



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**MEDICINA VETERINARIA**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE HARINA DE PALMISTE  
UTILIZADO EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE  
ENGORDE”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Médico Veterinario y Zootecnista

**Autora:**

Lalama Santamaría Diana Carolina

**Tutora:**

Silva Déley Lucía Monserrath, Ing. Mg.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Diana Carolina Lalama Santamaría, con cédula de ciudadanía No. 1804114825-2, declaro ser autora del presente proyecto de investigación “Valorización energética de harina de palmiste utilizado en la alimentación de pollos de engorde”, siendo la Ingeniera Mg. Lucía Monserrath Silva Déley, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 31 de agosto del 2022

Diana Carolina Lalama Santamaría

Estudiante

CC: 180411425-2

Ing. Lucía Monserrath Silva Déley, Mg.

Docente Tutora

CC: 060293367-3

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **LALAMA SANTAMARÍA DIANA CAROLINA**, identificada con cédula de ciudadanía **18041148252** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero PhD. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnista titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de “Valorización energética de harina de palmiste utilizado en la alimentación de pollos de engorde”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2016 - Agosto 2016

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutora: Ingeniera Mg. Lucía Monserrath Silva Déley

Tema: “Valorización energética de harina de palmiste utilizado en la alimentación de pollos de engorde”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 31 días del mes de agosto del 2022.

Diana Carolina Lalama Santamaría

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.

**LA CEDENTE**

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

**“VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE HARINA DE PALMISTE UTILIZADO EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDE”**, de Lalama Santamaría Diana Carolina, de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnista, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 31 de agosto del 2022

Ing. Lucía Monserrath Silva Déley, Mg.

**DOCENTE TUTORA**

CC: 060293367-3

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Lalama Santamaría Diana Carolina, con el título del Proyecto de Investigación: **“VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE HARINA DE PALMISTE UTILIZADO EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDE”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 31 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)

Dra. Blanca Mercedes Toro Molina, Mg.

CC: 050172099-9

Lector 2

Dr. Luis Alonso Chicaiza Sánchez, Mg.

CC: 050130831-6

Lector 3

DMV. Edilberto Chacón Marcheco, Ph.D.

CI: 175698569-1

## **AGRADECIMIENTO**

Con todo mi corazón deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia, por apoyarme siempre y formarme como una persona de bien, gracias a Dios por poner personas maravillosas en mi camino que sin duda hacen que los obstáculos de la vida sean más llevaderos.

Diana Carolina Lalama Santamaría

## **DEDICATORIA**

A mis regalos del cielo, que han estado siempre conmigo y aún más en mis días grises Alexander y Sonia.

Diana



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE HARINA DE PALMISTE UTILIZADO EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDE”.**

AUTOR: Lalama Santamaría Diana Carolina

**RESUMEN**

La presente investigación se realizó en la Parroquia de Huachi Grande, sector la Manzana de Oro, perteneciente a la ciudad de Ambato, provincia Tungurahua, conto con 17 unidades experimentales, las cuales se conformaron por machos reproductores de descarte, de dos años de edad. En la industria avícola se denomina pollo de engorde al ave que se cría especialmente para la obtención de carne, por la alta demanda en el mercado, debe presentar altas tasas de crecimiento, y conversión alimenticia, además de factibilidad, productibilidad y calidad de carne. El objetivo general de la presente investigación es determinar el valor energético de la harina de palmiste extraída por diferentes métodos a través de pruebas de digestibilidad in vivo. Se emplearon jaulas metabólicas de exclusión. La harina de palmiste extraída por Solvente registró mayores coeficientes de digestibilidad para Fibra Cruda 84.89%, Extracto Etéreo 82.80%, Materia Orgánica 75.95%, Extracto Libre de Nitrógeno 66.81%, y Calcio 79.14%. Mientras que la harina de palmiste extraída por Presión Mecánica presenta una alza en los coeficientes de digestibilidad para la Materia Seca 72.00%, Proteína Bruta 80.52%; además del valor más alto de Energía Metabolizable Verdadera presentando con 545.67 Kcal/kgMS, evidenciándose que la harina de palmiste combinada con los dos métodos (solvente y presión mecánica) presenta un menor contenido de EMV (518.45 Kcal/kgMS).

**Palabras clave:** Harina de palmiste, métodos de extracción, análisis, pollos de engorde.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**THEME: “ENERGY VALUE OF PALM KERNEL MEAL USED IN FEEDING BROILER CHICKEN”**

AUTHOR: Lalama Santamaría Diana Carolina

**ABSTRACT**

The current research was made in the Huachi Grande Parish, Manzana de Oro sector, belonging to the Ambato city, Tungurahua province, it had with 17 experimental units, what were made up by discarded breeding males, two years old. In the poultry industry, it is called broiler chicken, the bird that is raised especially for meat, due to the high demand in the market, it must present high growth rates, and feed conversion, further, to feasibility, productivity and meat quality. The current research general aim is to determine the palm kernel flour energy value extracted by different methods, through *in vivo* digestibility tests. It was used metabolic exclusion cages. Solvent extracted palm kernel meal recorded higher digestibility coefficients for Crude Fiber 84.89%, Ethereal Extract 82.80%, Organic Matter 75.95%, Nitrogen-Free Extract 66.81%, and Calcium 79.14%. While the palm kernel flour extracted by Mechanical Pressure presents an increase in the digestibility coefficients for Dry Matter 72.00%, Gross Protein 80.52%; furthermore, the highest value True Metabolizable Energy by showing with 545.67 Kcal/kgMS, showing, which the palm kernel flour combined with the two methods (solvent and mechanical pressure) presents a VME (518.45 Kcal/kgMS) least content.

**Keywords:** Palm kernel meal, extraction methods, analysis, broiler chickens.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	2
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS	4
5.1. Objetivo General	4
5.2. Objetivos Específicos	4
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	4
6.1. Valor nutricional de los cereales	4
6.1.1 Valor energético de los cereales	4
6.1.2. Valor proteico de los cereales	5
6.2. Palmiste	6

6.2.1. Taxonomía y descripción botánica	7
6.2.2. Composición química	8
6.2.3. Producción en Ecuador	9
6.3. Harina de palmiste	10
6.3.1. Método de extracción de la harina por solvente	11
6.3.2. Método de extracción por presión mecánica	13
6.3.3. Harina combinada con los métodos de extracción solvente-mecánica	13
6.4. Determinación de la digestibilidad de los alimentos para aves	14
6.4.1. Energía metabolizable	15
6.4.2. Relación entre las formas de energía	16
6.4.3. Colecta Total de Excretas	17
6.4.4. Uso de indicadores	18
6.4.5. Método de alimentación precisa	19
6.4.6. Predicción de la energía metabolizable de los alimentos	19
6.5. Requerimientos nutricionales de los pollos de engorde	19
6.5.1. Pollos	19
6.5.2. Pollos de engorde	20
6.5.3. Lisina	20
6.5.4. Fósforo	20
6.5.5. Nivel proteínico	21
6.6. Sistema de alimentación de los pollos de engorde	22
6.6.1. Galpón de gallinas	22
6.6.2. Alimentación inicial	23
6.6.3. Alimentación de crecimiento	24
6.6.4. Alimentación de finalización	25
6.6.5. Factores a considerar para un buen sistema de alimentación	25

6.7. Harina de palmiste en Producción Animal	26
6.7.1. Uso de la harina de palmiste en ganado lechero	26
6.7.2. Uso de la harina de palmiste en acuicultura	27
6.7.3. Uso de harina de palmiste en la porcicultura	27
6.7.4. Uso de la harina de palmiste más enzimas endógenas en pollos de ceba	28
7. VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS	28
7.1. Hipótesis nula	28
7.2. Hipótesis alternativa	28
8. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	28
8.1. Ubicación	28
8.1.1 Ubicación Geográfica	29
8.1.2. Datos meteorológicos	29
8.2. Materiales	29
8.2.1. Materiales y equipos de campo	29
8.2.2. Materiales de oficina	30
8.2.3. Alimentación	30
8.2.4. Unidades experimentales	30
8.3. Tipo de investigación	30
8.3.1. Investigación experimental	30
8.4. Métodos	31
8.4.1. Método deductivo	31
8.5. Diseño experimental	31
8.6. Mediciones de la experimentación	32
8.7. Análisis estadísticos y pruebas de significancia	32
8.8. Procedimiento Experimental	33
9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34

9.1. Análisis bromatológico de la harina de palmiste con diferente forma de extracción.	34
9.2. Evaluación de la composición química de las harinas de palmiste con diferentes métodos de extracción	35
9.2.1. Contenido de Materia Seca	35
9.2.2. Contenido de Proteína	36
9.2.3. Contenido de Fibra Cruda	37
9.2.4. Contenido de Extracto Etéreo	38
9.2.5. Contenido de Extracto Libre de Nitrógeno	39
9.3. Evaluación de los resultados microbiológicos de las harinas de palmiste con diferentes métodos de extracción	40
9.4. Evaluación de los resultados físicos de las harinas de palmiste con diferentes métodos de extracción	41
Extracción Solvente-Mecánica	41
9.5. Evaluación de los resultados de energía metabolizable verdadera de la harina de palmiste según el método de extracción	41
9.6. Coeficiente de digestibilidad de los diferentes nutrientes	43
9.6.1. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca	43
9.6.2. Coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda	44
9.6.3. Coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda	44
9.6.4. Coeficiente de digestibilidad del extracto etéreo	45
9.6.5. Coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno	45
9.4.6. Coeficiente de digestibilidad de calcio	46
10. IMPACTOS	47
10.1. Impacto Ambiental	47
10.2. Impacto Económico	47
10.3. Impacto Social	47

11. CONCLUSIONES	47
12. RECOMENDACIONES	48
13. BIBLIOGRAFÍA	49
14. ANEXOS	57

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Valor energético de los Cereales.....	5
<b>Tabla 2.</b> Clasificación de las Proteínas de los Cereales.....	6
<b>Tabla 3</b> Composición química del palmiste .....	9
<b>Tabla 4</b> EMA y EMAN en pollos con el uso de dos técnicas .....	17
<b>Tabla 5</b> Clasificación de los Indicadores.....	18
<b>Tabla 6</b> Necesidad de Fosforo, Lisina y Calcio para pollos de engorde .....	21
<b>Tabla 7</b> Aminoácido / Lisina.....	22
<b>Tabla 8</b> Alimentación para pollos de engorde inicial .....	23
<b>Tabla 9</b> Alimentación para pollos de engorde crecimiento .....	24
<b>Tabla 10</b> Alimentación para pollos de engorde final .....	25
<b>Tabla 11</b> Recomendación del tamaño del alimento según su edad .....	26
<b>Tabla 12</b> Diseño del experimento .....	32
<b>Tabla 13</b> Gráfico de Adeva: .....	33
<b>Tabla 14</b> Estadística Descriptiva de la Composición bromatológica de la harina de palmiste por diferentes métodos de extracción. ....	34
<b>Tabla 15</b> Resultados físicos de la harina de palmiste .....	41
<b>Tabla 16</b> Coeficientes de Digestibilidad .....	43



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Producción de Palma Africana En Ecuador.....	10
<b>Figura 2</b> Sistemas fundamentales de una planta extractora de aceite de palmiste por solventes. .....	12
<b>Figura 3</b> Prensa por presión mecánica. ....	13
<b>Figura 4</b> Uso de marcadores para la recolección de heces .....	17
<b>Figura 5</b> Materia Seca de harina de palmiste.....	35
<b>Figura 6</b> Proteína de harina de palmiste.....	37
<b>Figura 7</b> Fibra cruda de harina de palmiste. ....	38
<b>Figura 8</b> Extracto Etéreo de harina de palmiste.....	39
<b>Figura 9</b> Extracto Libre de Nitrógeno de harina de palmiste.....	40
<b>Figura 10</b> Energía metabolizable de los tratamientos basados en la harina de palmiste .....	42
<b>Figura 11</b> Coeficiente de digestibilidad de calcio de los tratamientos de harina de palmiste. ....	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1.</b> Hoja de vida de la estudiante .....	58
<b>ANEXO 2.</b> Hoja de vida de la tutora del proyecto de investigación .....	59
<b>ANEXO 3.</b> Ubicación en la que se realizó el proyecto de investigación .....	60
<b>ANEXO 4.</b> Fotografías de la experimentación .....	61
<b>ANEXO 5.</b> Reporte de resultados de laboratorio .....	70
<b>ANEXO 6.</b> Aval de inglés .....	76

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título**

Valorización energética de harina de palmiste utilizado en la alimentación de pollos de engorde.

### **Lugar de Ejecución**

Tungurahua, Ambato

### **Institución, Facultad y Carrera que auspicia**

Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera de Medicina Veterinaria

### **Nombres del equipo de investigadores**

Diana Carolina Lalama Santamaría (Anexo 1)

Ing. Lucía Monserrath Silva Déley, Mg. (Anexo 2)

### **Área de conocimiento**

Área: Agricultura

Subárea: Veterinaria

### **Línea de investigación**

Desarrollo y Seguridad Alimenticia

### **Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Producción Animal y Nutrición

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

En el Ecuador el consumo de carne de pollo anual por persona radica entre los 30 kg, lo que genera para la industria avícola la necesidad de buscar nuevas alternativas para la alimentación de los animales y por ende manejar recursos locales, disponibles durante todo el año, con precios asequibles para los productores, además de no afectar el potencial genético de los animales (1).

La harina de palmiste posee un valor alimenticio de 13% y 18% de proteína cruda y entre 18 y 28 % de fibra cruda; estos valores energéticos son variables ya que depende del método de extracción del aceite. Además, la valorización energética que procedemos a observar en la harina de palmiste es importante subrayar que este producto no contiene aflatoxinas ni componentes antinutricionales tóxicos; en niveles de inclusión adecuados favorece la productividad de las aves en explotaciones (2).

Con la presente investigación se pretende determinar que la harina de palmiste es un recurso sustentable, con una buena producción a nivel nacional y puede brindar múltiples beneficios a la dieta de los pollos de engorde; para así desvincularnos de métodos alimenticios utilizados durante muchas décadas y dar a conocer nuevas materias primas que ayudaran a rentabilizar las avícolas productoras de engorde.

## **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

### **Beneficiarios Directos**

- Productores Avícolas del Ecuador.
- La investigadora principal del proyecto, requisito previo a la obtención del Título de Médica Veterinaria y Zootecnista.

### **Beneficiarios Indirectos**

- Estudiantes de la carrera de Medicina Veterinaria de las afines a la temática de estudio.
- Trabajadores pertenecientes a la Industria Avícola de diferentes zonas del país, vinculados a la producción de aves de engorde.

## **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La producción avícola obtiene incrementos en su demanda cada año, debido a su alta rentabilidad y aceptación en el mercado, es así que el consumo per cápita de pollo al año oscila en un 27.72 (kg/persona/año) (3), este consumo genera grandes impactos y responsabilidades a los avicultores, que se ven en la necesidad de buscar sostenibilidad para abastecer con la gran demanda del consumo de carne de pollo.

El masivo consumo provoca que las producciones avícolas busquen incrementar la producción de aves y esto genera desafíos al abastecer y alimentar de la mejor manera a los animales, siendo el consumo de alimento un factor importante ya que este determina la cantidad de nutrientes que el ave obtiene de la dieta, además de tener en cuenta que la alimentación del ave debe considerar factores bioquímicos, neurológicos y fisiológicos que pueden influir en la alimentación (4).

El uso de diferentes nutrientes en la dieta de las aves se ve demarcado por la cantidad y disponibilidad de los elementos nutritivos, así mismo la presencia de elementos tóxicos endógenos o exógenos además de la disponibilidad física en el mercado.

La dieta en aves debe ser de alta digestibilidad, manejando tres nutrientes básicos que son carbohidratos, grasas y proteínas siendo un desafío cumplir con la nutrición adecuada para las aves, además de tener en cuenta el tamaño y el tiempo de salida que se requiere para poder abastecer la demanda de carne de pollo.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo General**

- Determinar el valor energético de la harina de palmiste utilizado en la alimentación de pollos de engorde.

### **5.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar física, química y microbiológicamente la harina de palmiste utilizada en la alimentación de pollos.
- Establecer la energía digestible de la harina de palmiste a través de las pruebas de digestibilidad in vivo en pollos de engorde.
- Calcular los nutrientes digestibles de la harina de palmiste a través de las pruebas de digestibilidad in vivo en pollos de engorde.

## **6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **6.1. Valor nutricional de los cereales**

#### **6.1.1 Valor energético de los cereales**

El valor energético que presentan los cereales se basa principalmente en la utilización del almidón que se encuentra en el endospermo del cereal. De forma tal que un alto contenido de almidón hace énfasis en un porcentaje entre el 40-70%, mientras que, los valores bajos son granos que se encuentran recubiertos de forma externa (5).

**Tabla 1** Valor energético de los Cereales

<b>Alimento</b>	<b>Ración</b>	<b>Calorías</b>
Alforfón / Trigo sarraceno	100g	343 kcal
Almidón de trigo	100g	351 kcal
Amaranto	100g	371 kcal
Arroz integral	100g	388 kcal
Avena integral	100g	375 kcal
Biscotes / Bizcocho tostado	100g	410 kcal
Cebada	100g	354 kcal

Fuente (5)

La tabla anterior evidencia el valor energético que presentan algunos cereales, mismos que se miden en kilocalorías. Como se mencionó con anterioridad la cantidad de calorías depende del contenido de almidón, siendo en la tabla el biscocho tostado el que presenta mayor cantidad de este compuesto. Mientras que, el trigo es el que presenta un menor contenido de almidón (5).

### **6.1.2. Valor proteico de los cereales**

Los cereales se clasifican en base a la solubilidad que estos presentan, los cuales se detallan a continuación:

**Tabla 2** Clasificación de las Proteínas de los Cereales

<b>Proteína</b>	<b>Descripción</b>
Albúminas	Son solubles en agua
Globulinas	Solubles en soluciones salinas en disolución
Prolaminas	Solubles en alcohol
Gluteinas	Solubles en soluciones tanto ácidas y básicas

Fuente (6)

En múltiples ocasiones se ha evidenciado que cereales como el trigo y la avena presentan altos índices de proteínas, que oscila entre 75-77%, mientras que cereales como la cebada, maíz, sorgo presentan valores entre 50-60% (7).

## **6.2. Palmiste**

La palma africana (*Elaeis guineensis Jacq*) es una palmera de 20 a 25 m de altura originaria de África occidental tropical. El fruto crece en racimos y consiste principalmente en una piel exterior suave, que es de color naranja rojizo cuando está madura y una capa fibrosa que contiene aceite de palma, que consiste en una nuez y una almendra, que es una palmera que contiene aceite. El palmiste es un insumo que aparece en la industria del aceite y que inicialmente se consideró como un desecho industrial, un subproducto alimentario de color blanco grisáceo con manchas marrones punteadas. El palmiste se obtiene de la palmera africana, que produce un fruto del que se extrae el aceite para consumo humano, dejando un residuo de acacia, que, una vez triturado, se convierte en la palma, que toma el nombre del palmiste (8).



La torta de palmiste se puede obtener de dos formas: por presión mecánica (speller), con la que se obtiene del 8 al 10% de grasa; y disolventes, que se caracteriza por un menor contenido en grasas, un mayor contenido en proteínas, un menor riesgo de deterioro y un contenido energético mucho menor que antes, lo que lo hace muy valioso para los criadores ya que aporta proteínas y energía, y se utiliza como forraje para animales lecheros. El valor nutricional del palmiste o torta de palmiste depende del procesamiento. Es un complemento alimenticio para animales que, gracias a sus características nutricionales, puede utilizarse solo o mezclado con otras materias primas. Tiene una textura gruesa, buena aceptación animal y un contenido de grasa y humedad que permite un fácil manejo, aunque es susceptible de formar micotoxinas si no se almacena adecuadamente (9).

La torta de palmiste se utiliza en la alimentación animal, tanto en rumiantes como en monogástricos (aves y cerdos), como fuente de proteína y energía. Por lo tanto, puede reemplazar parcialmente la harina de maíz y soja. Según la FEDNA tiene 16.7% de proteína, 2340 de EM, 8-10% de grasa y 12-16% de fibra. Ha sido usada con buenos resultados para gallinas ponedoras en etapa de producción (10).

### **6.2.1. Taxonomía y descripción botánica**

En lo que respecta a la taxonomía, la palma aceitera africana, *Elaeis guineensis* Jacq., se sitúa en la familia de las Arecáceas junto con el coco, la palma aceitera americana y las palmeras datileras. Existen tres formas naturales del fruto de la palma aceitera, denominadas Dura, Tenera y Pisifera. La mayoría de los cultivares son de la forma Tenera, que produce frutos con mayor contenido de aceite (11).

En cuanto, a la descripción botánica, la palma aceitera puede alcanzar los 60-80 pies de altura en la naturaleza, pero rara vez supera los 20 o 30 pies en el cultivo. Las bases de las hojas persisten durante años, y en el tronco de las palmeras maduras aparecen prominentes cicatrices foliares en forma de espiral donde las bases han caído. Las hojas miden hasta 25 pies de largo, con foliolos de 200-300 por hoja, de unos 3-4 pies de largo y 1.5-2.0" de ancho, con márgenes enteros. Los foliolos miden 60-120 cm de largo, 3,5-5 cm de ancho; con un nervio central muy fuerte,

especialmente en la base. Los tallos florales de los ejes de las hojas inferiores, de 10-30 cm de largo y las flores masculinas anchas en ramas cortas y peludas de 10-15 cm de largo. Las flores se sitúan cerca del tronco sobre pedicelos cortos; las flores femeninas y, en consecuencia, los frutos en grandes racimos de 200-300. Estos racimos están cerca del tronco sobre pedicelos cortos y pesados, cada fruto es parecido a una ciruela, ovoide-oblongo de hasta 3,5 cm de largo y unos 2 cm de ancho. El fruto es negro cuando está maduro, rojo en la base, con una pulpa gruesa de color blanco marfil y una pequeña cavidad en el centro; el núcleo está encerrado en un mesocarpio que contiene el aceite. Se producen unas 5 inflorescencias femeninas al año; cada inflorescencia pesa unos 8 kg, los frutos pesan unos 3,5 g cada uno (12).

### **6.2.2. Composición química**

La composición química y la digestibilidad del palmiste, varía de acuerdo al contenido en tegumentos de la almendra de palma, así con el contenido de aceite residual. El palmiste presenta un nivel proteico de principios nutritivos algo mayor que el salvado de trigo, logrando reemplazar este último en un 100% en las dietas. El palmiste es relativamente bajo en proteína, de alto valor biológico, con una buena relación de aminoácidos esenciales, así como el contenido de calcio y de fósforo, no así en la relación energía proteína; es decir en cuanto a principios nutritivos se refiere es una materia prima de calidad adaptable para la formulación de dietas en cualquier especie, siendo su única limitante la fibra en caso de monogástricos. El palmiste contiene alrededor de 18 a 19 % de proteína y es la más baja en valor proteico entre las tortas de leguminosas (11). La composición química del palmiste se reporta a continuación:

La composición química y la digestibilidad del palmiste varía según el contenido de la capa de semillas de palma y el contenido de aceite residual. Los principios nutricionales del palmiste son más ricos en proteínas que el salvado de trigo, lo que permite sustituir este último en la dieta al 100%. El palmiste es relativamente bajo en proteína, de alto valor biológico, con una buena relación de aminoácidos esenciales, así como contenido de calcio y fósforo, pero no en relación

energía/proteína; es decir, en cuanto a principios nutricionales se refiere, es una materia prima de calidad apta para la formulación de una dieta para cualquier especie, con la única limitación de la fibra en el caso de monogástricos. El palmiste contiene alrededor de 18 a 19 % de proteína y tienen el contenido de proteína más bajo de las legumbres (8). La composición química del palmiste se da a continuación:

**Tabla 3** Composición química del palmiste

Composición Porcentaje (%)	
Humedad	7.48
Proteína cruda	16.45
Fibra cruda	33.94
Cenizas	3.79
ELN	30.50

Fuente (8)

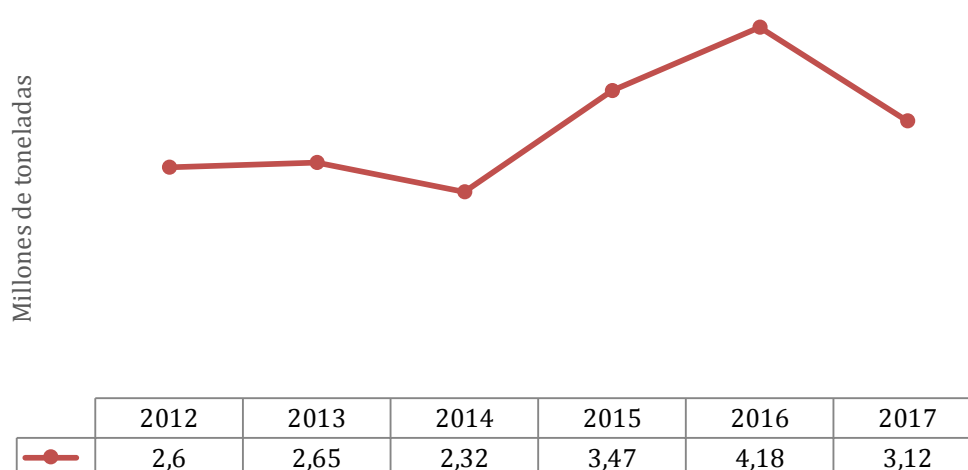
### 6.2.3. Producción en Ecuador

La palma africana, si bien es una especie introducida en el Ecuador, se identifica como un elemento del bosque tropical ampliamente utilizado para la obtención de aceite vegetal a partir de sus frutos, lo cual es importante para el desarrollo socioeconómico de la región (13).

El Ecuador ha desarrollado actividades de cultivo de palma en los últimos tiempos, convirtiéndola en una actividad agroindustrial casi dinámica para el desarrollo económico y social sostenible de las zonas rurales, ya que promueve la creación de empresas, genera empleo permanente, proporciona divisas con la producción. Todo eso se exporta y se aprovechan todas sus partes, e impulsa el desarrollo

agropecuario del país no sólo desde la perspectiva de la agricultura, sino también por la cadena de negocios subyacentes que se generan (14).

En Ecuador, luego de experimentar un comportamiento progresivo en la producción de palma africana en los últimos años, alcanzando un nivel de 4,18 millones de toneladas en 2016, cayó 25,7% a millones de toneladas en 2017. Por efecto de diversas enfermedades y plagas (podredumbre del cogollo) cuya presencia ya en 2014 provocó una disminución del 12,5% con respecto a 2013 (14). Como se puede observar en la siguiente figura:



**Figura 1** Producción de Palma Africana En Ecuador.

Fuente (14)

### 6.3. Harina de palmiste

La harina de palmiste es el residuo de la extracción del aceite de la semilla de la palma africana que se cultiva en zonas tropicales. Tiene más proteína bruta que los cereales (alrededor del 15%). La digestibilidad de la proteína en monogástricos es pobre (50-65%), por motivo de su alto nivel de fibra. El perfil de proteína de aminoácidos esenciales es pobre, con altas concentraciones de metionina (1,8% sobre PB), pero bajas concentraciones de lisina (2,9% sobre PB) y treonina (3,0% sobre PB). Su contenido en calcio y fósforo es similar al de otros alimentos de

oleaginosas. Por otro lado, P tiene una digestibilidad más baja. Su contenido en hierro es alto, y su contenido en manganeso es particularmente alto (200 mg/kg) (11).

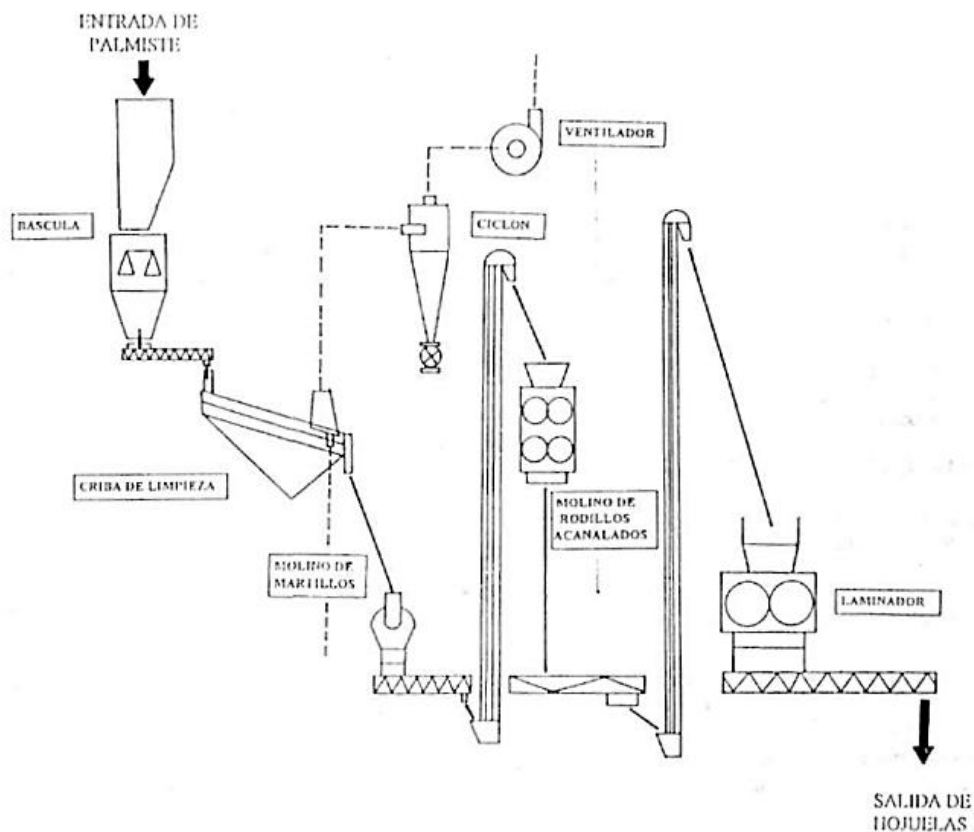
La harina de palmiste extraída por presión tiene un alto valor energético en rumiantes y su contenido en fibra (55-65% FDN y 10-12% LDL) se complementa con un buen contenido en grasas (7-10%), mientras que el aceite se caracteriza por ser rico en ácidos grasos bastante saturados (80%) y de cadena media (60-65% láurico + mirístico), y es muy digerible en animales jóvenes, debido a los ácidos grasos de cadena media (C8:0- C12:0) ayuda a combatir algunos patógenos digestivos, por lo que el aceite de palmiste y las tortas obtenidas por medios mecánicos (expeller) pueden ser ideales en la producción de alimentos para animales jóvenes (9).

### **6.3.1. Método de extracción de la harina por solvente**

Esta harina de extracción con solventes presenta un valor proteico un poco más superior y una de sus ventajas es que tiene menos riesgo de enranciamiento, pero con un porcentaje más inferior de valor energético (11).

Para este método son necesario los siguientes equipos y procesos:

- Báscula reguladora
- Limpieza de almendras
- Preparación de las almendras
- Captación de vahos
- Extractor
- Desolventización, Tostado, Secado y Enfriado de la torta
- Destilación de la miscela, Acabado y Secado del aceite
- Recuperación del disolvente
- Almacenamiento del disolvente



**Figura 2** Sistemas fundamentales de una planta extractora de aceite de palmiste por solventes.

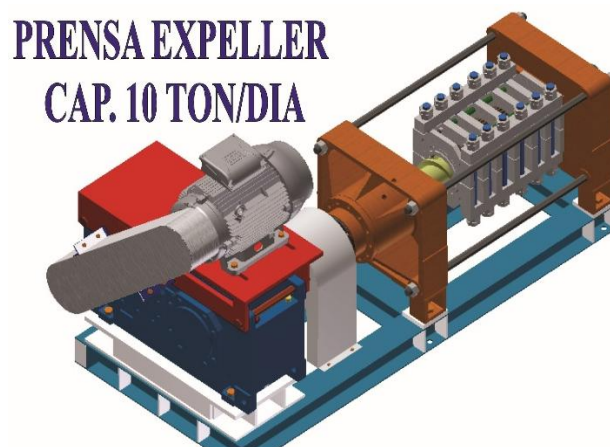
Fuente: (15)

Es un proceso distinto al clásico, al no tener acondicionador, pero se cree que el conjunto presentado es el mejor en términos de rentabilidad de la planta, pues el incremento de la inversión y el costo de operación con un acondicionador no sería justificado por el menor residual obtenido en torta (15).

El palmiste desfibrado va a la báscula de regulación que regula la cantidad enviada a proceso. De aquí pasa a una criba limpiadora donde se retiran los restos de fibra sueltos, el polvo etc., mediante vibrado y aspiración. Una vez limpio, el palmiste cae por gravedad a un molino de martillos y de éste a uno de rodillos de cilindros acanalados, y ya molido es transportado al laminador. Aquí se preparan las hojuelas con unas dimensiones determinadas que facilitarán la percolación del solvente (16).

### 6.3.2. Método de extracción por presión mecánica

En el mercado internacional la mayor parte de harina de palmiste es obtenida mediante presión mecánica (técnica expeller); esta comúnmente tiene un 8 y 10% de grasa. El valor energético en rumiantes de la harina de palmiste está alrededor de 1 UFI/kg (harina expeller), su alto contenido en fibra compensa el contenido de grasa, esta harina presenta interés para piensos de primera edad (16).



**Figura 3** Prensa por presión mecánica.

Fuente: (16)

### 6.3.3. Harina combinada con los métodos de extracción solvente-mecánica

La harina de palmiste conseguida por una combinación de los métodos solvente – mecánica; entendiéndose que en la harina que es extraída por presión mecánica muele el pastel restante después de haber quitado la mayor parte de aceites de la almendra, puede presentar un agente de acondicionamiento, sea o no de valor nutritivo, así se logra reducir el empastelamiento y mejora el flujo necesario hasta llegar al requerido en el proceso industrial. Una harina que combina los dos métodos de extracción, procesos de moler como es la extraída por solventes; en las dos observamos que es importante retirar la mayor cantidad de aceites antes de iniciar el procesamiento de la harina en sí (14).

#### 6.4. Determinación de la digestibilidad de los alimentos para aves

La digestibilidad corresponde a una de las bases para evaluar múltiples alimentos, que se encuentra definida como la fracción de alimento consumido que se presenta en las heces fecales de los animales y por ende la cantidad absorbida dentro del tracto gastrointestinal. Sirve como una medida para determinar la calidad de las distintas dietas de los animales y de sus materias prima, por lo que es importante para identificar la salud de los animales, su desempeño y las características de las heces (15).

Existen Coeficientes de digestibilidad tanto verdadera como aparente, por medio de las siguientes fórmulas:

$$CDA = \frac{AC * NC - CH * NE}{AC * NC} * 100\%$$

Donde:

*CDA = Coeficiente de digestibilidad aparente*

*AC = Cantidad de Alimento consumido*

*NC = Concentración del nutriente consumido*

*CH = Cantidad de Hees*

*NE = Concentración nutriente ecretado*

$$CDV = \frac{AC * NC - CH * NE}{AC * NC} * 100\%$$

Donde:

*CDV = Coeficiente de digestibilidad Verdadera*

*AC = Cantidad de Alimento consumido*

*NC = Concentración del nutriente consumido*



*CH = Cantidad de Hees*

*PE = Pérdida endógena del nutriente*

Fuente: (16)

#### **6.4.1. Energía metabolizable**

La energía metabolizable hace referencia a la porción de energía que presentan los alimentos y que queda disponible para el desarrollo de cada uno de los procesos del animal. Adicionalmente, se considera como la energía que se pierde en las heces fecales, la orina y los gases, es decir, una energía para el animal. De forma tal que genera una medida del valor nutritivo que presentan los alimentos (16).

En los pollos la energía metabolizable es dependiente del tamaño, debido a que cuando son pequeños no cuentan con la capacidad necesaria para consumir una gran cantidad de alimento y por ende proveer la energía necesaria durante el pico de producción. Esto conlleva a que el animal presente un balance negativo de energía con una pérdida de peso, conocida como la caída de producción. De forma tal, que los programas de alimentación el consumo en la etapa inicial del pollo influye de forma directa en el peso final de pollo de engorde, por lo que podría modificarse por medio de niveles oportunos de energía metabolizable y aminoácidos incluidos en las dietas (17).

En la actualidad se ha evidenciado que muchas de las dietas para los pollos de engorde se realizan en base a la energía metabolizable (EM) aparente que es corregida por nitrógeno, no obstante, este tipo de energía se encuentra influenciada por una serie de factores tales como: especie, genética, edad y nivel de alimentación en las aves. De igual manera no se toma en consideración la eficiencia que presentan ciertos nutrientes, la partición en ciertos productos utilizables como la carne, los depósitos de carne y el exceso de producción de calor. Al variar estas proporciones se afecta de forma directa en la eficiencia de la utilización de la energía metabolizable (18).

La energía metabolizable que presenta un alimento hace referencia a la parte de la energía total que se utiliza tanto para el mantenimiento corporal como para la producción. Para la determinación in vivo se utiliza generalmente la técnica de recolección total, la cual consiste en la determinación de diferentes concentraciones de Energía Bruta (EB) de una muestra representativa de excrementos y de alimento, dicho en otras palabras, el calor de la combustión generado y la medición cuantitativa del excremento con respecto a la cantidad de alimento ingerida por el animal (19).

La fórmula para el cálculo de la Energía Metabolizable se determina por medio de la siguiente fórmula (18):

$$EM = \frac{(EB_i - EB_e)}{Q_a}$$

Donde:

*EM = Energía Metabolizable*

*EB<sub>i</sub> = Energía Bruta Ingerida*

*EB<sub>e</sub> = Energía Bruta Excretada*

*Q<sub>a</sub> = cantidad de alimento ingerido*

Fuente: (18)

#### **6.4.2. Relación entre las formas de energía**

Generalmente se utiliza una relación entre la Energía metabolizable aparente y la corregida por nitrógeno y dos técnicas de determinación, cualquiera que se haya utilizado. Se evidencia que existen grandes diferencias entre EMA y EMAn, donde generalmente la segunda presenta un mayor valor (20).

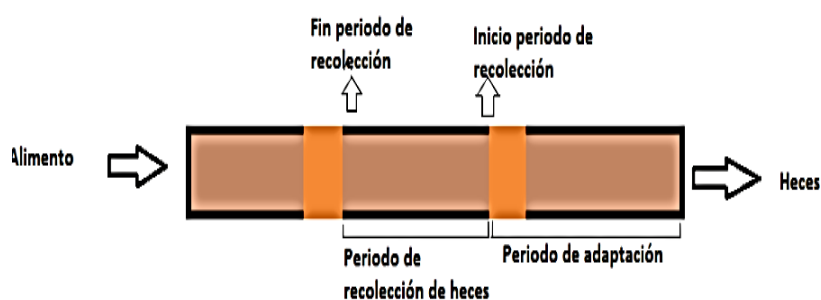
**Tabla 4** EMA y EMAn en pollos con el uso de dos técnicas

	Colecta total			Alimentación forzada		
	EMAn	EMVn	Diferen.	EMAn	EMVn	Diferen.
Sojas						
FS+ aceite	3548	3574	-26	2469	3671	-1202
Micronizada	4577	4615	-38	3296	4442	-1146
Tostada	3561	3594	-33	2462	3678	-1216
Media	3895	3928		2742	3930	

Fuente (20)

#### 6.4.3. Colecta Total de Excretas

Los ensayos que implican la recolección total de las heces se caracterizan principalmente por el uso directo de animales dentro de este tipo de investigaciones y por la recolección total de heces fecales producidas por los mismos. Inicialmente para este método se establecen los requerimientos nutricionales del animal en base a la raza, la etapa de desarrollo y el estado de fisiología. Después se desarrolla cada una de las dietas con las materias primas que serán evaluadas y suministradas a los animales. Finalmente, se recolectan las heces (21).

**Figura 4** Uso de marcadores para la recolección de heces

Fuente (21)

#### 6.4.4 Uso de indicadores

Una alternativa para el método de colecta total de excretas es la determinación de digestibilidad por medio de la existencia de una relación entre sustancias indigestibles que se encuentran tanto en los alimentos como en los excrementos. Dichas sustancias indigestibles se denominan indicadores y se utilizan de forma directa para determinar el factor de digestibilidad y por ende la estimación de la cantidad de nutrientes para las dietas de los animales (19).

Al hacer uso de este tipo de indicadores se menciona que no es necesario la medición ya sea de las raciones de los animales, los excrementos por lo que se evita la contaminación de estos últimos. Un buen indicador es caracterizado por ser una sustancia conocida, no tóxica, inalterada durante el paso por el intestino, que no ejerza influencia sobre los procesos fisiológicos en el tracto digestivo, no se asocie a otros nutrientes, sea totalmente recuperado en las excretas y que tenga facilidad en los análisis laboratorios (21). Estos indicadores se clasifican en internos y externos, tal como se menciona en la siguiente tabla:

**Tabla 5** Clasificación de los Indicadores

<b>Tipo de Indicador</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplo</b>
Indicador Externo	Sustancias no digeridas por el animal que son adaptados a la ración con el fin de determinar la digestibilidad de los nutrientes o a su vez la disponibilidad de la energía de un ingrediente.	Óxido de cromo
Indicador Interno	Sustancias digeridas por el animal que son adaptados a la ración con el fin de determinar la digestibilidad de los nutrientes.	N-alcanos

#### **6.4.5. Método de alimentación precisa**

Este método se utiliza generalmente para la determinación de la Energía Metabolizable verdadera presente en los alimentos haciendo énfasis en la corrección de las pérdidas tanto endógenas como metabólicas. Se utilizan pollos en edad adulta que se someten a un período de ayuno de un día para vaciar el trato digestivo. Posteriormente ingieren 30 gramos de alimento a través de un embudo para finalmente recolectar las heces durante 48 horas. Este método es recomendable debido a que se aplica en un período de tiempo limitado y la cantidad de materia analizada es pequeña (22).

#### **6.4.6. Predicción de la energía metabolizable de los alimentos**

Generalmente la composición de cada uno de los alimentos se encuentra detallados en tablas, las cuales presentan una gran variabilidad dependiendo del origen animal o vegetal. De forma tal, que es muy importante que para la formulación de raciones alimentarias se consideren los ensayos biológicos de los alimentos (23).

### **6.5. Requerimientos nutricionales de los pollos de engorde**

Un desbalance nutricional en el régimen alimenticio del ave afecta de una manera directa al producto final, además del exceso de nutrientes aumenta la deposición ocasionando una destrucción en el ambiente donde se desenvuelve, dichos factores son importantes a tomar en cuenta a la hora de los costos de producción, si los costos mencionados son altos interfiere en la disminución progresiva de la rentabilidad de la actividad (24). Tendremos en cuenta las características principales que tiene un ave, para tener la cualidad de llamarse pollos de engorde.

#### **6.5.1. Pollos**

Las crías de gallinas y de aves similares tienen la denominación de pollos, estos animales domésticos son los más comunes de encontrar en un área de granja, usualmente sus características se diferencian en el macho teniendo la denominación de gallo y la hembra llamado comúnmente como gallina, pese a que tienen alas su estructura fisiológica solo permite planear (24).

### **6.5.2. Pollos de engorde**

Los pollos de engorde son también conocidos como “broilers” y comenzaron su crianza alrededor de setenta años en Estados Unidos y Europa. Los pollos y gallinas que son seleccionados tienen la designación de “broilers”, teniendo características como buena presentación física, un crecimiento apresurado y resistencia a las enfermedades, esto se logra porque por el cruce de razas específicas como la raza de la línea materna: White Plymouth Rock o New Hampshire y la raza de la línea paterna: White Cornish, cada línea aporta propiedades de buen rendimiento muscular, en el tórax profundidad y ancho, crecimiento apresurado, entre otras (25).

### **6.5.3. Lisina**

En base a los requerimientos nutricionales de aminoácidos se toma la idea de Proteína Ideal para tener un balance en cada tipo de gallina con la relación de: aminoácido sobre lisina, enunciada con apoyo a la digestibilidad y total de los aminoácidos. Este suplemento es usado como relación a los requerimientos de los aminoácidos encaminándolo a la nutrición, el agregar lisina al requerimiento nutricional del ave fue experimentada y catalogada con técnicas de prueba y error con diferentes rangos de edad (26).

### **6.5.4. Fósforo**

Para determinar el uso del fósforo, se presenta un procedimiento similar al de la lisina, este medio fue usado para obtener la ecuación de los requerimientos de fósforo en gallos y gallinas de engorde. Los resultados de los experimentos fueron por dosis-respuesta, dependiendo del kilogramo de ganancia era usado una dosis de fósforo en las diferentes fases de crecimiento (27).

**Tabla 6** Necesidad de Fosforo, Lisina y Calcio para pollos de engorde

Días/Edad	Peso (Kg)	Ganancia (g/día)	Consumo (g/día)	Lis (g/día)	Lis (%)	P (g/día)	disP(%)	Ca <sup>1</sup> %
8	0,207	31,3	40,0	0,489	1,223	0,171	0,427	0,894
14	0,450	52,4	72,3	0,852	1,77	0,287	0,396	0,831
21	0,886	74,7	115,2	1,295	1,124	0,412	0,358	0,750
28	1,464	91,3	158,6	1,698	1,071	0,537	0,338	0,724
35	2,131	98,8	192,3	1,963	1,021	0,589	0,306	0,656
42	2,833	97,7	209,0	2,040	0,976	0,590	0,282	0,605
49	3,470	84,89	210,8	1,874	0,889	0,533	0,253	0,543

Fuente (24)

Para el correcto nivel nutricional se debe evitar altos niveles de calcio y fosforo en la comida de gallinas y gallos de engorde, si son altos, afectara el desempeño adecuado de las aves y el contaminante en el medio ambiente (24).

#### 6.5.5. Nivel proteínico

El correcto nivel proteínico se debe tomar como recomendación o indicación, pues los valores son los mínimos para raciones a base de harina de soja y maíz, cuando ya existen aminoácidos cristalinos lisina, treonina y metionina. Todo esto tiene el objetivo de reducir el exceso de nutrientes en la comida de pollos de engorde sobre el medio ambiente, se puede tener excelentes resultados con dietas de bajo nivel de proteína pero manteniendo los niveles de aminoácidos esenciales, mismos que son de suma importancia (28)

No se debe olvidar que los excesos de proteína en conjunto con los excesos de los aminoácidos deben ser evitados a toda costa, Los requerimientos de cistina y metionina se establecen como mínimo el 55% de los aminoácidos azufrados, mismos que deben estar relacionados con la metionina (29).

**Tabla 7** Aminoácido / Lisina

Fase	Inicial	Crecimiento/Final
Met + Cis	39	40
Treonina	65	65
Triptófano	17	18
Valina	77	78
Arginina	108	108

Fuente (29)

Basándonos en la Tabla 8, son valores utilizados en los requerimientos de los principales aminoácidos para gallinas y gallos de engorde, puede existir una buena nutrición calculando en base a la tabla presentada (30).

## **6.6. Sistema de alimentación de los pollos de engorde**

Usualmente en la alimentación de pollos de engorde se debe tomar en consideración el diseño y construcción de un sistema óptimo de reparto de alimento para las aves, dentro de un galpón, el cual debe ser acomodado según las necesidades de las aves de engorde (31).

### **6.6.1. Galpón de gallinas**

Los galpones de gallinas son construcciones de gran tamaño y espacio que son utilizadas para la crianza de gallinas o gallos, tanto de aves de engorde o aves de



engorde, con el objetivo de ayudarlas en el desarrollo en base a la alimentación encaminada a incremento de huevos o engrosamiento cárnico, estas aves son criadas en cantidades enormes, por la demanda o consumo de los mismos (32).

En el Ecuador se ha aumentado en un 400% la producción avícola en los últimos 20 años, los ciudadanos ecuatorianos consumen dicho producto por el bajo costo de la libra, en contraparte de los cárnicos como la de cerdo o res. El Oro contiene un 60% de la producción avícola por motivos de demanda, ocupando el primer lugar, en segundo lugar está el Guayas con el 20% de producción. Según las investigaciones en el Ecuador, los avicultores optan por la construcción de galpones, mismos que son óptimos para la producción o desarrollo de aves recién nacidas, adultos y huevos (33).

#### 6.6.2. Alimentación inicial

Cuando un pollo sale del cascaron o en los primeros días, la alimentación encaminada a la de un pollo de engorde se extiende mediante fases de costumbre para el consumo de alimentos concentrados. Como es de esperar en los primeros días el consumo debe ser mínimo, sin embargo, los requerimientos alimenticios de pollo son altas, se debe tener una combinación entre el alimento y las condiciones ambientales, mismas que ayudan al correcto desarrollo del apetito (34).

**Tabla 8** Alimentación para pollos de engorde inicial

Fase	Energía (MJ/kg)	Proteína Bruta (%)	Lisina Total (%)	Metionina y Cistina Total (%)
Inicial	12,65	22 – 25	1,43	1,07

Fuente: (34)

Con base a la Tabla 9, se muestran los valores nutricionales a tomar en cuenta durante los primeros días o la etapa inicial del pollo, se debe mencionar que el peso del ave en el futuro es proporcional con el crecimiento de la primera semana del

pollo de engorde, sin embargo también es vulnerable a las enfermedades y la adaptación del medio que le rodea, el éxito del desarrollo correcto del ave se encamina a la importancia de tener una buena iniciación (35).

La etapa inicial de la alimentación varía entre los primeros 10 o 14 días del ave, si el pollo es consumido en fase, la proporción es pequeña en comparación con el alimento total que se consumirá al final de su desarrollo. El desempeño biológico del ave se dirige a la correcta formulación del alimento inicial, causando una excelente rentabilidad para la producción avícola en la que se desea mejorar (36).

### 6.6.3. Alimentación de crecimiento

Para la siguiente etapa del pollo de engorde se debe realizar una transición a la siguiente fase de alimentación, la misma implicara el cambio de presentación y textura de los animales, misma que se considerara al tamaño del alimento, puede implementarse herramientas o estrategias para evitar que el ave reduzca el consumo de dicho alimento (37).

**Tabla 9** Alimentación para pollos de engorde crecimiento

Fase	Energía (MJ/kg)	Proteína Bruta (%)	Lisina Total (%)	Metionina y Cistina Total (%)
Crecimiento	13,20	21 – 23	1,24	0,95

Fuente: (38)

Durante esta fase el crecimiento del ave se realiza de manera rápida, mientras esto ocurre los mismos deben ser motivados para que tengan una excelente gesta de alimento, por lo mismo se presenta en la Tabla 10, el óptimo desarrollo biológico es logrado si se suministra una buena densidad nutricional de manera adecuada en aminoácidos y energía. Es importante señalar que el cambio del alimento de la fase inicial a la fase de crecimiento debe manejarse con sumo cuidado, pues gracias a

este cuidado se puede evitar caídas en el crecimiento adecuado del ave o el consumo bajo del mismo (38).

#### **6.6.4. Alimentación de finalización**

La alimentación de finalización se la realiza al ave a partir de los 25 días de vida, aumentando el rendimiento de las aves, a pollos que superan los 42 días, se les debe suministrar más alimento final. El alimento siempre dependerá de la cantidad de peso que se desea con la edad de las gallinas o gallos de engorde (39).

La fase de alimentación final es una de las más costosas por el alimento que consumen las aves, con respecto a lo dicho, se debe realizar un adecuado régimen alimenticio para esta etapa, aumentando el retorno económico de una manera óptima (39).

**Tabla 10** Alimentación para pollos de engorde final

Fase	Energía (MJ/kg)	Proteína Bruta (%)	Lisina Total (%)	Metionina y Cistina Total (%)
Final	13,20	21 – 23	1,24	0,95

Fuente: (40)

Dicho en la Tabla 11, se puede relacionar con el crecimiento de las aves de engorde y su alimentación, de acuerdo con la dieta que se subministro encaminada al alimento consumido, así mismo es importante brindar una alimentación excelente para el buen desenvolvimiento del ave (40).

#### **6.6.5. Factores a considerar para un buen sistema de alimentación**

El alimento que presenta partículas de una manera irregular, da en proporción un desperdicio de alimento, mismo que es perjudicial por el desperdicio del mismo, las partículas diminutas tienen resultado de caerse por la forma del pico de las aves, en especial cuando las aves están en constante contacto con el alimento (41).

Las gallinas y gallos de engorde que consumen niveles de harinas que son menores de 1mm son desperdiciados con mayor frecuencia, a consecuencia de esto el desperdicio o derrame de alimento disminuye de una manera progresiva y sustancial la eficiencia alimenticia (42).

El alimento en la fase inicial y la primera ración del alimento de la fase del crecimiento, son suministradas en forma de migajas y las siguientes porciones de alimento son ofrecidas en forma de cilindros pequeños (43).

**Tabla 11** Recomendación del tamaño del alimento según su edad

<b>Días / Edad</b>	<b>Tamaño y forma del alimento</b>
<b>0-10 días</b>	Migajas
<b>11 – 24 días</b>	Cilindros pequeños de 2, 3, 5 mm
<b>25 días en adelante</b>	Cilindros medianos de 3, 5 mm

Fuente (44)

En base a la Tabla 12, se recomienda el tipo de alimento que debe considerarse en las diferentes fases del animal, desde los 0 a 10 días con alimento en forma de migajas, la edad de 11 a 24 días con el alimento compacto en forma de cilindros pequeños de 2, 3, 5 mm y finalizando con la edad de 25 días en adelante con los cilindros de tamaño mediano entre los 3 a 5 mm (44).

## **6.7. Harina de palmiste en Producción Animal**

### **6.7.1. Uso de la harina de palmiste en ganado lechero**

En ganado lechero, la harina de palmiste se usa como fuente de energía y fibra a niveles de 30-50%. Los peletizados a base de harina de palmiste para ganado lechero son populares en Malasia y por lo general se usan junto con pastos y otros concentrados. Los pastos y concentrados se usan a niveles de 50-70% además de la harina de palmiste. En las condiciones locales de Malasia, se puede lograr un

rendimiento de leche de 10-12 litros/ día por cabeza y aún más con una buena formulación (45).

Otros ingredientes comunes en las raciones para ganado lechero son salvados de arroz, afrecho, residuos de aceite de palma y efluentes de planta de beneficio, desperdicios de soya, desperdicios de panadería, sal y minerales. En algunas áreas, se les da a voluntad, pasto y otros forrajes con alto contenido de proteína. Un ejemplo de formulación para ganado lechero es harina de palmiste 50%, melaza 5%, pasto/heno 42%, carbonato de calcio 1,5%, premezcla minera 1,0% y sal 0,5%. La mayoría de la harina de palmiste exportada a Europa se usa para alimento de ganado lechero, pero la proporción es limitada, entre 7 y 15 % (45).

### **6.7.2. Uso de la harina de palmiste en acuicultura**

La investigación sobre el uso de la harina de palmiste en acuicultura en Malasia indica que la harina de palmiste puede ser tolerada hasta 30% en raciones para bagre (*Ciarías gariepinus*) y 20 % en tilapia (*Oreochromis niloticus*) sin que se presenten efectos adversos en crecimiento y rendimiento. Un ejemplo de formulación para bagre africano es: harina de palmiste 30%, harina de pescado 20%, harina de yuca 15%, harina de soya 31%, sagú 1%, minerales y vitaminas 2% y aceite vegetal 1% (46).

### **6.7.3. Uso de harina de palmiste en la porcicultura**

Una investigación realizada en Zamorano concluye que se puede realizar una adición del 20 al 25% de harina de palmiste en la etapa de engorde no afecta el rendimiento de los cerdos. En la porcicultura tiene desventajas su baja palatabilidad, alto contenido en fibra y bajo valor proteico, pero se emplea a niveles moderados en la etapa final de cebo (pues genera una grasa consistente y blanca) y también en cerdas gestantes (47).

Recalca que los coproductos deberían ser usados por la mega tendencia global de producir de manera sustentable. Usar coproductos tiene doble incentivo: económico y medioambiental al no dejar los coproductos como desechos (47).

#### **6.7.4. Uso de la harina de palmiste más enzimas endógenas en pollos de ceba**

En esta investigación realizada en 2010 concluyó que en la etapa inicial (1-28 días) el empleo de 2.5% de palmiste más enzimas endógenas propino mejores pesos 977.94 g, ganancia de peso 928.05 g y conversión alimenticia 1.88. Dicha investigación recomienda emplear en la producción de pollos parrilleros balanceado con 2.5% de palmiste durante la fase de crecimiento, pero en la fase de acabado (28-49 días) emplear alimento sin palmiste, porque en esta fase se observó una reducción de los parámetros productivos en cuanto a la adicción (48).

Lo siguiente remarca que la correcta administración de palmiste fijándose en los objetivos de la producción, junto con elementos que lo potencien puede lograr incrementar el nivel de una explotación (48).

### **7. VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS**

#### **7.1. Hipótesis nula**

La harina de palmiste no tiene un alto valor nutricional para pollos de engorde.

#### **7.2. Hipótesis alternativa**

La harina de palmiste tiene un alto valor nutricional para pollos de engorde.

- En base a los estudios realizados la harina de palmiste de extraída por diferentes métodos posee un valor nutricional medio, no es deficiente a dietas funciona bien siempre y cuando sea administrada según los requerimientos de la dieta del animal.

### **8. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

#### **8.1. Ubicación**

El trabajo de investigación se realizó en la Parroquia de Huachi Grande, sector la Manzana de Oro, perteneciente a la ciudad de Ambato, provincia Tungurahua. (Anexo 3)

### **8.1.1 Ubicación Geográfica**

Latitud: 1°18'0" S

Longitud: 78°37'60" W

Altitud: 2,771 m.s.n.m

### **8.1.2. Datos meteorológicos**

Temperatura promedio: 16°C

Pluviosidad: 180 mm anuales

Horas luz/día: 12 horas

Nubosidad anual: 3.9/8

## **8.2. Materiales**

### **8.2.1. Materiales y equipos de campo**

- 17 gallos machos
- 17 jaulas metabólicas de exclusión
- Papel aluminio
- Láminas de cartón cartulina
- Balanza
- Envases plásticos
- Tarrinas plásticas
- Espátula
- Brocha
- Guantes de manejo
- Mascarillas
- Cofias
- Botas
- Overol

### **8.2.2. Materiales de oficina**

- Cuadernos
- Esferos
- Marcadores
- Laptop
- Hojas de papel
- Cámara

### **8.2.3. Alimentación**

- Harina de palmiste

### **8.2.4. Unidades experimentales**

En la presente investigación se trabajó con 17 unidades experimentales que estuvieron conformadas por gallos machos Lohmann Brown de 2 años de edad, donados por Incubandina Montalvo. Los mismos que se ubicaron en jaulas metabólicas de exclusión para realizar las pruebas de digestibilidad. Constando de 4 pollos por tratamiento y 5 individuos experimentales pertenecientes al grupo testigo.

## **8.3. Tipo de investigación**

### **8.3.1. Investigación experimental**

El factor de estudio de la investigación es la harina de palmiste, obtenida por diferentes métodos de extracción:

- Extracción por solvente
- Extracción por presión mecánica
- Harina combinada con los dos métodos (solvente y presión mecánica)

El proceso experimental se basó en monitorear a las unidades experimentales para así evaluar el resultado de las variables obtenidas; para su análisis posterior con lo cual validó la hipótesis de la investigación.



## 8.4. Métodos

### 8.4.1. Método deductivo

Se analizaron 17 aves, divididos en tres grupos de 4 unidades experimentales cada uno, con excepción del grupo testigo que contó con 5 unidades experimentales. Los diferentes tratamientos según el método de extracción de la harina de palmiste; tratamiento No. 1 Extracción por Solvente, tratamiento No. 2 Extracción por Presión Mecánica, tratamiento No. 3 Extracción Solvente-Mecánica (harina de palmiste que combina los dos métodos) y el tratamiento No. 0 Testigo (sin adición de harina de palmiste). Es decir:

No. 1 Extracción por Solvente (T1)

No. 2 Extracción por Presión Mecánica (T2)

No. 3 Extracción Solvente-Mecánica (T3)

No. 4 Testigo (T0)

## 8.5. Diseño experimental

Mediante análisis de la composición química y valoración energética de harina de palmiste extraída por diferentes métodos los mismos que se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar con 4 repeticiones por tratamiento; según la ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

En la cual:

$Y_{ij}$  = Valor estimado de la variable

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto de la harina de palmiste según el método de extracción (ES, EPM, ESM, T)

$E_{ij}$  = Error experimental

**Tabla 12** Diseño del experimento

<b>Harina de Palmiste</b>	<b>Abreviación</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>UE</b>	<b>Total observaciones</b>
Solvente	T1	4	1	4
Pre. Mec	T2	4	1	4
SM	T3	4	1	4
Testigo	TO	5	1	5
Total				17

### **8.6. Mediciones de la experimentación**

Las mediciones experimentales calculadas fueron:

- % Coeficiente de digestibilidad de Materia Seca,
- % Coeficiente de digestibilidad Proteína Bruta,
- % Coeficiente de digestibilidad Fibra Cruda,
- % Coeficiente de digestibilidad Extracto Etéreo,
- % Coeficiente de digestibilidad Materia Orgánica,
- % Coeficiente de digestibilidad Extracto libre de Nitrógeno,
- % Coeficiente de digestibilidad Calcio,
- Energía Metabolizable Verdadera- Kcal/Kg.

### **8.7. Análisis estadísticos y pruebas de significancia**

- Análisis de varianza para las diferencias entre promedios.
- La prueba de Duncan. A los niveles de significancia  $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ .

**Tabla 13** Gráfico de Adeva:

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
<b>Total</b>	16
<b>Tratamientos</b>	3
<b>Error</b>	13

### **8.8. Procedimiento Experimental**

El proceso experimental estuvo compuesto por varias etapas:

- En la primera semana las aves pasaron por una semana de adaptación a las jaulas metabólicas.
- Se le proporcionó una dieta base, para su mantenimiento, 4 días.
- Se estableció un periodo de ayuno en el que el animal se le proporcionó solo agua, el objetivo fue limpiar el organismo del animal de elementos de su dieta anterior, 2 días.
- En el séptimo día en horas de la mañana se procedió a suspender el suministro de agua al animal, para que este termine de eliminar totalmente todo el contenido digestivo.
- Al día siguiente (inicio de semana de recolección) se empezó con el suministro de los tratamientos: Harina de palmiste (extracción por solvente, extracción por presión mecánica y extracción solvente-mecánica)
- Se manejó una ración de 100 g MS, que se calculó en función del peso metabólico de las unidades experimentales según las necesidades nutricionales para mantenimiento de las aves.

- El suministro del alimento fue siempre a la misma hora, (08:00 am), mientras que, a las 16:00 pm se retiró cualquier tipo de sobra del alimento y también se recolectó las heces para ser pesadas, y luego realizar los exámenes bromatológicos correspondientes.
- Las jaulas metabólicas de exclusión junto con láminas de cartón cartulina previamente forradas con papel aluminio favoreció la recolección de heces con ayuda de una espátula y brocha.

## 9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 9.1. Análisis bromatológico de la harina de palmiste con diferente forma de extracción.

Se envió al laboratorio las muestras de los diferentes tratamientos, para evaluar su composición nutricional, información que se evidencia en la siguiente tabla.

**Tabla 14** Estadística Descriptiva de la Composición bromatológica de la harina de palmiste por diferentes métodos de extracción.

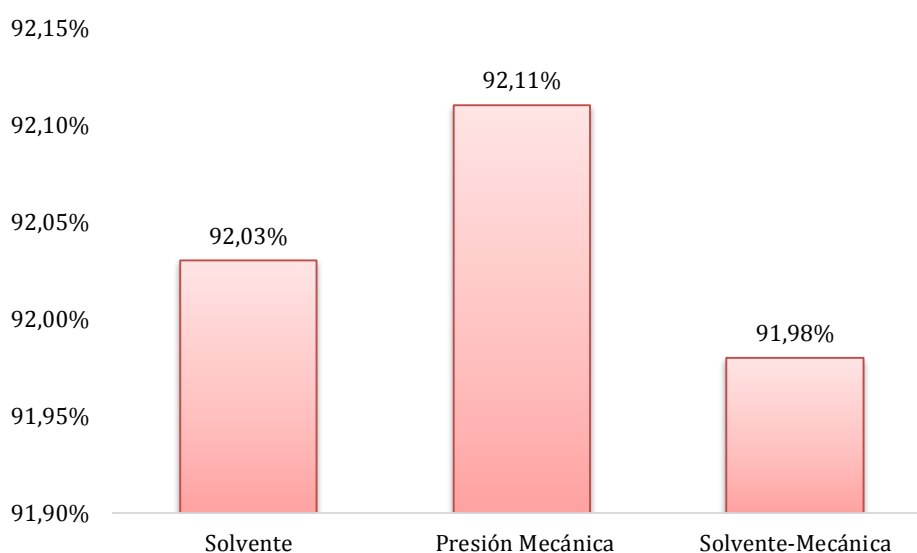
Estadística Descriptiva	Materia seca	Proteína	Fibra cruda	EE	Materia orgánica	ELN	Ca	Humedad	Cenizas
<b>Media</b>	92.04	14.31	24.26	9.72	88.68	32.58	0.64	7.96	11.32
<b>Desviación</b>	0.07	0.37	0.27	0.40	0.44	0.14	0.03	0.07	0.44
<b>Rango</b>	0.13	0.73	0.54	0.80	0.88	0.28	0.06	0.13	0.88
<b>Mínimo</b>	91.98	13.98	24.01	9.29	88.22	32.43	0.61	7.89	10.90
<b>Máximo</b>	92.11	14.71	24.55	10.09	89.10	32.71	0.67	8.02	11.78
<b>Nivel de confianza (95.0%)</b>	0.16	0.92	0.67	1.00	1.10	0.35	0.08	0.16	1.10

Según describe Zumbado, la composición nutricional del palmiste presenta niveles de Fibra cruda 10.50%, Proteína 8.00%, Cenizas 1.90%, Humedad 9.50%; por sus niveles altos en fibra es muy utilizado en rumiantes, sin embargo en pollos de engorde funcionó como una excelente fuente de energía principalmente en niveles de 10 -12% proporcionando ganancia de peso y conversión alimenticia (49).

## 9.2. Evaluación de la composición química de las harinas de palmiste con diferentes métodos de extracción

### 9.2.1. Contenido de Materia Seca

El contenido de Materia Seca de la harina de palmiste con diferentes métodos de extracción presenta un promedio igual a 92,04%. Se identificó un mayor contenido de Materia Seca en el método de extracción Presión Mecánica (92.11%) y un menor valor en extracción Solvente-Mecánica (91.98%). Estas diferencias numéricas pueden darse por la procedencia de los diferentes tipos de harina, el tiempo de secado y el lugar de depósito del alimento.



**Figura 5** Materia Seca de harina de palmiste.

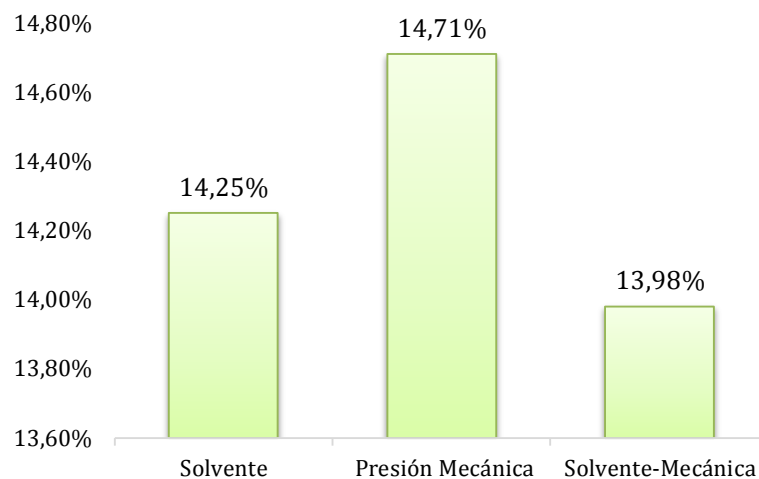
El contenido o porcentaje de materia seca hace énfasis en la cantidad de alimento menos el agua que se encuentra dentro del mismo, es decir, el alimento se expone a una temperatura para que el agua se evapore. Se estimada una cantidad de los nutrientes que contiene un alimento como tal (50).

En un suplemento alimenticio para distintos animales, en donde se incluyó distintas cantidades de harina de palmase identificó un porcentaje de materia seca igual a 90,66%, independientemente del método de extracción utilizó. Los resultados difieren con los obtenidos en la presente investigación debido a las diferencias de lugar de análisis. En la investigación realizada por se identificó un porcentaje de materia seca igual a 91,10%, resultados que concuerdan con los obtenidos en la presente investigación (50).

Los resultados obtenidos en esta investigación de los exámenes bromatológicos para materia seca de la harina de palmiste son superiores a los expuestos por Journal of Animal Science que exhibe un 89,95% de materia seca para la fabricación de alimentos para animales en el mercado europeo (51).

### **9.2.2. Contenido de Proteína**

El promedio en general de proteína de las harinas de palmiste fue igual a 14.31%. La harina extraída por el método de Presión Mecánica obtuvo el mayor rango de proteína con un 14.71%; consta con valores proximales con respecto a los niveles de proteína, pero el menor número fue la harina de palmiste por extracción Solvente-Mecánica con un 13.98%.



**Figura 6** Proteína de harina de palmiste.

En investigaciones anteriores autores manifiestan que la composición química de la harina de palmiste es muy variable y depende del método de extracción del aceite, de la especie de la nuez de palma y de la cantidad de cáscara que permanece en la harina. Citan que este subproducto alimenticio contiene entre 13% de proteína (52).

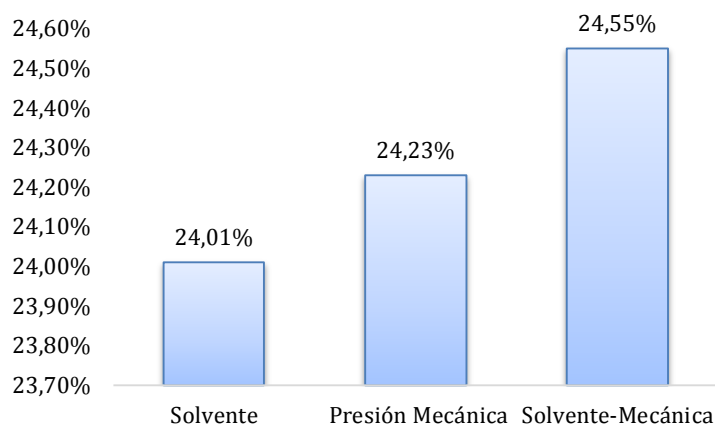
Según Pacheco, la morfometría de los pollos de engorde que fueron alimentados con harina de Palmiste. Se identificó que el palmiste presenta un porcentaje de proteína bruta igual a 8,54%, estos resultados difieren debido a que en la presente investigación se trabajó con harina de palmiste, la cual presenta una mayor concentración de nutrientes (53).

La proteína corresponde al nutriente que abunda dentro del organismo después del agua, el cual promueve el crecimiento de los animales y cuenta con la capacidad de que sea utilizado como una fuente de energía. De esta manera, la alimentación de los animales debe presentar entre el 50-70% de proteína cruda (54).

### 9.2.3. Contenido de Fibra Cruda

Dentro del porcentaje de fibra cruda nuevamente los valores de los exámenes dan cifras muy similares entre ellos; Extracción por Solvente 24.01%, Extracción por Presión Mecánica 24.23%, Extracción Solvente-Mecánica 24.55%. El mayor valor

lo representa la harina de palmiste que combina los dos métodos, sin embargo, el promedio de las tres harinas fue igual a 24.26%.



**Figura 7** Fibra cruda de harina de palmiste.

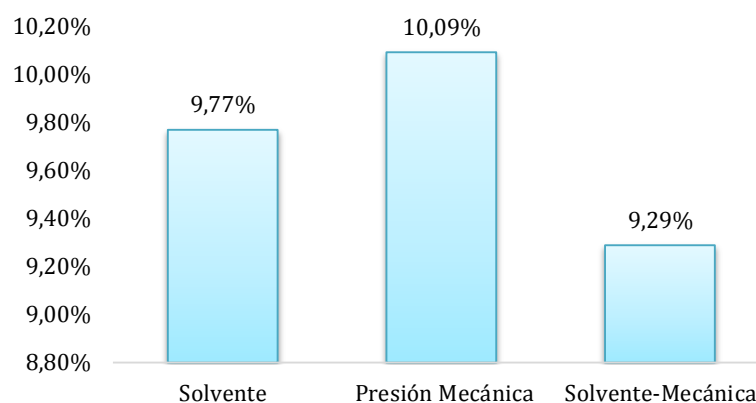
Generalmente, el contenido de fibra que presentan los balanceados utilizados en especies que son monogástricas permite que transite de forma oportuna el quimo alimenticio a través del intestino delgado. Es decir, si la dieta tiene alto contenido de celulosa el quimo se desplaza rápido por medio de todo el tubo digestivo, incrementando el volumen fecal, pero disminuye la absorción de los nutrientes (55).

El Instituto Malayo de Normas e Investigación Industrial en el año 2002 determinó un contenido de fibra cruda en la harina de palmiste referente 20.00% la cual fue extraída por el método por Solvente, esto quiere decir que con el tiempo se obtienen mejores porcentajes de nutrientes en alimentos de la industria alimentaria animal (56).

#### **9.2.4. Contenido de Extracto Etéreo**

Para Extracto Etéreo en los diferentes métodos de extracción de harina de palmiste, se estableció un promedio de 9.72%, clasificándose el mayor contenido de Extracto Etéreo en la harina de palmiste de Extracción por Presión Mecánica con un 10.09% y el menor valor para la harina de palmiste por Extracción Solvente-Mecánica con un 9.29%.





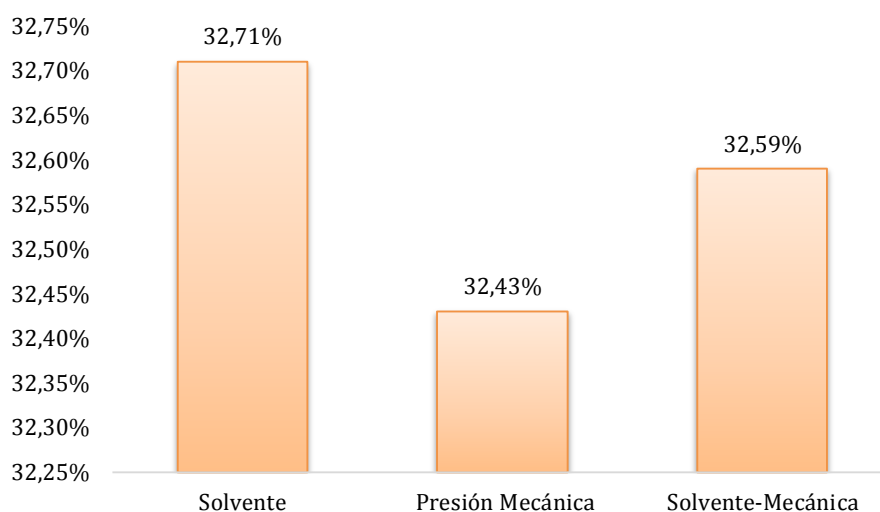
**Figura 8** Extracto Etéreo de harina de palmiste.

Extracto Etéreo responde a la porción de lípidos del alimento, principalmente aceites y grasas. Recordemos que valores mayores al 14 % indican que el alimento en cuestión no debería integrar una gran proporción de la dieta total. Los resultados de la presente investigación para el extracto etéreo son superiores a los mencionados en FEDNA (2015) donde se inscribe un contenido de 1.8% para harina de palmiste. Sin embargo FEDNA en sus tablas referentes a 2016 señala que harina de palmiste por extraída por presión obtuvo un nivel de 7.8% para extracto etéreo (57).

La gran similitud que presenta la torta de girasol en el valor de referente a extracto etéreo 9.1% (57), es muy proximal a los valores que se obtuvieron en la presente investigación.

#### **9.2.5. Contenido de Extracto Libre de Nitrógeno**

Las cifras de los análisis químicos arrojaron que la harina de palmiste contiene Extracto Libre de Nitrógeno en los siguientes porcentajes; Extracción por Solvente 32.71%, Extracción por Presión Mecánica 32.43% y Extracción Solvente-Mecánica 32.59%. Determinando un promedio en general 32.58%, sin embargo cabe recalcar que la harina obtenida por extracción con Solvente sobre sale en este nivel presentando una cifra mayor ante los otros dos métodos de extracción.



**Figura 9** Extracto Libre de Nitrógeno de harina de palmiste.

El extracto libre de nitrógeno conforma los carbohidratos más solubles: azúcares, almidón y algunas hemicelulosas, estos son muy digestibles. Una investigación de Palmas realizada en 2005, señaló que la composición química referente a Extracto Libre de Nitrógeno de fibra prensada de palma presenta un 36.5%, la cifra que es mayor a la de la presente investigación (58).

Según FEDNA (57), expone que la harina de palmiste tiene un nivel de azúcares de 1.5%, el cual frente al nivel de azúcares que presenta la torta de girasol que es 4.0%, observamos que es menor el % de la harina de palmiste, sin embargo los dos alimentos alimenticios presentan 0.0% en almidón.

### **9.3. Evaluación de los resultados microbiológicos de las harinas de palmiste con diferentes métodos de extracción**

Como se puede observar en el **Anexo 5** los tipos de harina según el método de extracción cumplen con los parámetros o requerimientos establecidos para ser parte de una dieta animal o de una formulación de balanceado, la cantidad de bacterias patógenas no supera los límites para su uso.

#### 9.4. Evaluación de los resultados físicos de las harinas de palmiste con diferentes métodos de extracción

En cuanto a la parte de granulometría se establece que el Diámetro Medio Geométrico de las tres harinas evaluadas identifica un tamaño ideal de partícula, teniendo valores muy similares entre sí, presentando un promedio de 143.42  $\mu$ , el cual es ideal para la mezcla en el balanceado.

El parámetro de densidad en las harinas obtenidas por diferentes métodos de extracción dentro de la composición física, es similar permitiendo con este parámetro evidenciar que el mezclado de esta materia para la elaboración de balanceados será homogéneo, lo que facilita su incorporación y distribución en el balanceado final.

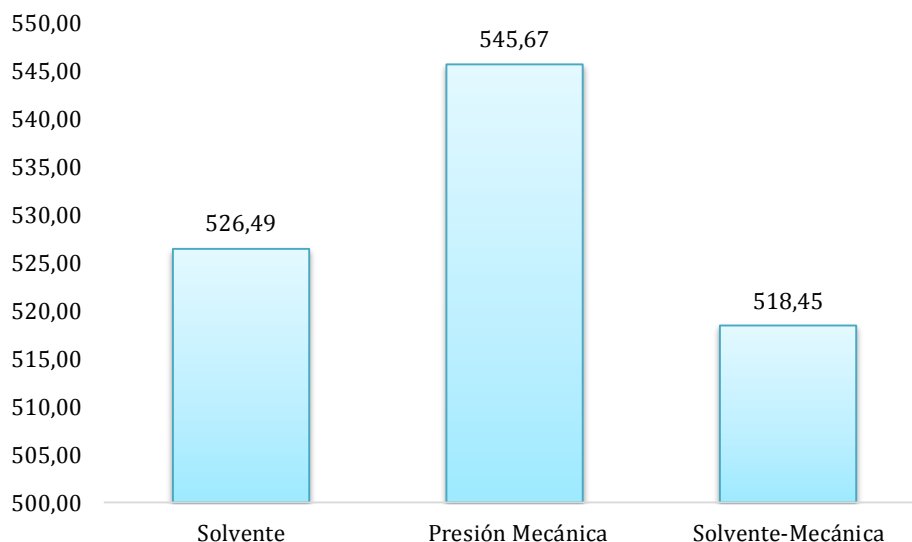
En cuanto al pH los valores que marcan los resultados para las diferentes harinas de palma denotan un rango ideal para evitar enranciamientos en el producto final.

**Tabla 15** Resultados físicos de la harina de palmiste

<b>Parámetros</b>	<b>Extracción por solvente</b>	<b>Extracción por Presión Mecánica</b>	<b>Extracción Solvente-Mecánica</b>
<b>Diámetro Medio geométrico</b>	141,41 $\mu$	146,50 $\mu$	142,37 $\mu$
<b>Densidad</b>	787 g/l	792 g/l	789 g/l
<b>pH</b>	5.85	5.72	5.69

#### 9.5. Evaluación de los resultados de energía metabolizable verdadera de la harina de palmiste según el método de extracción

La Energía Metabolizable Verdadera contenida en cada uno de los diferentes métodos de obtención de la harina de palmiste valorados para la alimentación de los gallos, no presentó diferencias estadísticas significativas. A continuación se detalla el contenido de esta:



**Figura 10** Energía metabolizable de los tratamientos basados en la harina de palmiste

De acuerdo con Vargas (65) en su investigación de subproductos de la palma africana, refieren que harina de palma extraída por solvente presento 331 EM, Kcal kg, mientras que la harina de palma extraída por prensa y 575 EM, Kcal kg. Estos valores presentan similitud con los de la presente investigación ya que el mayor porcentaje de energía metabolizable se obtiene por el método de extracción que tiene que ver con presión.

Arias (67) señalo que harina de palma por extracción mecánica obtuvo 359 Kcal/kg EM en aves, observamos que es un valor menor al obtenido en la presente investigación, sin embargo esto puede deberse por los diferentes procesamientos industriales, en esta investigación señala que el proceso de extracción se realizó sin la cascara de la palma.

En cifras de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (Fedna) realizada en 2017 indicó que harina de palmiste obtenida por presión presento en energía metabolizable 1135 Kcal/kg en alimentación de aves, sin embargo el mismo estudio realizado en 2021 reflejo una cifra 1170 Kcal/kg para energía metabolizable, corroboramos que es una cifra proximal para elemento de dietas animales (57).

## 9.6. Coeficiente de digestibilidad de los diferentes nutrientes

**Tabla 16** Coeficientes de Digestibilidad

Nutrientes	T1	T2	T3	CV	Pro
CD. MS %	70.74 b	72.00 b	67.92 a	1,77	0,0036
CD. Prot. %	79.19 a	80.52 a	77.54 a	3,26	0,3095
CD. Fibra %	84.89 b	84.62 ab	81.35 a	1,95	0,0238
CD. EE %	82.80 b	81.13 b	74.45 a	3,00	0,0018
CD. MO %	75.95 b	75.85 b	72.50 a	1,68	0,0055
CD. ELN %	66.81 a	65.62 a	63.14 a	4,72	0,2783
CD. Ca %	79.14 b	78.21 b	71.09 a	2.65	0.0006

### 9.6.1. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca

El Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Seca entre los diferentes métodos de extracción de la harina de palmiste, obteniendo el mayor promedio de digestibilidad por el método de Extracción por Presión Mecánica 72.00%, seguido por el método de Extracción por Solvente con un 70.74% y el menor valor y Extracción Solvente-Mecánica con el menor valor 67.92%.

El coeficiente de digestibilidad permite la medición de como un animal aprovecha el alimento, es decir, la facilidad que presentó el aparato digestivo en transformar el alimento en nutrientes. Toma en consideración varios procesos como la digestión de moléculas complejas y por ende la absorción de los nutrientes (59).

Urquiza realizó una investigación sobre la evaluación de distintas cantidades de palmiste en la alimentación de ovinos. Se identificó un porcentaje de digestibilidad de materia seca del 62%, donde se evidenció que la adición del palmiste en la dieta de un animal no causó ningún efecto adverso en su digestibilidad. Estos resultados se diferencian de los obtenidos en la presente investigación debido a que se trata de otro tipo de mezcla en la alimentación del animal (60).

### **9.6.2. Coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda**

Por otro lado, el Coeficiente de Digestibilidad de la Proteína Cruda, en los promedios de los diferentes métodos de extracción de la harina de palmiste, obteniendo el mayor promedio de digestibilidad por el método de Extracción por Presión Mecánica 80.52%, seguido por el método de Extracción por Solvente con un 79.19% y el menor valor y Extracción Solvente-Mecánica con el menor valor 77.54%.

En una investigación sobre la digestibilidad aparente de energía, proteína y materia seca en ingredientes que frecuentemente se utilizan en alimentos balanceados. Determinaron un coeficiente igual a 90,1% para la harina de palmiste, resultados que son similares a los obtenidos en la presente investigación (61).

Según Vásquez (62) los coeficientes de digestibilidad aparente de harina de palmiste tiene un valor en proteína de 14.8%, este alimento en esta investigación es solo un ingrediente de una lista de alimentos de origen vegetal y animal para alimentación de cachama, concluye que los coeficientes de digestibilidad de la materia seca son los más altos para ingredientes de origen animal.

En argumentos de Fedna nos presenta un valor de coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda de la harina de palmiste de 55% los valores de la presente investigación superan a este valor (57).

### **9.6.3. Coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda**

El Coeficiente de Digestibilidad de la Fibra Cruda, evidenció que, entre los diferentes métodos de extracción de la harina de palmiste, obteniendo el mayor promedio de digestibilidad de la fibra cruda el método de Extracción por Solvente con un 84.89%, intermedio está el método de Extracción por Presión Mecánica con un valor 84.62% y la cifra menor está representada por el método de Extracción Solvente-Mecánica 81.35%.

En las evaluaciones de harina de palma en coeficiente de digestibilidad referente a fibra cruda se presenta un valor de 45,00%, cual es menor a los datos obtenidos en

la presente investigación, sin embargo la palma fue procesada sin cascara, lo cual impide obtener nutrientes adicionales de la misma (67).

#### **9.6.4. Coeficiente de digestibilidad del extracto etéreo**

El Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Etéreo en los diferentes métodos de extracción de la harina de palmiste difieren, obteniendo el mayor promedio de digestibilidad del extracto etéreo el método de Extracción por Solvente con un 82.80%, le sigue el método de Extracción por Presión Mecánica con un valor 81.13% y la cifra menor está representada por el método de Extracción Solvente-Mecánica 74.45%.

En las tablas de Fedna el valor de EE consta en un 71.00% los valores de la presente investigación superan ese valor (57). Sin embargo en una investigación anterior comparamos con una tabla que presenta la composición química de fibra prensada y hojas de palma, la cual detalla que en EE la fibra prensada tiene un 5.8%, y la hoja de palma 1.2% de EE, estas combinadas alcanzan un 12.99% promedio de extracto etéreo (63).

#### **9.6.5. Coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno**

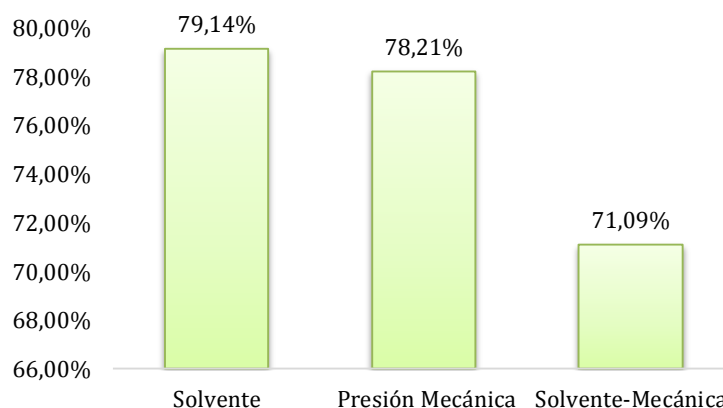
Para el Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Libre de Nitrógeno, en los promedios de los diferentes métodos de extracción de la harina de palmiste, obteniendo el mayor promedio de digestibilidad del extracto etéreo el método de Extracción por Solvente con un 66.81%, le sigue el método de Extracción Solvente-Mecánica con 66.19% y por último el método de Extracción por Presión Mecánica con un valor 65.62%.

Una investigación realizada en Perú en 2019 presentó resultados de laboratorio con un porcentaje de ELN 50.26 (menor % a la de la presente investigación), la harina de palmiste en este caso fue empleada en la alimentación de gallinas ponedoras para evaluar rendimiento productivo y calidad de huevo. Se concluyó que La adición de hasta 6.5% de torta de palmiste en reemplazo parcial del maíz, con y sin la adición

de las enzimas  $\beta$ -glucanasa y xilanasas en un 0.05%, no afecta el rendimiento productivo ni la calidad del huevo en gallinas ponedoras (64).

#### 9.4.6. Coeficiente de digestibilidad de calcio

El Coeficiente de Digestibilidad de Calcio evidenció que en los promedios de los diferentes métodos de extracción de la harina de palmiste, obteniendo el mayor promedio de digestibilidad de calcio, del método de Extracción por Solvente con un 79.14%, le sigue el método de Extracción por Presión Mecánica con un valor 78.21% y en el último lugar con Extracción Solvente-Mecánica con una cifra de 71.09%.



**Figura 11** Coeficiente de digestibilidad de calcio de los tratamientos de harina de palmiste.

Los valores nutricionales en lo que respecta a macrominerales muchas veces pueden variar por el origen de la materia prima, también en la forma de obtención de ciertos alimentos, en una evaluación anterior a lo que respecta al Calcio en coeficientes de digestibilidad presenta valores menores a la investigación presente, harina de palma obtenida por extracción mecánica representa un 66,33%, mientras harina de palma extraída por solvente llegó a 53,34% en coeficientes de digestibilidad en Ca (65).

La digestibilidad puede verse alterada en función del nivel de inclusión del ingrediente en la dieta, comúnmente la digestibilidad disminuye en la medida que aumenta las concentraciones del ingrediente en la ración (66).



## **10. IMPACTOS**

### **10.1. Impacto Ambiental**

El desconocimiento por parte de la mayoría de población sobre variados elementos alimenticios que se pueden utilizar en dietas animales deja una brecha de continuidad de utilización los mismos contados elementos que han sido siempre explotados por varias décadas pasadas. Se debe incentivar a los avicultores por medio de facilitar información, donde se les enseñe aprovechar recursos naturales que estén a su alcance y sean rentables, logrando de esta manera cumplir con el requerimiento de nutrientes de las aves con mayor facilidad para alcanzar la demanda de la población consumidora de carne de pollo.

### **10.2. Impacto Económico**

Presenta un impacto económico estable para el productor debido a su accesibilidad y su valor nutricional es adecuado para pollos de engorde, generando de esta manera una rentabilidad económica para pequeños y grandes avicultores que deseen utilizar alternativas nutricionales que no comprometan el manejo productivo.

### **10.3. Impacto Social**

Debido a la gran demanda del consumo de carne de pollo hace que los avicultores busquen incrementar la producción y esto puede generar más fuentes de trabajo, al igual que la harina de palmiste es una opción viable que hace que la población tenga mayor acceso al producto, por lo que se estaría cumpliendo con la demanda llegando de esta manera a las zonas más vulnerables.

## **11. CONCLUSIONES**

En base a los resultados del presente trabajo de investigación se puede concluir:

- Según la composición química de los diferentes de métodos de extracción de harina de palmiste evaluados para la alimentación de gallos, Extracción por Solvente presentó mayor porcentaje en Extracto Libre de Nitrógeno y Calcio; Extracción por Presión Mecánica presento cifras altas en Proteína,

Materia Seca, Extracto Etéreo; por otra parte la Extracción por Solvente-Mecánica (harina que combina los dos métodos de extracción) presenta mayores porcentajes en Fibra Cruda y Materia Orgánica. En lo que respecta a los resultados microbiológicos todas las harinas según el método de obtención coinciden con presentar ausencia para E. Coli, Estafilococos Aereus y Salmonella. Los resultados físicos de las diferentes muestras de harinas de palmiste evidencian un tamaño ideal de partícula, optima densidad y pH acorde al rango ideal para la realización de balanceados.

- La Energía Metabolizable Verdadera es mayor en el método de Extracción por Presión Mecánica de la harina de palmiste que presenta un 545.67 Kcal. de EMV/Kg.
- El método de Extracción por Solvente de la harina de palmiste presenta mayores valores en lo que respecta a coeficientes de digestibilidad en Fibra Cruda, Extracto Etéreo, Materia Orgánica, Extracto Libre de Nitrógeno y Calcio. Por otro lado de Extracción por Presión Mecánica tiene mayores niveles de coeficientes de digestibilidad en Materia Seca y Proteína Bruta.

## **12. RECOMENDACIONES**

En base a los resultados del presente trabajo de investigación se puede recomendar:

- Emplear la harina de palmiste en la formulación de raciones para pollos, cuando su manejo este basado en una evaluación nutricional para así cubrir los requerimientos nutricionales requeridos.
- Aprovechar los resultados de la presente investigación; involucrando a avicultores y productores en elementos nutricionales que pueden ser utilizados en la elaboración de balanceados para aves.
- En la elaboración de alimentos para animales uno de los ejes de gran importancia es conseguir materia prima de buena calidad, también está el correcto manejo a la hora de su procesamiento y luego pero no menos importante el almacenamiento preciso para la conservación del alimento.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

1. Loreto N. Instituto Latinoamericano del Pollo. Producción Regional de Carne de Pollo. 2019 Recuperado el 28 de agosto de 2022, de <https://ilp-ala.org/produccion-regional-de-carne-de-pollo/>
2. Moncayo L. Cría y manejo del pollo de engorde. Uanl. 2002. Recuperado el 28 de agosto de 2022, de <http://eprints.uanl.mx/623/1/1020123024.PDF>
3. Quishpe G. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. Universidad Zamorano, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria; 2006.
4. Cereales y derivados: tabla de calorías. (2014, Marzo 14). [Tabladelcalorias.net](https://www.tabladelcalorias.net). <https://www.tabladelcalorias.net/alimento/cereales-y-derivados>
5. Martínez, Y., Bonilla, J. L., Sevilla, M. A., Matamoros, I., Botello, A., & Valdivié, M. (2021). Effect of palm kernel (*Elaeis guineensis*) meal on laying, egg quality and economic feasibility of old laying hens. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 55(2).
6. Vega, M. Á. G. (2018, March 24). El gran negocio alimentario de las proteínas. Ediciones El país s.l. [https://elpais.com/economia/2018/03/22/actualidad/1521721700\\_390520.html](https://elpais.com/economia/2018/03/22/actualidad/1521721700_390520.html)
7. Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador. Estadísticas del Sector Avícola. Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador; 2021.
8. Quishpe G. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. Universidad Zamorano, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria; 2006.
9. Robles A. Cereales y derivados: tabla de calorías. [Online].; 2017. Available from: <https://www.tabladelcalorias.net/alimento/cereales-y-derivados>.

10. Batres R. Evaluación del efecto de tres niveles de energía metabolizable sobre índices productivos en aves de postura de línea genética lohmann white. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2016.
11. Vallejo M. Determinación del valor de la energía mmetabolizable verdadera corregida para nitrógeno (EMVn) de 4 tipos de maíz en gallos reproductores adultos semipesados. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2008.
12. Pareja M. Niveles de palmiste en la alimentación de cuyes peruanos mejorados durante el periodo de crecimiento y engorde. Bachelor's Thesis. Universidad técnica estatal de Quevedo, carrera ingeniería agropecuaria; 2012.
13. Madrigal, S., & Marin, M. (n.d.). Composición y valor nutricional del palmiste 0 coquito integral de palma africana *elaeis guineensis* en pollos de engordei/. Mag.Go.Cr. Retrieved August 28, 2022, from [https://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v16n01\\_083.pdf](https://www.mag.go.cr/rev_agr/v16n01_083.pdf)
14. Cadillo J, Cumpa M, Galarza J. Rendimiento productivo y calidad de huevo en gallinas ponedoras alimentadas con torta de palmiste (*Elaeis guineensis*) y enzimas  $\beta$ -glucanasa y xilanasa. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2019; 30(2).
15. Dundur R. Alimentos alternativos para cerdos: Semolina de arroz, Harina de palmiste y DDGS. Revisión bibliográfica. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria; 2021.
16. Al-Obaidi JR. Expression of fungal infection response genes and protein profiles in oil palm (*elaeis guineensis jacq.*) roots during basal stem rot infection by *ganoderma boninense*. University of Malaya; 2013.
17. Lazo Y, Morales A, García Y, Arteaga Y, Castelo M, Ramos M. Manejo integrado del suelo para mejorar la producción del cultivo de *Elaeis guineensis* en tres fincas de Quinindé, Ecuador. *Cienc Tecn UTEQ*. 2020; 13(1).

18. López S. Auditoría financiera de la empresa agromar del ecuador dedicada a la producción de palma africana aceitera de la ciudad de quinindé cantón de la provincia de esmeraldas. Ambato: Universidad Tecnológica Indoamérica, facultad de ciencias administrativas y económicas; 2018.
19. Osorio E, Giraldo J, Narváez W. Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación canina. *Medicina Veterinaria*. 2012; 6(1).
20. Torres D. Exigencias nutricionales de proteína bruta y energía metabolizable para pollos de engorde. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 2017; 9(1).
21. Moscoso J, Gómez O, Guevara V. Contenido de energía metabolizable y energía neta del maíz, subproducto de trigo, harina de soya, harina de pescado y aceite de soya para pollos de carne. *Scientia Agropecuaria*. 2020; 11(3).
22. Correa K, Correa M, Cortes V, Cruz F. Determinación de Energía Metabolizable en Aves. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2019.
23. Rodríguez N, Simoes E, Guimaraes R. Uso de Indicadores para estimar consumo y digestibilidad de pasto.LIPE, Lignina purificada y enriquecida. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 2018; 20(4).
24. Moncada N. Síndrome de burnout y características laborales en colaboradores de una empresa avícola en el distrito de Pacasmayo. Tesis. Peru: Universidad César Vallejo; 2020.
25. Tenías J, Escalona MA, Nichorzon MR, Ramírez LC, Silva-Acuña R. Características productivas en pollos de engorde utilizando harina de orégano como promotor de crecimiento. *Revista espamciencia*. 2021; 12: p. 9.
26. Villarreal D. Inclusión de cuatro aminoácidos esenciales (Lisina, Metionina, Treonina, Triptófano) en un programa de alimentación forraje – balanceado para el engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis. Ecuador: Universidad Politécnica Estatal del Carchi; 2019.

27. Miranda C, Portillo n. Efecto de la relación de arginina y lisina en el desempeño productivo y características de la canal de los pollos de engorde. Tesis. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana; 2021.
28. Maldonado. Estimación de función de producción para pollo de engorde Cobb 500. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; 2021.
29. Torres M. Exigencias nutricionales de proteína para pollos de engorde. Universidad Nacional Abierta y a Distancia; 2018.
30. CONAVE. Corporación nacional de avicultores del ecuador. Avicultores del ecuador. 2017.
31. Gaviria Y, Figueroa O, Zapata J. Efecto de la inclusión de ensilado químico de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en dietas para pollos de engorde sobre los parámetros productivos y sanguíneos. Scielo. 2021; 21: p. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642021000300079&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642021000300079&script=sci_arttext&tlng=en).
32. Mazón E. Alimentación de la vieja colorada (*mesoheros festae*) con dietas con torta de palmiste (*elaeis guineensis*) en la etapa de cría, juvenil y engorde. Córdoba: Universidad de Córdoba; 2021.
33. Vela L. Digestibilidad y estimación de la energía digestible de la torta de palmiste (*Elaeis guineensis*) EN CUYES (*Cavia porcellus*). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2020.
34. Ramírez H. ¿De qué hablan cuando dicen materia seca? [Online].; 2011. Available from: [https://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/42-Materia\\_Seca.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/42-Materia_Seca.pdf).
35. Botello A, Ortega M, Franco M, Chacón E. Caracterización nutricional del palmiste (*Elaeis guineensis jacq.*) procedente de dos extractoras de aceite. ResearchGate. 2022; 5(1).
36. Rajabi M, Rouzbehan Y, Rezai J. A strategy to improve nitrogen utilization,

reduce environmental impact, and increase performance and antioxidant capacity of fattening lambs using pomegranate peel extract. *Journal Of Animal Science*. 2017; 9(1).

37. Martínez Y, Bonilla J, Sevilla M, Matamoros I, Botello A, Valdivié M. Efecto de la harina de palmiste (*Elaeis guineensis*) en la puesta, calidad del huevo y factibilidad económica de gallinas ponedoras viejas. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 2021; 55(2).

38. Palacios R. Morfometría del tracto gastrointestinal, y sus órganos anexos en pollos de engorde alimentados parcialmente con harina de palmiste (*Elaeis guineensis*). Jipijapa: Universidad Estatal del Sur de Manabí; 2022.

39. Manríquez J. La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos - su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. [Online].; 2018. Available from: <https://www.fao.org/3/ab482s/ab482s08.htm#:~:text=La%20digestibilidad%20es%20una%20forma,sustancias%20%C3%BAtiles%20para%20la%20nutrici%C3%B3n>.

40. Composición Bromatológica de La Harina de Kernel de Palma Según Su Origen y Periodos de Producción Uso Potencial de La Harina de Kernel de Palma. (n.d.). Scribd. Retrieved August 30, 2022, from <https://es.scribd.com/document/514354754/ARTICULO-1>

41. Cadillo C., J., Cumpa G., M., & Galarza F., J. (2019). Rendimiento productivo y calidad de huevo en gallinas ponedoras alimentadas con torta de palmiste (*Elaeis guineensis*) y enzimas  $\beta$ -glucanasa y xilanasa. *Revista de investigaciones veterinarias del Peru*, 30(2), 682–690. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16079>

42. Morales D. Manual de cría y manejo del pollo de engorda para productores agropecuarias y alumnos de D.G.E.T.A. Monterey:1998.

43. Zamorano.edu. Recuperado el 28 de agosto de 2022, de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/576213ca-9eb4-414c-b932-df4711319ec9/content>
44. Escoto, R., & De Franco, C. (n.d.). Ficha técnica harina de palmiste. Faganic.com. Retrieved August 28, 2022, from <https://www.faganic.com/wp-content/uploads/2020/08/Ficha-tecnica-Harina.pdf>
45. Wan Zaharí. Uso de torta de palmiste y subproductos de palma de aceite en concentrados para animales. Recuperado el 28 de agosto de 2022, de [http://file:///C:/Users/Acer/Downloads/1125-Texto-1125-1-10-20120719%20\(2\).pdf](http://file:///C:/Users/Acer/Downloads/1125-Texto-1125-1-10-20120719%20(2).pdf)
46. Katherine, J., & Cuadrado, C. (n.d.). Escuela superior politécnica de Chimborazo. Edu.Ec. Retrieved August 30, 2022, from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7174/1/17T1482.pdf>
47. Hahn-von-Hessberg, C. M., Grajales-Quintero, A., & Narváez-Solarte, W. (2016). Coeficiente de Digestibilidad Aparente de Plantas Forrajeras Comunes en Zona Andina para Alimentación de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*). *CIT Informacion Tecnologica*, 27(4), 63–72. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642016000400007>
48. Gutiérrez, M. (2017, octubre 30). Ecuador: Avicultura provee la mayor fuente de proteína animal. *aviNews*, la revista global de avicultura. <https://avicultura.info/ecuador-avicultura-provee-la-mayor-fuente-de-proteina-animal/>
49. Zumbado, M., Madrigal, S., & Marin, M. (n.d.). Composición y valor nutricional del palmiste o coquito integral de palma africana *elaeis guinensis* en pollos de engorde. *Mag.Go.Cr.* Retrieved August 29, 2022, from [https://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v16n01\\_083.pdf](https://www.mag.go.cr/rev_agr/v16n01_083.pdf)
50. Manual del Pollo de Engorde. (n.d.). Uba.Ar. Retrieved August 30, 2022, from <https://www.agro.uba.ar/ced-cursos/sites/default/files/pollos/Avian.pdf>



51. Urquizo. "Evaluación de Diferentes Cantidades de Palmiste como Suplemento en Dietas de Ovinos Tropicalizados consumiendo *Pennisetum purpureum*" Edu.ec. Recuperado el 28 de agosto de 2022, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/21a9fa7c-7d7b-4a65-bdad-6ddc03ebc16f/D-79986.pdf>
52. Herrera M. Digestibilidad aparente de dietas con torta de palmiste sobre el rendimiento productivo de la especie nativa *Cichlasoma festae* en la etapa de cría Researchgate.net. Recuperado el 28 de agosto de 2022, de <https://www.researchgate.net/publication/333634763>
53. Pacheco E. Evaluación química y nutricional de la harina de palmiste desgrasada. Recuperado el 28 de agosto de 2022, de [http://file:///C:/Users/Acer/Downloads/531-Texto-531-1-10-20120719%20\(1\).pdf](http://file:///C:/Users/Acer/Downloads/531-Texto-531-1-10-20120719%20(1).pdf)
54. Juna H. Evaluación de la digestibilidad aparente in vivo de dietas isoenergéticas e isoprotéicas utilizando dos niveles de palmiste en la alimentación de conejos en el ceu Edu.Ec. Retrieved August 28, 2022, from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10229/1/T-UCE-0014-019-2016.pdf>
55. Medina, N. M., González, C. A., Daza, S. L., Restrepo, O., & Barahona Rosales, R. (2014). Desempeño productivo de pollos de engorde suplementados con biomasa DE *Saccharomyces cerevisiae* Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 61(3), 270–283. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v61n3.46873>
56. Las estadísticas sobre productos básicos comercializados internacionalmente se refieren únicamente a la harina de palmiste, pero estrictamente hablando existen tres tipos diferentes, con base en su forma física. (s/f). Com.ar. Recuperado el 28 de agosto de 2022, de [http://nutriciondebovinos.com.ar/MD\\_upload/nutriciondebovinos\\_com\\_ar/Archivos/TORTA\\_DE\\_PALMISTE\\_WWW.pdf](http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/TORTA_DE_PALMISTE_WWW.pdf)

57. Harina de extracción de palmiste (actualizado Nov. 2015) Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (s/f). [Fundacionfedna.org](http://www.fundacionfedna.org). Recuperado el 28 de agosto de 2022, de <http://www.fundacionfedna.org/node/440>
58. Ramirez O. Determinación de la fórmula de un alimento nutritivo, basado en harina de palmiste Edu.Gt. Retrieved August 30, 2022, from [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1162\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1162_Q.pdf)
59. Vista de Digestibilidad aparente de dietas con torta de palmiste sobre el rendimiento productivo de la especie nativa *Cichlasoma festae* en la etapa de cría. (n.d.). Edu.ec. Retrieved August 30, 2022, from <https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/reiagro/article/view/126/115>
60. Urquizo F. "Evaluación de Diferentes Cantidades de Palmiste como Suplemento en Dietas de Ovinos Tropicalizados consumiendo *Pennisetum purpureum*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral; 2015.
61. Amaya E., Afanador G., Quintero L., Bonilla W. 2012. Valor nutricional de la torta de palmiste en dietas prácticas para alevinos de tilapia roja (*Oreochromis spp*). Laboratorio de Ictiología, Departamento de Ciencias para la Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia.
62. Vásquez-Torres, W., Yossa, M. I., & Gutiérrez-Espinosa, M. C. (2013). Digestibilidad aparente de ingredientes de origen vegetal y animal en la cachama. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 48(8), 920–927. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2013000800016>
63. Siew W. Características y usos de la torta de palmiste en Malasia. Retrieved August 30, 2022, from [http://file:///C:/Users/Acer/Downloads/346-Texto-346-1-10-20120719%20\(1\).pdf](http://file:///C:/Users/Acer/Downloads/346-Texto-346-1-10-20120719%20(1).pdf)
64. Romero, R., & del Rocío, P. (2012). Valoración Energética de Diferentes Tipos de Harina de Pescado, Torta de Palmiste, Torta de Algodón Utilizado en la Alimentación de Cuyes (*cavia porcellus*).

65. Vargas, C. Zumbado, E. Composición de los subproductos de la industrialización de la palma africana utilizados en la alimentación animal en costa rica 1. Redalyc.org. Retrieved August 30, 2022, from <https://www.redalyc.org/pdf/436/43627101.pdf>
66. Carneiro D.J., Castagnolli N., Machado C.R., Verardino M. 1984b. Nutricio do pacú, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895). III Niveis de energia metabolizavel em dietas isoproteicas. São Carlos, SP: Simpósio Brasileiro de Acuicultura. p 133-146.
67. Arias L. Tabla de composición de materias primas usadas en alimentos para animales Retrieved August 31, 2022, from <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/28813/Documento%20completo?sequence=1&isAllowed=y>

#### 14. ANEXOS

**ANEXO 1.** Hoja de vida de la estudiante**DATOS PERSONALES DE LA ESTUDIANTE****APELLIDOS:** LALAMA SANTAMARÍA**NOMBRES:** DIANA CAROLINA**ESTADO CIVIL:** SOLTERA**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 180411425-2**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** AMBATO-AGOSTO, 07 DE 1997**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** CUENCA Y MARTÍNEZ**TELÉFONO:** 0987870386**CORREO ELECTRÓNICO:** diana.lalama4252@utc.edu.ec**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

<b>TIPO DE TÍTULO</b>	<b>TÍTULO OBTENIDO</b>	<b>FECHA DE GRADO</b>	<b>N° DE TÍTULO</b>
<b>BACHILLER</b>	<b>BACHILLERATO EN CIENCIAS</b>	<b>23-07-2015</b>	<b>ME-REF-04672890</b>

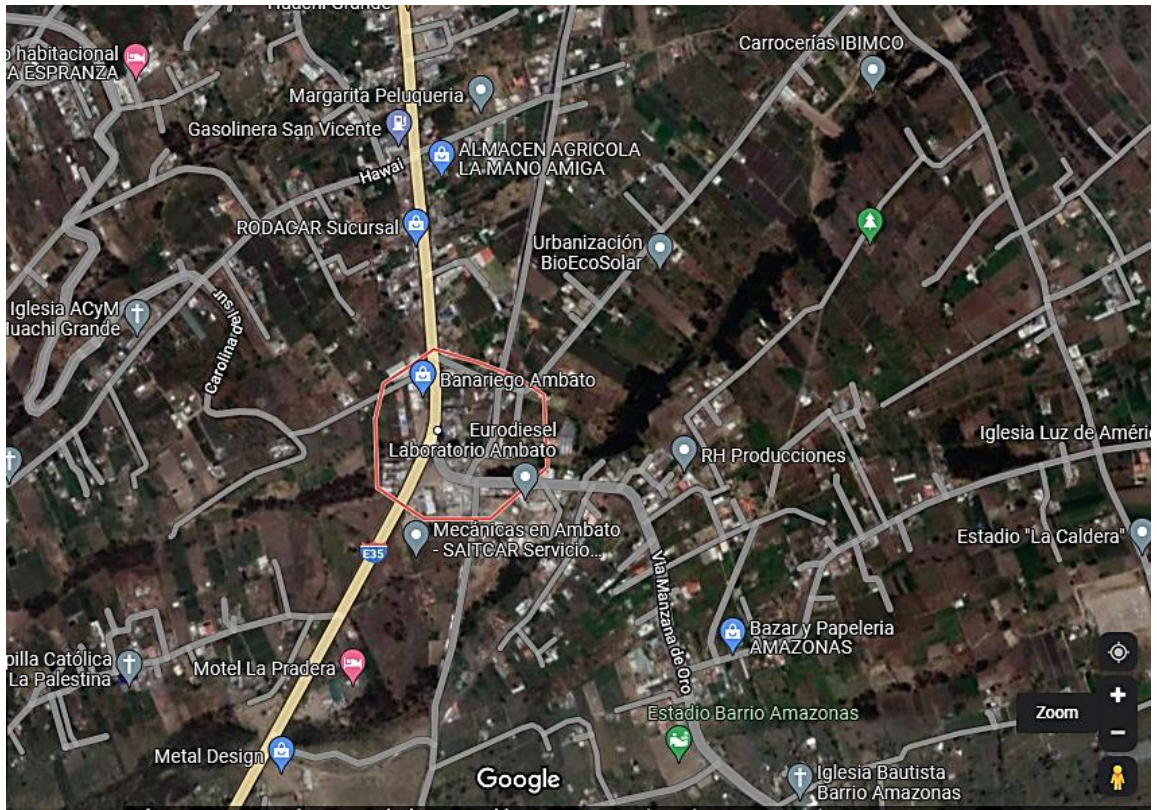
**UNIDAD ACADÉMICA EN LA QUE ESTUDIA:** UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**CARRERA A LA QUE PERTENECE:** MEDICINA VETERINARIA**DECLARACIÓN:** DECLARO QUE, todos los datos que incluyo en este formulario son verdaderos y no he ocultado ningún acto o hecho, por lo que asumo cualquier responsabilidad.

**ANEXO 2.** Hoja de vida de la tutora del proyecto de investigación**DATOS PERSONALES DE LA TUTORA****APELLIDOS:** SILVA DELEY**NOMBRES:** LUCIA MONSERRATH**ESTADO CIVIL:** CASADA**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 060293367-3**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** RIOBAMBA, 11- ENERO-1976**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** GALO PLAZA 28-55 Y JAIME ROLDOS**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 032366764**CORREO ELECTRÓNICO:** lucia.silva@utc.edu.ec**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

<b>NIVEL</b>	<b>TITULO OBTENIDO</b>	<b>FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP</b>	<b>CODIGO DEL REGISTRO CONESUP</b>
<b>TERCER</b>	INGENIERO ZOOTECNISTA	2002-09-26	1002-02-266197
<b>CUARTO</b>	MAGISTER EN PRODUCCION ANIMAL CON MENCION EN NUTRICION ANIMAL	2011-03-22	1002-11-724738

**HISTORIAL PROFESIONAL****FACULTAD EN LA QUE LABORA:** FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES (CAREN)**ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:**  
NUTRICIÓN ANIMAL

### ANEXO 3. Ubicación en la que se realizó el proyecto de investigación





#### ANEXO 4. Fotografías de la experimentación

1.- Unidades experimentales en su periodo de adaptación a las jaulas metabólicas.

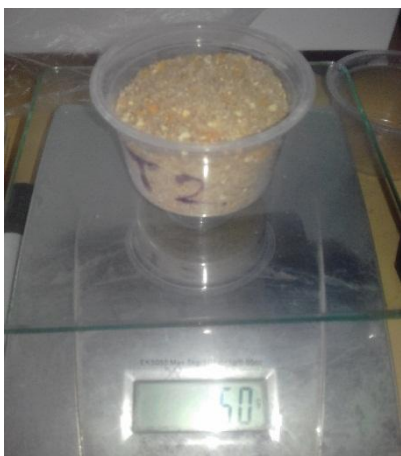








2.- Administración de dieta base para mantenimiento





3.- Unidades experimentales con sus respectivos tratamientos y agua.

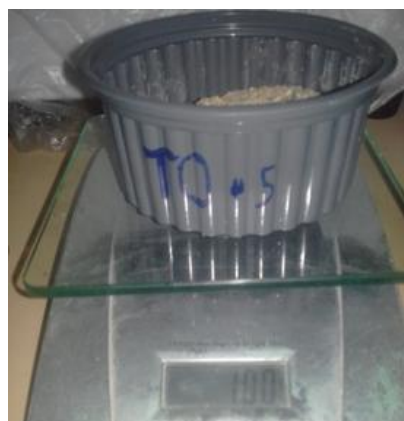
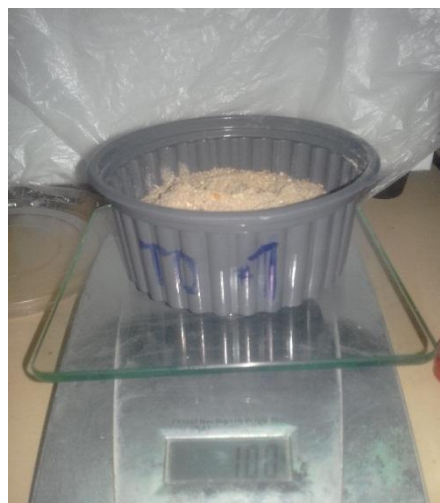








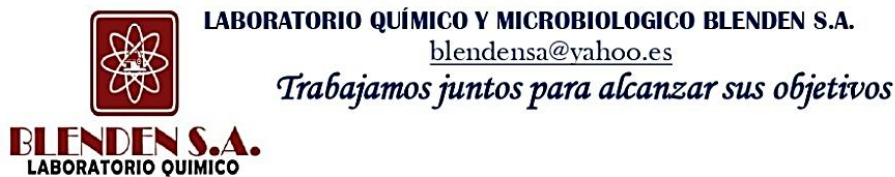
4.- Harina de palmiste previamente pesado para su suministracion



## 5.- Pesaje de las excretas



## ANEXO 5. Reporte de resultados de laboratorio

**INFORMACION DEL SOLICITANTE**

**Solicitado:** Srta. Diana Lalama S.  
**Dirección:** Ambato  
**Teléfono:** 0987870386  
**Correo Electrónico:** diana.lalama4252@utc.edu.ec  
**Tipo de Muestra:** Harina de palma extracción por solvente  
**Código de la Muestra:** Mca- 1777  
**Fecha de Recepción:** 07/07/2022

**Resultados Bromatológicos**

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	7.97	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	92.03	Cálculo
PROTEINA (%)	14.25	AOAC/ kjeldahl
FIBRA (%)	24.01	AOAC/Gravimetrico
GRASA (%)	9.77	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	11.29	AOAC/Gravimetrico
MATERIA ORGANICA (%)	88.71	Cálculo
CALCIO (%)	0.67	AOAC/Colorimétrico


**Resultados Microbiológico**

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	VLP*	METODO/NORMA
Aerobios Mesófilos	UFC/g.	10,5x10 <sup>2</sup>	< 1000000	Petrifilm AOAC990.12
E. Coli	UFC/g.	Ausencia	<100	Petrifilm AOAC991.03
Estafilococos Aureus	UFC/g.	Ausencia	<10	Petrifilm AOAC997.02
Salmonella	UFC/g.	Ausencia	<1000	Petri film AOAC997,07

**Resultados Físicos**

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO/NORMA
Diametro Medio geométrico	μ	141,41	Granulometría/TMP
Densidad	g/l	787	Gravimetria /Densimetro
Ph		5.85	Colorimetría

Elaborado el 27 de julio de 2022

  
 Dra. Carmen Álvarez L.  
 Responsable Técnico







LABORATORIO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO BLENDE S.A.

[blendensa@yahoo.es](mailto:blendensa@yahoo.es)

*Trabajamos juntos para alcanzar sus objetivos*

**BLENDE S.A.**  
LABORATORIO QUÍMICO

**INFORMACION DEL SOLICITANTE**

**Solicitado:** Srta. Diana Lalama S.  
**Dirección:** Ambato  
**Teléfono:** 0987870386  
**Correo Electrónico:** [diana.lalama4252@utc.edu.ec](mailto:diana.lalama4252@utc.edu.ec)  
**Tipo de Muestra:** Harina de palma extracción por Presión Mecánica  
**Código de la Muestra:** Mca- 1778  
**Fecha de Recepción:** 07/07/2022

**Resultados Bromatológicos**

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	7.89	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	92.11	Cálculo
PROTEINA (%)	14.71	AOAC/ kjeldahl
FIBRA (%)	24.23	AOAC/Gravimetrico
GRASA (%)	10.09	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	11.78	AOAC/Gravimetrico
MATERIA ORGANICA (%)	88.22	Cálculo
CALCIO (%)	0.65	AOAC/Colorimétrico

**Resultados Microbiológico**

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	VLP*	METODO/NORMA
Aerobios Mesófilos	UFC/g.	9,63x10 <sup>2</sup>	< 1000000	Petrifilm AOAC990.12
E. Coli	UFC/g.	Ausencia	<100	Petrifilm AOAC991.03
Estafilococos Aureus	UFC/g.	Ausencia	<10	Petrifilm AOAC997.02
Salmonella	UFC/g.	Ausencia	<1000	Petri film AOAC997,07

**Resultados Físicos**

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO/NORMA
Diametro Medio geométrico	μ	146,50	Granulometría/TMP
Densidad	g/l	792	Gravimetria /Densimetro
pH		5.72	Colorimetría

Elaborado el 27 de julio de 2022



Dra. Carmen Alvarez L.  
Responsable Técnico





LABORATORIO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO BLENDE S.A.

[blendensa@yahoo.es](mailto:blendensa@yahoo.es)

*Trabajamos juntos para alcanzar sus objetivos*

**BLENDE S.A.**  
LABORATORIO QUÍMICO

**INFORMACION DEL SOLICITANTE**

**Solicitado:** Srta. Diana Lalama S.  
**Dirección:** Ambato  
**Teléfono:** 0987870386  
**Correo Electrónico:** diana.lalama4252@utc.edu.ec  
**Tipo de Muestra:** Harina de palma combinada  
**Código de la Muestra:** Mca- 1779  
**Fecha de Recepción:** 07/07/2022

**Resultados Bromatológicos**

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	8.02	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	91.98	Cálculo
PROTEINA (%)	13.98	AOAC/ kjeldahl
FIBRA (%)	24.55	AOAC/Gravimetrico
GRASA (%)	9.29	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	10.90	AOAC/Gravimetrico
MATERIA ORGANICA (%)	89.10	Cálculo
CALCIO (%)	0.61	AOAC/Colorimétrico

**Resultados Microbiológico**

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	VLP*	METODO/NORMA
Aerobios Mesófilos	UFC/g.	10.42x10 <sup>2</sup>	< 1000000	Petriefilm AOAC990.12
E. Coli	UFC/g.	Ausencia	<100	Petriefilm AOAC991.03
Estafilococos Aureus	UFC/g.	Ausencia	<10	Petriefilm AOAC997.02
Salmonella	UFC/g.	Ausencia	<1000	Petri film AOAC997,07

**Resultados Físicos**

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO/NORMA
Diametro Medio geométrico	μ	142,37	Granulometría/TMP
Densidad	g/l	789	Gravimetria /Densimetro
pH		5.69	Colorimetría

Elaborado el 27 de julio de 2022

  
Dra. Carmen Alvarez L.  
Responsable Técnico



### INFORMACION DEL SOLICITANTE

**Solicitado:** Srta. Diana Lalama S.  
**Dirección:** Ambato  
**Teléfono:** 0987870386  
**Correo Electrónico:** diana.lalama4252@utc.edu.ec  
**Tipo de Muestra:** Heces de aves Harina de Palmiste extracción por solvente  
**Fecha de Recepción:** 07/07/2022

### Resultados Bromatológicos

PARAMETRO	RESULTADO Rhe-1780	RESULTADO Rhe-1781	RESULTADO Rhe-1782	RESULTADO Rhe-1783	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	59.87	58.91	59.12	60.61	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	40.13	41.09	40.88	39.39	Cálculo
PROTEINA (%)	11.94	10.13	11.09	10.98	AOAC/ kjeldahl
FIBRA (%)	12.94	12.45	13.52	14.90	AOAC/Gravimetrico
GRASA (%)	7.39	5.38	6.02	6.29	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	13.89	19.77	29.57	19.08	AOAC/Gravimetrico
MATERIA ORGANICA (%)	86.11	80.23	70.43	80.92	Cálculo
CALCIO (%)	0.55	0.57	0.49	0.47	AOAC/Colorimétrico

Elaborado el 27 de julio de 2022



Dra. Carmen Álvarez L.  
**Responsable Técnico**





LABORATORIO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO BLENDE S.A.

[blendensa@yahoo.es](mailto:blendensa@yahoo.es)

*Trabajamos juntos para alcanzar sus objetivos*

**BLENDE S.A.**  
LABORATORIO QUÍMICO

#### INFORMACION DEL SOLICITANTE

**Solicitado:** Srta. Diana Lalama S.  
**Dirección:** Ambato  
**Teléfono:** 0987870386  
**Correo Electrónico:** [diana.lalama4252@utc.edu.ec](mailto:diana.lalama4252@utc.edu.ec)  
**Tipo de Muestra:** Heces de aves Harina de Palmiste extracción por presión mecánica  
**Fecha de Recepción:** 07/07/2022

#### Resultados Bromatológicos

PARAMETRO	RESULTADO Rhe-1788	RESULTADO Rhe-1789	RESULTADO Rhe-1790	RESULTADO Rhe-1791	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	55.97	57.83	62.88	58.71	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	44.03	42.17	37.12	41.29	Cálculo
PROTEINA (%)	9.06	10.05	11.02	12.27	AOAC/ kjeldahl
FIBRA (%)	13.46	16.04	17.11	15.38	AOAC/Gravimetrico
GRASA (%)	8.32	6.98	7.77	9.04	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	17.95	16.02	17.95	16.02	AOAC/Gravimetrico
MATERIA ORGANICA (%)	82.05	83.98	82.05	83.98	Cálculo
CALCIO (%)	0.62	0.55	0.63	0.59	AOAC/Colorimétrico

Elaborado el 27 de julio de 2022

Dra. Carmen Álvarez L.  
Responsable Técnico



---

**INFORMACION DEL SOLICITANTE**

**Solicitado:** Srta. Diana Lalama S.  
**Dirección:** Ambato  
**Teléfono:** 0987870386  
**Correo Electrónico:** diana.lalama4252@utc.edu.ec  
**Tipo de Muestra:** Heces de aves Harina de Palmiste extracción por presión mecánica  
**Fecha de Recepción:** 07/07/2022

**Resultados Bromatológicos**

PARAMETRO	RESULTADO Rhe-1784	RESULTADO Rhe-1785	RESULTADO Rhe-1786	RESULTADO Rhe-1787	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	58.72	59.77	60.01	59.66	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	41.28	40.23	39.99	40.34	Cálculo
PROTEINA (%)	9.34	12.03	11.87	11.23	AOAC/ kjeldahl
FIBRA (%)	14.38	14.55	15.01	13.85	AOAC/Gravimetrico
GRASA (%)	7.45	6.92	7.03	8.14	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	16.10	17.91	19.77	15.88	AOAC/Gravimetrico
MATERIA ORGANICA (%)	83.90	82.09	80.23	84.12	Cálculo
CALCIO (%)	0.51	0.49	0.57	0.63	AOAC/Colorimétrico

Elaborado el 27 de julio de 2022



Dra. Carmen Álvarez L.  
**Responsable Técnico**



**ANEXO 6. Aval de inglés**CENTRO  
DE IDIOMAS***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE HARINA DE PALMISTE UTILIZADO EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDE”**, presentado por: **Lalama Santamaría Diana Carolina**, estudiante de la Carrera de: **Medicina Veterinaria**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, septiembre del 2022

Atentamente,  
  
Mg. Marco Beltrán



**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
CI: 0502666514