboratorio

### 5-A. Reporte de análisis de toxicidad

	
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LÓPEZ"</b> <b>LABORATORIO DE BRAMATOLOGÍA DEL ÁREA AGROINDUSTRIAL</b>	
ESTUDIANTES:	JEAN CARLOS CHUMO OLALLA YANDRI GABRIEL PIN ZAMBRANO
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:	31/5/2023
FECHA DE ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS ENVIADAS:	1

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** Determinar la toxicidad alergénica in vitro de la harina de la cáscara de plátano.

NIVEL DE MUESTRA	RESULTADO DE TOXICIDAD
TUBO 1	NEGATIVO
TUBO 2	NEGATIVO
TUBO 3	NEGATIVO
TUBO 4	NEGATIVO
TUBO 5	NEGATIVO
TUBO 6	NEGATIVO

  
**ING. JORGE TEZCA DELGADO**  
 TÉCNICO DEL LAB.

### 5-B. Reporte de análisis microbiológicos

	
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ</b>	
<b>REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS</b> <span style="float: right;">Página 1 de 1</span>	
CLIENTE:	Jean Carlos Chumo Olalla Yandri Gabriel Pin Zambrano
DIRECCIÓN:	Calcuta, Manabí, Ecuador
TELÉFONO:	0995900025
NOMBRE DE LA MUESTRA:	Harina de cáscara de plátano (Musa paradisiaca)
CANTIDAD RECIBIDA:	1
TIPO DE ENVASE:	Fundas plásticas de 250 g de capacidad
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras.
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:	06/06/2023
FECHA DE ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS ENVIADAS:	09/06/2023
MÉTODO DE MUESTREO:	N/A
RESPONSABLES DE LAS MUESTRAS:	N/A

Tabla 1. Valores recomendados para determinar la aptitud de parámetro microbiológico utilizado como índice de calidad y seguridad para la industria alimentaria de harina de plátano, según las directrices proporcionadas por las Normas Técnicas Colombianas NTC 7.799.1991.04.17.

Parámetro	Laminatorio	Aceptable	Insatisfactorio	Potencialmente nocivo
Recuento de bacterias aerobias	<10 <sup>3</sup> UFC/g	10 <sup>3</sup> a 10 <sup>4</sup>	>10 <sup>4</sup>	>10 <sup>5</sup>

Tabla 2. Resultado de parámetro microbiológico de la harina de cáscara de plátano Musa paradisiaca.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
Harina de cáscara de plátano	Recuento de Mohr y Invalcitas	UFC/g	4.0 x 10 <sup>3</sup>	ADAC 997.02

Nota: Resultados válidos únicamente para las muestras analizadas y, no para otros productos de la misma procedencia.

Ing. Mgda Lorena Vera 3030  
**TÉCNICO LAB. DE MICROBIOLOGÍA**

### 5-C. Reporte de análisis bromatológicos

	
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LÓPEZ"</b> <b>LABORATORIOS DE BRAMATOLOGÍA ÁREA AGROINDUSTRIAL</b>	
ESTUDIANTES:	JEAN CARLOS CHUMO OLALLA YANDRI GABRIEL PIN ZAMBRANO
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ANÁLISIS:	19-jun-23
FECHA DE ENTREGA DE LOS RESULTADOS:	23-jun-23
MUESTRAS ENVIADAS:	12

TRATAMIENTOS	REPLICAS	SIMMONDS) COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO PARA POLLOS (BROILER)		
		HUMEDAD (%)	GRASA (%)	PROTEÍNA (%)
T1	R1	13.08	6.06	19.8
	R2	12.98	6.11	19.71
	R3	13.02	5.98	20.33
	R4	13.01	6.14	19.97
T2	R1	13.15	6.36	18.65
	R2	13.23	6.31	17.96
	R3	13.14	6.32	18.01
	R4	13.12	6.34	18.07
T3	R1	13.93	6.28	17.25
	R2	13.76	6.48	17.11
	R3	13.67	6.41	16.92
	R4	13.71	6.42	17.02

  
**ING. JORGE TEZCA DELGADO**  
 TÉCNICO DEL LABORATORIO DE BRAMATOLOGÍA