



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE BANANO *Musa paradisiaca Cavendish-  
musaceae* Y PLÁTANO DOMINICO- HARTÓN *Mussa aab simonds* MADUROS PARA  
LA ELABORACIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO EN POLLOS BROILER DE  
ENGORDE.**

**Tesis presentada como requisito para optar el Título en:**

**Ingeniero Agroindustrial**

**Autor: María Verónica Valverde Chingua**

**Director: Dr. Luis Nájera**

**Ibarra-Ecuador**

**2016**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS**  
**AGROPECUARIA Y AMBIENTALES**

**CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE BANANO *Musa paradisíaca Cavendish-musaceae* Y PLÁTANO DOMINICO- HARTÓN *Mussa aab simonds* MADUROS PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO EN POLLOS BROILER DE ENGORDE.**

Tesis revisada por los miembros del Tribunal, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

**INGENIERO/A AGROINDUSTRIAL**


**APROBADA:**


Msc. Luis Nájera  
**DIRECTOR DE TESIS**

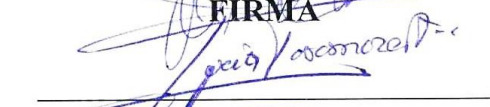
Ing. Ángel Satama  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**


Dra. Lucía Toromoreno  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Dr. Manly Espinosa  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

  
\_\_\_\_\_  
**FIRMA**

  
\_\_\_\_\_  
**FIRMA**

  
\_\_\_\_\_  
**FIRMA**

  
\_\_\_\_\_  
**FIRMA**

## AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Valverde Chingua María Verónica, con cédula de identidad número 040144296 – 7, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

### CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de diciembre de 2016

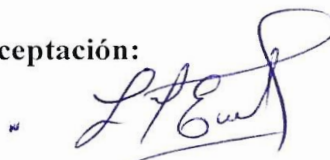
**El Autor:**



---

**Valverde Chingua María Verónica**

**Aceptación:**



---

**Ing. Bethy Chávez**  
**Jefe de Biblioteca**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	040144296-7
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Valverde Chingua María Verónica
<b>DIRECCIÓN:</b>	Av. San Vicente- Vía a Imantag
<b>EMAIL:</b>	verito_valverde210@hotmail.com
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b> 0992024375

---

**DATOS DE LA OBRA**

---

<b>TÍTULO:</b>	APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE BANANO <i>Musa paradisíaca Cavendish-musaceae</i> Y PLÁTANO DOMINICO- HARTÓN <i>Mussa aab simonds</i> MADUROS PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO EN POLLOS BROILER DE ENGORDE.	
<b>AUTOR:</b>	Valverde Chingua María Verónica	
<b>FECHA:</b>	13 de Diciembre del 2016	
	<b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO	<input type="checkbox"/> POSTGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Agroindustrial	
<b>ASESOR / DIRECTOR:</b>	Msc. Luis Nájera	

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Valverde Chingua María Verónica, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Dr. Luis Najera", is written over a horizontal line.

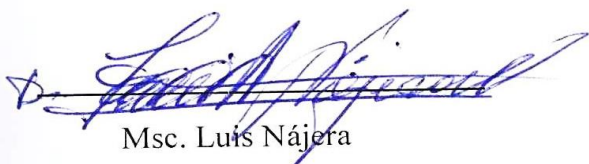
Msc. Luis Najera

**DIRECTOR DE TESIS**

## DECLARACIÓN

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, es original, y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de diciembre de 2016

  
Msc. Luis Nájera



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Valverde Chingua María Verónica, con cédula de identidad número 040144296 – 7,, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE BANANO *Musa paradisiaca Cavendish-musaceae* Y PLÁTANO DOMINICO-HARTÓN *Mussa aab simonds* MADUROS PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO EN POLLOS BROILER DE ENGORDE**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO AGROINDUSTRIAL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 13 días del mes de diciembre del 2016



---

Valverde Verónica



## **AGRADECIMIENTO**

A mi tutor, Dr. Luis Nájera, por sus sabios consejos.

A mis asesores Dr. Manly Espinosa, Dra. Lucia Toromoreno y al Ing. Ángel Satama, por el apoyo brindado y los conocimientos impartidos.

A todos aquellos, que me aprecian y que de una u otra forma me han apoyado y estimulado en este período para la feliz culminación de esta aspiración que como persona siempre había anhelado.

A la Universidad de Técnica del Norte, por abrirme sus puertas para cumplir el sueño de ser Ingeniera Agroindustrial y además por prestarnos sus instalaciones para realizar los experimentos laboratorios para concluir nuestro proyecto de grado.

A la Empresa Reproavi CIA. LTDA. que tuvo un papel importante en la investigación de este proyecto.

## **DEDICATORIA**

A Dios, nuestro señor. A mi salvador personal por darme la oportunidad de vivir, y darme las virtudes y las fortalezas necesarias para seguir adelante, por colocarme en el mejor camino, por permitir que la sabiduría dirija y guíe mis pasos iluminando mi sendero cuando más oscuro ha estado y por bendecirme con una familia maravillosa.

A mi madre María por su apoyo incondicional mientras estuvo a mi lado compartiendo conmigo el sueño de terminar esta carrera.

A todas las personas que de una u otra manera me impulsaron a culminar el presente trabajo investigativo, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ustedes.

# TABLAS DE CONTENIDO

Índice de Tablas .....	XV
Índice de Gráficos .....	XVII
Resumen.....	XIX
Capítulo I .....	1
Introducción .....	1
1.1 Problema.....	2
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos de la Investigación .....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Hipótesis.....	6
1.4.1 Hipótesis alternativa: .....	6
1.4.2 Hipótesis nula: .....	6
Capítulo II.....	7
Marco teórico.....	7
2.1 Generalidades del plátano y banano nacional .....	7
2.1.1 Descripción botánica:.....	9
2.1.2 El plátano dominico-hartón (Mussa Aab Simonds) y sus residuos .....	16

2.2	Deshidratación y procesamiento de residuos agroindustriales.....	17
2.3	Secadores solares.....	18
2.3.1	Uso de secaderos solares.....	18
2.3.2	Tipos de secadores .....	20
2.3.3	Tipos de Circulación.....	22
2.3.4	Calidad del Secado.....	23
2.4	Alimentos balanceados.....	27
2.4.1	Tipos de alimentos balanceados según edad de los pollos: .....	28
2.4.2	Tipos de mezclas para alimentos balanceados.....	29
2.4.3	Proceso de manufactura del alimento balanceado .....	30
2.5	Manejo de pollos broiler o parrillero.....	38
2.5.1	Energía en las raciones de pollos de engorde .....	38
2.5.1	Proteína en las raciones de pollos de engorde .....	39
2.5.2	Macrominerales en las raciones de pollos de engorde.....	39
2.5.3	Minerales traza y Vitaminas en las raciones de pollos de engorde.....	40
2.5.4	Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde.....	40
2.5.5	Alimentación de finalizador.....	42
Capítulo III.....		46
Metodología .....		46
3.1	Caracterización del área de estudio.....	46

3.1.1	Localización de la investigación.....	47
3.2	Materiales y Equipos.....	47
3.2.2	Elaboración de alimento balanceado .....	48
3.2.3	Para probar las 3 mejores dietas en los pollos broiler.....	50
3.3	Métodos.....	51
3.3.1	Factores en estudio.....	51
3.3.2	Tratamientos .....	52
3.3.3	Diseño experimental: .....	53
3.3.4	Características del experimento:.....	53
3.3.5	Análisis estadístico.....	55
3.3.6	Variables evaluadas .....	56
3.4	Manejo específico del alimento.....	58
3.4.1	Diagrama de bloques para el procesamiento de la harina de cáscara de plátano dominico- hartón.....	58
3.4.2	Descripción .....	59
3.4.3	Diagrama de bloques en la elaboración de Alimento balanceado para pollos broiler	62
3.4.4	Descripción de proceso alimento balanceado .....	63
3.4.5	Diagrama de flujo para la elaboración de Alimento balanceado para pollos broiler en la elaboración de alimento balanceado para pollos broiler .....	64

3.4.6	Ensayo de las 3 mejores dietas experimentales en los pollos broiler .....	65
3.5	Medición de variables .....	65
3.5.1	Proteína. - .....	66
3.5.2	Cenizas .....	67
3.5.3	Grasa (Extracto Etéreo).....	68
3.5.4	Carbohidratos .....	68
3.5.5	Fibra .....	69
3.5.6	Humedad .....	69
3.5.7	Calcio .....	70
4.	Capítulo IV .....	71
	Resultados y Discusiones.....	71
4.1	Caracterización de la harina de cáscara de banano vs harina cáscara de plátano dominico- hartón.....	71
4.1.1	Balance de Materiales de la harina de cáscara de plátano dominico- hartón o banano maduros .....	73
4.1.2	Balance de Materiales del alimento balanceado .....	74
4.2	Variables cuantitativas .....	75
4.2.1	Proteína .....	75
4.2.2	Fibra .....	80
4.2.3	Grasa (Extracto Etéreo).....	84

4.2.4	Cenizas:.....	88
4.2.5	Humedad:.....	92
4.2.6	Carbohidratos:.....	93
4.2.7	Calcio .....	98
4.3	Variables Cuantitativas .....	102
4.3.1	Análisis Microbiológico (Aerobios mesófilos, Escherichia coli, mohos y levaduras, coliformes totales).....	102
4.4	Variables evaluadas en pollos broiler alimentados con las tres mejores dietas .....	103
4.4.1	Conversión alimenticia kg/kg .....	104
4.4.2	Ganancia de peso gr/semana.....	106
4.4.3	Consumo de alimento .....	108
4.4.4	Mortalidad y Morbilidad.....	108
4.5	Variables organolépticas de la carne de los pollos.....	108
4.5.1	Variable organoléptica color.....	109
4.5.2	Variable organoléptica Olor.....	110
4.5.3	Variable organoléptica Palatabilidad .....	111
4.5.4	Costos de producción.....	112
5.	Capítulos V .....	114
6.	Conclusiones y Recomendaciones .....	114
6.1	Conclusiones: .....	114

6.2	Recomendaciones.....	115
7.	Capítulo VI.....	117
8.	Bibliografía.....	117
	Anexos .....	123

## Índice de Tablas

Tabla 1.	Composición Nutricional del banano .....	10
Tabla 2.	Composición de los remanentes del banano .....	12
Tabla 3.	Composición de la cáscara de banano maduro .....	14
Tabla 4.	Proporciones para un Perfil Ideal de Aminoácidos .....	42
Tabla 5.	Ejemplo de valores recomendados para dietas de engorde.....	43
Tabla 6.	Factores climatológicos .....	47
Tabla 7.	Composición y descripción de los tratamientos en estudio .....	52
Tabla 8.	Formulación de los tratamientos para la investigación.....	54
Tabla 9.	Análisis de varianza para tratamientos .....	55
Tabla 10.	Caracterización de la harina de cáscara de banano vs harina cáscara de plátano dominico- hartón.....	71
Tabla 11.	Variable Proteína .....	75
Tabla 12.	Análisis de la varianza para la variable de proteína.....	75
Tabla 13.	Prueba de TUKEY para la variable proteína .....	76
Tabla 14.	Prueba de DMS para el factor A en la variable proteína .....	77
Tabla 15.	Prueba de DMS para el factor A en la variable proteína .....	78



Tabla 16. Variable Fibra .....	80
Tabla 17. Análisis de Varianza para la variable Fibra .....	80
Tabla 18. Prueba de TUKEY para la variable fibra.....	81
Tabla 19. Prueba de DMS para el factor B en la variable Fibra .....	82
Tabla 20. Variable Grasa o Extracto Libre de Nitrógeno .....	84
Tabla 21. Análisis de la varianza para la Variable Grasa o Extracto Libre de Nitrógeno .....	84
Tabla 22. Prueba de TUKEY para la variable Grasa .....	85
Tabla 23. Prueba de DMS para el factor A de la variable Grasa .....	86
Tabla 24. Prueba de DMS para el factor B de la variable Grasa .....	86
Tabla 25. Variable Ceniza.....	88
Tabla 26. Análisis de la varianza para la variable Ceniza .....	88
Tabla 27. Prueba de TUKEY para la variable Ceniza .....	89
Tabla 28. Prueba de DMS para el factor A en la variable Ceniza .....	90
Tabla 29. Prueba de DMS para el factor en la variable Ceniza .....	90
Tabla 30. Variable Humedad .....	92
Tabla 31. Análisis de la varianza para la variable Ceniza .....	92
Tabla 32. Variable Carbohidratos .....	93
Tabla 33. Análisis de varianza para la Variable Calcio .....	94
Tabla 34. Prueba de TUKEY para la Variable Carbohidratos.....	95
Tabla 35. Prueba de DMS para el factor B .....	95
Tabla 36. Prueba de DMS para el factor A.....	96
Tabla 37. Variable Calcio .....	98
Tabla 38. Análisis de varianza para la Variable Calcio .....	98

Tabla 39. Prueba de TUKEY para la Variable Calcio .....	99
Tabla 40. Prueba de DMS para el Factor A .....	100
Tabla 41. Prueba de DMS para el Factor B .....	100
Tabla 42. Análisis microbiológicos .....	102
Tabla 43. Peso de los pollos broiler tomados cada 7 días hasta el saque .....	104
Tabla 44. Consumo de alimento promedio cada siete días hasta el saque.....	104
Tabla 45. Conversión alimenticia de las tres mejores dietas .....	104
Tabla 46. Peso Semanal .....	106
Tabla 47. Ganancia de peso .....	106
Tabla 48. Análisis de Fridman para la variable color .....	109
Tabla 49. Análisis de Fridman para la variable color .....	110
Tabla 50. Análisis de Fridman para la variable Palatabilidad .....	111
Tabla 51. Costos de Producción.....	112

## **Índice de Gráficos**

Gráfico 1. Interacción (A x B) en la variable de Proteína .....	79
Gráfico 2. Interacción (A x B) en la variable de Fibra .....	83
Gráfico 3. Interacción (A x B) en la variable de Grasa .....	87
Gráfico 4. Interacción (A x B) en la variable de Cenizas .....	91
Gráfico 5. Interacción (A x B) en la variable de Carbohidratos .....	97
Gráfico 6. Interacción (A x B) en la variable de Calcio .....	101
Gráfico 6. Grafica de la variable cuantitativa microbiológica .....	102

Gráfico 8. Conversión alimenticia tomada a los pollos broiler alimentados con las tres mejores dietas .....	105
Gráfico 9. Ganancia de peso tomada a los pollos broiler alimentados con las tres mejores dietas .....	107
Gráfico 10.Variable color evaluada en la carne del pollo faenado. ....	109
Gráfico 11.Variable olor evaluada en la carne del pollo faenado. ....	110
Gráfico 12.Variable olor evaluada en la carne del pollo faenado.....	111

## Resumen

En el trabajo se utilizaron harina de cáscaras de banano y de plátano dominico-hartón maduros, comúnmente dispuestas como residuos en mercados, heladerías y cafeterías de la ciudad de Ibarra para la producción de una materia prima, partiendo de los valores nutricionales obtenidos de la literatura y de los análisis de laboratorio.

Los volúmenes de ambos subproductos que se generan en la ciudad de Ibarra, son altos por lo que se creó la necesidad de incluirlos en alimentos para aves (pollos de engorde) ya que los resultados obtenidos del análisis y evaluación de las dietas producidas a partir de estas materias primas, permiten aseverar que ambas constituyen una fuente ideal en carbohidratos y proteína para la alimentación de aves en el Ecuador.

La obtención de las harinas se la realizó mediante un secador solar tipo túnel por siete días aproximadamente, esta cáscara seca se transformó en harina por medio de un molino de piedra y fue incluida en el alimento balanceado para la etapa final en porcentajes de 20 -40- 60%. Al obtener las dietas se las evaluó mediante análisis bromatológico y microbiológico. Después de realizar los análisis estadísticos se obtuvo que el resultado de los análisis fue aceptable para el tratamiento con inclusión del 40% de harina de cáscara de plátano dominico- hartón (T2) con valores de proteína de 20,11%, grasa de 4,59%, fibra de 5,13 %, carbohidratos de 55,72. Al ser probadas las dietas en los animales los resultados se mantuvieron en condiciones normales con una conversión de 1,95% y consumo de alimento de 9,9 libras por pollo. Los costos de la mejor dieta es 0,63 USD/Kg en comparación a la dieta testigo que es de 0,70 USD/Kg.

**Palabras claves:** Contaminación ambiental, pollos broiler, alimento balanceado, residuo orgánico, harina de cáscara, secado solar.

## Summary

In the work, banana peel flour and mature banana and banana peels were commonly used as residues in markets, ice cream shops and coffee shops in the city of Ibarra for the production of a raw material, based on the nutritional values obtained from the literature and laboratory analyzes.

The volumes of both by-products that are generated in the city of Ibarra are high, which created the need to include them in poultry feed (broilers) since the results obtained from the analysis and evaluation of the diets produced from These raw materials, allow to assert that both constitute an ideal source in carbohydrates and protein for the feeding of birds in Ecuador.

The flours were obtained by means of a solar tunnel drier for about seven days, this dry shell was transformed into flour by means of a stone mill and was included in the feed for the final stage in percentages of 20 -40 - 60%. When the diets were obtained, they were evaluated by means of bromatological and microbiological analysis. After carrying out the statistical analyzes, it was obtained that the results of the analyzes were acceptable for the treatment with inclusion of 40% of Dominican banana shell flour (T2) with protein values of 20.11%, fat of 4.59%, fiber of 5.13%, carbohydrate of 55.72. When the diets were tested on the animals the results were maintained under normal conditions with a conversion of 1.95% and feed consumption of 9.9 pounds per chicken. The costs of the best diet is 0.63 USD / kg compared to the control diet which is 0.70 USD / kg.

**Key words:** Environmental contamination, chickens broiler, balanced feed, organic residue, shell meal, solar drying.

# Capítulo I

## Introducción

Las bananas y plátanos (*Musa spp*) son frutas tropicales que suelen cultivarse con fines comerciales o de autoconsumo humano en el Ecuador. El banano y el plátano son un gran alimento por el potasio y nivel calórico que aporta, debido a su textura y sabor, es ideal para niños y ancianos. Las variedades que el Ecuador ofrece al mercado internacional son: Cavendish, Orito y Rojo.

Estas propiedades y sus cualidades nutricionales que se suma el precio, que es asequible a casi todos los extractos sociales por lo que es empleado a diario en alimentación lo cual genera una gran cantidad de desechos.

El uso de subproductos agroindustriales a la alimentación o suplementación de animales ha originado una actividad que permite dar una opción de manejo a los desechos productivos. El uso de los desechos del banano o plátano dominico-hartón ha resultado una excelente opción para la alimentación de animales entre ellos las aves por las propiedades que posee. Se han generado muchos estudios para la búsqueda de fuentes de alimentación alternativa como es el caso de los subproductos obtenidos de la caña de azúcar (melaza, bagazo), soya (torta de soya) entre otros.

De manera global este proyecto pretende enfocarse en el beneficio de usar de forma adecuada un desecho poco estudiado y al no darle el tratamiento adecuado puede provocar contaminación ambiental a causa de su subutilización o mal manejo.

## 4.1 Problema

El banano y el plátano contienen 60% de pulpa y 40% de cáscara, es decir que de una caja de banano de 18,14 Kg se desperdician 7,25 Kg (Moreira, 2013), afectando al medio ambiente, a personas, animales e incluso a otros cultivos, al generar el crecimiento de diversos microorganismos que impactan en zonas donde no deberían crecer. Otro serio problema es que ocasiona la obstrucción de cañadas, acumulación de agua y proliferación de hongos en lugares inadecuados.

La industria deshidratadora de fruta, heladerías y cafeterías procesa grandes cantidades de banano y plátano dominico- hartón semanales siendo del 30 al 40% cáscara, según versión de expertos la empresa deshidratadora terrafertil que procesa alrededor de 6000 ton semanales de banano lo que ocasiona un serio problema de contaminación ambiental, además de ser un recurso poco explotado, que puede provocar contaminación ambiental a causa de su subutilización o mal manejo.

Por otro lado la gran producción de plátano dominico hartón producido principalmente en la provincia de Esmeraldas, en poblaciones como Lita y San Lorenzo y es utilizado especialmente en la industria culinaria de los mercados de la ciudad de Ibarra, en consecuencia, crea un gran problema de contaminación ya que los desechos generados no tienen el debido uso.

Otro problema evidente es que, las empresas avícolas pretenden bajar costos al adquirir sus materias primas, obteniendo nuevas alternativas para la elaboración de alimentos balanceados como es el caso del maíz que se dificulta conseguirlo en determinadas épocas del año, además, de generar altos costos en la producción de producto final.

## 4.2 Justificación

La necesidad de manejar los desechos agroindustriales ha cobrado importancia durante los últimos años debido al incremento de producción agrícola. El uso de los subproductos agroindustriales en la alimentación o suplementación de animales ha originado una línea de producción que permite dar una opción al manejo a los desechos productivos. El banano maduro *Musa paradisiaca Cavendish-musaceae* y el plátano dominico- hartón *Mussa aab simonds* puede reemplazar satisfactoriamente al maíz en raciones para crecimiento y acabado de algunos animales como los cerdos y aves (Intriago Flor & Paz Mejía, 2000). La cáscara de banano maduro de uso industrial y artesanal representa del 30 al 40%, lo cual genera una cantidad considerable de residuos que se podrían aprovechar para emplearse en la alimentación animal (Álvarez G., 2013).

La cáscara del plátano verde tiene un contenido muy alto de taninos, que da un sabor astringente a la fruta y delimita su digestibilidad. Pero mientras avanza la maduración de la fruta, los taninos se van transformando y se pierde el sabor astringente lo que hace al plátano maduro más digestible para animales y el hombre (Moreira, 2013). Una de las ventajas de utilizar desechos de plátano como suplemento proteico y energético que reduce considerablemente los costos en relación al aumento de peso de los animales. En otros estudios, se ha utilizado la cáscara de banano maduro, por su alto valor energético para alimentación animal.

Es por eso que se ha creado la alternativa para la elaboración de un suplemento a partir de harina de cáscara de banano y plátano dominico maduro generando nuevas fuentes de alimentación para pollos broiler, mejorando las características de la carne en pollos faenados; aumentando rendimientos a la canal en las empresas dedicadas a la producción y faenado de pollos; reduciendo así, la contaminación que generan los desechos provenientes de la industria de



deshidratados, picanterías y heladerías que utilizan el plátano dominico- hartón y banano maduros.

## 4.3 Objetivos de la Investigación

### 4.3.1 Objetivo General

Aprovechar la cáscara de banano *Musa paradisiaca Cavendish-musaceae* y plátano dominico-hartón *Mussa aab simonds* maduros para la elaboración de un alimento balanceado en pollos broiler de engorde.

### 4.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar mediante análisis bromatológico la harina de cáscara del banano *Musa paradisiaca Cavendish-musaceae*, de plátano dominico-hartón *Mussa aab simonds* y alimento balanceado.
- Evaluar las sustituciones del maíz con la harina de cáscara de banano *Musa paradisiaca Cavendish-musaceae* o plátano dominico-hartón *Mussa aab simonds* (20-40-60%) en el contenido de proteína y carbohidratos de las raciones alimenticias.
- Evaluar las tres mejores dietas balanceadas en la alimentación de pollos broiler.
- Evaluar la calidad organoléptica de la carne de los pollos broiler.

## **4.4 Hipótesis**

### **4.4.1 Hipótesis alternativa:**

La harina de cáscara de banano *Musa Paradisiaca Cavendish-Musaceae* o la harina de cáscara de plátano maduro dominico *Mussa Aab Simonds* influye en las características de la carne del pollo broiler engorde.

### **4.4.2 Hipótesis nula:**

La harina de cáscara de banano *Musa Paradisiaca Cavendish-Musaceae* o la harina de cáscara de plátano maduro dominico *Mussa Aab Simonds* no influye en las características de la carne del pollo broiler engorde.

## Capítulo II

### Marco teórico

#### 5.1 Generalidades del plátano y banano nacional

Es de conocimiento general que el cultivo de banano *Musa paradisíaca Cavendish-musaceae*, constituye la actividad agrícola de mayor importancia para la economía del país.

Según Jaramillo (2016), presidente de la Asociación de Zamoranos de Litoral afirma que el banano es una de las fuentes más importantes de exportación del Ecuador y ocupa el 30% de mercado mundial del banano y presenta la mejor calidad del mundo.

Ecuador presenta condiciones climáticas excepcionales, las que junto a la riqueza de su suelo, permite que el país se convierta en un productor agrícola bananero de excelente calidad, manteniendo disponibilidad de la fruta todo el año. Las variedades que el Ecuador ofrece al mercado internacional son: Cavendish, Orito y Rojo.

En un artículo del 2011, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos informa que el cultivo de plátano dominico hartón *Mussa aab simonds*, representa un importante sostén para la socioeconomía generando seguridad alimentaria al país. El plátano genera fuentes de trabajo, además

de proveer permanentemente alimentos con altos contenidos de energía y potasio a la mayor parte de la población Ecuatoriana.

La mayor zona de producción de esta musácea es la conocida como el triángulo platanero, la cual abarca las provincias de Manabí, Santo Domingo y los Ríos. Las principales variedades explotadas en estas zonas son el “Dominico”, que se lo destina principalmente para el autoconsumo y el “Barraganete” que se lo destina en su mayor parte a la exportación.

Tanto el plátano como el banano son productos muy apetecidos por las familias ecuatorianas no solo por su delicioso sabor sino también por sus propiedades nutritivas, lo cual hace que las cantidades consumidas en el año, asciendan a cifras realmente significativas. A nivel artesanal e industrial tanto el plátano como el banano tienen por igual una amplia utilización tanto a nivel doméstico, en la producción de helados, en la elaboración de platos típicos de la cocina ecuatoriana, en chifles envasados, elaboración de harinas de plátano en las empresas deshidratadoras y como relleno en la industria repostera para el caso del banano maduro.

Por otra parte el plátano y banano como pulpa se utilizan para la elaboración de alimentos infantiles, esto es como jugo clarificado, plátanos deshidratados, enconfitados, etc. El plátano es un fruto con gran importancia comercial, sin embargo, resulta ser un producto muy perecedero, dando como resultado pérdidas económicas (50%) importantes. En estado verde se utiliza principalmente para la producción de almidón, pero se utiliza únicamente la pulpa y la cáscara es desechada (Ayala Carvajal , Lombana Miranda, & Rojas Gómez , 2011).

La característica fundamental de bananas y plátanos es que contienen una fuente importante de azúcares que en condiciones de inmadurez están en forma de almidón, se transforma en sacarosa cuando las frutas maduran, por otro lado, las bananas y plátano son relativamente pobres en fibras y nitrógeno. Las bananas y plátanos son alimentos extremadamente acuosos, y por lo tanto, voluminosos. Cerca de las dos terceras partes de las mismas son agua, por este motivo estas frutas han sido utilizadas en la alimentación animal como fuentes de energía (J, 2004).

### **5.1.1 Descripción botánica:**

Agrolanzarote (2012) explica que el plátano y banano son plantas herbáceas, que pertenece al grupo de las musáceas. Sus raíces son gruesas, carnosas y se ramifican en pelos absorbentes, que son los responsables de la absorción del agua y los nutrientes. Normalmente, las raíces están situadas a 30 cm de profundidad.

#### **5.1.1.1 *Clima***

En su estudio Agrolanzarote (2012) encuentra que “la temperatura es el factor que más influye en el desarrollo y crecimiento de la platanera. El rango de temperatura más adecuado para el crecimiento de la planta oscila entre los 18 y 28°C. Este cultivo es sensible al viento, porque rompe el limbo de las hojas e incluso puede tirar la planta al suelo” (sección de Factores Climatológicos, párr. 3).

### 5.1.1.2 *Suelo*

Los suelos más favorables para el cultivo de plátano y banano son los de textura arenosa, pero provistos de arcilla (30-50%) y limo. Deben ser suelos ricos en materia orgánica (> 2,5). Es importante que tengan una buena porosidad y un buen drenaje, para evitar problemas de asfixia radicular. El pH óptimo se sitúa entre 6 y 7. Los terrenos con pH alcalino y alto contenido de carbonato cálcico, provocan fenómenos de clorosis en las plantas, ocasionadas por una deficiencia en hierro.” (Sección de Manejo del suelo, párr. 3).

### 5.1.1.3 *Composición nutricional*

#### Contenido nutricional de 100 gramos de pulpa plátano

**Tabla 1.** Composición Nutricional del banano

<b>COMPONENTES</b>	<b>CANTIDAD</b>
AGUA (g)	75,7
PROTEÍNA (g)	1,1
CARBOHIDRATOS (g)	22,2
POTASIO (mg)	420
CALCIO (mg)	8
CALRIAS	85
VITAMINA C (mg)	10
SODIO (mg)	1
FIBRA (g)	0,6

Fuente: (Moreira, 2013)

#### 5.1.1.4 *Banano Musa paradisíaca Cavendish-musaceae y sus residuos*

El cultivo de banano representa una de las fuentes más importantes de producción y exportación del Ecuador, con una producción anual de más de 50 millones de toneladas. La producción mundial de bananos de cocción (plátanos) se eleva a casi 30 millones de toneladas por año considerándose que las cáscaras representan cerca del 30% de la fruta madura.

Según Álvarez G., (2013) afirma que el porcentaje en peso de cáscara del plátano y banano puede estar entre un 30% a 40%, el cual es una cantidad considerable de residuos durante el procesamiento de estos frutos. La cáscara contiene celulosa (10.5%) y hemicelulosa (14%) y lignina (17%). Por esta razón, se podría utilizar para la producción de complejos enzimáticos.

Castro, Manjarrés, & Sandoval (2010), afirman que la población ecuatoriana adquiere grandes cantidades de bananas y plátanos por las propiedades nutricionales que posee generando así, grandes cantidades de residuos. Observando la gran producción de las cáscaras de ambos productos que no cuentan con ningún tipo de procesamiento a pesar de ser reconocido el apreciable valor nutricional que poseen, estas cáscaras son tratadas como residuos provocando contaminación medioambiental. Todos estos elementos antes señalados son la base para la elaboración de abonos verdes, bien sea a través de compost o como complemento del substrato utilizado en la lombricultura, ya que pueden aportar al suelo una gran cantidad de nutrientes, entre ellos el potasio.



**Tabla 2.** Composición de los remanentes del banano

<b>Componentes</b>	<b>Cáscara de banano verde</b>	<b>Cáscara de banano maduro</b>
% Humedad	91,62	95,66
% Proteína cruda	5,19	4,77
% Fibra cruda	11,58	11,95
Energía bruta, kcal	4383	4592
% Calcio	0,37	0,36
% Fósforo	0,28	0,23
% Ceniza	16,3	14,58

**Fuente:** (Moreira, 2013)

### **5.1.1.5 Usos de la cáscara del banano**

#### *1.1.1.1 Obtención de celulosa*

Así, según algunas investigaciones realizadas por (Canche, De los Santos, Andrade, & Gómez, 2005) dicen que la industria platanera produce una gran cantidad de residuos bananeros, ya que de la planta solamente se aprovecha el fruto, dejando sin utilizar las demás partes de la planta: pseudotallo, hojas y pinzote o raquis (parte de la planta que sostiene los manojos de frutos). Debido a que estos materiales están constituidos por fibras lignocelulósicas, se pueden utilizar como materia prima para la obtención de celulosa o en la obtención de materiales compuestos, dando un valor agregado a dichos residuos. Los procesos realizados para la obtención de celulosa, son muy similares a los usados en la industria papelera, los cuales están diseñados para materiales con alto contenido de lignina.

#### *2.1.1.1 Depurador de aguas contaminadas con metales*

Algunos estudios realizados en la Universidad Federal de São Carlos (2011), afirman que cuando se transforman en harina las cáscaras de plátano tienen la capacidad de limpiar las aguas contaminadas con metales pesados de una manera eficaz y barata. En la cáscara de plátano existen unos grandes números de moléculas con carga negativa. Estas moléculas tienen un gran poder de atracción sobre la carga positiva de los metales pesados.

#### *3.1.1.1 Producción de etanol a partir de la cáscara de banano y de almidón de yuca*

En este trabajo se evaluó la hidrólisis ácida del almidón presente en yuca y de la celulosa presente en cáscara de banano y su posterior fermentación a etanol, se ajustaron los medios de fermentación para los microorganismos *Saccharomyces cerevisiae* NRRL Y-2034 y *Zymomonas mobilis* CP4. Se caracterizó la cáscara de banano, la cual posee un contenido de almidón, celulosa y hemicelulosa que representan más del 80 % de la cáscara ameritando el estudio de ésta como fuente de carbono (Monsalve, Medina de Perez, & Ruiz Colorado, 2006).

#### *4.1.1.1 Carne con fibra de plátano, una nueva opción en la dieta*

En la investigación realizada por Alarcón (2011) sostiene que la elaboración de carne con fibra de plátano es un alimento con grandes beneficios para la salud y además que ayuda a eliminar gran cantidad de toxinas del cuerpo.

**Tabla 3.** Composición de la cáscara de banano maduro

<b>Componentes</b>	<b>Valor informado por el CINA</b>
Humedad %	89,6
Proteína bruta %	10,45
Extracto etéreo %	8,5
Fibra cruda %	14,18
Extracto libre de N %	54,48
Cenizas %	12,69
Energía bruta Kcal/Kg ms	5106
Calcio %	0,37
Fósforo %	0,187
Potasio %	8,96
Magnesio %	0,157
Hierro mg/KG	134,3
Fibra neutro detergente %	50,1
Fibra ácido detergente %	42,8
Lignina %	8,21
Celulosa %	1,43

**Fuente:** (Dormond, Boschini, & Rojas, 1998)

Los taninos son la sustancia anti nutricional que limita el nivel de uso en los animales mono gástricos cuando se utiliza la fruta verde, pues la harina los contiene en 1,5-2,0%. Los taninos libres se encuentran en la cáscara del fruto verde (40,5%), en menor cuantía en la pulpa del fruto verde (7,36%), en la cáscara madura hay sólo 4,7% y en la pulpa madura su concentración carece de significación (1,99%), por lo cual el hombre y los animales consumen la pulpa madura, y los animales la cáscara madura sin dificultad (Mesenguer, 1983).

**5.1.1.6      *Procedimiento para la elaboración de harina de cáscara de banano***  
***Musa paradisíaca Cavendish-musaceae para pienso o alimento balanceado.***

En la actualidad se emplea alimentos balanceados de distintos orígenes, como los procedentes de cereales, o de subproductos de la industria alimentaría así como también, los alimentos balanceados de origen animal que se encuentran ya en desuso.

Empleando la cáscara de banano seca y transformada en harina se la utiliza en la obtención de alimento balanceado, obteniendo así, un alimento rico en fibra que lo hace especialmente adecuado para la alimentación de aves y también de caracoles. Igualmente a la harina obtenida se la puede mezclar con otros productos alimenticios para adecuarse a las necesidades de nutrición de cada momento (Dávila, 2007).

**5.1.1.7      *Proceso tecnológico***

Dávila (2007) describe el proceso de la elaboración de harina de cáscara de banano así:

**Lavado:** Lavar los manojos de banano con agua a presión, con el fin de eliminar adherencias e impurezas que pudiesen contaminar el pienso obtenido, y desmenuzar (separar) los bananos de las piñas y/o racimos.

**Inmersión:** Sumergir en agua hirviendo los bananos, para producir el desprendimiento interno entre la pulpa y la cáscara, durante un tiempo aproximado de 4 minutos.

**Escurrido:** Retirar los bananos del baño de agua hirviendo y dejar escurrir a temperatura ambiente.

**Pelado:** Desprender la cáscara de la pulpa del banano preferentemente mediante la realización de una incisión longitudinal y dos incisiones extremas.

**Secado:** Dejar secar las cáscaras de bananos al aire libre.

**Troceado y Molienda:** Molturar y trocear las cáscaras de banano secas, idealmente en un molino de martillos de velocidad de su eje de giro de 800 revoluciones por minuto, hasta obtener un gránulo reducido

**Empaque:** Envasar el producto en recipientes y/o envases adecuados.

### **5.1.2 El plátano dominico-hartón (Mussa Aab Simonds) y sus residuos**

La cáscara ha sido considerada como un producto de desecho agroindustrial y es utilizada generalmente para la alimentación animal (bovinos), en estado verde y maduro. Este órgano posee mayores contenidos de fibra y minerales que la pulpa, la alta composición de almidón en estado verde y de azúcares en estado amarillo, determinan la posibilidad de que pueda ser procesado como harina para la elaboración de productos comestibles por el hombre, siendo lo más limitante el alto contenido de compuestos fenólicos.

## **5.2 Deshidratación y procesamiento de residuos agroindustriales.**

El secado de los alimentos es uno de los métodos más fácil, económico y más antiguos que ha utilizado el hombre para conservar los productos alimenticios. El hombre primitivo aprovechó la energía solar, para secar sus alimentos al aire libre. Actualmente el secado de frutas, hortalizas y carnes es un proceso artesanal e industrial muy importante en la conservación de la calidad de los productos agrícolas.

El secado o deshidratación consiste en la extracción del agua contenida en los alimentos a través de la energía solar hasta que el nivel del agua sea el adecuado para su conservación por largos periodos. El nivel de agua deseado se lo determina dependiendo del tipo de producto a deshidratar, por ejemplo, el secado de granos y cereales se realiza hasta obtener alrededor de 12% de agua en el producto que es parecido a la humedad del aire normal, en el caso de las frutas secas, los niveles son más bajos (8-10%), en el caso de nueces y semillas los niveles son todavía más bajos (3-5%). Cuando la humedad final que se desea está por debajo de la humedad del aire normal o del medio ambiente, es necesario realizar un secado controlado, utilizando aire calentado por cualquier fuente de energía: solar, eléctrica, por combustión de la madera u otros combustibles derivados del petróleo (Almada M. , Cáceres, Marta, & Pulfer, 2005).

## 5.3 Secadores solares

Se definen como equipos especialmente diseñados para aprovechar la energía solar secando o deshidratando productos (frutas, carnes, hierbas, etc.) para beneficio de la salud y la economía de las familias.

### 5.3.1 Uso de secaderos solares

En el secadero solar los rayos luminosos del Sol son transformados en calor a través del efecto invernadero en un llamado colector solar, que tiene los siguientes elementos:

**Una superficie metálica oscura**, preferiblemente de color negro, generalmente orientada hacia la dirección del Sol, que recibe y absorbe los rayos luminosos. El calor producido de esta manera es transferido al aire, que está en contacto con dicha superficie.

**Una cobertura transparente (vidrio o plástico)**, que deja pasarla radiación luminosa y que evita el escape del aire caliente

Para un mayor rendimiento, algunos modelos de secaderos solares de gran capacidad disponen de un sistema de calefacción combinado esto es, usa un combustible o energía eléctrica como fuente de energía secundaria para los periodos con falta de radiación solar, para los días nublados y para seguir trabajando en horas de la noche.

El proceso de secado se produce por la acción de aire cálido y seco, que pasa a través de los productos a secar, ubicados generalmente en bandejas en el interior del secador. De esta forma la humedad contenida en los alimentos se evapora a la superficie de los mismos y pasa en forma de vapor al aire, que los rodea (Almada M. , Cáceres, Marta, & Pulfer, 2005).

Los factores claves para un buen secado son entonces:

1. Aire caliente a una temperatura de 40 a 70°C
2. Aire con un bajo contenido de humedad
3. Movimiento constante del aire

Al calentar aire, que está a la temperatura del ambiente y con un cierto porcentaje de humedad, aumenta su capacidad de absorber vapor de agua. Por cada 20°C de aumento de la temperatura del aire su capacidad de retener vapor de agua se triplica y por consecuencia su humedad relativa se reduce a un tercio.

El aire que pasa por los productos debe estar en constante movimiento y renovación para eliminar de mejor manera la humedad de los alimentos. Esta ventilación se puede lograr en forma natural gracias al efecto chimenea o en forma forzada mediante ventiladores, dependiendo del modelo del secadero.

Para obtener un buen secado, los productos deben colocarse en las bandejas con los suficientes espacios para eliminar de mejor manera la humedad del producto.



Los dos elementos básicos de una secadora solar son: el colector, donde la radiación calienta el aire y la cámara de secado, donde el producto es deshidratado por el aire que pasa. Estos elementos pueden diseñarse de diferentes formas para integrarse a diferentes equipos de secado solar.

### **5.3.2 Tipos de secadores**

#### **5.3.2.1 Tipo “carpa”:**

Es diseñado especialmente para secar pequeñas cantidades de producto, es sencillo, compacto, liviano, plegable y transportable. Está hecho de una estructura metálica (que puede ser también de madera) de la forma de una carpa triangular, cubierta en gran parte por una lámina de plástico transparente, resistente a los rayos ultravioletas (polietileno larga duración) y puede tener diferentes tamaños (Almada M. , Cáceres, Marta, & Pulfer, 2005).

#### **5.3.2.2 Tipo “armario”**

Este tipo de secador es diseñado para mantener un buen color y proteger sus propiedades naturales. Está compuesto por una cámara de secado y un colector solar inclinados unidos entre sí en la parte inferior de la cámara. En ésta se encuentran superpuestas varias bandejas de secado removibles con tejido. Las bandejas están protegidas por una puerta colocada en la pared trasera de la cámara. El colector está cubierto con vidrio y tiene en su interior una chapa de color negro

doblada en zigzag, para aumentar su superficie de intercambio de calor con el aire. El aire ambiental entra por la extremidad inferior del colector, que está cubierta por una malla mosquitero, y se calienta gradualmente hasta una temperatura de 25 a 30°C superior a la temperatura ambiental. Entra finalmente en la cámara, donde atraviesa las bandejas ejerciendo su poder secador. Un extractor eléctrico de aire en la parte superior de la cámara garantiza la buena ventilación del aparato (Almada M. , Cáceres, Marta, & Pulfer, 2005).

### **5.3.2.3      *Tipo “túnel”***

Este modelo sirve para pequeños emprendimientos industriales. Consiste en un túnel horizontal elevado con una base rígida de hierro y una cobertura transparente de lámina de polietileno de larga duración, igual que el tipo carpa. El túnel está dividido en sectores alternantes de colector y secador. Los primeros tienen la función de calentar el aire, que luego en los últimos es utilizado para el secado de los productos en las bandejas.

El aire circula en forma horizontal por el producto a través de todo el túnel, generalmente con la ayuda de un ventilador eléctrico o de forma natural. En sitios sin energía eléctrica está apoyado por una chimenea ubicada en la salida del secadero. El aparato es una construcción modular plana con marco rígido, compuesta de dos chapas, con una capa de aislante térmico. Esta estructura se coloca sobre caballetes.

Las bandejas de secado son removibles y se pueden estirar lateralmente como los cajones de una cómoda. Por la altura relativamente grande de las bandejas es posible secar también productos

que ocupan mucho volumen, tales como hierbas o flores. La entrada y la salida del aire están protegidas con una malla mosquitero para evitar el ingreso de insectos. El secadero se calienta a una temperatura de 20 a 25°C superior a la temperatura ambiental. Para un mejor aprovechamiento del secadero, se puede agregar un sistema de calefacción auxiliar (Almada M. , Cáceres, Marta, & Pulfer, 2005).

### **5.3.3 Tipos de Circulación**

El aire circula dentro del secador con el fin de eliminar la humedad evaporada del producto. Esta circulación se logra por dos métodos: circulación forzada y por convección natural.

#### **5.3.3.1 *Circulación forzada.***

Esto se realiza por medio de un ventilador que consume energía mecánica o eléctrica. Este tipo de circulación facilita el diseño en el caso de los equipos de tamaño grande, además de facilitar el control del proceso de secado. Usando este tipo de circulación se pueden obtener velocidades de circulación de aire entre 0.5 y 1 m/s. La principal desventaja de la circulación forzada es el hecho de que se debe disponer de una fuente de energía eléctrica.

#### **5.3.3.2 *Circulación por convección natural.***

Se realiza naturalmente moviendo el aire por las diferencias de temperatura entre las distintas partes del equipo. Este tipo de circulación se hace más difícil de agregar en equipos grandes.

Para equipos pequeños o medianos se pueden lograr velocidades de aire de 0.4 a 1 m/s al interior de la cámara, pero en equipos grandes esta velocidad no sobrepasa los 0.1a 0.3 m/s.

### **5.3.4 Calidad del Secado**

Almada M. , Cáceres, Marta, & Pulfer (2005), afirman que este proceso se logra con un tratamiento previo que consiste en un proceso físico y/o químico posterior al secado, con el cual se evita o reduce el deterioro del producto durante y después el secado y mejorar la calidad del producto final. Existen los siguientes tipos de tratamientos previos:

- Blanqueado
- Sulfitado
- Tratamiento con ácidos orgánicos
- Uso de bicarbonato de sodio
- Agrietado
- Salado
- Almibarado

#### **5.3.4.1 *Blanqueado***

Consiste en sumergir el producto en agua a temperaturas de 95°C por un tiempo variable, que dependen de la especie, del estado de madurez y el tamaño del producto. Tiene los siguientes objetivos:

- Inactivación de las enzimas
- Ablandamiento del producto
- Eliminación parcial del contenido de agua en los tejidos
- Fijación y acentuación del color natural
- Desarrollo del sabor y olor característico
- Reducción parcial de los microorganismos presentes

La inactivación de las enzimas mejora la calidad del producto, reduciendo los cambios indeseables de color, sabor y olor. Además favorece la retención de algunas vitaminas, como la vitamina C. El blanqueado es utilizado frecuentemente para la evitar el pardeamiento enzimático inhibiendo las reacciones de oscurecimiento. Estas reacciones se presentan principalmente en frutas y vegetales, dando como producto final pigmentos oscuros llamados melaninas.

El blanqueado se realiza a temperatura de 90 a 95°C por unos minutos, con el fin de que los productos se calienten a su centro o corazón, luego los alimentos se deben enfriar rápidamente, sumergiéndolos en agua fría para evitar que continúe la cocción (Almada M. , Cáceres, Marta, & Pulfer, 2005). Para obtener un blanqueado homogéneo, se recomienda envolver los productos en un lienzo permeable al agua, sumergiéndolo en el agua hirviendo y aumentar el fuego al máximo, ya que al poner los productos fríos en el agua, ésta deja enseguida de hervir. Esperar el tiempo necesario hasta obtener el resultado requerido. El enfriamiento se realizará sumergiendo el paquete rápidamente en el agua fría. Una vez sucia después de varios baños de blanqueado y de enfriamiento, cambiar el agua (Almada M. , Cáceres, Marta, & Pulfer, 2005).

#### **5.3.4.2      *Sulfitado***

Según Almada M. , Cáceres, Marta, & Pulfer (2005), la adición de sulfitos inhibe las reacciones de oscurecimiento o pardeamiento de los productos a deshidratar, actuando sobre los azúcares. Para realizar el sulfitado se realiza sumergiendo el producto en una solución acuosa de metabisulfito de sodio o potasio a razón de 5 a 10 g de producto por litro durante 5 a 10 minutos a temperatura ambiente. Para proceder al secado solar se debe usar recipientes no sensibles a la corrosión, tales como acero inoxidable, vidrio, entre otros. Como el azufre en concentraciones elevadas es tóxico, hay que cuidar bien la dosis. Las normas de la Organización Mundial para la Salud (OMS) fijan la concentración máxima de azufre en un producto deshidratado a 0.05%

#### **5.3.4.3      *Tratamiento con ácidos orgánicos***

Almada M. , Cáceres, Marta, & Pulfer (2005), afirman que tanto el ácido cítrico, como el ácido ascórbico o vitamina C tienen la propiedad de conservación del color natural de ciertas frutas que fácilmente sufren del oscurecimiento enzimático. En frutas puede ser aplicado en vez del sulfitado, a pesar que no tiene la misma eficiencia. Al mismo tiempo que por su acidez cambia ligeramente el sabor del producto. Para realizar este proceso se prepara una solución con el jugo de 1 limón mediano por litro de agua sumergiendo el producto durante unos minutos.

#### **5.3.4.4 *Bicarbonato de sodio***

Almada M. , Cáceres, Marta, & Pulfer (2005), afirman que el bicarbonato de sodio estabiliza la clorofila (pigmento verde de las plantas) haciéndose más resistentes a los rayos solares, conservando de esta manera su color verde original. También ablanda las capas exteriores del producto, facilitando así, la salida del agua y evitando el endurecimiento de la capa exterior. Este pretratamiento se aplica generalmente para hortalizas y leguminosas de color verde, disolviendo 30 g de bicarbonato de sodio más 3 g de sal común por cada litro de agua.

Después de adicionar el bicarbonato, el agua deberá alcanzar un pH de 9, lo que se puede controlar con papel indicador de pH.

#### **5.3.4.5 *Agrietado***

Almada M. , Cáceres, Marta, & Pulfer (2005) , afirman que el agrietado se lo realiza con la inmersión de la fruta en una solución caliente (80°C) de hidróxido de sodio por 10 g de cada litro de agua por el lapso de 5 a 10s, posteriormente lavar con agua potable y dejar reposar durante 30 s con ácido cítrico de 2 g por litro de agua antes de llevar al secadero. Este pretratamiento se utiliza con frutas que no se pelan antes de secarlas, como ciruelas, uvas e higos, para conseguir un agrietado de la cascara, facilitando de esta manera el secado.

#### **5.3.4.6 Salado y almibarado**

Almada M. , Cáceres, Marta, & Pulfer (2005), afirman que en el caso del salado se refieren a la adición de cloruro de sodio (sal común) y el almibarado a la adición de sacarosa (azúcar común) al ser adicionados en los productos a secar se disminuye la actividad de agua que inhibe el desarrollo microbiano. Este procedimiento facilita la primera fase del secado.

### **5.4 Alimentos balanceados**

Avila A. & Benavides H. (2013), en su investigación afirman que los alimentos balanceados son una mezcla de alimentos naturales, que contienen todas las propiedades nutricionales que cada especie necesita para cumplir todas sus actividades fisiológicas.

Los alimentos balanceados también son diseñados para brindar a los pollos broiler todos los nutrientes necesarios para cumplir todas las fases de producción, mejorando beneficios económicos en la explotación avícola.

Las características físicas que se observan para adquirir o vender materias primas en la humedad (menor a 13%) e impurezas (menor al 2%), esto es dependiendo de la materia prima a adquirir.



#### **5.4.1 Tipos de alimentos balanceados según edad de los pollos:**

##### **5.4.1.1 *Balanceado Inicial***

Avila A. & Benavides H. (2013), en su trabajo sobre prefactibilidad de una empresa para la elaboración de alimento balanceado para pollos broiler afirman que el alimento balanceado debe ser suministrado a pollitos BB desde la recepción hasta los 7 días de edad o dependiendo de las políticas de cada empresa al igual que los ingredientes que componen la formulación. Para mejor alimentación y evitar desperdicios se debe administrar alimento en forma de pellet.

##### **5.4.1.2 *Balanceado crecimiento***

Avila A. & Benavides H. (2013), en su trabajo sobre prefactibilidad de una empresa para la elaboración de alimento balanceado para pollos broiler afirman que el alimento balanceado debe ser suministrado a pollos desde los 8 a los 35 días de edad o dependiendo de las políticas de cada empresa al igual que los ingredientes que componen la formulación. Para mejor alimentación y evitar desperdicios se debe administrar alimento en forma de pellet.

##### **5.4.1.3 *Balanceado finalizador***

Avila A. & Benavides H. (2013), en su trabajo sobre prefactibilidad de una empresa para la elaboración de alimento balanceado para pollos broiler afirman que el alimento balanceado debe ser suministrado a pollos desde los 36 a los 42 días de edad o dependiendo de las políticas de

cada empresa al igual que los ingredientes que componen la formulación. Para mejor alimentación y evitar desperdicios se debe administrar alimento en forma de pellet.

#### **5.4.2 Tipos de mezclas para alimentos balanceados**

En la industria de alimentos balanceados se producen 3 tipos de mezclas dependiendo su consumo (Chachapoya R., 2014):

- **Seco o polvo:** para esta mezcla no existe interacción química entre sus ingredientes. Es una mezcla homogénea donde existe uniformidad en todas sus partes. La composición varía según la formulación o los ingredientes que la compongan.
- **Peletización:** se realiza adicionando vapor de agua a 60 y 80°C a los ingredientes finamente molidos y mezclados. La masa caliente para a hornos rotatorios, donde es endurecida y formando estructuras cilíndricas. El tamaño del pellet varía de acuerdo al tipo de alimento que se prepare.
- **Extrusión:** se pasa la mezcla o sustancia por medio de un troquel, se puede efectuar el proceso en frío o caliente.

### 5.4.3 Proceso de manufactura del alimento balanceado

#### 5.4.3.1 *Adquisición de Materia Prima.*

Según Avila A. & Benavides H. (2013) en su Estudio de Factibilidad para la Elaboración de alimentos balanceados para pollos broilers, a continuación describen algunos de los ingredientes utilizados en las dietas alimenticias para pollos:

- **Maíz duro amarillo**, por lo general tiene que ser de la costa, o importado con porcentajes de humedad del 13% máximo y 2% de impurezas máximo para poder fabricar el balanceado.
- **Torta de soya**, es un subproducto de la soya la cual es, finamente triturada y posee proteína de origen vegetal.
- **Aceite de palma africana**, es una grasa especial para alimentos balanceados de animales.
- **Caliza o conchilla, es calcio (Ca)**, que se utiliza para fortificar los huesos del ave.
- **Fosfato de calcio** para evitar el desplume temprano del ave.
- **Sal** que se utiliza es la sal refinada de consumo humano. Esto se utiliza como fuente de sodio.
- **Methionina, lisina**, son aminoácidos esenciales para el crecimiento.
- **Vitamina**, que se utilizará en la formulación del balanceado para aves.
- **Encimas**, proteína que cataliza específicamente cada una de las reacciones bioquímicas del metabolismo.

- **Promotor de crecimiento**, se utilizará un promotor de crecimiento y rendimiento en la alimentación de las aves.
- **Colina**, sirve para evitar que el ave elimine grasas.
- **Atrapante de toxinas**, es un absorbente de mycotoxinas naturales de alimentos.
- **Coccidiostato**, con el uso de los coccidiostatos en el alimento balanceado, se logra producir una moderada infección, con la cual las aves adquieren inmunidad.
- **Colorante**, sirve para darle una coloración al ave más apetecible.

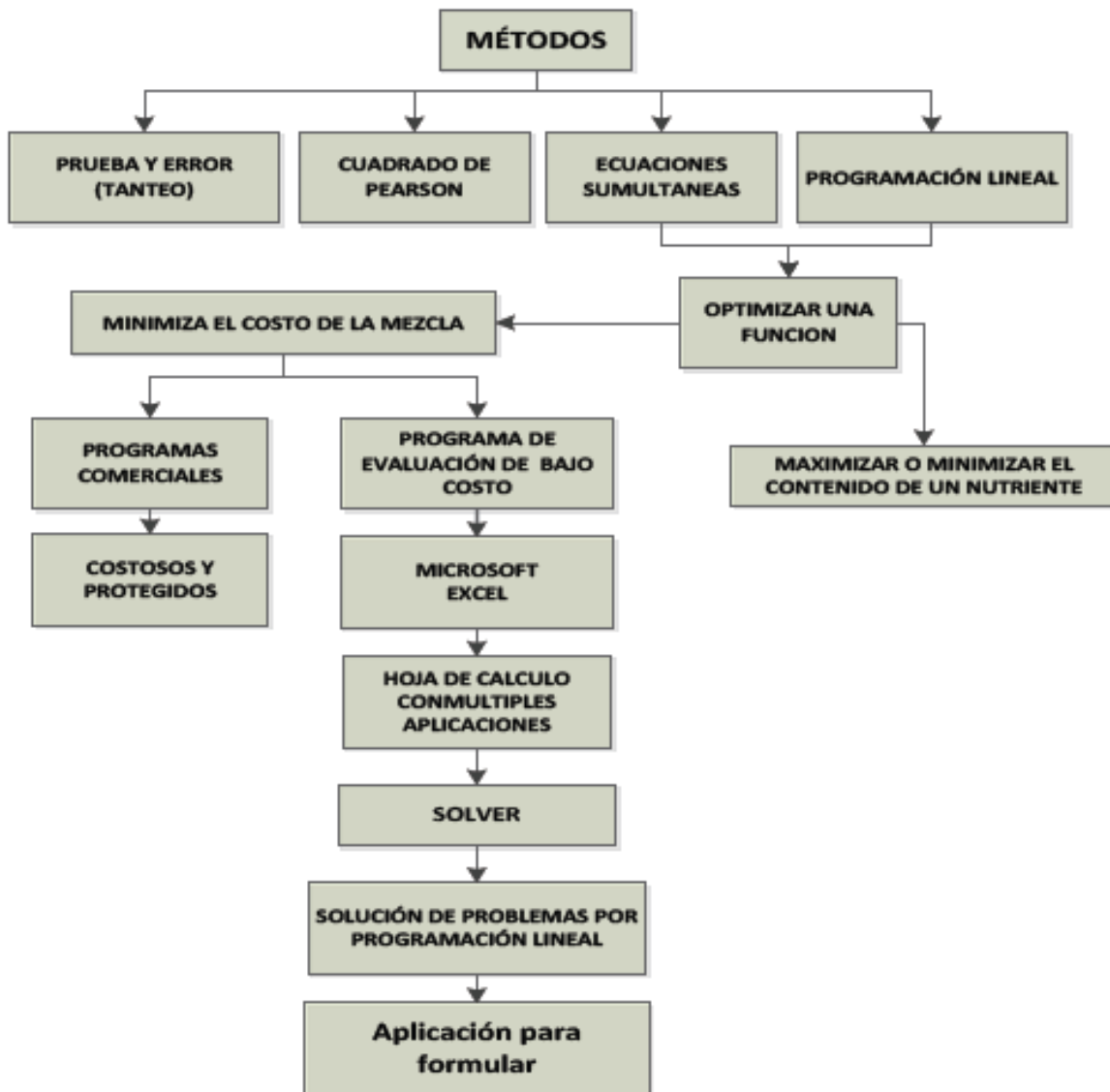
#### 5.4.3.2 *Análisis de nutrientes.*

Según Avila A. & Benavides H. (2013) en su Estudio de Factibilidad para la Elaboración de alimentos balanceados para pollos broilers informan que a cada una de las materias primas que se incluyen en la elaboración del balanceado se analizan para verificar su contenido nutricional, descartando así, problemas de adulteración y deterioro de la misma.

Los principales análisis que se realizan de forma rutinaria por materia prima según las Normas INEN 540:81; 1705:89; y 1829:92 son los siguientes: análisis de humedad (%H), contenido de proteína bruta (% PB), análisis de grasa (%G), contenido de fibra bruta (%FB), contenido de fósforo (%P), calcio (%Ca), contenidos de sal, análisis específicos para ingredientes en particular como solubilidad de la proteína para la soya y la torta de soya, factores anti nutricionales como ureasa en tortas de soya, , microbiológicos y detección de hongos y mico-toxinas. Además cuantificar los niveles de impurezas y materiales extraños.

#### **5.4.3.3      *Formulación***

Para llegar a formular una ración alimenticia se debe conocer el valor nutricional de cada uno de los ingredientes que van a ocuparse en la formulación y los requerimientos nutricionales de la edad de los animales a la que se destina la dieta. El método más sencillo para el cálculo de raciones balanceadas es mediante el empleo de prueba y error, por otro lado el programa lineal es utilizado en la formulación científica de alimentos balanceados (Chachapoya R., 2014).



(Buxáde, 1995)

**Prueba y error:** Es uno de los métodos más utilizados para formular raciones alimenticias, debido a su facilidad en el planteamiento y operación. Manualmente está sujeto a la utilización de pocos alimentos y nutrientes. A pesar de que, cuando se utilizan hojas de cálculo, este método es bastante práctico, permitiendo balancear con 10 - 15 alimentos y ajustar unos 6 nutrientes (Chachapoya R., 2014). Ver anexo VI.a.

**Ecuaciones simultáneas:** Para este método emplea el álgebra para el cálculo de raciones, planteándose sistemas de ecuaciones lineales donde se representan mediante variables a los alimentos, cuya solución matemática representa la ración balanceada.

**Cuadrado de Pearson:** Permite mezclar hasta máximo 6 ingredientes que tienen concentraciones nutricionales diferentes, así se obtiene la concentración deseada (proteína, energía). Un ejemplo simple es aquel donde se balancea un nutriente, en proteína o energía generalmente, considerándose así, dos ingredientes en el proceso. El método también permite realizar raciones con mayor número de ingredientes y nutrientes, teniéndose mayor cuidado en elaborar la ración.

**Programación lineal:** Este método nos permite obtener raciones alimenticias de menor costo y mejor calidad. La Programación Lineal (PL) es una técnica de optimización, maximizando beneficios y minimizando costos, como es el caso de la formulación de raciones. La característica distintiva de los modelos de PL es que las funciones que representan el objetivo y las restricciones son lineales. Un programa lineal (PL) puede ser del tipo de maximización o minimización. Las restricciones pueden ser del tipo  $\leq$ ,  $=$  o  $\geq$  y las variables pueden ser negativas o irrestrictas en signo.

#### **5.4.3.4 Pesaje:**

Las materias primas se dividen en dos grupos: macro-ingredientes como el maíz, torta de soya, y microingredientes como sal, vitaminas, premezclas, núcleo y melaza son medidos en una balanza romana y en balanza digital de mostrador.

#### **5.4.3.5 Molienda**

Según Avila A. & Benavides H. (2013) en su Estudio de Factibilidad para la Elaboración de alimentos balanceados para pollos broilers afirma que, la molienda es la reducción de partículas a un tamaño determinado que permita la eficiente alimentación de los animales y debe ser graduada según la especie a la que vaya dirigida. Además que permita una mezcla adecuada para su homogenización y peletizado. La granulometría adecuada dependerá de la presentación del producto (harina vs. peletizado) y de la etapa productiva a la cual sería destinado el producto.

#### **5.4.3.6 Mezclado:**

Es el proceso por el cual varias sustancias o ingredientes se combinan física o químicamente entre sí. A cada una de las sustancias que conforman una mezcla se le llama componente, los cuales al estar juntos o separados conservan sus propiedades características, e intervienen en proporciones variables.



Existen diferentes tipos de mezcladoras; las que más se utilizarán son verticales de cinta (sencilla o doble), que garantizan la homogeneidad del producto.

#### **5.4.3.7 Tipos de mezcladora**

Existen diferentes tipos de mezcladora para garantizar un alimento balanceado de calidad:

3.4.2.6.1. *Mezcladora horizontal:* Según Irigoyen (2010) citado por Chachapoya R. (2014), afirma que esta mezcladora está formada con sinfines que conducen los ingredientes de un lado a otro. La ventaja de esta mezcladora es que el desgaste es bajo en comparación a las mezcladoras verticales, bajando el costo de producción anual.

3.4.2.6.2. *Mezcladora vertical:* Según Zinn (2002) citado por Chachapoya R. (2014) afirma que las este tipo de mezcladora son las más utilizadas en empresas de pequeña y mediana producción, presentan bajos costos en su adquisición y mantenimiento, pueden estar diseñadas con 1 o 2 tornillos verticales. El tiempo de mezclado de los ingredientes es de 10 a 16 min. Para utilizar este tipo no se debe llenar para su mejor utilización (90% de su capacidad).

3.4.2.6.3. *Mezcladora continua:* Según Irigoyen (2010) citado por Chachapoya R. (2014), afirma que este tipo de mezcladora puede trabar con gran eficiencia en un tiempo por debajo de 1 min y dependiendo del diseño es posible

operarlas entre 40 y 130% de la capacidad del diseño con buena eficiencia, además que se puede adicionar altos porcentajes de líquidos previamente calentado como base de acondicionamiento de Peletizado.

Para una buena homogenización se debe hacer estudios de índice de mezclado esto es, enviando una porción de alimento balanceado previamente muestreado y enviarlas al laboratorio.

#### **5.4.3.8      *Empacado y cosido:***

Cumplido el tiempo de mezclado, se coloca un saco de polipropileno (costal) en el ducto de descarga y se abre la escotilla, por gravedad el saco se llena con el producto final, se cierra la escotilla y se realiza la misma acción hasta desocupar toda la carga que contiene la mezcladora.

Los sacos de polipropileno se llenan y se igualan en la báscula hasta completar un peso de 42 kg o dependiendo de las políticas de cada empresa y luego son cosidos con etiquetas para su identificación, el tipo de alimento, peso del saco, composición nutricional y lote de producción.

#### **5.4.3.9      *Almacenado***

Del producto final. Se designó una zona específica para el almacenamiento, se colocaron sobre pallets los sacos de polipropileno con producto terminado para evitar contaminación.

## **5.5 Manejo de pollos broiler o parrillero**

Son animales que presentan procesos digestivos, circulatorios y respiratorios más rápidos a diferencia de otras especies, además presentan un crecimiento rápido el cual está directamente influenciado por los cambios ambientales. La producción de pollos ha tenido una buena aceptación debido a su rápido crecimiento, sencillo manejo de crianza, excelente aceptación en el mercado y alta rentabilidad (Chachapoya R., 2014).

Por otro lado la Empresa Avigen (2014) en su manual de pollos de engorde tipo Ross informa que el alimento influye de una manera significativa en el costo final de producir pollos de engorde. Las raciones se deben formular para aportar el balance correcto de energía, proteína y aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales, para permitir el crecimiento y rendimiento óptimos.

### **5.5.1 Energía en las raciones de pollos de engorde**

La Empresa Avigen (2014), afirma que el contenido final de energía se determina considerando el costo del alimento balanceado. En la práctica, la selección del nivel de energía se verá influenciada por el suministro de ingredientes, las limitaciones de la planta de alimentos, etc.

Saito (1996) citado por Quishpe S. (2006), afirmando que la energía se requiere para mantención y producción. Aunque el animal no esté en un estado fisiológico de producción siempre tendrá requerimiento de energía. Cuando la energía de la dieta aumenta, se debe aumentar también el

contenido de proteína, para mantener la relación energía/proteína adecuada y la de los otros nutrientes como vitaminas y minerales.

Taylor (1988) citado por Quishpe S. (2006), afirma que una forma de disminuir el costo de ración es reemplazar la energía que aporta el maíz por ácidos grasos, mejorando así, la eficiencia de conversión, a través del consumo de alimento por el menor incremento calórico resultante.

### **5.5.1 Proteína en las raciones de pollos de engorde**

Según la Empresa Aviagen (2014), en su manual para pollos de engorde reporta valores de Proteína Bruta % 19-23 para la etapa final. Las proteínas del alimento se las encuentran en los granos de cereal y en la harina de soya. Las proteínas son macromoléculas que se descomponen en aminoácidos, los cuales se absorben y enlazan para construir proteínas que se utilizan en la formación de tejidos (por ejemplo, músculos, nervios, piel, plumas).

Una de las funciones de las proteínas es transportar las sustancias grasas a través de la sangre elevando así, las defensas del organismo del animal.

### **5.5.2 Macrominerales en las raciones de pollos de engorde**

Según Aviagen (2014), el suministro de macrominerales en cantidades adecuadas son factores importantes para promover el crecimiento, el desarrollo esquelético, el sistema inmune y el FCA, así como para mantener la calidad de la cama. Entre los macrominerales se incluyen el Calcio, el Fósforo, el Sodio, el Potasio y el Cloro. El Calcio y el Fósforo. Los niveles excesivos de Sodio,

Fósforo y Cloro pueden causar un aumento en el consumo de agua y, por consiguiente, problemas con la calidad de la cama.

### **5.5.3 Minerales traza y Vitaminas en las raciones de pollos de engorde**

Los minerales traza y las vitaminas son muy esenciales para las funciones metabólicas. La inclusión adecuada de estos micronutrientes depende de los ingredientes utilizados en el alimento, proceso de fabricación, logística de su manejo (por ejemplo, las condiciones de almacenamiento y el tiempo que pasa en los silos de la granja) y las circunstancias locales (los suelos pueden variar en cuanto al contenido de minerales traza y los ingredientes cultivados en ciertas áreas geográficas pueden tener deficiencias de varios elementos) (Aviagen, 2014).

### **5.5.4 Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde**

Los aminoácidos industriales para alimentación animal facilitan la disminución del contenido proteico en los alimentos, sin afectar el rendimiento de los animales, sumándose además el beneficio de la reducción en la excreción de N al medio ambiente. Al satisfacer las exigencias nutricionales de los aminoácidos esenciales por medio de la alimentación permite que los animales mejoren su potencial genético, con efectos positivos en los parámetros zootécnicos, económicos y ambientales de la producción.

#### **5.5.4.1 *Lisina Digestible***

Sá, Nogueira, Goulart, & Perazzo Costa (2012) afirman que, la lisina es un Aminoácido que tiene como función principal la síntesis de proteína muscular. Además, estos autores citan en su investigación a Leclercq (1998) afirmando que, la lisina ejerce efectos específicos en la composición corporal de los animales, la exigencia para máxima ganancia de peso es menor que para rendimiento de la carne de pechuga que, a su vez, es menor que la exigencia para la conversión y, por último, la exigencia para reducción de la deposición de la grasa abdominal.

#### **5.5.4.2 *Treonina digestible***

Sá, Nogueira, Goulart, & Perazzo Costa (2012), afirman que la treonina es un aminoácido esencial necesario para la formación de proteína, además de ayudar a la formación de colágeno y elastina. En las dietas formuladas a base de granos existe bajo contenido de treonina es por eso que se recomienda la inclusión de treonina industrial.

#### **5.5.4.3 *Treonina y Cistina digestible***

Sá, Nogueira, Goulart, & Perazzo Costa (2012) citan en su investigación a Warnick & Anderson (1968) afirmando que, la metionina es el primer aminoácido limitante en alimentos para aves a base de maíz y harina de soya, destacándose por participar en la síntesis de proteína, ser precursora de la cisteína y donadora de radicales metil.

**Tabla 4.** Proporciones para un perfil ideal de aminoácidos

<b>Aminoácidos digestibles</b>	<b>Alimento iniciador</b>	<b>Alimento de crecimiento</b>	<b>Alimento finalizador</b>	<b>Alimento finalizador 2</b>
Lisina	100	100	100	100
Metionina y Cistina	74	76	78	78
Metionina	40	41	42	42
Treonina	67	67	67	67
Valina	75	76	76	78
Isoleusina	67	68	69	69
Arginina	107	107	107	108
Triptófano	16	16	16	16
Leucina	110	110	110	110

Fuente: (Aviagen, 2014)

### **5.5.5 Alimentación de finalizador**

Según Aviagen (2014) en su manual de manejo de pollos de engorde afirma que el alimento de Finalización se suministra a partir de los 25 días de edad dependiendo de las políticas de la empresa o manejo de la misma hasta los 42 días. La decisión sobre la cantidad de alimento Finalizador se basa según la edad y peso de procesamiento deseado, así como de la capacidad de fabricación de alimento. El alimento finalizador es la mayor proporción del total de alimento consumido y del costo de alimentación del pollo de engorde. Por esto, la dieta para esta etapa se debe diseñar con el objetivo de minimizar costos con respecto al tipo de alimento producido y consumo del balanceado. La Tabla 4 presenta un ejemplo de valores nutricionales recomendados para una dieta Finalizadora.

**Tabla 5.** Ejemplo de valores recomendados para dietas de engorde.

	<b>MJ/kg)*</b>	<b>Proteína Bruta (%)</b>	<b>Lisina Total (%)</b>	<b>Metionina &amp; Cistina Total (%)</b>
<b>Iniciador</b>	12,65	22-25	1,43	1,07
<b>Crecimiento</b>	13,2	21-23	1,24	0,95
<b>Finalizador</b>	13,4	19-23	1,09	0,86

Fuente: (Aviagen, 2014)

#### **5.5.5.1 Forma y Calidad física del Alimento**

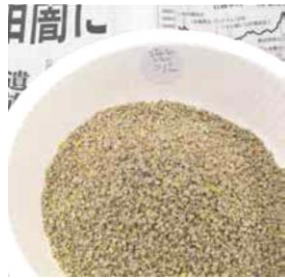
Según Aviagen (2014), en su manual de pollos de engorde afirma que el crecimiento del pollo de engorde es el resultado del contenido nutricional de la dieta y la ingesta de alimento. La mejor ingesta de alimento se suministra en migajas, minipélets o pélets de buena calidad. Aunque, las aves que consumen mayores niveles de harinas o finos (partículas menores de 1mm) desperdician más alimento. El derrame y desperdicio de alimento reducen sustancialmente la eficiencia, así como, aumenta el costo de producción. Cuando se suministran harinas, se debe presta atención especial a que la partícula sea de tamaño grueso y uniforme, y que la distribución sea buena. Cuando las circunstancias requieren que se utilice harina (en vez de migaja o pélet), se puede lograr el desempeño adecuado, especialmente si el cereal primario es el maíz. Los alimentos en forma de harinas se benefician de la inclusión de grasas o aceites en su formulación para reducir la polvorosidad.



Estas mejoras en el rendimiento se atribuyen a los siguientes factores:

- Reducción en el desperdicio de alimento
- Reducción de la alimentación selectiva
- Reducción en la separación de ingredientes
- Menos tiempo y energía utilizados para comer
- Destrucción de organismos patógenos
- Cambios térmicos de almidones y proteínas
- Mejor palatabilidad del alimento

Ilustraciones de alimento de buena calidad en forma de migajas tamizadas, minipélets, pélets y harinas.



Iniciador para pollito  
- Migajas tamizadas



Pélet de buena calidad



Harinas

#### 5.5.5.2 *Consumo de alimento:*

Según Guevara, I. (2004), manifiesta en la investigación titulada “Uso de acidificantes intestinales en el control de Escherichia Coli y su efecto en la producción de pollos de ceba” que

el consumo de alimento total hasta los 56 días tuvo un rango que fue desde 5,110 hasta 5,174 Kg. para el ensayo 1 y desde 5.225 Kg. para el ensayo 2 por pollo.

### **5.5.5.3 *Evaluación de la Calidad Física del Alimento***

Se suministran a las aves. A menudo es difícil hacer esta evaluación en la granja, donde las opiniones subjetivas pueden significar una mala descripción de la textura del alimento. Aviagen (2014), desarrolló un método para medir la calidad del alimento utilizando una criba que cuantifica la distribución del tamaño de las partículas de una manera directa y fácil de observar. Este método también permite hacer una comparación cuantitativa entre las entregas o parvadas a nivel granja.

## **Capítulo III**

### **Metodología**

#### **6.1 Caracterización del área de estudio**

La presente investigación se llevó a cabo en la provincia de Imbabura, Cantón El Sagrario, ciudad de Ibarra; los análisis se realizaron en los laboratorios de Usos Múltiples de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la ciudad de Ibarra provincia de Imbabura.

La investigación tuvo una duración de 150 días, de los cuales: 30 días se destinaron a investigación bibliográfica, 15 días a la obtención y análisis bromatológico de las harinas de banano y plátano dominico-hartón, 7 días siguientes a la formulación de las raciones alimenticias por medio del método el tanteo, los 15 días a la selección de materias primas e insumos y elaboración de las dietas experimentales, los 30 días para análisis bromatológico y microbiológico de las dietas obtenidas y los 30 días fueron predestinados a trabajo de campo con animales y análisis organoléptico de la carne de los pollos faenados y los 30 días restante a recolección de datos y elaboración del trabajo escrito.

### 6.1.1 Localización de la investigación

Tabla 6. Factores climatológicos

<b>PROVINCIA:</b>	<b>Imbabura</b>
<b>CANTÓN:</b>	Ibarra
<b>PARROQUIA:</b>	El Sagrario
<b>LUGAR:</b>	REPROAVI CIA LTDA
<b>HR (humedad relativa)</b>	73%
<b>TEMPERATURA:</b>	17.4°C.
<b>ALTITUD:</b>	2228 m.s.n.m.
<b>FLUOSIDAD:</b>	50.3 mm. Año
<b>LATITUD:</b>	0° 20' Norte
<b>LONGITUD:</b>	78° 08' Oeste

## 6.2 Materiales y Equipos

Para la elaboración de harina de cáscara de banano y harina de cáscara de plátano dominico-hartón se utilizó:

### 6.2.1.1 *Materia prima*

- 306 Kg de cáscara plátano dominico-hartón maduro.
- 353 Kg de cáscara de banano maduro.
- Agua a 90°C.

### 6.2.1.2 *Materiales y equipos*

- 1 Secador solar tipo túnel (capacidad 15 kg)

- 1 Balanza analítica (capacidad 50 kg)
- 1 Recipiente plástico (capacidad 5 litros)
- 1 Recipiente metálico (capacidad 5 litros)
- 1 Hornilla de gas
- 1 Molino de piedra
- 1 Zaranda
- Materiales de escritorio
- Material bibliográfico

## **6.2.2 Elaboración de alimento balanceado**

Para la elaboración del alimento balanceado se utilizó:

### **6.2.2.1 *Materia primas***

- Harina de cáscara de plátano dominico hartón *Mussa aab simonds*
- Harina de cáscara de banano *Musa paradisiaca Cavendish-musaceae*
- Maíz nacional
- Aceite crudo de palma
- Torta de soya
- Soya Nacional
- Conchilla

#### **6.2.2.2      *Insumos***

- Fosfato
- Sal
- Metionina
- Lisina
- Atrapante de mico toxinas
- Núcleo proteico
- Treonina
- Coccidiostato

#### **6.2.2.3      *Equipos e Instrumentos***

- 1 Recipiente plástico (capacidad 30 kilos)
- 1 Cosedora Manual
- 1 Balanza analítica (capacidad 50 kg)
- 1 Cilindro de gas
- 1 Hornilla de gas
- Materiales de escritorio
- Material bibliográfico

### **6.2.3 Para probar las 3 mejores dietas en los pollos broiler**

#### **6.2.3.1 *Características de material experimental para probar las 3 mejores dietas y la dieta comercial:***

- 80 pollos (broiler) con las siguientes características:
  - Tipo: Ross
  - Lote: 4
  - Edad: 38 días
  - Sexo: mixto (40 hembras y 40 machos)
  - Procedencia: Granja Imbaya de la Empresa “Reproavi” CIA LTDA

#### **6.2.3.2 *Instrumentos y equipos***

- 4 Corrales de 4 x 2 metros
- 9 Comederos
- 9 Bebederos
- 1 Balanza electrónica (graduación 10 g)
- 1 Cala
- 1 Rastrillo
- 1 Escoba

- Materiales de escritorio
- Material bibliográfico

## **6.3 Métodos**

### **6.3.1 Factores en estudio**

#### **El factor A**

Tipo de plátano a utilizar en la obtención del balanceado.

- A1: Harina de cáscara de plátano dominico hartón maduro *Mussa aab simond*.
- A2: Harina de cáscara de banano maduro *Musa paradisíaca Cavendish-musaceae*.

#### **El factor B**

Porcentaje de inclusión de harina de banano o plátano dominico por maíz en las raciones alimenticias.

- B1: 20%
- B2: 40%
- B3: 60%



## Testigo:

- Balanceado comercial

### 6.3.2 Tratamientos

Las dietas experimentales se las obtuvo mediante el método al tanteo y se evaluaron 7 dietas experimentales así: 3 dietas con la inclusión de harina de cáscara de banano maduro, 3 dietas con la inclusión de plátano dominico- hartón y una dieta comercial con 3 repeticiones.

A las tres mejores dietas obtenidas con del diseño experimental (T1-T2-T3) y la dieta testigo se las probó en los pollos broiler (20 pollos por cada tratamiento o dieta experimental).

## TRATAMIENTOS:

**Tabla 7.** Composición y descripción de los tratamientos en estudio

TRATAMIENTOS	COMBINACIONES	DESCRIPCIÓN
T1	A1B1	HDM-20% de inclusión en el alimento balanceado
T2	A1B2	HDM-40% de inclusión en el alimento balanceado
T3	A1B3	HDM-60% de inclusión en el alimento balanceado
T4	A2B1	HBM-20% de inclusión en el alimento balanceado
T5	A2B2	HBM-40% de inclusión en el alimento balanceado
T6	A2B3	HBM-60% de inclusión en el alimento balanceado
T7	TESTIGO	Balanceado Estándar

**HDM:** harina de cáscara de plátano dominico- hartón maduro

**HBM:** harina de cáscara de banano maduro

### **6.3.3 Diseño experimental:**

Para este proyecto, el Diseño experimental utilizado fue el DCA con arreglo factorial  $A \times B + 1$

### **6.3.4 Características del experimento:**

- Numero de tratamientos: 7
- Número de repeticiones: 3
- Unidades experimentales: 21
- Características de cada unidad experimental (alimento balanceado): en concordancia con los requerimientos de la norma INEN (NTE INEN 1829 1992-01) para pollos de engorde, se formularon las dietas en base al método por tanteo, con la inclusión de harina de cáscara banano maduro y con cáscara de plátano dominico-hartón las mismas que se caracterizaron por mantener alto contenido proteico, calórico y de similar condición mineral, aunque el aporte de fibra aumento en algunas dietas por la naturaleza de las materias primas.
- Características de cada unidad experimental para probar las tres mejores dietas (pollos broiler) y la dieta comercial: se utilizaron 80 pollos broiles (20 pollos por tratamientos) de 38 días de edad Tipo Ross, provenientes de la Granja Imbaya de la empresa Reproavi Cia Ltda, sin sexar.

### 6.3.4.1 Formulaciones.

Para la formulación de estas dietas se utilizó datos de las tablas de FEDNA 2013, los datos de los análisis realizados en los laboratorios de la Universidad Técnica del Norte y los requerimientos nutricionales según la norma NTE INEN 1 829 1992-01 por medio del método Prueba error (**Anexo 4**).

**Tabla 8.** Formulación de los tratamientos para la investigación.

<b>TRATAMIENTOS</b>							
<b>UNIDADES (KG)</b>							
<b>INGREDIENTES</b>	<b>TESTIGO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
Torta de soya 65	7,71	8,02	7,71	5,40	7,71	7,36	7,71
Hna de soja 44	1,44	1,44	1,99	4,03	1,44	2,20	1,44
Maíz nacional	16,86	14,05	10,95	10,23	14,63	11,32	8,48
Conchilla	0,23	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ac. Palma	1,97	1,11	0,82	1,25	1,05	0,79	0,47
Harina de cáscara de banano	0,00	0,00	0,00	0,00	3,38	6,54	10,12
Harina de cáscara de plátano dominico	0,00	3,38	6,74	7,29	0,00	0,00	0,00
Fosfato mono cálcico	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Sal yodada	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
DI metionina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
L-lisina hcl	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
L-treonina	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Micochem	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Elancoban	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Base mix engorde	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Citrocim	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
<b>Total</b>	<b>28,80</b>	<b>28,80</b>	<b>28,80</b>	<b>28,80</b>	<b>28,80</b>	<b>28,80</b>	<b>28,80</b>

### 6.3.5 Análisis estadístico

#### 6.3.5.1 *Esquema del análisis de varianza*

**Tabla 9.** Análisis de varianza para tratamientos

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Gl</b>
Total	20
Tratamiento	6
Factor A	1
Factor B	2
Factor A*factor B	2
Testigo vs Tratamientos	1
Error Experimental	14

#### 6.3.5.2 *Pruebas de significación*

Los datos fueron analizados en el programa InfoStat y en una hoja electrónica Excel, para los siguientes análisis estadísticos y pruebas de hipótesis:

- Análisis de Varianza para las diferencias (ADEVA)
- Pruebas de Tukey para tratamiento y DMS para factores.
- Estos análisis serán llevados estadísticamente bajo los niveles de significación de  $P < 0,05$  y  $P < 0,01$ .

### **6.3.6 Variables evaluadas**

#### ***6.3.6.1 Variables cuantitativas analizadas en harina de cáscara de banano maduro, harina de plátano dominico hartón maduro y alimento balanceado***

Las determinaciones de variables fueron realizadas según lo descrito por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1994). El contenido de carbohidratos fue determinado por diferencia. Las variables analizadas son las siguientes:

- Proteína
- Cenizas
- Carbohidratos
- Grasa o Extracto Etéreo
- Fibra
- Humedad
- Calcio

#### ***6.3.6.2 Variables cuantitativas analizadas en los tres mejores tratamientos.***

Después de realizar un análisis estadístico se extrajo los tres mejores tratamientos que presentan las mejores características. Las determinaciones de estas variables fueron realizadas según lo descrito por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1994) en los tres mejores tratamientos (T2-T3-T1) Las variables analizadas fueron:

- Aerobios totales
- Coliformes
- E-coli
- Mohos y Levaduras

#### **6.3.6.3 Variables cuantitativas evaluadas en pollos broiler con las tres mejores dietas**

Estas variables se determinaron probando las tres mejores dietas experimentales y la dieta testigo en 80 pollos broiles (20 pollos por tratamiento (hembras y machos) de 38 días de edad Tipo Ross, provenientes de la Granja Imbaya de la empresa Reproavi Cia Ltda. Las variables fueron:

- Conversión alimenticia
- Ganancia de peso g/semana
- Consumo de alimento g
- Mortalidad y Morbilidad

#### **6.3.6.4 Variables cualitativas evaluadas en la carne del pollo faenado.**

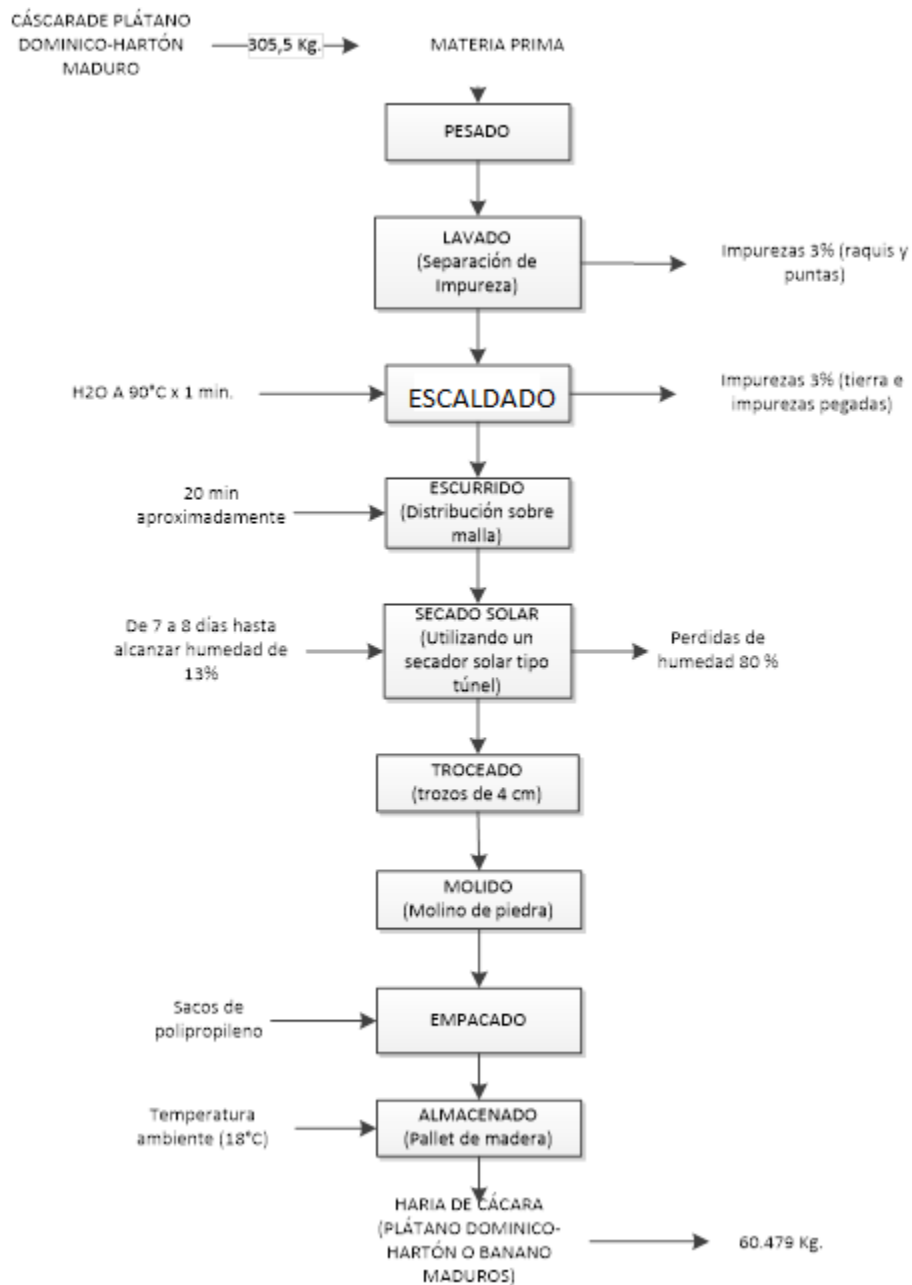
La medición de estas variables se las determino con la ayuda de 30 degustadores.

- Color
- Olor

- Palatabilidad

## 6.4 Manejo específico del alimento

### 6.4.1 Diagrama de bloques para el procesamiento de la harina de cáscara de plátano dominico- hartón



## 6.4.2 Descripción

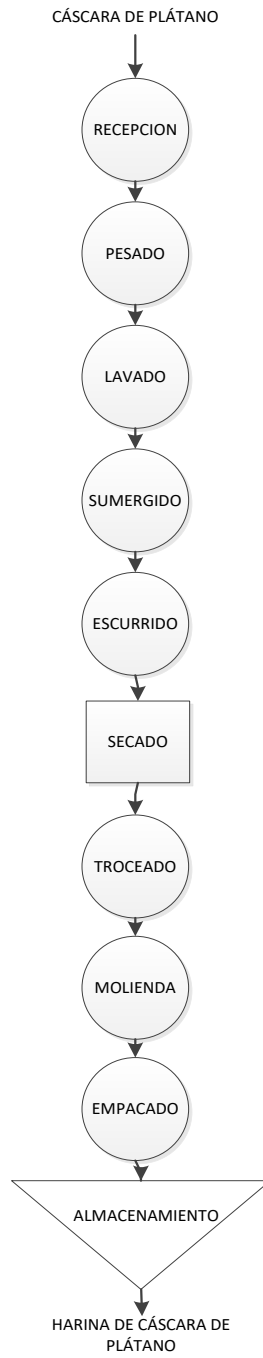
1. **Adquisición de la cáscara de banano y plátano dominico.-** La cáscara de banano fue adquirida en microempresas de servicios de alimentación (heladerías y cafeterías) de la ciudad de Ibarra, las cuales, producen este subproducto en grandes cantidades diarias, mientras que la cáscara de plátano dominico fue obtenida en los locales de Mercado Amazonas y Mercado la Playa de la ciudad de Ibarra, en la provincia de Imbabura que se dedican a la preparación de este.
2. **Pesado.-** El pesado de la cascara se realiza con el propósito de saber la cantidad de materia prima vamos a procesar.
3. **Lavado.-** Este proceso se realizó con la intención de retirar las impurezas y partes de la cáscara que se encuentran en mal estado, así como, las puntas y los raquis.
4. **Escaldado.-** Este proceso se realiza con agua a 90 °C por unos minutos (3 min a 4 min aproximadamente) con el propósito de disminuir el cambio enzimático y reducir la carga microbiana.
5. **Escurrido.-** Es el proceso que se realiza para retirar el exceso de agua adquirido en los procesos de inmersión.
6. **Secado Solar.-** En este punto la cáscara esta lista para ser colocada en un secador solar tipo túnel con capacidad de 15 Kg. La cáscara se sometió a secado aproximadamente por 6 días a una temperatura ambiente (18-22°C) hasta alcanzar el porcentaje de humedad deseado (menos al 13%).
7. **Troceado.-** Una vez seca la cáscara se fragmenta en trozos de 4 cm aproximadamente para facilitar la molienda.



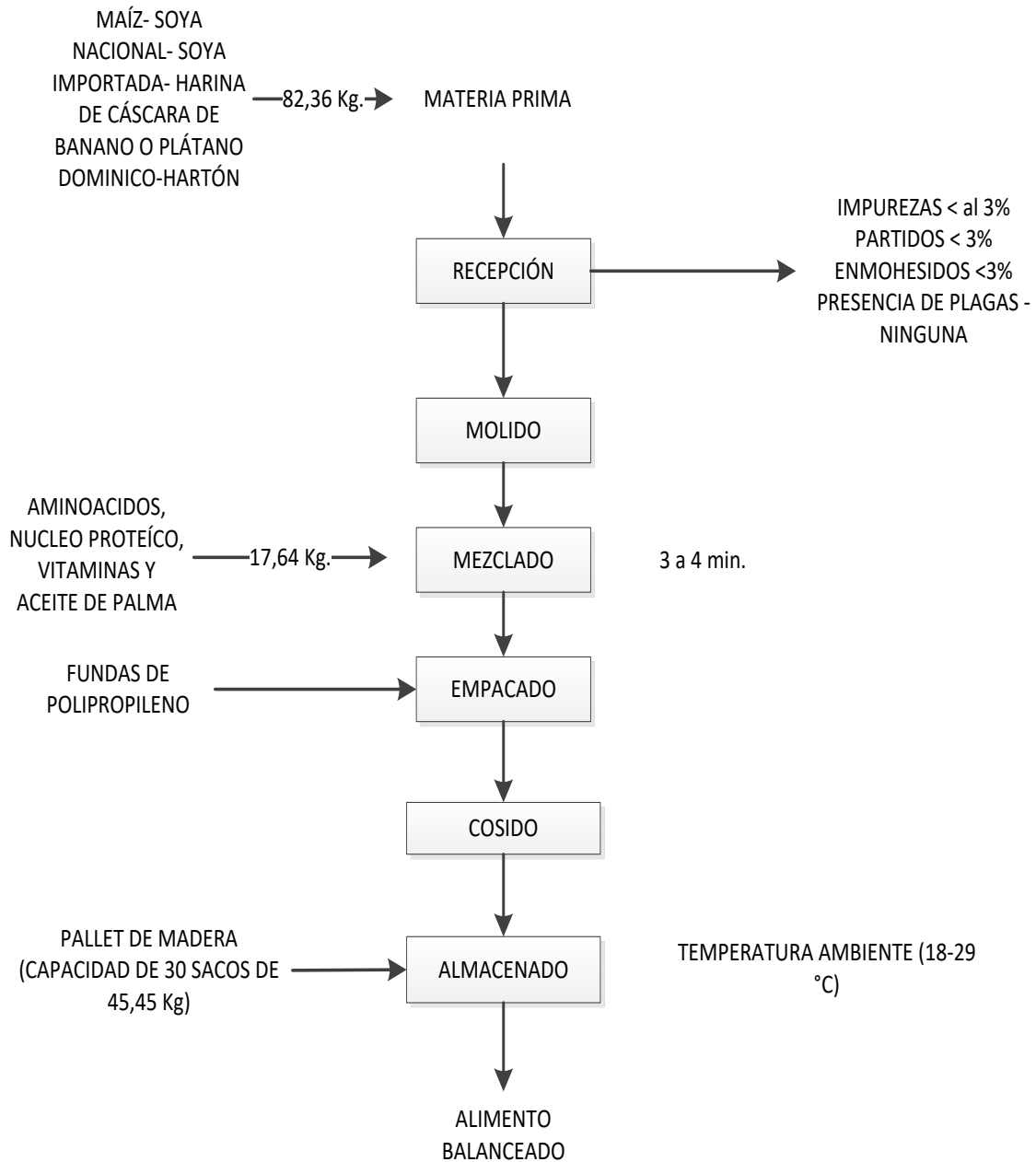
**8. Molido.-** Los fragmentos de la cáscara seca pasó a un molino de piedra para transformarla en polvo y así producir la harina de banano o plátano dominico. Las harinas se almacenaron en fundas de polipropileno a temperatura ambiente.

Los diferentes tipos de harinas se enviaron a los laboratorios de la Universidad Técnica del Norte para su respectivo análisis químico y así determinar su composición nutricional.

### 6.4.3 Diagrama de flujo en la elaboración de harina de cáscara de plátano dominico- hartón y harina de cáscara de banano maduros



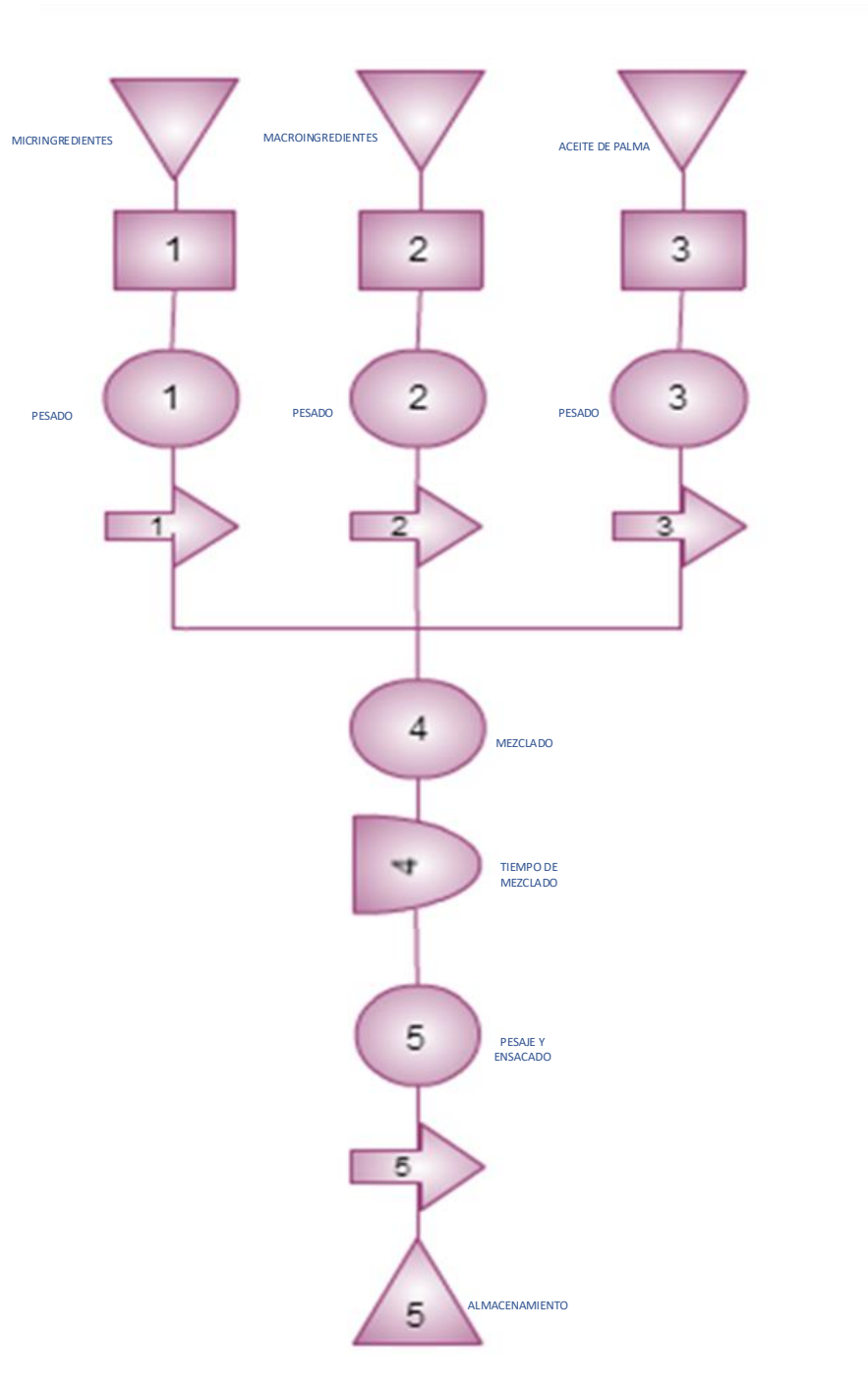
#### 6.4.4 Diagrama de bloques en la elaboración de Alimento balanceado para pollos broiler



#### **6.4.5 Descripción de proceso alimento balanceado**

- 1. Adquisición y Recepción de las Materias Primas.-** Se procedió a la obtención de materias primas de buena calidad según los requerimientos del Codex para granos (% de humedad <13%, porcentaje de partidos <3%, porcentaje de impurezas <1%, enmohecidos <3%, presencia de plagas).
- 2. Molido.-** La molienda del maíz y soya nacional e importada se la realizó con la ayuda de un molino de martillos (64 martillos y criba # 5).
- 3. Mezclado.-** Al adicionar el maíz, soya, conchilla, harinas de cáscaras, vitaminas y núcleos según las cantidades obtenidas en la formulación se mezcló por 3 minutos (hasta que los ingredientes se integren) y finalmente se adicionó el aceite de palma y se mezcló de 3 a 4 min más. (Estos tiempos de mezclado se los tomó con datos obtenidos en estudios previamente realizados en la empresa REPROAVI CIA. LTDA.).
- 4. Empacado y Almacenamiento.-** Terminado el tiempo de mezclado se empacó en sacos de polipropileno y se almacenaron en pallets de madera. Se cogieron muestras de 250 gr para ser enviadas al laboratorio y determinar el análisis bromatológico y microbiológico de los tres mejores tratamientos.

### 6.4.6 Diagrama de flujo para la elaboración de Alimento balanceado para pollos broiler en la elaboración de alimento balanceado para pollos broiler



#### **6.4.7 Ensayo de las 3 mejores dietas experimentales en los pollos broiler**

1. Las dietas experimentales de los tres mejores tratamientos se administraron a los animales durante 10 días con raciones iniciales de 150 g por animal y cada vez se fue aumentando la ración de acuerdo al consumo diario hasta llegar a un consumo por animal de 160-170 g tomando en cuenta el peso ideal para el saque que es de 5 – 6 libras.
2. Se realizó mediciones diarias de consumo de las raciones como el pesaje del sobrante por día.
3. Las mediciones de peso se la realizaron a los 7 días y teniendo en cuenta historial de peso inicial tomado en granja (Granja Imbaya de la Empresa Reproavi Cía. Ltda).
4. Al Finalizar el periodo de alimentación de los animales, se escogió 2 muestras (2 pollos) al azar de cada tratamiento para el faenamamiento y preparación. Se evaluó organolépticamente la calidad de la carne de los 3 mejores tratamientos con 30 degustadores.

### **6.5 Medición de variables**

En cuanto a sus características bromatológicas se realizaron pruebas de humedad, contenido de proteína, grasa, fibra, ceniza y carbohidratos, siguiendo los métodos establecido por la AOAC (Association of Official Analytical Chemists) y descritos a continuación:

### 6.5.1 Proteína. –

El contenido de proteína cruda se cuantificó utilizando el método No 954.01 de la AOAC. Se pesaron 0,3000 g de muestra seca en su papel filtro previamente tarado, se llevó al tubo digestor y posteriormente se adicionaron 4 g de catalizador (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – CuSO<sub>2</sub>) y 10 ml. de ácido sulfúrico al 96% de igual forma se preparó un blanco utilizando un papel filtro. Los tubos digestores se llevaron al equipo de digestión de nitrógeno (VelpScientifica, Italia) durante 45 min a 420 °C y se dejaron enfriar. Pasando este tiempo se llevó a la unidad de destilación (50 ml de agua destilada, 50 ml de NaOH 40% y 50 ml H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), luego de recoger el destilado se procedió a titular, adicionando 3 gotas de indicador de tashiro y se valoró con solución volumétrica de HCL 0,1N hasta que el destilado vire de color verde a violeta y este permanezca por 30 segundos.

El cálculo se realizó utilizando a siguiente fórmula:

$$\%N = \frac{\left(\frac{14\text{mg}}{\text{meq}}\right) \times (V_m - V_b) \times N \times 100}{W}$$

$$\%P = \%N \times F$$

Dónde:

%N: Porcentaje de Nitrógeno total

N: Normalidad del Titulante

14 mg: Peso de un miliequivalente del Nitrógeno

Vb: Volumen en ml HCl 0,1N gastados por la muestra en la titulación

W: Peso en mg de la muestra alimenticia/agrícola.

F: 6,25 (Factor de conversión de N a proteína para vegetales)

%P: Porcentaje de proteína en base seca

### 6.5.2 Cenizas

El contenido de cenizas se cuantificó utilizando el método No 842.05 de la AOAC. Se pesaron 2 g de muestra en un crisol previamente tarado, calcinado y deshumedecido (C1) y posteriormente calcinado en una mufla a 550°C durante 3 h hasta obtener unas cenizas blancas o grisáceas. Luego se enfrió la mufla hasta  $\pm 40^{\circ}\text{C}$ , el crisol se traspasó a un desecador y se pesó a temperatura ambiente (C2) (Hotwitz and Latimer 2207). El porcentaje de cenizas (%p/p) se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{C2 - C0}{C1} \times 100$$

Dónde:

C<sub>0</sub>: Peso del crisol vacío calcinado

C<sub>1</sub>: Peso del crisol más la muestra



C<sub>2</sub>: Peso del crisol más la muestra calcinada

### 6.5.3 Grasa (Extracto Etéreo)

El contenido de extracto etéreo se cuantificó utilizando el método No 989.05 de la AOAC. Se pesaron 3g (PE) de muestra triturada y seca sobre un papel filtro, luego se llevó a un dedal. Posteriormente se adiciono 200ml de hexano en un balón con perlas de ebullición previamente pesado (P0). Se llevó al montaje de soxhlet y la extracción se efectuó durante 3 horas, Se evaporó el solvente, se transfirió a un desecador y se pesó (P2). Para calculara el porcentaje de extracto etéreo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%EE = \frac{P1 - P0}{P2}$$

Dónde:

P<sub>0</sub>: Peso del matraz

P<sub>1</sub>: Peso de la muestra triturada y seca

P<sub>2</sub>: Peso del residuo

### 6.5.4 Carbohidratos

El contenido de carbohidratos se determinó sustrayendo del 100% el contenido de Humedad, proteína, grasa (extracto etéreo<sup>9</sup>, Fibra cruda y cenizas (Primo Yufera 1998).

### 6.5.5 Fibra

El contenido de fibra cruda se calculó utilizando el método No 993.21 de la AOAC. Se pesaron  $0,5g \pm 0,1$  mg de la muestra previamente seca, desengrasada y homogenizada en un beaker de 250 ml, se mezcló con 25 ml de agua desionizada e se llevó al baño María con agitación por 90 minutos a  $37^{\circ}C$ . Pasado este tiempo se adicionaron 100 ml. de etanol al 95%, quedando en reposo a temperatura ambiente por 1 hora y tapado. Luego se filtró al vacío sobre un crisol, previamente tratado con calor, celita y etanol. El residuo se lavó dos veces con 10 ml de etanol al 78 %, 2 veces con 10 ml de etanol al 95% y una vez con 10 ml de acetona. Los crisoles se dejaron secando toda la noche en la estufa a  $105^{\circ}C$ . Luego se pesaron y se incineraron uno de los duplicados en mufla a  $550^{\circ}C$  y a otro duplicado se le analizó las proteínas según Kjeldahl usando el factor de 6,25. El porcentaje de fibra se calculó con la siguiente fórmula:

$$\%Fibra\ cruda = \%residuo - \%proteínas - \%cenizas$$

### 6.5.6 Humedad

El contenido de humedad se cuantificó utilizando el método No 925.10 de la AIAC. Se pesó una cápsula de porcelana con tapa previamente deshumedecida (H0), luego se pesaron 5 gramos de muestra fresca en la cápsula y se llevó a una estufa a  $105^{\circ}C$  durante 5 horas (H1). Se retiró de la estufa e se llevó a desecador, se pesó y nuevamente se llevó a la estufa durante una hora hasta que dos pesadas sucesivas no excedan de 5 mg (H3).

La humedad del producto expresada en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{H_2 - H_3}{H_2 - H_1} \times 100$$

Dónde:

H<sub>1</sub>: Masa de la cápsula vacía y de su tapa, en gramos

H<sub>2</sub>: Masa de la cápsula tapada con la muestra antes del secado, en gramos

H<sub>3</sub>: Masa de la cápsula con tapa más la muestra desecada, en gramos

### **6.5.7 Calcio**

El contenido de calcio fue realizado según modificación del método AOAC 965.09, descrito a continuación: Fueron pesados en crisol aproximadamente 12 g de mango fresco y mango impregnado, la muestra fue precalcificada y posteriormente calcificada en mufla a 550o C durante 4 horas. La digestión de la muestra fue realizada con 3 ml de ácido nítrico concentrado y 1 ml de ácido clorhídrico concentrado calentando suavemente. La solución fue filtrada con papel 3HW y completado el volumen a 100 ml en balón aforado. Para el mango impregnado, de esta solución fue utilizado 1 ml y completado a 50 ml con agua destilada. Para el mango fresco fue utilizada una alícuota de 5 ml y completada a 25 ml con agua destilada. Antes de completar el volumen fue adicionado 2,5 ml de cloruro de lantánido (LaCl<sub>3</sub>) al 1% p/p y 2,5 ml de cloruro de potasio (KCl) 20000 ppm para eliminar interferencia de otros minerales. La curva de calibración fue construida entre 0,25 y 3,50 ppm de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>).

## Capítulo IV

### Resultados y Discusiones

#### 7.1 Caracterización de la harina de cáscara de banano vs harina cáscara de plátano dominico- hartón

**Tabla 10.** Caracterización de la harina de cáscara de banano vs harina cáscara de plátano dominico- hartón

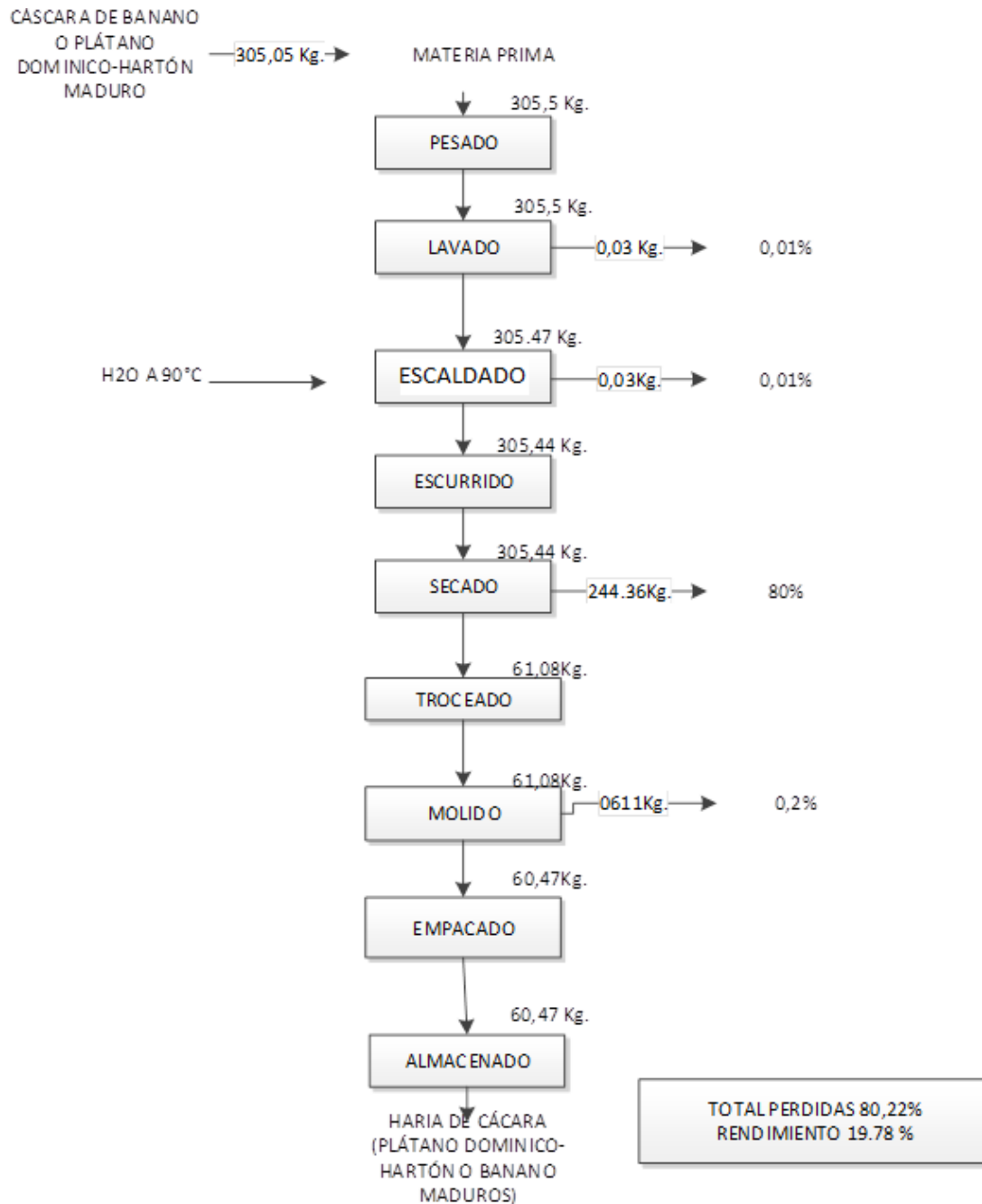
Componentes	Unidad	Harina de Cáscara de Banano	Harina de Cáscara de Plátano Dominic- Hartón
Humedad	%	10,74	10,42
Cenizas	%	11,44	11,18
Proteína	%	6,53	9,34
Fibra total	%	9,3	6,2
Extracto Etéreo	%	7,95	7,18
Carbohidratos totales	%	63,34	61,88
Recuento de E. coli	UFC/g	< 10	< 10
Recuento de mohos	UFC/g	150	85
Recuento de levaduras	UFC/g	20	36
Recuento de coliformes	UFC/g	< 10	< 10

Fuente: Análisis realizados en los laboratorios de la Universidad Técnica del Norte.

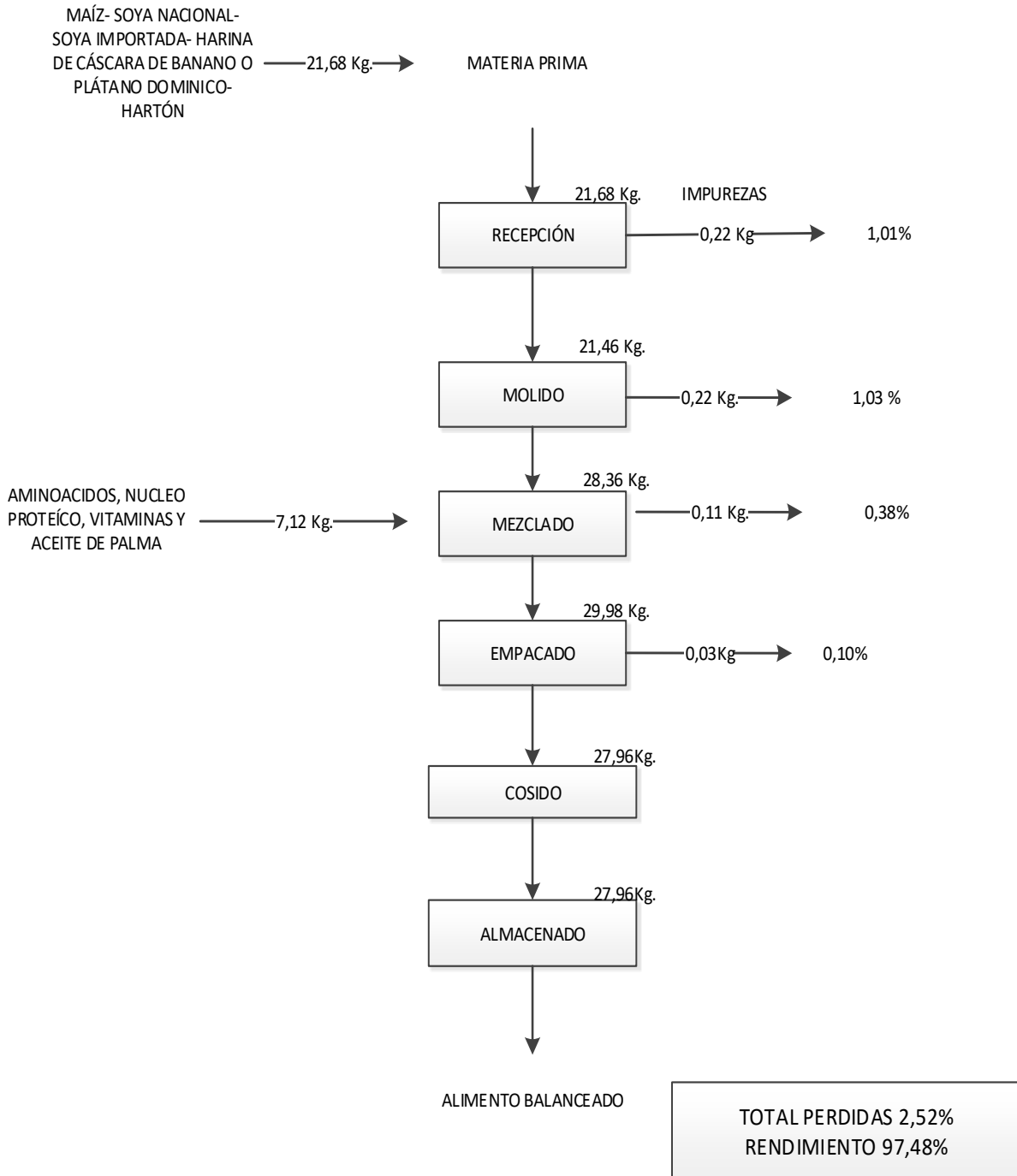
La tabla indica la composición aproximada de los tipos de harinas que se empleó en la elaboración del alimento balanceado. Los valores obtenidos para la harina de cáscara de plátano dominico-hartón contienen similar porcentaje de cenizas (11,18%), según los estudios realizados por Intriago Flor & Paz Mejía (2000) con valores de 11,08%; por otro lado, en la misma investigación el porcentaje de proteína de la harina de cáscara de banano maduro es de 8,35%

mayor en 2 puntos según lo encontrado en esta investigación (6,53%) pero menor en 3 puntos a la harina de cáscara de plátano dominico-hartón con un valor de 9,34%. Para la harina de cáscara de banano maduro en investigaciones realizadas por Moreira C. (2013) se reporta valores de cenizas y fibra mayores a los obtenidos en esta investigación obteniendo valores de 14,58 y 11,95% respectivamente en comparación a 11,34 y 9,3%. En cuanto al contenido de proteína y grasa, los valores fueron similares.

### 7.1.1 Balance de Materiales de la harina de cáscara de plátano dominico- hartón o banano maduros



### 7.1.2 Balance de Materiales del alimento balanceado



## 7.2 Variables cuantitativas

### 7.2.1 Proteína

**Tabla 11.** Variable Proteína

TRATAMIENTO	R1	R2	R3
T1	16,60	16,77	16,71
T2	20,18	20,02	20,123
T3	20,02	19,75	19,86
T4	18,35	18,33	18,29
T5	19,17	18,81	18,93
T6	18,34	18,36	18,67
TESTIGO	18,65	18	18,4

### ADEVA

**Tabla 12.** Análisis de la varianza para la variable de proteína

F.V.	SC	GI	CM	F	0,05	0,01
<b>Total</b>	23,78	20				
<b>TRATAMIENTO</b>	23,36	6	3,89	130,59 **	2,85	4,46
<b>FACTOR A</b>	0,43	1	0,43	25,51 **	4,6	8,86
<b>FACTOR B</b>	14,02	2	7,01	415,66 **	3,74	6,51
<b>FACTOR A*FACTOR B</b>	8,52	2	4,26	252,58 **	3,74	6,51
<b>TESTIGO vs TRATAMIENTOS</b>	0,39	1	0,39	12,98 **	4,6	8,86
<b>Error</b>	0,42	14	0,03			

CV= 0,69%

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo



Al realizar el análisis de la varianza para la proteína del alimento balanceado, se observa que existe alta significación estadística para todos los factores tanto para Tratamientos, Tipos de harinas (factor A), Porcentajes de Inclusión de las harinas en el alimento balanceado (factor B), la interacción AxB y para Alimento Balanceado Comercial (testigo) vs Tratamientos. Al realizar los análisis concluimos que el producto final con la inclusión de las diferentes harinas y en los diferentes porcentajes si influyen en el porcentaje de proteína. Por lo tanto, se procedió a realizar las pruebas de significación (TUKEY para tratamientos y DMS para factores).

**Prueba de TUKEY para tratamientos:**

Tukey = 0,362

**Tabla 13.** Prueba de TUKEY para la variable proteína

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
<b>T2</b>	20,11	a
<b>T3</b>	19,88	a
<b>T5</b>	18,97	b
<b>T6</b>	18,46	c
<b>TESTIGO</b>	18,35	c
<b>T3</b>	18,32	c
<b>T1</b>	16,69	d

\* **HDM:** harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro

\* **HDM:** harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se pudo establecer 4 rangos; en el rango “a” se establece los 2 mejores tratamientos: Inclusión de la HDM en el alimento balanceado al 40% (T2) e Inclusión de la HDM en el alimento balanceado al 60% (T3), esto nos indica que los porcentaje

óptimo de sustitución parcial del maíz y harina de soya por la harina de cáscara de plátano dominico en el alimento balanceado son del 40 y 60% ya que se obtuvo porcentaje de proteína de 20,11% y 19,88% de proteína respectivamente.

La norma NTE INEN 1 829 1992-01 establece que el valor mínimo de proteína en el alimento balanceado es del 18% aunque no determina valores máximos indicando que los valores obtenidos para esta variable están dentro de los parámetros requeridos.

Por otro lado en el manual de Avigen (2014), se establecen valores entre 19 - 23 % de proteína determinando así que los valores obtenidos para los mejores tratamientos en esta investigación se encuentran dentro de este rango.

### **Prueba DMS para el factor A**

DMS=0,13340

**Tabla 14.** Prueba de DMS para el factor A en la variable proteína

<b>FACTOR A</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
<b>A1</b>	18,89	a
<b>A2</b>	18,58	b

Después de realizar DMS se determina que el mejor factor es la harina de cáscara de plátano dominico-hartón (A1).

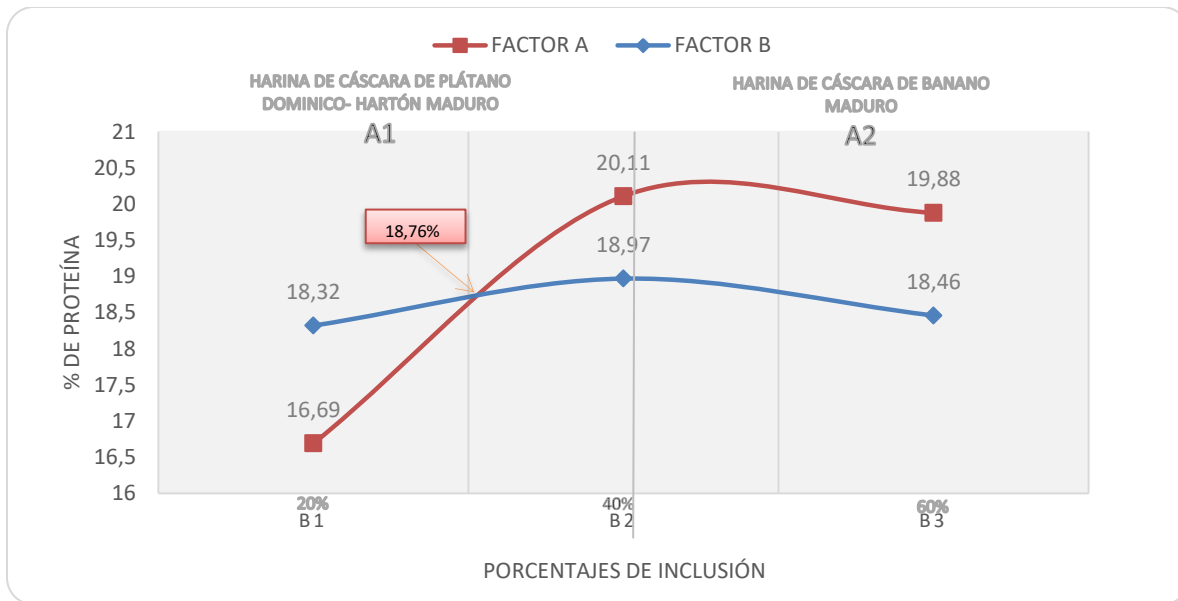
## Prueba DMS para el Factor B

**Tabla 15.** Prueba de DMS para el factor A en la variable proteína

<b>FACTOR B</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
B2	19,54	a
B3	19,17	b
B1	17,51	c

Después de realizar DMS para factores se concluyó que los mejores factores son harina de cáscara de plátano dominico-hartón (A1), porcentaje de inclusión al 40% (B2).

Existen investigaciones realizadas por Marín A. , Carías, Cioccia, & Hevia, (2003), donde encuentran valores de proteína de 22,28% al sustituir parcialmente la harina de soya y de maíz por el 10% de follaje de plátano en el alimento balanceado para pollos broiler mayores en comparación a los obtenidos en esta investigación que se reemplazó de manera parcial el maíz por el 40 y 60% de harina de cáscara de plátano dominico – hartón.



**Gráfico 1.** Interacción (A x B) en la variable de Proteína

En la **Gráfica 1** podemos observar que el punto de interacción entre los tipos de harina de cáscara de plátano incluidos en el alimento balanceado (Factor A) y los porcentajes de inclusión (Factor B) es el 18,76%; determinándose que al incluir el 40% de HDM (T2) en el alimento balanceado, se determina el mejor tratamiento. Es necesario puntualizar que el porcentaje de proteína de la gráfica corresponde al balanceado en la que interviene el valor nutricional de los demás componentes.

## 7.2.2 Fibra

**Tabla 16.** Variable Fibra

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>
T1	3,40	3,70	3,57
T2	5,17	5,24	4,98
T3	5,12	5,19	4,94
T4	3,85	4,05	4,12
T1	4,57	4,9	4,72
T2	4,91	4,97	4,76
TESTIGO	3,24	3,41	3,00

## ADEVA

**Tabla 17.** Análisis de Varianza para la variable Fibra

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>
<b>Total</b>	20	11,12				
<b>TRATAMIENTO</b>	6	10,8	1,8	90**	2,9	4,5
<b>FACTOR A</b>	1	0,01	0,01	0,5 <sup>NS</sup>	4,6	8,9
<b>FACTOR B</b>	2	5,52	2,8	138**	3,7	6,5
<b>FACTOR A*FACTOR B</b>	2	0,59	0,3	15**	3,7	6,5
<b>TESTIGO vs TRATAMIENTOS</b>	1	4,68	4,7	234**	4,6	8,9
<b>Error</b>	14	0,32	0,02			

**CV= 3,44 %**

**NS:** No significativo

**\*:** Significativo

**\*\*:** Altamente significativo

Después de haber realizado el análisis de varianza se determinó que hay alta significación estadística para tratamientos, porcentajes de inclusión (Factor B), la interacción AxB y Testigo

Vs Tratamientos y no hay significación estadística para los tipos de harinas de cáscara (Factor A). Lo que nos indica que los tratamientos son diferentes y que los porcentajes de inclusión del tipo de harina si influyen para esta variable, pero en los tipos de harina de cáscara de plátano dominico o banano no se muestran cambios significativos.

Con esto se procede a realizar las pruebas de significación TUKEY para tratamientos y DMS para factores.

**Prueba de TUKEY para tratamientos:**

Tukey =0,266

**Tabla 18.** Prueba de TUKEY para la variable fibra

TRATAMIENTO	MEDIAS	RANGOS
TESTIGO	3,22	a
T1	3,56	a
T4	4,01	b
T5	4,73	c
T6	4,88	c
T3	5,08	c
T2	5,13	c

\* **HDM:** harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro

\* **HDM:** harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se pudo establecer 3 rangos (a-b-c). En el rango “a” se establece el mejor tratamiento: Inclusión de la HDM en el alimento balanceado al 20% (T1), esto

nos indica que el porcentaje óptimo de sustitución parcial del maíz y harina de soya por el 20% de harina de cáscara de plátano dominico da porcentajes de fibra de 3.56%.

**Nota:** Los valores analizados para todos los tratamientos están bajo al 5% de fibra según lo que recomiendan la norma NTE INEN 1 829 1992-01 para alimento de pollos de engorde.

### **Prueba de DMS para tratamientos:**

DMS: 0,21417

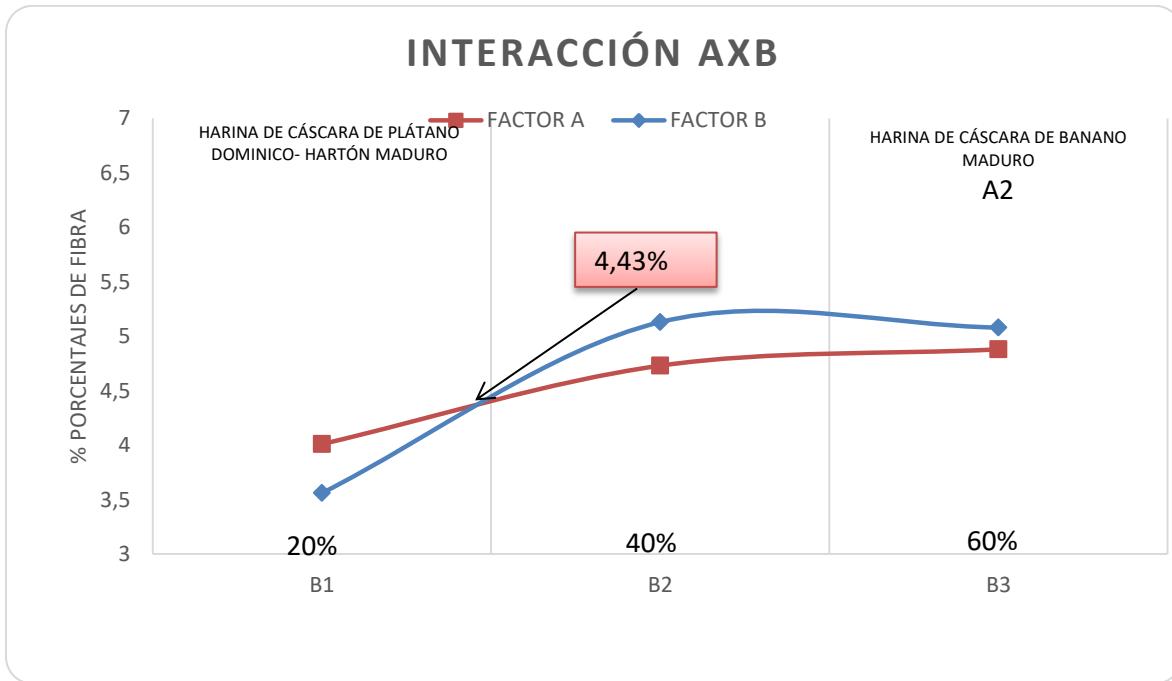
**Tabla 19.** Prueba de DMS para el factor B en la variable Fibra

<b>FACTOR B</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
B1	3,78	a
B2	4,93	b
B3	4,98	b

Después de realizar las pruebas de significación DMS que existe diferencia para los porcentajes de inclusión (factor B) se determinó dos rangos a y b. estableciendo que el balanceado que reemplaza parcialmente el maíz y harina de soya por el 20% de las harinas es el de menor porcentaje de fibra.

Existen investigaciones realizadas por Marín A. , Carías, Cioccia, & Hevia, (2003), donde encuentran valores de proteína de 5.40% al sustituir parcialmente la harina de soya y de maíz por el 10% de follaje de plátano en el alimento balanceado para pollos broiler muy cercanos al 5% máximo de inclusión que indica la norma, a diferencia en esta investigación que al reemplazar

parcialmente el maíz y harina de soya por el 20% de HDM obtenemos un valor de 3.56% de fibra mucho menor a valores encontrados en investigaciones porterioros.



**Gráfico 2.** Interacción (A x B) en la variable de Fibra

En la **Gráfica 2** Podemos observar que el punto de interacción entre los tipos de harina de cáscara de plátano incluidos en el alimento balanceado (Factor A) y los porcentajes de inclusión (Factor B) es el 4,43%; determinándose que con la inclusión del 20% de HDM (T1), se establece el mejor tratamiento. Es necesario especificar que el porcentaje de fibra encontrado según la interacción, corresponde al balanceado en la que interviene el valor nutricional de los demás componentes.



### 7.2.3 Grasa (Extracto Etéreo)

**Tabla 20.** Variable Grasa (Extracto Etéreo)

TRATAMIENTO	R1	R2	R3
T1	4,14	4,10	4,14
T2	4,5	4,6	4,67
T3	3,77	3,78	3,75
T4	4,95	4,15	4,57
T5	4,22	4,18	4,27
T6	3,12	3,02	3,08
TESTIGO	3,78	4,01	4,5

### ADEVA

**Tabla 21.** Análisis de la varianza para la Variable Grasa o Extracto Libre de Nitrógeno

F DE V	SC	GL	CM	FC	0.05	0.01
Total	5,47	20,00				
TRATAMIENTO	4,86	6,00	0,81	18,40 **	2,85	4,46
FACTOR A	0,20	1,00	0,20	6,89 *	4,60	8,86
FACTOR B	3,65	2,00	1,83	63,46 **	3,74	6,51
FACTOR A*FACTOR B	1,00	2,00	0,50	17,39 **	3,74	6,51
TESTIGO VS TRATAMIENTOS	0,0020	10,000	0,0042	0,1000 <sup>NS</sup>	4,60	8,86
E. EXP	0,62	14,00	0,04			

**CV=4,18 %**

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

Después de realizar el análisis de varianza se determina que existe alta significación estadística tanto para tratamientos, para los diferentes tipos de harinas de cáscara (Factor A), los porcentajes

de inclusión de las harinas (Factor B) y para la interacción A x B y no existe significación estadística para el Testigo Vs Tratamientos, lo que nos indica que todos los tratamientos son diferentes pues, los diferentes tipos de harinas y los porcentajes de inclusión si influyen en el contenido de grasa en el alimento balanceado.

Al existir alta significación estadística se realizó las pruebas de Tukey al 5% para Tratamientos y DMS para factores.

**Prueba de TUKEY para tratamientos:**

Tukey =0,482

**Tabla 22.** Prueba de TUKEY para la variable Grasa

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T2	4,59	a
T4	4,56	a
T5	4,22	a
T1	4,13	a
TESTIGO	4,1	a
T3	3,77	b
T6	3,07	c

\* **HDM:** harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro

\* **HDM:** harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se pudo establecer 3 rangos (a-b-c). En el rango “a” se hallan los tratamientos que contienen porcentajes más altos de Grasa. Los mejores tratamientos son: Inclusión de HDM en el alimento balanceado al 40% (T2), Inclusión de HBM en el

alimento balanceado al 20% (T4), Inclusión de HBM en el alimento balanceado al 40% (T5), Inclusión de HDM en el alimento balanceado al 20% (T1), indicando que, los porcentajes óptimos de sustitución parcial del maíz y harina de soya por los respectivos porcentajes de HADM o HBM dieron porcentajes de Grasa del 4,59 – 4,56 – 4,22 – 4,13 respectivamente.

La norma NTE INEN 1 829 1992-01 establece que el valor mínimo de grasa en el alimento balanceado es del 4% aunque no determina valores máximos indicando que los valores obtenidos para esta variable están dentro de los parámetros requeridos.

DMS =0,1743

**Tabla 23.** Prueba de DMS para el factor A de la variable Grasa

<b>FACTOR A</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
A1	4,16	a
A2	3,95	b

DMS =0,2614

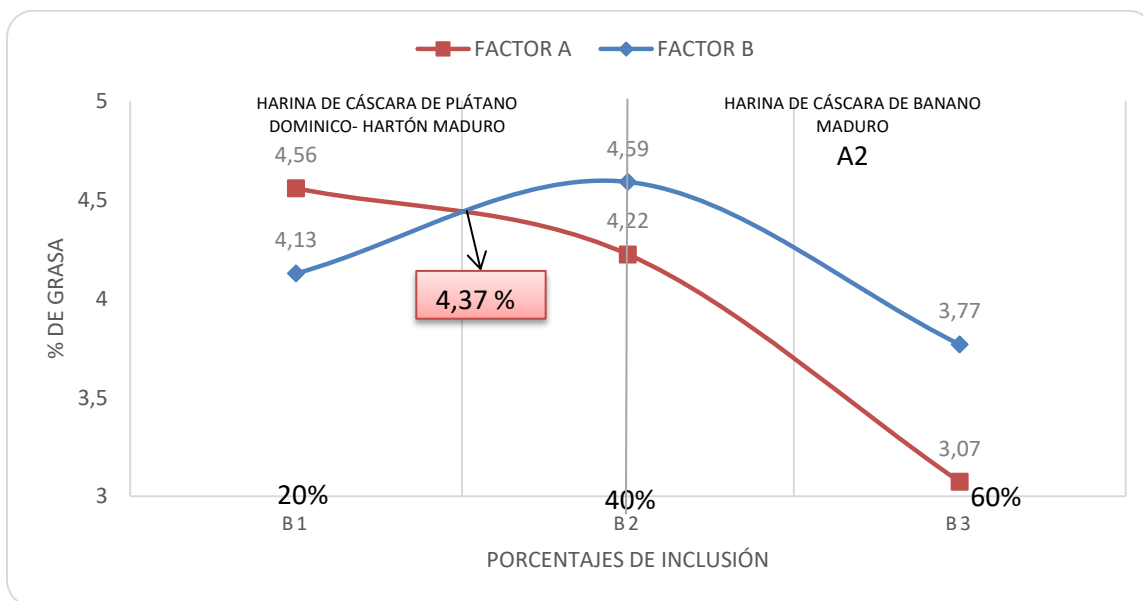
**Tabla 24.** Prueba de DMS para el factor B de la variable Grasa

<b>Factor B</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
B2	4,41	a
B1	4,34	b
B3	3,42	c

Por otro lado, la prueba de DMS confirma que los mejores factores son A1 (Plátano dominico-hartón) y B2 (porcentaje de inclusión 40%), concluyendo que al adicionar HDM al alimento

balanceado en un porcentaje del 40% obtenemos una dieta con los parámetros requeridos para la alimentación de pollos de engorde según la norma NTE INEN 1829 1992-1 que es mínimo de 5%.

En investigaciones realizadas por Marín A. , Carías, Cioccia, & Hevia, (2003) en la cual reemplazan parcialmente al maíz y harina de soya por el 10% de follaje de plátano en el alimento balanceado encuentran un valor de 5.91% en comparación a las obtenidas en esta investigación que es menor con un valor de 4,59%, indicando que los valores varían dependiendo de la parte de la planta, de las materias primas utilizadas, de la especie de *Musa Paradisiaca*.



**Gráfico 3.** Interacción (A x B) en la variable de Grasa

En la **Gráfica 3** podemos observar que el punto donde se genera la interacción entre los tipos de harina de cáscara de plátano incluidos en el alimento balanceado (Factor A) y los porcentajes de inclusión (Factor B) es el 4,37%, determinándose que al incluir 40% de HDM (T2) es el mejor

tratamiento. Es necesario puntualizar que el porcentaje de grasa de la **Gráfica 3** corresponde al balanceado en la que interviene el valor nutricional de los demás componentes.

#### 7.2.4 Cenizas:

**Tabla 25.** Variable Ceniza

TRATAMIENTO	R1	R2	R3
T1	6,73	6,30	6,54
T2	6,24	6,40	6,51
T3	11,28	11,32	11,28
T4	6,47	7,64	7,576
T5	7,17	7,26	7,24
T6	8,63	8,63	8,68
TESTIGO	5,02	4,49	4,26

#### ADEVA

**Tabla 26.** Análisis de la varianza para la variable Ceniza

F DE V	SC	GL	CM	FC	0.05	0.01
Total	80,72	20,00				
TRATAMIENTO	79,41	6,00	13,23	141,86**	2,85	4,46
FACTOR A	0,61	1,00	0,61	7,26*	4,60	8,86
FACTOR B	39,21	2,00	19,61	234,72**	3,74	6,51
FACTOR A*FACTOR B	11,71	2,00	5,85	70,07**	3,74	6,51
TESTIGO VS TRATAMIENTOS	27,89	1,00	27,89	298,90**	4,60	8,86
E. EXPE	1,31	14,00	0,09			

**CV= 4,12 %**

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

Después de realizar el análisis de la varianza determinamos que existe alta significación estadística para tratamiento, Factor B, interacción AXB, Testigo Vs Tratamiento y existe significación estadística para el Factor A al 0,01%. Con esto determinamos que tanto los tratamientos como los factores son diferentes y procedemos a realizar las pruebas de significación Tukey para Tratamientos y DMS para factores.

**Prueba de TUKEY para tratamientos:**

Tukey = 0756

**Tabla 27.** Prueba de TUKEY para la variable Ceniza

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGOS
TESTIGO	4,59	a
T2	6,38	a
T1	6,52	a b
T5	7,22	b
T4	7,23	b
T6	8,65	c
T3	11,29	d

\* **HDM:** harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro

\* **HDM:** harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se determinó 4 rangos; en el rango “a” se observó los 2 mejores tratamientos: Inclusión de HDM en el alimento balanceado al 40% (T2) e Inclusión de la HDM en el alimento balanceado al 20% (T1), mostrando que los porcentajes óptimos de sustitución parcial del maíz y harina de soya por el 40 y 20 % de HDM en el alimento balanceado fueron del 6.38- 6.52% de Ceniza respectivamente.

La norma NTE INEN 1 829 1992-01 establece que el valor máximo de Cenizas en el alimento balanceado es del 8% aunque no determina valores máximos indicando que los valores obtenidos para esta variable están dentro de los parámetros requeridos.

Existen investigaciones que afirman que los excesos de minerales también están asociados con aumentos significativos en el consumo de agua y también las deficiencias en minerales traza no afectarán el apetito, a menos que sean prolongadas (Bogart y Taylor 1988).

DMS= 0,29685

**Tabla 28.** Prueba de DMS para el factor A en la variable Ceniza

<b>FACTOR A</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
A2	7,7	a
A1	8,07	b

DMS= 0,44516

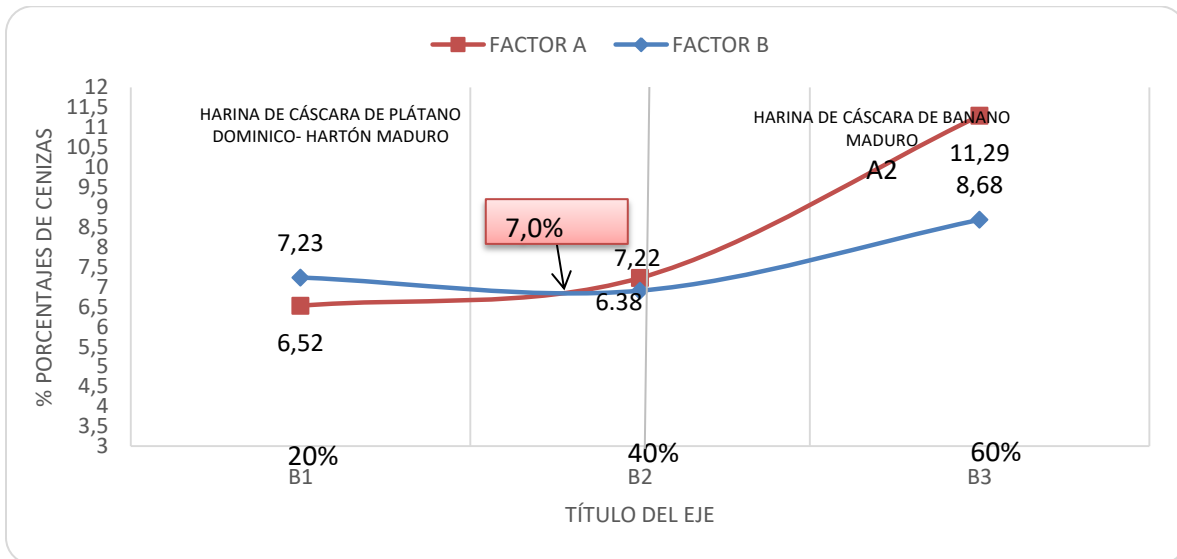
**Tabla 29.** Prueba de DMS para el factor en la variable Ceniza

<b>FACTOR B</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
B2	6,8	a
B1	6,88	a
B3	9,97	b

Después de realizar DMS para Factores determinamos que el Factor A2 (Harina de Cáscara de Banano Maduro) aporta menor cantidad de minerales al alimento balanceado en un porcentaje del 40% (factor B2).

Existen investigaciones realizadas por Suárez Negrete (2011), sobre la obtención de dietas alternativas a partir de Banano (verde entero, verde ensilado y maduro entero) en las que encuentran valores de cenizas de 4,88% para banano verde y 3,09% para banano ensilado, en comparación a los valores obtenidos en esta investigación con un valor de 6,38% al reemplazar parcialmente el maíz por 40% de HDM.

También existen otras investigaciones realizadas por Marín A. , Carías, Cioccia, & Hevia (2003) que determinan valores de 8,31% de Cenizas en su investigación sustituyendo parcialmente al maíz y harina de soya por el 10% Harina de follajes de plátano en el alimento balanceado determinando que si utilizamos HDM obtenemos valores más bajos como es 6,38%.



**Gráfico 4.** Interacción (A x B) en la variable de Cenizas

En la **Gráfica 4**, podemos observar que el punto de interacción entre los tipos de harina de cáscara de plátano incluidos en el alimento balanceado (Factor A) y los porcentajes de inclusión



(Factor B) es el 7%; determinándose que con la inclusión del 40% de HDM (T2), se comprueba el mejor tratamiento. Es necesario puntualizar que el porcentaje de cenizas de la gráfica corresponde al balanceado en la que interviene el valor nutricional de los demás componentes.

### 7.2.5 Humedad:

**Tabla 30.** Variable Humedad

TRATAMIENTO	R1	R2	R3
T1	13,70	12,01	12,88
T2	13,20	13,18	13,21
T3	12,43	13,84	13,11
T4	12,80	12,75	12,63
T5	12,85	12,64	12,78
T6	12,82	13,06	12,85
TESTIGO	12,29	11,8	12,07

### ADEVA

**Tabla 31.** Análisis de la varianza para la variable Ceniza

F DE V	SC	GL	CM	FC	0.05	0.01
Total	5,15	20,00				
TRATAMIENTO	2,53	6,00	0,42	2,26 <sup>NS</sup>	2,85	4,46
FACTOR A	0,31	1,00	0,31	1,51 <sup>NS</sup>	4,60	8,86
FACTOR B	0,17	2,00	0,08	0,41 <sup>NS</sup>	3,74	6,51
FACTOR A*FACTOR B	0,07	2,00	0,04	0,18 <sup>NS</sup>	3,74	6,51
TESTIGO VS TRATAMIENTOS	1,98	1,00	1,98	10,58 <sup>**</sup>	4,60	8,86
Error	2,62	14,00	0,19			

**CV= 3,53%**

NS: No significativo  
 \*: Significativo  
 \*\*: Altamente significativo

Después de haber realizado el análisis de la varianza para la variable porcentaje de humedad se determina que existe alta significación estadística para el Testigo Vs Tratamientos y no hay significación estadística para tratamientos ni factores, lo cual determina que la humedad es estándar en todos los tratamientos. La humedad determinada en cada tratamiento no es mayor al 13% ni menor al 10%, los parámetros obtenidos en esta investigación cumplen con lo determinado según la norma NTE INEN 1829 1992-1.

Existen investigaciones realizadas por Marín A. , Carías, Cioccia, & Hevia (2003), en las que se usa harina de follaje de plátano en la elaboración de alimento balanceado para pollos de engorde reemplazándose en un 10%, obtienen valores de 11,03 y 11,09% similares a los obtenidos en esta investigación.

### 7.2.6 Carbohidratos:

**Tabla 32.** Variable Carbohidratos

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>
T1	58,83	60,82	59,737
T2	55,88	55,8	55,486
T3	52,5	51,31	51,993
T4	57,43	57,13	56,934
T5	56,59	57,11	56,78
T6	57,09	56,93	56,72
TESTIGO	60,26	61,7	60,77

## ADEVA

**Tabla 33.** Análisis de varianza para la Variable Calcio

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>
Total	155,54	20				
TRATAMIENTO	151,36	6	25,23	84 **	2,85	4,46
FACTOR A	5,96	1	5,96	23 **	4,6	8,86
FACTOR B	49,49	2	24,74	95 **	3,74	6,51
FACTOR A*FACTOR B	43,44	2	21,72	84 **	3,74	6,51
TESTIGO VS TRATAMIENTOS	52,48	1	52,48	176 **	4,6	8,86
Error	4,18	14	0,30			

**CV:** 0,90%

**NS:** No significativo

**\*,** Significativo

**\*\*:** Altamente significativo

Después de haber realizado el análisis de varianza determinamos que existe alta significación estadística tanto para tratamientos, factores y la interacción AxB. Esto determina que los factores y los tratamientos son diferentes, así procedemos a realizar las pruebas de significación Tukey para Tratamientos y DMS para Factores.

TUKEY: 1,281%

**Tabla 34.** Prueba de TUKEY para la Variable Carbohidratos

TRATAMIENTO	MEDIAS	RANGOS
TESTIGO	60,91	a
T1	59,8	a
T4	57,16	b
T6	56,91	b
T5	56,83	b
T2	55,72	b
T3	51,93	c

\* **HDM:** harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro

\* **HDM:** harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se pudo establecer 4 rangos; en el rango “a” se estableció los 3 rangos; en el rango “a” se establece el mejor tratamiento: Inclusión de HDM en el alimento balanceado al 40% (T2), indicándonos que los porcentajes óptimos de sustitución parcial del maíz y harina de soya por la HDM en el alimento balanceado fueron el 40% con valores de carbohidratos del 59,8% respectivamente.

DMS: 0,78518

**Tabla 35.** Prueba de DMS para el factor B

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
B2	58,48	a
B3	56,27	b
B1	54,42	c

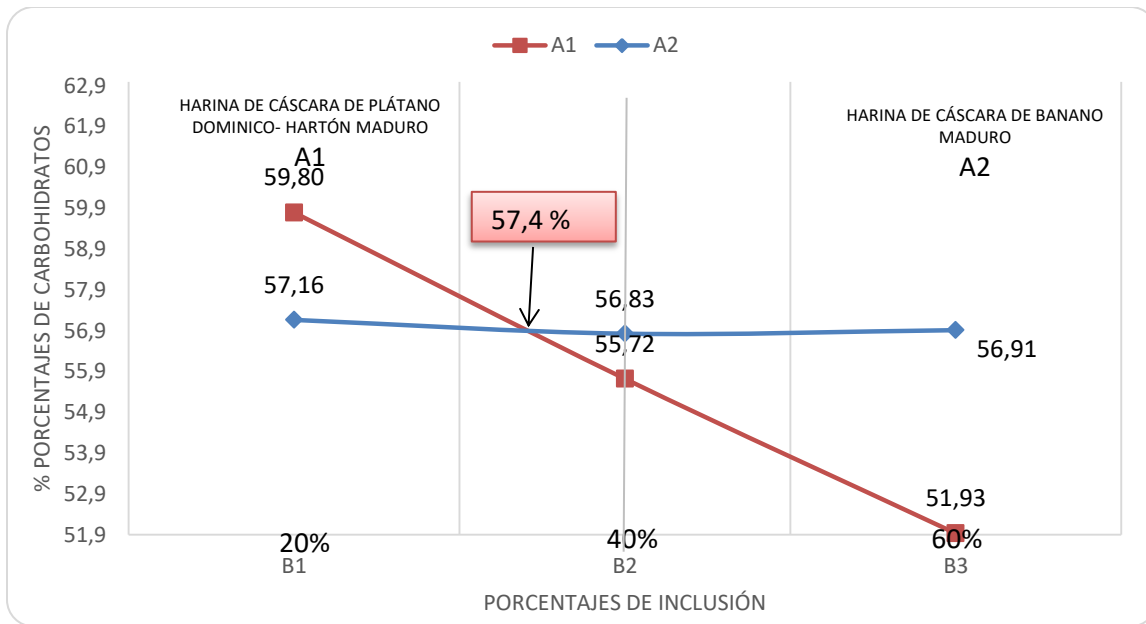
DMS: 0,52357

**Tabla 36.** Prueba de DMS para el factor A

<b>FACTOR A</b>	<b>Medias</b>	<b>RANGOS</b>
A2	56,97	a
A1	55,82	b

Al realizar DMS para factores determinamos que el Factor B1 y Factor A2 son los que contienen la media más alta con esto determinamos el mejor tratamiento.

El porcentaje de carbohidratos encontrados en el balanceado con la reemplazo parcial del maíz por el 40% de HDM (T2) es de 59.8% en comparación con lo que se obtuvo en investigaciones previas realizadas por Marín A. , Carías, Cioccia, & Hevia, (2003) en las cuales obtuvieron un valor de 58.1% al sustituir maíz y harina de soya por el 10% de harina de follajes de plátano en el balanceado. Indicando que la harina de cáscara de platano dominico hartón al igual que la harina de follajes de plátano se las puede incluir en la elaboracion de alimentos balanceado para pollos.



**Gráfico 5.** Interacción (A x B) en la variable de Carbohidratos

En la **Gráfica 5**, podemos observar que el punto de interacción entre los tipos de harina de cáscara de plátano incluidos en el alimento balanceado (Factor A) y los porcentajes de inclusión (Factor B) es el 57,4%; se determina que al incluir el 20% de HDM (T2), se puede establecer el mejor tratamiento. Es necesario puntualizar que el porcentaje de Carbohidratos de la gráfica corresponde al balanceado en la que interviene el valor nutricional de los demás componentes.

## 7.2.7 Calcio

**Tabla 37.** Variable Calcio

TRATAMIENTO	R1	R2	R3
T1	1,11	1,05	1,08
T2	1,05	1,07	1,08
T3	1,68	1,68	1,68
T4	1,08	1,22	1,21
T5	1,16	1,17	1,17
T6	1,35	1,4	1,35
TESTIGO	1,7	1,7	1,7

## ADEVA

**Tabla 38.** Análisis de varianza para la Variable Calcio

F.V.	GI	SC	CM	F	0,05	0,01
Total	20	1,34	0,07			
TRATAMIENTO	6	1,33	0,22	183,33**	2,66	4,03
FACTOR A	1	0,01	0,01	8,33*	4,49	8,53
FACTOR B	2	0,62	0,31	258,33**	4,49	8,53
FACTOR A*FACTOR B	2	0,18	0,09	75,00**	4,49	8,53
TRAT VS TESTIGO	1	29,96	29,96	24966,67**	4,49	8,53
Error	12	0,01	0,001	1,00		

**CV:** 2.314

**NS:** No significativo

**\*,** Significativo

**\*\*:** Altamente significativo

Después de haber realizado el análisis de varianza determinamos que existe alta significación estadística para tratamientos, factor B, la interacción AxB y Testigo Vs Tratamiento; significación estadística para el factor A. Esto determina que los factores y los tratamientos son

diferentes, así procedemos a realizar las pruebas de significación Tukey para Tratamientos y DMS para Factores.

**Tabla 39.** Prueba de TUKEY para la Variable Calcio

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
T2	1,07	a
T1	1,08	a
T5	1,17	b
T4	1,17	c
T6	1,35	d
T3	1,68	e
TESTIGO	1,7	e

\* **HDM:** harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro

\* **HDM:** harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se pudo establecer 4 rangos (a-b-c-e). En el rango “a” se encuentra el tratamiento que contiene el porcentaje más bajo de Calcio. Inclusión de la HDM en el alimento balanceado al 40% (T2), indicando que, los porcentajes óptimos de sustitución parcial del maíz y harina de soya por los respectivos porcentajes de HDM da un valor de calcio del 1,07.

La norma NTE INEN 1 829 1992-01 establece que el rango de porcentaje de calcio se encuentra entre 0,8 y 1%  $\pm 1$



DMS: 0,03574

**Tabla 40.** Prueba de DMS para el Factor A

<b>FACTOR A</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
A1	1,23	a
A2	1,28	b

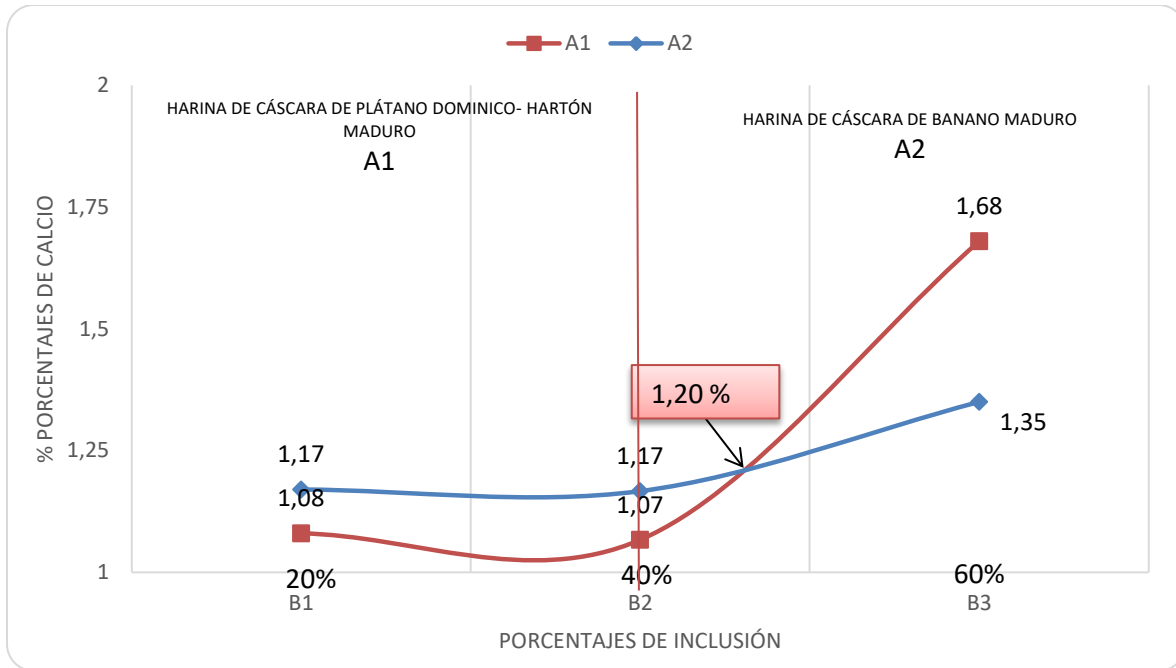
Al realizar DMS para factores determinamos que el Factor A1 son los que contienen la media más alta con esto determinamos el mejor tratamiento. Estableciendo que el HDM es la más apropiada para reemplazarla de forma parcial en el alimento balanceado

DMS: 0,52357

**Tabla 41.** Prueba de DMS para el Factor B

<b>FACTOR B</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
B2	1,12	a
B1	1,13	b
B3	1,52	b

Al realizar DMS para factores se determina que el porcentaje de inclusión de los tipos de harinas en el alimento balanceado es el 20% (Factor B2). Fijando que al reemplazar el 20% de HDM es la más apropiada para reemplazarla en el alimento balanceado.



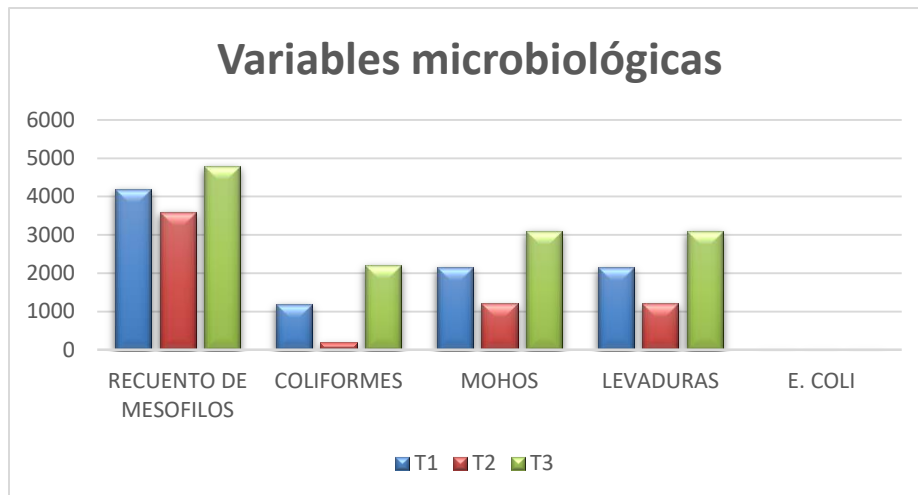
**Gráfico 6.** Interacción (A x B) en la variable de Calcio

En la **Gráfica 6** podemos observar que el punto donde se genera la interacción entre los tipos de harina de cáscara de plátano incluidos en el alimento balanceado (Factor A) y los porcentajes de inclusión (Factor B) es el 1,20%; determinándose que con la inclusión del 40% de HDM (T2), se establece el mejor tratamiento. No es necesario puntualizar que el porcentaje de calcio de la encontrado en la gráfica de interacción corresponde al balanceado en la que interviene el valor nutricional de los demás componentes.

## 7.3 Variables Cuantitativas

### 7.3.1 Análisis Microbiológico (Aerobios mesófilos, Escherichia coli, mohos y levaduras, coliformes totales).

Los análisis microbiológicos se los realizo a los 3 mejores tratamientos obtenidos en los análisis estadísticos y estos fueron tratamiento 2-3-1. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:



**Gráfico 7.** Grafica de la variable cuantitativa microbiológica

**Tabla 42.** Análisis microbiológicos

Tratamientos	T1	T2	T3
Mesofilos totales	$4,2 \times 10^4$	$3,6 \times 10^4$	$4,8 \times 10^3$
Coliformes	$1,1 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	$2,2 \times 10^2$
Mohos	$2,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	180
Levaduras	110	190	80
E. Coli	<10	<10	<10

Según el análisis microbiológico (UFC/g), realizado a los tres mejores tratamientos se obtuvo como resultado en el producto final que da como conclusión que:

- Para los análisis de Echerichia coli los valores están por debajo de 10 unidades en los tres tratamientos.
- Para la variable de levaduras y mohos el T2 es el que presenta menor cantidad de estos microorganismos.
- Y para la variable de mesófilos totales el T2 presento menor cantidad de estos microorganismos.

Según los valores obtenidos en este análisis concluimos que están dentro de los parámetros que rige la norma NTE INEN 1829, También determinamos que hubo una buena práctica de manufactura en el proceso de elaboración del alimento balanceado.

#### **7.4 Variables evaluadas en pollos broiler alimentados con las tres mejores dietas**

Para analizar estas variables se evaluó las tres mejores dietas y la dieta testigo en 80 pollos broiler (20 pollos por tratamiento) tipo Ross, obtenidos en la granja Imbaya de la Empresa Reproavi Cia. Ltda. De 36 días de edad.

### 7.4.1 Conversión alimenticia kg/kg

Para esta variable se utilizó la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\text{CONSUMO DE ALIMENTO EN GRAMOS}}{\text{PERO DEL ANIMAL EN GRAMOS}}$$

**Tabla 43.** Peso de los pollos broiler tomados cada 7 días hasta el saque

<b>PESO POR SEMANA (gramos)</b>				
<b>Días</b>	<b>TESTIGO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Día 36	1.696,00	1.696,00	1.696,00	1.696,00
Día 43	2.284,00	2.226,00	2.320,00	2.230,00
Día 45	2.256,00	2555	2.550,00	2598
Total	6.236,00	6.477,00	6.566,00	6.524,00
Promedio	2078,6667	2159	2188,6667	2174,6667

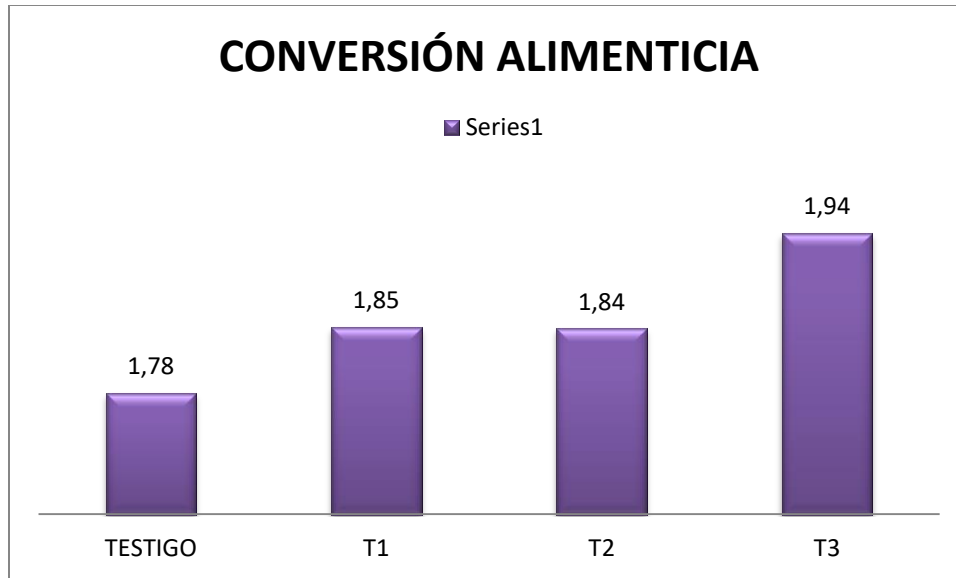
**Nota:** Estos datos son tomados sacando un animal al azar de cada unidad experimental

**Tabla 44.** Consumo de alimento promedio cada siete días hasta el saque

<b>CONSUMO DE ALIMENTO (GRAMOS)</b>				
<b>Días</b>	<b>TESTIGO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Día 36	2718	2718	2718	2718
Día 43	3950	4304	4176	4341
Día 45	4413	4936	5220	5630
Total	11.081,00	11.958,10	12.114,00	12.688,70
Promedio	3693,6667	3986,0333	4038	4229,5667

**Tabla 45.** Conversión alimenticia de las tres mejores dietas

<b>CONVERSION ALIMENTICIA</b>				
<b>TESTIGO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	
1,78	1,85	1,84	1,94	



**Gráfico 8.** Conversión alimenticia tomada a los pollos broiler alimentados con las tres mejores dietas

TESTIGO= Dieta Estándar

T1=Reemplazo parcial de maíz y harina de soya por el 20% Harina de cáscara de plátano dominico- hartón maduro.

T2=Reemplazo parcial de maíz y harina de soya por el 40% Harina de cáscara de plátano dominico- hartón maduro.

T3=Reemplazo parcial de maíz y harina de soya por el 60% Harina de cáscara de plátano dominico- hartón maduro.

Al analizar esta variable se determina que el T2 (Inclusión de harina de cáscara de plátano en un 40%) obtuvo una conversión alimenticio de 1,84%. Por otro lado en investigaciones que utilizan harina de cáscara de Follaje de plátano en la alimentación de pollos de engorde realizadas por Marín A., Carías, Cioccia, & Hevia (2003) en la cual determinan un valor de 1,53% en la conversión alimenticia, más bajos que los determinados en esta investigación.

#### 7.4.2 Ganancia de peso gr/semana

**Tabla 46.** Peso Semanal

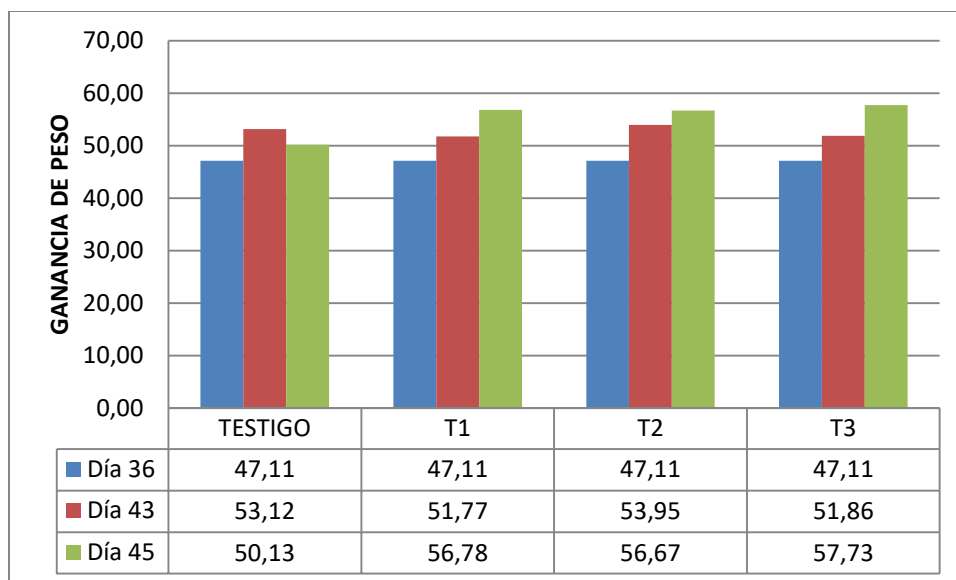
<b>PESO POR SEMANA (gramos)</b>				
<b>Días</b>	<b>TESTIGO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>Día 36</b>	1.696,00	1.696,00	1.696,00	1.696,00
<b>Día 43</b>	2.284,00	2.226,00	2.320,00	2.230,00
<b>Día 45</b>	2.256,00	2555	2.550,00	2598
<b>Total</b>	6.236,00	6.477,00	6.566,00	6.524,00
<b>Promedio</b>	2078,6667	2159	2188,6667	2174,6667

**Tabla 47.** Ganancia de peso

<b>GANANCIA DE PESO</b>				
<b>Días</b>	<b>TESTIGO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>Día 36</b>	47,11	47,11	47,11	47,11
<b>Día 43</b>	53,12	51,77	53,95	51,86
<b>Día 45</b>	50,13	56,78	56,67	57,73

Para esta variable se aplica la siguiente fórmula:

$$GP = \frac{PESO\ PROMEDIO}{DÍA\ DE\ TOMA\ DE\ DATOS}$$



**Gráfico 9.** Ganancia de peso tomada a los pollos broiler alimentados con las tres mejores dietas

TESTIGO= Dieta Estándar

T1=Reemplazo parcial de maíz y harina de soya por el 20% Harina de cáscara de plátano dominico- hartón maduro.

T2=Reemplazo parcial de maíz y harina de soya por el 40% Harina de cáscara de plátano dominico- hartón maduro.

T3=Reemplazo parcial de maíz y harina de soya por el 60% Harina de cáscara de plátano dominico- hartón maduro.

Después de analizar esta variable llegamos a determinar que el tratamiento que tuvo mayor ganancia de peso al día 45 es la dieta 3 (inclusión del 60% de harina de cáscara de plátano dominico- hartón maduro).



### **7.4.3 Consumo de alimento**

- Las dietas experimentales de los tres mejores tratamientos y la dieta testigo se administraron a los animales (20 pollos por cada tratamiento) durante 10 días con raciones iniciales de 150 g por animal y cada vez se fue aumentando la ración de acuerdo al consumo diario; hasta llegar a una consumo por animal de 160-170 g tomando en cuenta el peso ideal para el saque que es de 5 – 6 libras.
- Se realizó mediciones diarias de consumo de las raciones como el pesaje del sobrante por día. Se lo realizo con la siguiente fórmula:

**Consumo de alimento**= Alimento administrado – Alimento caído

### **7.4.4 Mortalidad y Morbilidad**

Estas variables no pudieron ser medidas ya que los pollos contaron con buena salud no se presentó muerte de ningún animal.

## **7.5 Variables organolépticas de la carne de los pollos**

El producto (carne del pollo cocida) fue evaluado sensorialmente por 30 panelistas procedentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte.

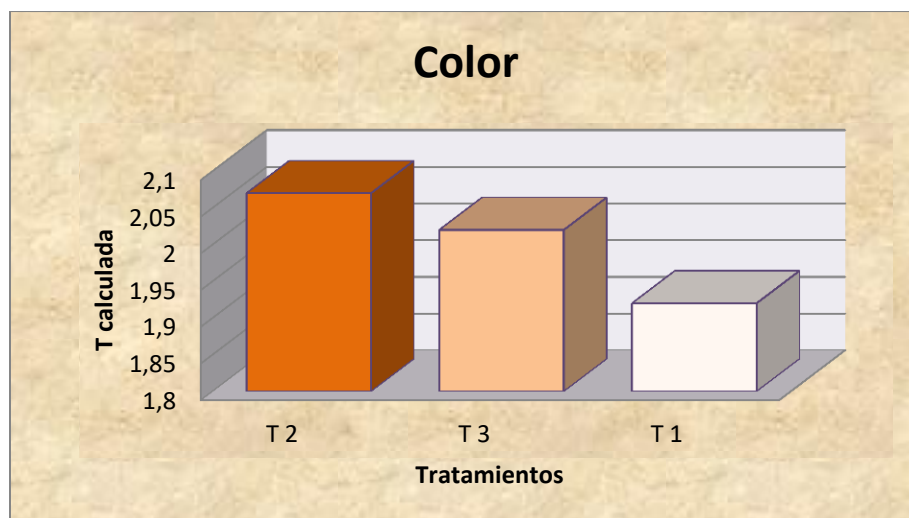
Para determinar estas variables se procedió al faena miento de 1 pollo al azar por tratamiento (T2-T3-T1 y dieta testigo).

Los resultados obtenidos en la degustación de los 4 tratamientos se las indican a continuación:

### 7.5.1 Variable organoléptica color

**Tabla 48.** Análisis de Fridman para la variable color

Tratamiento	Suma	Catadores	T calculada	T <sup>2</sup>	Rango
T 2	62	30	2,07	0,24	A
T 3	60,5	30	2,02	0,24	A
T 1	57,5	30	1,92	0,24	A



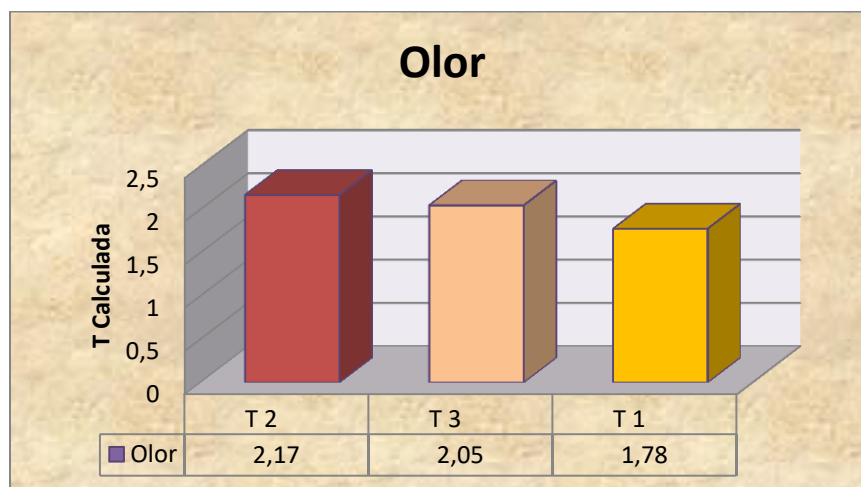
**Gráfico 10.** Variable color evaluada en la carne del pollo faenado.

Al realizar las pruebas de Fridman para esta variable encontramos que no hay significación estadística entre los tres tratamientos. Lo que nos indica que los degustadores no percibieron diferencia de color en la carne del pollo.

### 7.5.2 Variable organoléptica Olor

**Tabla 49.** Análisis de Fridman para la variable color

Tratamiento	T calculada	Catadores	Rango
T 2	2,17	30	A
T 3	2,05	30	A
T1	1,78	30	B



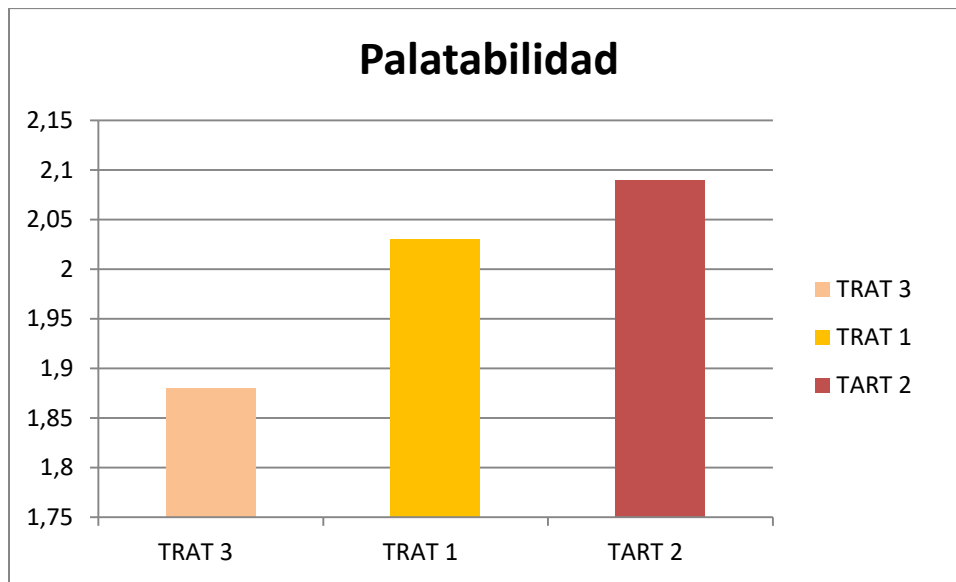
**Gráfico 11.** Variable olor evaluada en la carne del pollo faenado.

Después de realizar el análisis de Fridman se determina el T1 (Inclusión al 20% de harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro en el alimento balanceado) y el T2 (Inclusión al 40% de harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro en el alimento balanceado) son los que presentaron mayor diferencia estadística para los degustadores como lo demuestra la **Tabla 47**.

### 7.5.3 Variable organoléptica Palatabilidad

**Tabla 50.** Análisis de Fridman para la variable Palatabilidad

Tratamiento	Media	Catadores	Rangos
TRAT 3	1,88	29	A
TRAT 1	2,03	29	A
TART 2	2,09	29	A



**Gráfico 12.** Variable olor evaluada en la carne del pollo faenado

Después de realizar el análisis de Fridman se determinó que no existió diferencia estadística para esta variable lo que demuestra que todos los tratamientos son iguales como lo demuestra la **Tabla 48.**

## 7.5.4 Costos de producción

Tabla 51. Costos de Producción

INGREDIENTES	CANTIDAD	Tratamientos				
		TESTIGO	Unidades (kg)			
			T1	T2	T3	
Torta de soya 65	1 kg	0,61	4,67	4,86	4,67	3,27
Hna de soja 44	1 kg	0,65	0,94	0,94	1,29	2,62
Maíz nacional	1 kg	0,35	5,90	4,92	3,83	3,58
Conchilla	1 kg	0,08	0,02	0,02	0,00	0,00
Ac. Palma	1 kg	0,85	1,67	0,94	0,70	1,06
Harina de cáscara de banano	1 kg	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Harina de cáscara de plátano dominico	1 kg	0,18	0,00	0,61	1,21	1,31
Fosfato mono cálcico	1 kg	0,85	0,09	0,09	0,09	0,09
Sal yodada	1 kg	0,21	0,02	0,02	0,02	0,02
DI metionina	1 kg	6,30	0,32	0,32	0,32	0,32
L-lisina hcl	1 kg	2,40	0,05	0,05	0,05	0,05
L-treonina	1 kg	5,50	0,17	0,17	0,17	0,17
Micochem	1 kg	2,20	0,07	0,07	0,07	0,07
Elancoban	1 kg	7,80	0,08	0,08	0,08	0,08
Base mix engorde	1 kg	3,45	0,76	0,76	0,76	0,76
Citrocim	1 kg	4,60	0,14	0,14	0,14	0,14
Fundas plásticas para muestras	1 kg	0,05	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>
Sacos de polipropileno	1 kg	0,24	<b>0,24</b>	<b>0,24</b>	<b>0,24</b>	<b>0,24</b>
<b>Total</b>	1 kg	36,46	15,17	14,25	13,68	13,82
<b>Costo del kg.</b>	1 kg		0,53	0,49	0,47	0,48
<b>GASTOS INDIRECTOS</b>						
Mano de obra diario	1 jornada/hora	1,88				
Servicios básicos (agua, energía eléctrica)	Uso/hora	0,33				
Alquiler de maquinaria	1 hora	2				
Hilos	1 unidad	0,21				
<b>Subtotal</b>		4,42	4,42	4,42	4,42	4,42
<b>Total</b>		40,88	19,59	18,67	18,10	18,24
<b>Costo del kg.</b>			0,68	0,65	0,63	0,63

- \* El costo del alimento balanceado TESTIGO es de 0,68 cnt/usd.
- \* Esto nos indica que se produce con un alimento balanceado con el reemplazo parcial del maíz por el 20% de harina de cáscara de plátano dominico hartón nos ahorramos 0,03 cnt/usd.
- \* Así como también, si se produce un alimento balanceado con el reemplazo parcial del maíz por el 40 y 60 % de harina de cáscara de plátano dominico hartón nos ahorramos 0,05 cnt/usd.

## Capítulos V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 9.1 Conclusiones:

- Al caracterizar los tipos de harinas de cáscara (harina de cáscara de banano maduro y harina de cáscara de plátano dominico- hartón y otros ingredientes) se observó que, las dos harinas tienen características físico químicas similares para ser incluidas en el alimento balanceado, sin embargo, existió una diferencia de 3% en proteína a favor de la harina de cáscara de plátano dominico-hartón maduro, parámetro muy importante en la alimentación de aves (pollos de engorde).
- Al evaluar la inclusión de los tipos de harinas en el alimento balanceados concluimos que el mejor tratamiento es el Tratamiento 2, esto es, sustitución del 40% de maíz por harina de cáscara plátano dominico-hartón en la formulación, se obtuvo valores de 20,11% de proteína, 59,8% de carbohidratos y 5,13% de fibra.
- Al evaluar los tres mejores tratamientos y la dieta testigo en los pollos de engorde se obtuvo resultados favorables obteniendo una conversión alimenticia de 1.95% con el mejor tratamiento T2 y un ganancial de peso de 56,67 gramos/ día.
- Al realizar el análisis organoléptico para los tres mejores tratamientos y la dieta testigo determinamos que el de mayor agrado para los catadores fue: T2 ya que cubrió la

total aprobación de los mismos para las variables evaluadas como son: olor, color, sabor, aceptabilidad y palatabilidad.

- Al realizar los análisis microbiológicos a los tres mejores tratamientos se concluye que estos están dentro de los parámetros que rige la norma NTE INEN 1829 así como también, establecemos que hubo una buena práctica de manufactura en el proceso de elaboración del alimento balanceado
- El costo del alimento balanceado elaborado con un porcentaje de inclusión del 40% de harina de cáscara de plátano dominico – hartón tiene un valor de 0,63 USD/Kg en comparación al alimento balanceado comercial que es de 0,70 USD/Kg. Esto nos presenta un ahorro de 0,07 cent. Por kilogramo de balanceado utilizado.

## **9.2 Recomendaciones**

- Se recomienda analizar otros tipos de cáscara de plátano presentes en Ecuador (orito y el hartón).
- Para la elaboración de harina de cáscara de plátano dominico- hartón o banano maduro se sugiere utilizar un secador de bandejas para optimizar tiempos y mejorar el proceso de obtención de las mismas.
- Los resultados favorables que se obtuvo en esta investigación deberían aplicarse en investigaciones más profundas sobre la crianza de pollo broiler, esto es, probando alimento balanceado en pollos desde la etapa inicial.



- Se recomienda materias primas con bajos niveles de fibra cuando se incluya cualquier tipo de harina de cáscara de plátano, para mejorar la alimentación de pollos broiler mejorando así, su digestibilidad y evitar algunas enfermedades
- Al ser la cáscara de plátano o banano un residuo que no es tratado se debería buscar una tecnología para tratarla e incluirla en la dieta diaria de animales ya que esta ayuda considerablemente a reducir costos de alimentación.

## Capítulo VI

### Bibliografía

Agrolanzarote, S. I. (2012). *Fichas Técnicas de Cultivos De Lanzarote*. Lanzarote.

Alarcón, M. Á. (27 de Julio de 2011). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://www.bogota.unal.edu.co/>: <http://www.bogota.unal.edu.co/>

Almada, M., Cáceres, M. S., & Pulfer, J. (2011). *Guia de Uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. Asunción, Paraguay: Fundacion Celestina Pérez de Almada.

Almada, M., Cáceres, M. S., Marta, M. S., & Pulfer, J. C. (2005). *Guia de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. Paraguay: Fundación Celestina Pérez de Almada.

Álvarez G., D. O. (2013). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales*. Caldas- Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista.

Alzate, L. M., Jimenez, C., & Londoño, J. (2011). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para mejorar la calidad sensorial y nutricional de productos avícolas. *Lasallista*, 118-119.

Aviagen. (2014). *Manual de manejo del pollo de engorde Ross*. Huntsville, Alabama 35805, USA.

Avila A., C. M., & Benavides H., D. R. (2013). *Estudio de factibilidad para la elaboración de alimentos balanceados para pollos broiler*. Quito - Ecuador: Universidad Central del Ecuador.

Ayala Carvajal , J., Lombana Miranda, Y. V., & Rojas Gómez , A. R. (2011). *Algunos métodos de análisis químico para determinación de acidez y ph en harina de plátano comercial*. Santa Helena-Ibagué-Colombia: Universidad del Tolima.

Bao, M., García, M., & Torres, M. (1991). Aprovechamiento de residuos de plataneras producción en Islas Canarias, sus características y alternativas de utilización. *Revista de agroquímica y tecnología de alimentos*, 27:24-30.

Berrío, A. M., & Cardona, M. (2001). *Evaluación productiva de una dieta alternativa como reemplazo*. San Rafael- Antioquia: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia.

Boniolo, M. (25 de Enero de 2011). Cáscaras de plátano purifican aguas contaminadas con metales pesados. Sao Paulo , Brasil.

Buxáde, C. (1995). *Base Producción Animal Tomo II*. Madrid: Mundi Prensa.

Canche, G., De los Santos, S., Andrade, S., & Gómez, R. (2005). *Obtención de Celulosa a Partir de los Desechos Agrícolas del Banano*. Yucatán: Información Tecnológica-Vol. 16 N°1-2005, págs.: 83-88.

Castañeda Solano, A. L., & Tristán Montero, J. (2006). *Efecto de la Cáscara de Banano y Bloques Multinutricionales*. Guácimo, Costa Rica.

Castañeda Solano, A. L., & Tristán, M. J. (2006). *Efecto de la cáscara de banano y bloques multinutricionales sobre la reducción y calidad de la leche en vacas híbridas*. Guácimo- Costa Rica.

- Castro, A., Manjarrés, K., & Sandoval, E. (2010). Producción de lacasa utilizando *Pleurotus ostreatus* sobre cáscara de plátano y bagazo de caña. *Lasallista- Vol. 7 N° 2*, 10.
- Chachapoya R., D. L. (2014). *Produccion de alimentos balanceados en una planta procesadora en el cantón Cevallos*. Escuela Politecnica Nacional.
- Cook, N. y. (1979). *Evaluacion de alimento de banano verde de rechazo para vacas lactantes*. Universidad de Michigan .
- Dávila, K. R. (2007). *Harina y productos de plátano*. Cali - Colombia: Manejo de Solidos y Fluidos.
- Dormond, H., Boschini, C., & Rojas, A. (1998). *Efecto de dos niveles de cáscara de banano maduro sobre la produccion lactea en ganado lechero*.
- Fierro, N., & García, D. (2011). *Proyecto de inversión para la creación de una empresa productora de harina de plátano, en el cantón Caluma, provincia bolivar, año 2011*. Caluma.
- INEC. (2011). Platano Dominicico.
- INIAP. (2011). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*. Obtenido de Banano, plátano y otras musáceas: <http://www.iniap.gob.ec/web/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- Internacional, F. A. (2013). *Manual Avicola*.
- Intriago Flor, F. G., & Paz Mejía, S. A. (2000). *Ensilaje de cascara de banano maduro con microorganismos eficaces como alternativa de suplemento de ganado bovino*. Costa Rica: Universidad Earth.

Inversiones, D. d. (2013). *Análisis del Sector Bananero*. QUITO: Pro Ecuador- Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/>.

J, L. (2004). Bananas y Plátanos para alimentar cerdos: aspectos de la composición química de las frutas y de su palatabilidad. *Revista computarizada de Producción Porcina*, 1.

Jaramillo, S. (24 de Octubre de 2016). Feria del banano.

Jarrin, A., & Ávila, S. (1990). *Composición Química de los Alimentos Zootécnicos Ecuatorianos, Normas para formulación de dietas*. Quito: Universidad Central del Ecuador.

Londoño Londoño., J. (2013). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos*. Caldas – Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista.

Marín, A., Carías, D., Cioccia, A. M., & Hevia, P. (2003). *Valor nutricional de los follajes de ( Musa paradisiaca) Y Clitoria ternatea como diluyentes de raciones para pollos de engorde*. Caracas, Venezuela: Inerciencia.

Mesenguer, C. (1983). Medida del potencial de Producción de Gas Metano a Partir de Cáscara de Banano Maduro. *Universidad de costa Rica*, 80.

Monsalve, J. F., Medina de Perez, V. I., & Ruiz Colorado, A. A. (2006). *Producción de etanol a partir de la cáscara de Banano y de almidón de yuca*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín.

Moreira, 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*. Guayaquil.

- Moreno, G. (2000). *Manual de construcción y operaciones*. Seminario de Proyectos II, Ing. en Energía, UAM-I.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338:2010. (2010). *Carne y productos cárnicos salchichas requisitos*. Quito.
- Quishpe S., G. J. (2006). *Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura*. Zamorano, Honduras: Zamorano.
- Sá, L., Nogueira, E., Goulart, C., & Perazzo Costa, F. (2012). *Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde*. João Pessoa ñ Paraíba: Ajinomoto.
- Salcán, E. (2006). *Comparación y evaluación de cuatro tipos de balanceado en la alimentación de pollos broiler en la granja avícola María Eugenia*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Suárez Negrete, P. J. (2011). *Ensilaje de Banano (Rechazo) como suplemento alimenticio para ganado bovino en el segundo tercio de lactancia*. Riobamba- Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- Tamayo Dioses , A. P. (2013). *Cuantificación de Los Volúmenes de desechos que genera la producción bananera e el Canton Santa Rosa*. Santa Rosa.
- Tiberio, A. (2009). Empleo de follajes de plantas de *Mussa spp*. *Temas de Ciencia y Tecnología*.
- Zamora Zamora, N. J. (2006). *Determinación de la energía metabolizable verdadera de varias fuentes de carbohidratos utilizadas para la alimentación de aves*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Escuela de Zootecnia.



# Anexos

## Anexo 1. Análisis del laboratorio para las materias primas



### UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.  
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	022 - 2015
Análisis solicitado por:	Srta. Valverde Verónica
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	1 de abril de 2015
Fecha de entrega informe:	9 de abril de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

#	Muestra
1	Harina de cáscara de banano
2	Harina de cáscara de dominico

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado		Metodo de ensayo
		1	2	
Contenido de Humedad	%	10,74	10,42	AOAC 925.10
Cenizas	%	11,44	11,18	AOAC 923.03
Proteína	%	6,53	9,34	AOAC 920.87
Extracto etéreo	%	7,95	7,18	AOAC 920.85
Carbohidratos totales	%	63,34	61,88	Cálculo
Recuento de coliformes	UFC/ g	< 10	< 10	AOAC 989.10
Recuento de E. coli	UFC/ g	< 10	< 10	
Recuento de mohos	UFC/ g	150	85	AOAC 997.02
Recuento de levaduras	UFC/ g	20	36	

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

Bioq. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



#### Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales

Av. 17 de Julio S-21 y José María  
Córdova Barrio El Olivo.  
Teléfono (06)2997900  
Fax Ext. 7711.  
Email: utr@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador





# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 - CONEA - 2010 - 129 - DC.  
Resolución No. 001 - 073 - CEAACES - 2013 - 13

**FICAYA**

*Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos*

Informe N°:	083 - 2015
Análisis solicitado por:	Srta. Verónica Valverde
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	20 de mayo de 2015
Fecha de entrega informe:	17 de julio de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		Testigo 1	Testigo 2	Testigo 3	
Humedad	%	12,29	11,8	12,07	AOAC 925.10
Cenizas	%	5,02	4,49	4,26	AOAC 923.03
Proteína Total	%	18,65	18	18,4	AOAC 920.87
Extracto etéreo	%	3,78	4,01	4,5	AOAC 920.85
Carbohidratos totales	%	60,26	61,7	60,77	Cálculo
Fibra Bruta	%	3,24	3,41	3,00	AOAC 978.10

*Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas*

Atentamente:

Bloq. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



#### Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.

Av. 17 de Julio S-21 y José María  
Córdova. Barrio El Olivo  
Teléfono: (06)2997800  
Fax: Ext. 7711.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.  
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

**FICAYA**

*Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos*

Informe N°:	082 - 2015
Análisis solicitado por:	Srta. Verónica Valverde
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	20 de mayo de 2015
Fecha de entrega informe:	17 de julio de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		A1B1 (1)	A1B1 (2)	A1B1 (3)	A1B2 (1)	A1B2 (2)	A1B2 (3)	
Humedad	%	13,70	12,01	12,88	13,20	13,18	13,21	AOAC 925.10
Cenizas	%	6,73	6,30	6,54	6,24	6,40	6,51	AOAC 923.03
Proteína Total	%	16,60	16,77	16,71	20,18	20,02	20,12	AOAC 920.87
Extracto etéreo	%	4,14	4,10	4,14	4,50	4,60	4,67	AOAC 920.85
Carbohidratos totales	%	58,83	60,82	59,73	55,88	55,80	55,49	Cálculo
Fibra Bruta	%	3,40	3,70	3,57	5,17	5,24	4,98	AOAC 978.10

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		A1B3 (1)	A1B3 (2)	A1B3 (3)	A2B1 (1)	A2B1 (2)	A2B1 (3)	
Humedad	%	12,43	13,84	13,11	12,80	12,75	12,63	AOAC 925.10
Cenizas	%	11,28	11,32	11,28	6,47	7,64	7,576	AOAC 923.03
Proteína Total	%	20,02	19,75	19,86	18,35	18,33	18,29	AOAC 920.87
Extracto etéreo	%	3,77	3,78	3,75	4,95	4,15	4,57	AOAC 920.85
Carbohidratos totales	%	52,5	51,31	51,993	57,43	57,13	56,934	Cálculo
Fibra Bruta	%	5,12	5,19	4,94	3,85	4,05	4,12	AOAC 978.10

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		A2B2 (1)	A2B2 (2)	A2B2 (3)	A2B3 (1)	A2B3 (2)	A2B3 (3)	
Humedad	%	12,85	12,64	12,78	12,82	13,06	12,85	AOAC 925.10
Cenizas	%	7,17	7,26	7,24	8,63	8,63	8,68	AOAC 923.03
Proteína Total	%	19,17	18,81	18,93	18,34	18,36	18,67	AOAC 920.87
Extracto etéreo	%	4,22	4,18	4,27	3,12	3,02	3,08	AOAC 920.85
Carbohidratos totales	%	56,59	57,11	56,78	57,09	56,93	56,72	Cálculo
Fibra Bruta	%	4,57	4,9	4,72	4,91	4,97	4,76	AOAC 978.10

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

Bioq. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



Av. 17 de Julio S-21 y José María  
Córdova. Barrio El Olivo.  
Teléfono: (06)2997800  
Fax Ext. 7711.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador

## Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.

Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

**FICAYA**

*Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos*

Informe N°:	082 - 2015
Análisis solicitado por:	Srta. Verónica Valverde
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	20 de mayo de 2015
Fecha de entrega informe:	17 de julio de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado		Metodo de ensayo
		Harina de Cáscara de dominico maduro	Harina de Cáscara de banano maduro	
Calcio	mg/100 g	1,70	1,66	A. Atómica

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T1 (1)	T1 (2)	T1 (2)	T2 (1)	T2 (1)	T2 (1)	
Calcio	mg/100 g	1,11	1,05	1,08	1,05	1,07	1,08	A. Atómica

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T3 (1)	T3 (2)	T3 (3)	T3 (1)	T3 (2)	T3 (1)	
Calcio	mg/100 g	1,68	1,68	1,68	1,08	1,22	1,21	A. Atómica

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		T4 (1)	T4 (2)	T4 (3)	T5 (1)	T5 (3)	T5 (1)	
Calcio	mg/100 g	1,16	1,17	1,17	1,35	1,35	1,35	A. Atómica

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

Bloq. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



#### Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.

Av. 17 de Julio S-21 y José María  
Córdova. Barrio El Olivo.  
Teléfono: (06)2997800  
Fax: Ext: 7711.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.  
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

**FICAYA**

*Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos*

Informe N°:	090 - 2015
Análisis solicitado por:	Srta. Verónica Valverde
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	29 de julio de 2015
Fecha de entrega informe:	06 de Agosto de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		T2	T3	T1	
Recuento de E. coli	UFC/g	<10	<10	<10	AOAC 989.10
Recuento de coliformes	UFC/g	1,1 x10 <sup>3</sup>	2,5x10 <sup>3</sup>	2,2 x10 <sup>2</sup>	
Recuento de mohos	UFC/g	2,3 x10 <sup>2</sup>	1,5 x10 <sup>2</sup>	180	AOAC 997.02
Recuento de levaduras	UFC/g	110,00	190	80	

*Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas*

Atentamente:

Bioq. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio




#### Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.

Av. 17 de Julio S-21 y José María  
Córdova Barrio El Olivo.  
Teléfono: (06)2997800  
Fax: Ext: 7711.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador

Anexo 2. Norma INEN para pollos de engorde

CDU: 638.064.638.065 CIJ: 1192		AL 06.01-421
Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	<b>ALIMENTOS ZOOTECNICOS.                  COMPUESTOS PARA POLLOS DE ENGORDE.                  REQUISITOS.</b>	<b>NTE INEN                  1 829                  1992-01</b>
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los alimentos compuestos destinados a la alimentación de pollos de engorde.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los alimentos compuestos que se comercializan en forma de harina, gránulos (pellets) y migas.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Alimento iniciador. El alimento para suministrarse a los pollos de engorde en la fase de iniciación comprendida como un mínimo de 21 días.</p> <p>3.2 Alimento finalizador. El alimento para suministrarse a los pollos de engorde luego del iniciador hasta el sacrificio.</p> <p>3.3 Para otras definiciones referentes a los alimentos zootécnicos consultar la Norma INEN 1 643.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p>4.1 El alimento debe tener las características físicas, químicas y organolépticas aptas para la alimentación del pollo de engorde y debe estar libre de insectos, plaguicidas, elementos extraños y de adulterantes.</p> <p>4.2 No se permite el uso de hormonas estrogénicas en la elaboración de los alimentos para el pollo de engorde.</p> <p style="text-align: center;"><b>5. REQUISITOS</b></p> <p>5.1 Cuando el alimento se presenta en forma de harina, el tamaño de partícula debe ser tal que no menos del 97% en masa del material pase a través del tamiz de 2,0 mm y no menos del 75% en masa del material pase a través del tamiz de 850 µm de acuerdo con el Anexo A de la presente norma (ver Norma INEN 154 y 517).</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRPTORES: alimentos para animales, aves de corral.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Calle 17-01-3999 - Baquijano Morano E9-20 y Alameda - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

5.2 Cuando el alimento se elabore en forma de gránulos (pellets) el diámetro máximo aceptable del gránulo será de 4,0 mm (5/32").

5.3 Los alimentos para pollos de engorde deben cumplir con los siguientes requisitos establecidos en las Tablas 1 y 2.

TABLA 1. Requisitos bromatológicos (a)

REQUISITOS	UNIDAD	ALIMENTO				METODO DE ENSAYO
		INICIADOR		FINALIZADOR		
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	
Humedad	%	-	13	-	13	INEN 540
Proteína cruda	%	20	-	18	-	INEN 543
Fibra cruda	%	menor que	5	menor que	5	INEN 542
Grasa cruda	%	3	-	4	-	INEN 541
Cenizas	%	-	8	-	8	INEN 544
Calcio	%	0,9 a	1,0	0,8 a	1,0	INEN 545
Fósforo total	%	0,68	-	0,60	-	INEN 547

(a) Los valores especificados se expresados en el alimento tal como ofrecido.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos

REQUISITOS	METODO DE ENSAYO
Recuento total en placa (REP), máx.....	$1,2 \times 10^8$
Salmonella y Shigella, no detectable en 25 g	
Coliformes, máx.....	$1 \times 10^4$
Hongos, máx.....	$1 \times 10^4$
Aflatoxina, B <sub>1</sub> µg/kg, máx.	20
	INEN 1 529
	INEN 1 553

5.4 Los valores referenciales de fósforo disponible hasta que se elabore el método normalizado para determinarlos son los siguientes: alimento iniciador % mínimo 0,42 y alimento finalizador % mínimo 0,40.

5.5 El gaspol libre en los alimentos zootécnicos compuestos para los pollos de engorde no podrá sobrepasar del límite máximo de 50 mg/kg. (Ver norma INEN 1 703).

5.6 Pueden adicionarse al producto aditivos permitidos en los niveles recomendados (ver GP-43), de tal manera que no se produzcan efectos residuales en la carne de los animales, en cantidades que representan un riesgo para la salud humana.

(Continúa)



6.7 El producto además debe sujetarse a las normas establecidas por la FAO/OMS en cuanto tiene que ver con los límites de recomendación de plaguicidas hasta tanto se adopten las regulaciones ecuatorianas correspondientes.

## 6. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

### 6.1 Empaque y rotulado

#### 6.1.1 Empaque

6.1.1.1 Los empaques deben ser de material resistente a la acción del producto y que mantengan la calidad del mismo sin transmitir sabores ni olores extraños. Además deben permitir el manejo conveniente del producto hasta su destino en buenas condiciones e impedir la pérdida o deterioro del producto.

6.1.1.2 No se permitirá la utilización de empaques que hayan contenido alimentos para animales, fertilizantes, plaguicidas y otros productos que puedan ofrecer cualquier posibilidad de contaminación. En los locales de venta o almacenes los alimentos deben mantenerse separados de plaguicidas o productos afines de fácil absorción por los mismos.

6.1.2 Rotulado. Las etiquetas o rótulos en los empaques deben llevar impresa con caracteres legibles e indelebles la siguiente información.

6.1.2.1 Nombre del producto ("alimento para pollos de engorde iniciador y/o finalizador").

6.1.2.2 El análisis garantizado, expresado en porcentaje con los siguientes datos:

- a) Contenidos mínimos de proteína y grasa,
- b) contenidos máximos de fibra, humedad y cenizas,

6.1.2.3 Lista de ingredientes.

6.1.2.4 Contenido neto (kg)

6.1.2.5 Fecha de producción y número de lote

6.1.2.6 País de origen

6.2 El producto debe ser almacenado en adecuadas condiciones de temperatura y humedad de acuerdo con las buenas prácticas de manejo y almacenaje.

6.3 El producto consignado a granel debe ir acompañado por la documentación pertinente que lo ampara, guía de despacho (en la cual debe incluirse la misma información que se indica en el numeral 6.1.2).

(Continúa)

6.4 La comercialización del producto cumplirá con lo dispuesto en las Regulaciones y Resoluciones dictadas con sujeción a la Ley de Pesas y Medidas.

#### 7. MUESTREO

7.1 Se efectúa de acuerdo con la Norma INEN 518.

(Continúa)



## ANEXO A

A.1 En este anexo se presentan las equivalencias aceptadas entre las dimensiones nominales de las aberturas INEN y las de la serie ASTM (American Society for Testing and Materials) para mallas de alambre.

INEN Abertura Indicada	ASTM Designación
125 mm	5 pulg
105 mm	4,24 pulg
90 mm	3 1/2 pulg
75 mm	3 pulg
63 mm	2 1/2 pulg
53 mm	2,12 pulg
45 mm	1 3/4 pulg
37,5 mm	1 1/4 pulg
31,5 mm	1,05 pulg
26,5 mm	7/8 pulg
22,4 mm	3/4 pulg
19,0 mm	5/8 pulg
16,0 mm	0,53 pulg
13,2 mm	7/16 pulg
11,2 mm	3/8 pulg
9,5 mm	5/16 pulg
8,0 mm	0,265 pulg
6,7 mm	No. 3 1/2
5,6 mm	No. 4
4,75 mm	No. 5
4,00 mm	No. 6
3,35 mm	No. 7
2,80 mm	No. 8
2,36 mm	No. 10
2,00 mm	No. 12
1,70 mm	No. 14
1,40 mm	No. 16
1,18 mm	No. 18
1,00 mm	No. 20
850 $\mu\text{m}$	No. 25
710 $\mu\text{m}$	No. 30
600 $\mu\text{m}$	No. 35
500 $\mu\text{m}$	No. 40
425 $\mu\text{m}$	No. 45
355 $\mu\text{m}$	No. 50
300 $\mu\text{m}$	No. 60
250 $\mu\text{m}$	No. 70
212 $\mu\text{m}$	No. 80
180 $\mu\text{m}$	No. 100
150 $\mu\text{m}$	No. 120
125 $\mu\text{m}$	No. 140
105 $\mu\text{m}$	No. 170
90 $\mu\text{m}$	No. 200
75 $\mu\text{m}$	No. 230
63 $\mu\text{m}$	No. 270
53 $\mu\text{m}$	No. 325
45 $\mu\text{m}$	No. 400
38 $\mu\text{m}$	

(Continúa)

## APÉNDICE Z

## Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

- INEN 154 *Tamices de ensayo. Tamices nominales de las aberturas.*
- INEN 517 *Harina de origen vegetal. Determinación del tamaño de las partículas.*
- INEN 540 *Alimentos para animales. Determinación de la pérdida por calentamiento.*
- INEN 541 *Alimentos para animales. Determinación de la materia grasa.*
- INEN 542 *Alimentos para animales. Determinación de la fibra cruda.*
- INEN 543 *Alimentos para animales. Determinación de la proteína cruda.*
- INEN 544 *Alimentos para animales. Determinación de las cenizas.*
- INEN 546 *Alimentos para animales. Determinación del calcio.*
- INEN 547 *Alimentos para animales. Determinación del fósforo.*
- INEN 618 *Alimentos para animales. Muestreo.*
- INEN 1 529 *Métodos de ensayo. Control microbiológico de los alimentos.*
- INEN 1 553 *Alimentos zootécnicos. Determinación del contenido de aflatoxinas B1.*
- INEN 1 643 *Alimentos zootécnicos. Definiciones y clasificación.*
- INEN 1 703 *Alimentos zootécnicos. Pasta o harina de algodón. Determinación de gossypol libre y total.*
- INEN-GP 043 *Guía de Práctica de aditivos de uso zootécnico en alimentos compuestos para aves.*

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Norma Colombiana ICONTEC 2107. *Alimento completo para aves.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Colombia, 1986.
- Norma India IS 1374 Segunda revisión. *Specification for Poultry Feeds.* Indian Standard. New Delhi, 1968.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección de Política Alimentaria. *Alimentos para animales.* España 1956.



---

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerito Moreno EB-29 y Av. 6 de Diciembre  
Cañilla 17-01-3399 - Telfs: (003 2) 2 261335 al 2 261331 - Fax: (003 2) 2 26781 5  
Dirección General: [E-Mail:Dir@inen.gov.ec](mailto:Dir@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Normalización: [E-Mail:Norm@inen.gov.ec](mailto:Norm@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Certificación: [E-Mail:Cert@inen.gov.ec](mailto:Cert@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Verificación: [E-Mail:Verif@inen.gov.ec](mailto:Verif@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: [E-Mail:Serv@inen.gov.ec](mailto:Serv@inen.gov.ec)  
Regional Guayas: [E-Mail:InenGuayas@inen.gov.ec](mailto:InenGuayas@inen.gov.ec)  
Regional Azuay: [E-Mail:InenAzuay@inen.gov.ec](mailto:InenAzuay@inen.gov.ec)  
Regional Cotacachi: [E-Mail:InenCotacachi@inen.gov.ec](mailto:InenCotacachi@inen.gov.ec)  
URL: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)

### Anexo 3. Normas FEDNA

#### Recomendaciones para piensos de pollos de carne (pollos broiler)

		Preiniciado	Inicio	Crecimiento	Acabado
Edad	días	0-7	0-15	16-37	38-44
EMAn	kcal/k	3.000	>3.000	>3.140	>3.170
Ác. linoleico, mín	%	1,50	0,50	0,50	0,40
max. <sup>1,2</sup>	%	-	-	2,6	2,0
Almidón	%	37	36	34	34
Fibra bruta, mín.	%	2,3	3,0	3,0	3,0
máx.	%	3,8	4,2	4,3	4,5
Proteína bruta, mín.	%	21,8	21,0	19,7	18,2
máx.	%	23	23,5	22,8	21,0
Lys total <sup>3</sup>	%	1,38	1,32 <sup>1</sup>	1,20	1,07
Lys dig. <sup>3</sup>	%	1,27	1,19	1,06	0,91
Met total	%	0,51	0,49	0,45	0,40
Met dig.	%	0,47	0,45	0,41	0,35
Met+cys total	%	1,01	0,97	0,90	0,79
Met+cys dig.	%	0,93	0,87	0,80	0,69
Thr total	%	0,86	0,84	0,77	0,68
Thr dig.	%	0,80	0,75	0,68	0,59
Trp total	%	0,23	0,22	0,21	0,18
Trp dig.	%	0,21	0,20	0,18	0,16
Ile total	%	0,91	0,87	0,82	0,71
Arg total	%	1,45	1,39	1,25	1,12
Calcio, mín.	%	1,0	0,95	0,90	0,86
máx.	%	1,1	1,05	1,00	1,00
Fósforo total	%	0,69	0,65	0,60	0,56
Fósforo disp. <sup>4</sup>	%	0,45	0,45	0,43	0,38
Fósforo dig. <sup>4</sup>	%	0,40	0,39	0,37	0,33
Cloro, mín.	%	0,17	0,17	0,16	0,15
máx.	%	0,27	0,28	0,30	0,30
Sodio, mín.	%	0,22	0,17	0,16	0,14
máx.	%	0,25	0,20	0,18	0,16
Sal <sup>5</sup> , mín.	%	0,35	0,30	0,25	0,23
Potasio, mín.	%	0,51	0,50	0,46	0,40
máx.	%	1,15	1,10	1,05	1,00
Colina total	mg/kg	1.340	1.250	1.200	1.100
Colina añadida	mg/kg	300	260	230	140

<sup>1</sup> Reducir el nivel en verano.

<sup>2</sup> Reducir a 1,9% caso de realizar entresacas a partir de los 28-30 días de vida si hay problemas de grasa líquida.

<sup>3</sup> Numerosos nutricionistas estiman que el nivel de Lys puede reducirse en un 5% en pollo asador y según estirpe de pollo.

<sup>4</sup> Reducir 0,08% de P disponible y 0,06% de P digestible cuando se utilicen fitasas exógenas.

<sup>5</sup> Reducir, en caso de utilizar bicarbonato sódico, de forma proporcional. También pueden reducirse a partir de los 16 días en 0,02% en caso de camas húmedas.

#### Anexo 4. Métodos de Formulación de Dietas

Prueba y Error: Se requiere formular una ración cuyo requerimiento es 18 % de proteína C. y 3 200 Kcal/kg de Energía M. (NRC- 1998). Primeramente, se plantea una ración en forma arbitraria, como se muestra en la tabla AVI.1.

**Preparación de una dieta por prueba y error**

<b>Alimentos</b>	<b>Proporción, %</b>	<b>EM, Kcal/kg</b>	<b>PC, %</b>
Maíz amarillo	80	2696	7,04
Torta de soya	20	486	8,8
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>3182</b>	<b>15,84</b>

El maíz y torta de soja aportan 3 370 y 2 430 Kcal/kg de E.M., además 8,8 % y 44 % de P.C. respectivamente. La mezcla propuesta, está cerca de satisfacer las necesidades de energía, pero es deficiente en proteína. En este caso, es necesario incluir una fuente de proteína que en nuevas combinaciones, no reduzca significativamente el aporte energético. Para esto se incluirá harina de pescado con 2 880 Kcal/kg de E.M. y 65 % de P.C.

**Ajuste de proporción con una tercera materia prima para la elaboración de la dieta por prueba y error**

<b>Alimentos</b>	<b>Proporción, %</b>	<b>EM, Kcal/kg</b>	<b>PC, %</b>
Maíz amarillo	78	2629	6,86
Torta de soya	14	340	6,16
Hna. pescado	8	230	5,2
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>3199</b>	<b>18,22</b>

En la mezcla 2, el nivel de energía prácticamente está cubierto y la proteína presenta un exceso de 0.22 %. Si se ajusta con más detalles estas cantidades, puede obtenerse la mezcla 3 que corresponde a los requerimientos nutricionales de broilers 6 - 8 semanas.

**Dieta ajustada al 18% proteína, cubriendo la energía metabolizable**

<b>Alimentos</b>	<b>Proporción, %</b>	<b>EM, Kcal/kg</b>	<b>PC, %</b>
Maíz amarillo	78,4	2642	6,9
Torta de soya	14	340	6,16
Hna. pescado	7,6	219	4,94
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>3201</b>	<b>18</b>

## Anexo 5. Tablas FEDNA de la composición nutricional de los ingredientes presentes en el alimento balanceado

Distintos colores = cambios por años desde 2010	HUMEDAD	CENIZAS	PB	EE	EE VERD.	FB	FND	FAD	LAD	ALMIDON	AZUCARES	Pdig.AVES	Na	Cl	Mg	K	S	Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotin	Colina	EM_RTES	EMA_AVES	PBDIG_AVE	LYS	MET	LYS	MET	M+C	
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Kcal/kg	Kcal/kg	(%)	(%PDIE)	(%PDIE)	(%)	(%)	(%)	
MAIZ NACIONAL	13,6	1,1	7,3	3,3	2,97	2,1	9,0	2,8	0,7	63,8	1,7	0,07	0,01	0,05	0,10	0,29	0,13	4,0	28	7	24	21,0	0,07	500	2825	3285	6,2	6,1	2,0	0,22	0,15	0,31	
MAIZ FRANCES	13,8	1,2	8,1	3,8	3,42	2,2	7,8	2,7	0,8	63,3	1,6	0,08	0,01	0,05	0,12	0,35	0,13	4,0	28	7	24	15,0	0,07	500	2850	3345	6,9	6,0	2,0	0,23	0,17	0,34	
MAIZ USA	13,8	1,3	8,2	3,5	3,15	2,3	9,1	2,9	0,9	62,0	1,7	0,08	0,01	0,05	0,12	0,35	0,13	4,0	28	7	24	10,0	0,07	550	2815	3290	6,8	6,0	2,0	0,24	0,17	0,35	
MAIZ TRATADO CALOR	13,8	1,2	7,5	3,6	3,24	2,3	7,9	3,0	0,9	63,3	1,7	0,07	0,01	0,05	0,10	0,29	0,13	4,0	28	7	24	21,0	0,07	550	2825	3340	6,5	5,9	2,0	0,22	0,16	0,32	
HABA SOJA TOSTADA	10,1	4,8	36,8	19,2	18,24	6,1	11,3	6,8	0,2	0,0	6,0	0,24	0,01	0,03	0,20	1,70	0,29	11,0	90	30	36	40,0	0,25	2400	3575	3400	31,6	6,8	1,5	2,25	0,53	1,07	
HABA SOJA EXTRUSIONADA	10,1	4,8	36,8	19,2	18,24	6,1	11,3	6,8	0,2	0,0	6,0	0,24	0,01	0,03	0,20	1,70	0,29	11,0	90	30	36	40,0	0,25	2400	3600	3540	32,8	6,9	1,5	2,25	0,53	1,07	
HNA.SOJA 44	12,0	6,2	44,0	1,9	1,33	5,9	12,8	7,2	0,4	0,5	7,0	0,26	0,02	0,04	0,27	2,20	0,42	13,0	120	33	48	3,7	0,32	2700	2800	2200	38,3	6,9	1,5	2,68	0,59	1,25	
AC. PALMA	0,0	0,0	0,0	100,0	99,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0	0	0	0,0	0,00	0,0	6240	8150	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	
CARBONATO CALCICO	2,0	98,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,07	0,02	0,30	0,07	0,07	12,0	620	.	.	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
CONCHILLA OSTRAS	0,3	97,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,40	0,08	0,28	0,06	0,08	8,0	400	.	.	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
CONCHILLA MOLUSCOS	1,0	96,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,30	0,05	0,35	0,05	0,08	8,0	400	.	.	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
FOSFATO MONOCALCICO	1,0	78,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,76	0,08	0,11	0,10	0,13	0,70	8,0	4000	.	.	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
BICARBONATO SODICO	0,20	99	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	27,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	.	.	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
DL.METIONINA	0,4	0,5	58,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	21,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	.	4500	58,5	.	.	0,00	99,00	99,00	
L-LISINA HCL	1,5	0,5	94,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	19,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	.	3800	94,5	.	.	78,00	0,00	0,00	
L-TREONINA	0,7	0,5	72,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,05	0,20	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	.	3230	72,5	.	.	0,00	0,00	0,00	



## Anexo 6 Costos de elaboración de las dietas balanceadas

COSTO DE BALANCEADO PARA 28,8 Kg			Tratamientos															
Ingredientes	Cantidad	Costo kg	Testigo	Usd	Unidades (kg)													
					T1	Usd	T2	Usd	T3	Usd	T4	Usd	T5	Usd	T6	Usd		
Torta de soya 65	1 kg	0,61	7,71	4,67	8,02	4,86	7,71	4,67	5,40	3,27	7,71	4,67	7,36	4,46	7,71	4,67		
Hna de soja 44	1 kg	0,65	1,44	0,94	1,44	0,94	1,99	1,29	4,03	2,62	1,44	0,94	2,20	1,43	1,44	0,94		
Maíz nacional	1 kg	0,35	16,86	5,90	14,05	4,92	10,95	3,83	10,23	3,58	14,63	5,12	11,32	3,96	8,48	2,97		
Conchilla	1 kg	0,08	0,23	0,02	0,21	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Ac. Palma	1 kg	0,85	1,97	1,67	1,11	0,94	0,82	0,70	1,25	1,06	1,05	0,89	0,79	0,67	0,47	0,40		
Harina de cáscara de banano	1 kg	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,38	0,47	6,54	0,92	10,12	1,42		
Harina de cáscara de plátano dominico	1 kg	0,18	0,00	0,00	3,38	0,61	6,74	1,21	7,29	1,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Fosfato mono cálcico	1 kg	0,85	0,11	0,09	0,11	0,09	0,11	0,09	0,11	0,09	0,11	0,09	0,11	0,09	0,11	0,09		
Sal yodada	1 kg	0,21	0,09	0,02	0,09	0,02	0,09	0,02	0,09	0,02	0,09	0,02	0,09	0,02	0,09	0,02		
Dl metionina	1 kg	6,30	0,05	0,32	0,05	0,32	0,05	0,32	0,05	0,32	0,05	0,32	0,05	0,32	0,05	0,32		
L-lisina hcl	1 kg	2,40	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05		
L-treonina	1 kg	5,50	0,03	0,17	0,03	0,17	0,03	0,17	0,03	0,17	0,03	0,17	0,03	0,17	0,03	0,17		
Micochem	1 kg	2,20	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03	0,07		
Elancoban	1 kg	7,80	0,01	0,08	0,01	0,08	0,01	0,08	0,01	0,08	0,01	0,08	0,01	0,08	0,01	0,08		
Base mix engorde	1 kg	3,45	0,22	0,76	0,22	0,76	0,22	0,76	0,22	0,76	0,22	0,76	0,22	0,76	0,22	0,76		
Citrocim	1 kg	4,60	0,03	0,14	0,03	0,14	0,03	0,14	0,03	0,14	0,03	0,14	0,03	0,14	0,03	0,14		
Fundas plásticas para muestras	1 kg	0,05		0,05		0,05		0,05		0,05		0,05		0,05		0,00		
Sacos de polipropileno	1 kg	0,24		0,24		0,24		0,24		0,24		0,24		0,24		0,00		
Total	1 kg	36,46	28,80	15,17	28,80	14,25	28,80	13,68	28,79	13,82	28,80	14,07	28,80	13,41	28,81	12,07		
Costo del kg.	1 kg			0,53		0,49		0,47		0,48		0,49		0,47		0,42		

<b>Gastos indirectos</b>									
Mano de obra diario	1 jornada/hora	1,88							
Servicios básicos (agua, energía eléctrica)	Uso/hora	0,33							
Alquiler de maquinaria	1 hora	2							
Hilos	1 unidad	0,21							
Subtotal		4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42
Total		40,88	19,59	18,67	18,10	18,24	18,49	17,83	16,49
Costo del kg.			0,68	0,65	0,63	0,63	0,64	0,62	0,57

**Anexo 7. Costo para la elaboración de harinas de cáscara de banano y plátano dominico-hartón**

<b>Costo 25 Kg</b>					
<b>Costos</b>	<b>Adquisición</b>	<b>Molienda</b>	<b>Otros</b>	<b>Total</b>	<b>Costo del Kg</b>
Harina de cáscara de banano	2	2	0,6	4,6	0,18
Harina de cáscara de plátano dominico-hartón	1	2	0,6	3,6	0,14

## Anexo 8. Fotografías

### 1. Elaboración de harina de cáscara de banano y plátano dominico hartón





## 2. Elaboración de alimento balanceado





### 3. Crianza de pollos broiler con las tres mejores dietas experimentales

