



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

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

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

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**HARINA DE ALGARROBO (*PROSOPIS PALLIDA*) SOBRE LA
DIGESTIBILIDAD Y METABOLISMO *IN VIVO* EN POLLOS
BROILER EN ETAPA INICIAL**

AUTORES:

RICARDO JAVIER LÓPEZ MORA

JOSÉ ENRIQUE MORA DUEÑAS

TUTOR:

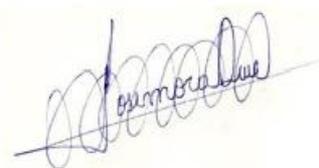
ING. EDMUNDO MARCELO MATUTE ZEAS, Mgtr.

CALCETA, JULIO DE 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

JOSÉ ENRIQUE MORA DUEÑAS con cédula de ciudadanía **0959161449**, y **RICARDO JAVIER LÓPEZ MORA** con cédula de ciudadanía **1313864421**, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **HARINA DE ALGARROBO (*PROSOPIS PALLIDA*) SOBRE LA DIGESTIBILIDAD Y METABOLISMO *IN VIVO* EN POLLOS BROILER EN ETAPA INICIAL** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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



JOSÉ ENRIQUE MORA DUEÑAS
CC: 0959161449



RICARDO JAVIER LÓPEZ MORA
CC: 1313864421

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

JOSÉ ENRIQUE MORA DUEÑAS con cédula de ciudadanía **0959161449**, y **RICARDO JAVIER LÓPEZ MORA** con cédula de ciudadanía **1313864421**, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **HARINA DE ALGARROBO (*PROSOPIS PALLIDA*) SOBRE LA DIGESTIBILIDAD Y METABOLISMO *IN VIVO* EN POLLOS BROILER EN ETAPA INICIAL** cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



JOSÉ ENRIQUE MORA DUEÑAS

CC: 0959161449



RICARDO JAVIER LÓPEZ MORA

CC: 1313864421

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. EDMUNDO MARCELO MATUTE ZEAS, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **HARINA DE ALGARROBO (*PROSOPIS PALLIDA*) SOBRE LA DIGESTIBILIDAD Y METABOLISMO *IN VIVO* EN POLLOS BROILER EN ETAPA INICIAL**, que ha sido desarrollado por Ricardo Javier López Mora y José Enrique Mora Dueñas, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



ING. EDMUNDO MARCELO MATUTE ZEAS

**CC: 0101301687
TUTOR**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **HARINA DE ALGARROBO (*PROSOPIS PALLIDA*) SOBRE LA DIGESTIBILIDAD Y METABOLISMO *IN VIVO* EN POLLOS BROILER EN ETAPA INICIAL**, que ha sido desarrollado por **RICARDO JAVIER LÓPEZ MORA** y **JOSÉ ENRIQUE MORA DUEÑAS**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. ELY F. SACÓN VERA, PhD.
CC: 1309117636
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

ING. ROSA I. GARCÍA PAREDES, MGTR
CC: 1310779044
MIEMBRO DE TRIBUNAL

ING. CARLOS A. JADÁN PIEDRA Ph.D
CC: 0102917952
MIEMBRO DE TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de la educación superior de calidad y en el cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día; a Dios por permitir que todas las metas que me propuse a inicio de la carrera se fueran cumpliendo con el pasar del tiempo; a mi papá, mamá, hermana y tías que me brindaron el apoyo emocional y económico para poder cumplir el objetivo, mención especial a la Ing. Katherine Looor que siempre estuvo dispuesta a brindar su ayuda, también a mi tutor el Ing. Edmundo Matute y al Dr. Ely Sacón que con su acompañamiento y conocimiento se consiguió llevar la investigación a buen puerto y a mis compañeros de clases con mención especial a Doménica y Jefferson que sin duda sin el apoyo de ellos en toda la carrera este sueño no podría hacerse realidad.

JOSÉ ENRIQUE MORA DUEÑAS

AGRADECIMIENTO

A Dios que me dio la vida y la fortaleza en toda mi etapa universitaria para poder alcanzar las metas. A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación de calidad y que en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día. Gracias a mis padres: Wilson (+) y Olga; a mi tía Sofía Mora, por ser los principales promotores de mi sueño, por confiar y creer en mis esperanzas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado. A nuestro tutor el Ing. Edmundo Matute Zeas, y a nuestra facilitadora Ing. Rossana Katherine Loor Cusme quienes con sus aportes valiosos en conocimientos nos guiaron en cada etapa del proceso investigativo. A nuestro tribunal de titulación, a cada una de las personas que colaboraron con información importante en las actividades en este trabajo de titulación.

RICARDO JAVIER LÓPEZ MORA

DEDICATORIA

Principalmente a Dios que me dio la vida y me dio el conocimiento y la fortaleza , gracias a sus bendiciones para seguir adelante , así mismo por haberme dado una maravillosa familia a quienes amo mucho, siempre han estado pendiente de mi apoyándome durante mi formación profesional , a mi madre Sra. Olga Solanda Mora Cobeña, luchadora servicial y muy honesta, siempre demostró su amor y cariño, la amo mucho, lo cual me ha enseñado a ser un hombre responsable con mis objetivos emprendidos y a luchar por ellos , a mi padre Sr. Wilson López que el cual desde lo más alto me ha dado fuerzas para seguir adelante y no desmayar en este proceso universitario , a mis hermanos Wilson , Alexis, Fernando y Christian López hombres trabajadores y luchadores quienes me apoyaron en cada momento los amo mucho , a mi novia Danna Intriago que siempre me brindó su apoyo incondicional también le quedo muy agradecido , así mismo a mis docentes al tutor y a el tribunal quienes dieron sus mejores conocimientos en este trabajo de investigación para obtener el título profesional.

RICARDO JAVIER LÓPEZ MORA

DEDICATORIA

A Dios que con su bendición me permitió culminar la carrera a pesar de las adversidades que se me presentaron, a mi padre que siempre me supo manifestar su apoyo y confianza, mi madre que siempre confió en mí y que de alguna u otra manera me brindó su apoyo emocional incluso estando lejos de mi hogar, a mi hermana Nicol y a mi novia Krysthel que sin duda alguna sin ellas no podría conseguir este logro, siendo pilar fundamental en todo el transcurso de la carrera; a mis tías que con su dedicación y esfuerzo hicieron de mí una mejor persona.

JOSÉ ENRIQUE MORA DUEÑAS

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	viii
CONTENIDO GENERAL.....	x
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xii
CONTENIDO DE FÓRMULAS.....	xii
CONTENIDO DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1 CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. HIPÓTESIS.....	5
2 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. ALGARROBO (<i>Prosopis pallida</i>).....	6
2.1.1. HARINA DE ALGARROBO	6
2.2. GRANULOMETRÍA.....	6
2.3. MAÍZ.....	7
2.4. POLLOS BROILER.....	7
2.4.1. POLLOS BROILER ETAPA INICIAL.....	7
2.5. DIGESTIBILIDAD <i>in vivo</i>	8

2.5.1. DETERMINACIÓN DE DIGESTIBILIDAD <i>in vivo</i>	8
2.5.2. MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD <i>in vivo</i>	9
2.6. METABOLISMO <i>in vivo</i>	9
2.7. PROTEÍNA METABOLIZABLE	9
2.8. PROTEÍNA DIGERIBLE	10
2.9. GRASAS.....	10
2.10. TOXICIDAD EN LOS PIENSOS DE BALANCEADO.....	10
3 CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	11
3.1. UBICACIÓN	11
3.2. DURACIÓN	11
3.3. MÉTODOS.....	11
3.3.1. EXPERIMENTAL	11
3.3.2. BIBLIOGRÁFICO.....	12
3.4. TÉCNICAS.....	12
3.4.1. TÉCNICA DE ANÁLISIS DE PROTEÍNA SOLUBLE EN SOLUCIÓN DE KOH AL 0.2 %	12
3.4.2. DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE TOXICIDAD	14
3.4.4. PRUEBA DE TOXICIDAD:.....	15
3.4.5. DETERMINACIÓN DE GRASAS POR EL MÉTODO BLIGH Y DYER.....	16
3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	16
3.6. VARIABLES A MEDIR	17
3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO	18
3.7.1. OBTENCIÓN DE HARINA DE ALGARROBO (<i>PROSOPIS PALLIDA</i>).....	18
3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	19
3.9. FACTOR EN ESTUDIO	19
3.9.1. NIVELES	20
3.10. TRATAMIENTOS.....	20
3.11. ESQUEMA DE ANOVA	20
3.12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	20
4 CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.3.1 TEST DE NORMALIDAD DE SHAPIRO WILK PARA PROTEÍNA SOLUBLE.....	23
5 CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
5.1. CONCLUSIONES	27
5.2. RECOMENDACIONES	27

BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXOS.....	35

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de proceso para obtención de harina de algarrobo.....	32
---	----

CONTENIDO DE FÓRMULAS

Fórmula 1. Determinación del porcentaje de solubilidad de proteína.....	25
Fórmula 2. Contenido de proteína soluble.....	25

CONTENIDO DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico de cajas y bigotes de Digestibilidad (g de proteína soluble) para los distintos porcentajes de harina de algarrobo.....	38
Gráfico 2. Medias marginales estimadas de Digestibilidad (g de proteína soluble).....	39

RESUMEN

La presente investigación tiene como principal objetivo determinar el porcentaje óptimo de harina de algarrobo para pienso alimenticio, considerando su digestibilidad y metabolismo in vivo en pollos broiler en etapa inicial. Se ejecutó un análisis de granulometría, grasa y proteína soluble a la harina de algarrobo; para la determinación de la digestibilidad in vivo se utilizó la técnica de análisis de proteína soluble en solución de KOH al 0.2% a las heces de los pollos durante 7 días consecutivos. Los análisis a la harina de algarrobo dieron como resultado 13.89 g de proteína, 3.28 g de grasa, toxicidad negativa y 98.8 g como valor de granulometría. Como resultado se evidenció que el tratamiento 1 (25% H.A-75% Maíz) tuvo menor porcentaje de proteína por parte de los pollos en comparación con el tratamiento 2 (50% H.A-50% maíz) y tratamiento 3 (75% H.A-25% maíz). Por otro lado, el testigo, que fue el tratamiento 4 (100% maíz) obtuvo un menor porcentaje de proteína excretada por los pollos en comparación con los demás tratamientos. Las diferentes combinaciones de harina de algarrobo y maíz, al compararlas frente al testigo no mostraron diferencias significativas. Además, el proceso que se utilizó presentó buenos resultados, pues en la harina no se evidenció sustancias tóxicas. En conclusión, se evidenció que, el metabolismo con la harina de algarrobo en pollos broilers en su primera etapa en el primer y segundo día fue mínimo y en los días posteriores la absorción fue determinante para demostrar que la harina de algarrobo en porcentajes menores o igual al 25% es un alimento funcional para considerarlo como pienso alimenticio.

PALABRAS CLAVE

Piensos alimenticios, proteína digerible, sustitución parcial, análisis fisicoquímicos.

ABSTRACT

The main objective of this research is to determine the optimum percentage of carob meal for feed, considering its digestibility and in vivo metabolism in broiler chickens in the initial stage. A granulometry, fat and soluble protein analysis was carried out on carob meal; for the determination of in vivo digestibility, the technique of soluble protein analysis in 0.2% KOH solution was used on broiler feces for 7 consecutive days. Carob meal analysis resulted in 13.89 g of protein, 3.28 g of fat, negative toxicity and 98.8 g as granulometry value. As a result, it was found that treatment 1 (25% H.A-75% corn) had a lower percentage of protein from the chickens compared to treatment 2 (50% H.A-50% corn) and treatment 3 (75% H.A-25% corn). On the other hand, the control, which was treatment 4 (100% corn) had a lower percentage of protein excreted by the chickens compared to the other treatments. The different combinations of carob meal and corn, when compared to the control, didn't show significant differences. In addition, the process used showed good results, since the meal didn't present toxic substances. In conclusion, it was evidenced that the metabolism with carob meal in broiler chickens in its first stage in the first and second day was minimal and in the following days the absorption was determinant to demonstrate that carob meal in percentages less than or equal to 25% is a functional food to be considered as feed.

KEYWORDS

Feedstuffs, digestible protein, partial substitution, physicochemical analyses.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Dentro de las políticas de globalización, se hace imperante que cualquier industria sea competitiva en diferentes aspectos, siendo de mayor importancia la relación costo/beneficio. En la industria avícola, una de las limitantes es la alimentación de las aves, debido a que representa entre el 75-80% del costo total de la producción, la implementación de nuevas materias primas está en auge dentro de la industria avícola (Rivas, 2013, p 13).

La avicultura es una industria reconocida a nivel mundial, en el Ecuador la explotación avícola se da en las tres regiones: costa, sierra y oriente, excepto en la región insular, siendo una de las carnes más utilizadas para la alimentación en nuestro país, (Aza y Proaño, 2016, p 123). Los pollos broiler, debido a su rápido crecimiento, son la especie con mayor demanda en el Ecuador, siendo ideal para la producción de carnes, por lo tanto, su alimentación debe ser de alta calidad, obteniendo así pollos con tamaño y peso adecuado en cortos plazos (Salas y Ureya, 2017, p 34).

El conocimiento de las exigencias nutricionales de las aves permitiría la utilización de materias primas que faciliten la reducción de los costos de producción sin afectar los resultados zootécnicos ni la calidad del producto. La proteína es un nutriente importante en la alimentación de aves, considerando que el propósito de la producción es una eficiente conversión del alimento en proteína muscular mediante la utilización óptima de energía contenida en los alimentos. Por otro lado, el exceso de proteína implica el catabolismo de los aminoácidos y la excreción como ácido úrico. De esta forma, en vez de ser utilizada para deposición en tejido es desviada para la excreción de nitrógeno (Gómez et al., 2011). Borges (2013)

La energía resulta del metabolismo de las aves y es utilizada para el mantenimiento de los procesos vitales como: respiración, mantenimiento de la temperatura corporal y flujo sanguíneo, por su parte, el desempeño de las aves tiene relación directa con el nivel de energía en la dieta (Santos et al., 2012).

Los insumos tradicionales utilizados en la producción de dietas para pollos, tienen la tendencia a elevar sus precios con regularidad, principalmente por la procedencia nacional insuficiente, (Andrade, 2019, p 54). En el Ecuador los costos de producción son elevados, las materias aumentan o disminuyen los precios y esto genera una pérdida en la rentabilidad, por esta razón, se le atribuye cada vez más importancia a la inclusión de subproductos agroindustriales, (Moreira y Parrales, 2019, p 9).

Los pollos de engorde o “broilers” comenzaron a criarse hace unos sesenta años, primero en los Estados Unidos y luego en Europa. El término “broiler” es aplicado a pollos y gallinas que han sido seleccionadas especialmente para rápido crecimiento, resistente a enfermedades y buena presentación física (Valdiviezo, 2012).

En el sector avícola los gastos en la alimentación constituyen el mayor valor de los costos totales de producción. Así, los nutricionistas han enfocado las investigaciones en las exigencias nutricionales de PB (proteína bruta) y EM (energía metabolizable) para la elaboración de dietas balanceadas con mayor rentabilidad sin afectar negativamente los parámetros zootécnicos ni la calidad de la carne de las aves (Arabi., 2015; Oliveira et al., 2011).

En la composición de la harina de algarrobo destaca la presencia de entre un 40-50% de azúcares, fundamentalmente fructuosa, glucosa y sacarosa. Contiene entre un 11-12% de proteína y minerales: hierro, calcio, magnesio, zinc, silicio, fósforo, potasio y bajo contenido de sodio, lo que la vuelve un insumo ideal para la elaboración de alimentos para pollos de engorde. Contiene antinutrientes como: saponina, hemaglutinina, inhibidor de tripsina, polifenoles, nitrato, oxalato, fitato, (González, Duarte, Patto y Picolo, 2018, párr. 4). Lo que hace de mucha importancia el proceso de transformar en harina con el propósito de reducir estos factores anti nutricionales que no influyan en el proceso de nutrición.

La harina de algarrobo presenta valores nutricionales ideales para ser utilizada en la alimentación de diferentes animales, la digestibilidad de la harina de algarrobo en bovinos es del 54% (Cabos, 2015, párr. 4), mientras que en avestruz y conejo se obtuvieron 56.7% y 49% respectivamente, (Rochina, 2016, p 48).

Según lo anteriormente expuesto y con el fin de resolver la problemática planteada, como lo es la necesidad de implementar harina de algarrobo como fuente para la alimentación de pollos Broilers en etapa inicial, se plantea la siguiente interrogante:

¿De qué manera influyen los porcentajes de harina de algarrobo (*Prosopis pallida*) sobre la digestibilidad y metabolismo *in vivo* en pollos broilers en etapa inicial?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación está dirigida a la implementación de harina de algarrobo como fuente de alimentación de pollos broiler en etapa inicial, usando diferentes dosificaciones y midiendo su digestibilidad.

El mercado avícola presenta una crisis económica por el uso variante de materias primas (Aza y Proaño, 2016, p 123). Razón por la cual se pretende estudiar el uso de la harina de algarrobo debido a que, está presenta buenos porcentajes nutricionales y bajo costo asequible que beneficiará al productor y al animal en su desarrollo y crecimiento. Dentro de una explotación avícola, la alimentación constituye cerca del 75% del total de los costos de producción, razón por la cual es imperante investigar nuevas alternativas sustentables para disminuir la dependencia de las materias primas tradicionales como la soya y el maíz, obteniendo una producción avícola rentable, (Rivas, 2013, p 13).

Las principales materias primas usadas para la elaboración de balanceado en el Ecuador son el maíz y la soya. El 43% de la soya es dirigida para la elaboración de alimentos avícolas (Pontes y Castellano, 2015, p 86). Esto presenta inestabilidad en el precio de esta materia prima por el mercado cambiante en el precio. Mientras que, la harina de algarrobo no presenta esta variable, y se puede conseguir dentro de nuestro país a un valor económico estable.

Por ello se buscan alternativas de menor costo como la harina de algarrobo para sustituir este tipo de materias primas en la producción de balanceados, reduciendo de manera significativa el costo de producción de alimento para aves y a su vez cubriendo parte de la demanda existente de materias primas de origen nacional (Sánchez., et al, 2020, párr. 5).

Por otra parte, la producción de harina de algarrobo en Ecuador ha incrementado en los últimos años, convirtiéndose en un negocio factible por sus diversos usos y su disponibilidad en los campos de la Costa de Ecuador, especialmente en la provincia de Manabí (Macías y Usca, 2017, p 106), además de sus valores nutricionales y poseer 11% de proteína, es una materia prima ideal para la producción de balanceado, a su vez, gracias a sus características organolépticas también se lo utiliza para elaboración de café y confiterías (Melo, Navarro, De la Cruz 2017, p 106).

Un factor a considerar en la implementación de nuevas materias primas, como base para la elaboración de balanceado es la capacidad que tiene cada materia prima en su digestibilidad y metabolismo. Santos, Williams y Ontaneda, manifiestan que la digestibilidad *in vivo* de pienso alimenticio para pollos Orpington en etapa de crecimiento a base de harina de algarrobo y harina de kamut fue del 52,78% (Santos, Williams y Ontaneda, 2020, párr. 7). La digestibilidad *in vivo* obtenida en la sustitución parcial de maíz por harina de algarrobo en la elaboración de balanceado para la alimentación de pollos broiler fue del 63,1% (Fuentes, 2017, p 45).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el porcentaje óptimo de harina de algarrobo factible para un pienso alimenticio considerando su digestibilidad y metabolismo *in vivo* en pollos broiler en etapa inicial.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer un procedimiento operativo para transformar la materia prima vegetal algarrobo en harina.
- Establecer los análisis fisicoquímicos y biológicos (granulometría, grasas y toxicidad) de la harina de algarrobo.
- Determinar el porcentaje de proteína metabolizable y digerible de harina de algarrobo, presente en las heces de pollos broiler en etapa inicial.

1.4. HIPÓTESIS

Los porcentajes de harina de algarrobo en un pienso alimenticio tendrán la digestibilidad y el metabolismo necesario para considerarlo como una fuente de nutrientes para los pollos broiler en etapa inicial.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ALGARROBO (*Prosopis pallida*)

Fruto procedente de especie arbórea de la familia de las leguminosas denominado como Algarrobo, originario del norte del Mediterráneo. Dicho árbol es común en el Ecuador, más específicamente en la provincia de Manabí, (Abreu, et al. 2018, párr. 4).

La semilla dentro de las vainas del algarrobo es lo que se conoce por “algarroba”, la cual es usada como materia prima de diferentes productos alimenticios, la algarroba es aplicada para la elaboración de café, chocolate, y confiterías, además de ser utilizada hacia la elaboración de harina para alimentación de aves y otros animales (Peñaloza, San Martín y Ara, 2019, p. 5).

2.1.1. HARINA DE ALGARROBO

Obtenida de la semilla del árbol “Algarrobo”, es utilizada como materia prima en diversos productos agroindustriales, como piensos alimenticios, entre otros. La harina de algarrobo se compone principalmente de carbohidratos (66.98%), proteínas (11.85%), grasas (3.2%), fibra (11.25%), ceniza (1.7%) y humedad (5.7%), (Boeri, et al. 2017, p 32).

Sus características nutricionales la convierten en una alternativa ideal para sustituir de forma total o parcial a materias primas como la soya. Debido a la alta demanda nacional y la disponibilidad de la semilla de algarrobo en el país se ha convertido en una opción rentable para su uso en elaboración de alimento para animales, (Álamo, 2018).

2.2. GRANULOMETRÍA

Es el estudio de la distribución estadística de los tamaños de una colección de elementos de un material sólido fraccionado o de un líquido multifásico. El análisis granulométrico es el conjunto de operaciones cuyo fin es determinar la distribución del tamaño de los elementos que componen una muestra, (Dussán, Hurtado y Camacho, 2019, párr. 9).

El análisis granulométrico y propiedades físicas y funcionales en las harinas son primordiales para la industria alimenticia, debido a que facilita la estandarización y proceso de productos, identifica los requisitos de la materia prima y los parámetros legales respecto al tamaño de las partículas, (Bezerra, et al. 2018, párr. 3).

2.3. MAÍZ

El maíz es el ingrediente alimenticio más importante en aves y proporciona aproximadamente 65% de la energía y 20% de la proteína en las dietas (Ojeda, 2016, párr. 4), principalmente en la alimentación de pollos de engorde se utiliza maíz molido. En la etapa inicial de pollos broiler, se debe alimentar al ave 5 veces al día (Arbor Acres, 2009, p.12). El consumo diario aproximado de maíz molido se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Consumo diario de maíz molido de pollos broiler en etapa inicial

Pollo Broiler en Etapa Inicial		
Días	Temperatura (°C)	Consumo diario (gr)
1-3	32-34	35-42
4-7	30-32	50-63
8-14	28	70-95

Fuente: (Arbor Acres, 2009, p.12).

2.4. POLLOS BROILER

Broiler hace referencia a una variedad de pollo desarrollada específicamente para la producción de carne. Los pollos de tipo broiler se alimentan especialmente a gran escala para la producción eficiente de carne y se desarrollan mucho más rápido que un huevo de otra variedad con un propósito dual (huevos + carne), (Borja, 2016, p 87).

2.4.1. POLLOS BROILER ETAPA INICIAL

El manejo de broilers en esta fase se convierte en un aspecto crucial en la cría industrial. Este periodo varía en cuanto a número de días dependiendo del sistema de manejo, pero de forma generalizada se consideran aproximadamente los primeros 14 días de vida de las aves, (Díez, 2020, párr. 2).

Los pollos en la primera semana de vida deberán multiplicar su peso aproximadamente por cuatro veces y media, para lograrlo, es fundamental que comiencen a alimentarse rápidamente. Además, un rápido inicio en la ingesta y un consumo elevado tienen un efecto positivo en la reabsorción del vitelo, (Andrade, et al. 2017, p. 8).

A su vez, la ingesta se ve favorecida por un pienso de buena calidad con unas adecuadas características fisicoquímicas. Además, durante la recepción, y también los primeros días de vida. Para verificar la correcta alimentación en la recepción, se debe comprobar que a las 24 horas más del 90% de los pollitos tenga el buche lleno. Este es un punto importante del manejo de broilers en la fase de inicio. (Díez, 2020, párr. 4).

2.5. DIGESTIBILIDAD *in vivo*

La digestibilidad es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Comprende dos procesos, la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino (FAO, 2015, párr. 2).

La digestibilidad constituye un indicador de la calidad de la materia prima que a veces varía notablemente, de una especie a otra, por lo que se deberían esperar valores muy distintos en las especies carnívoras, herbívoras u omnívoras (Marquéz, 2017, p 34).

2.5.1. DETERMINACIÓN DE DIGESTIBILIDAD *in vivo*

Es esencialmente el establecimiento de un balance apropiado entre los nutrientes que entran a partir de los alimentos y de los que salen a través de las heces (FAO, 2002, párr. 7).

2.5.2. MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD *in vivo*

- El método de recolección total consistente en la recolección cuantitativa de las heces emitidas que corresponden a uno o muchos alimentos, (FAO, 2002, párr. 7).
- El método con indicador que ha sido desarrollado para obviar los problemas de la recolección cuantitativa usando un marcador inerte indigerible; el marcador más frecuente usado es el óxido crómico, que es incorporado al alimento y luego analizado en él y en las heces, (FAO, 2002, párr. 7).

2.6. METABOLISMO *in vivo*

El metabolismo es el conjunto de transformaciones bioquímicas, catalizadas por enzimas, que sufren las moléculas nutrientes y que tienen lugar en las células vivas (Lucentini, 2019). A su vez Moreno (2017) señala que *In vivo* (latín: dentro de lo vivo) significa “que ocurre o tiene lugar dentro de un organismo”. En ciencia se refiere a experimentación hecha dentro o en el tejido vivo de un organismo vivo, por oposición a uno parcial o muerto. Pruebas con animales y los ensayos clínicos son formas de investigación *in vivo*.

2.7. PROTEÍNA METABOLIZABLE

El concepto de proteína metabolizable se refiere a la proteína verdadera absorbida como aminoácidos a nivel intestinal y que es suplida por la proteína microbiana, por la proteína endógena y por la proteína de la dieta que escapa la degradación en el rumen (proteína de sobrepaso) (Elizondo, 2020).

Esta posee dos componentes: proteína verdadera microbiana digestible (sintetizada por los microorganismos del rumen) y proteína del alimento que no fue degradada a nivel ruminal pero sí es digestible en el intestino delgado. (Castillo, 2018).

2.8. PROTEÍNA DIGERIBLE

Según CONAVE (2019) hace referencia a la facilidad con la que son convertidas en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición, aquellas provenientes de alimentos de origen animal tienen una mayor digestibilidad que las de origen vegetal.

2.9. GRASAS

Las grasas ejercen multitud de funciones biológicas en el organismo: son aislantes, forman parte de las membranas celulares, regulan procesos celulares (precursores de sales biliares y de hormonas esteroideas) y sirven de vehículo para la ingesta de vitaminas liposolubles (A, E, D, K), entre otras (Roper, 2019).

Por otra parte, Céspedes (2018) indica que la determinación del contenido de grasas permite conocer el grado de extracción de la harina. Las grasas de la harina proceden de los residuos de las envolturas y de partículas del germen. Mientras mayor sea su contenido en grasa más fácilmente se enranciará.

2.10. TOXICIDAD EN LOS PIENSOS DE BALANCEADO

La contaminación de granos por micotoxinas es común, las micotoxinas son ingeridas con los alimentos o forrajes contaminados directa o indirectamente (Castro., et al, 2015).

Las micotoxinas son compuestos tóxicos producidos por una serie de hongos que atacan los cultivos en campo, principalmente de cereales, leguminosas, frutos secos, frutas y hortalizas en condiciones favorables de temperatura y humedad. Las micotoxinas, al ser compuestos termoestables y resistentes, persisten tras los procesos de secado, molienda y procesado de los alimentos procedentes de los cultivos, entrando así en la cadena alimentaria (Elika, 2018).

La capacidad específica que posee un agente químico, es capaz de producir efectos adversos sobre un sistema biológico. La mayoría de las sustancias químicas conocidas tienen potencial de ocasionar lesiones o incluso la muerte si se encuentran en cantidades importantes (Giannuzzi, 2020).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

Esta investigación se desarrolló en las instalaciones de los Talleres de Procesos de Harinas y Balanceados y Laboratorio de Bromatología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL) ubicada en el sitio El Limón en la ciudad de Calceta, cantón Bolívar provincia de Manabí-Ecuador con las siguientes coordenadas: Latitud 0°49'38" sur; longitud 80°11'13" oeste, con una altitud de 22 m.s.n.m (Google Earth, 2021).



Fuente. (Google Earth, 2021)

3.2. DURACIÓN

El presente trabajo tuvo una duración de 29 semanas desde abril hasta octubre del 2022.

3.3. MÉTODOS

3.3.1. EXPERIMENTAL

Se determinó el porcentaje óptimo de harina de algarrobo suministrada a pollos broiler en etapa inicial para evaluar el efecto de esta dieta en su digestibilidad y metabolismo *in vivo*.

3.3.2. BIBLIOGRÁFICO

Este trabajo recopiló información sobre: harina de algarrobo, digestibilidad y metabolismo *in vivo*, piensos alimenticios, proteína digerible y pollos broiler en etapa inicial, cabe recalcar que dicha información fue basada en artículos científicos, libros, revistas y fuentes de internet. Este trabajo se realizará únicamente de trabajos reconocidos, según Gómez Luna et al. (2014) los trabajos reconocidos son aquellos documentos que fueron revisados cuidadosamente por expertos antes de ser publicados.

3.4. TÉCNICAS

3.4.1. TÉCNICA DE ANÁLISIS DE PROTEÍNA SOLUBLE EN SOLUCIÓN DE KOH AL 0.2 %

Se utilizó una muestra de harina de algarrobo en contacto con el hidróxido de potasio estandarizada y agitada por un tiempo se podrá determinar y valorar el sobrenadante solubilizado proteico en diferencia de la proteína cruda total, (Arizaty y Boneila, 2011, p. 87).

Para determinar el porcentaje de proteína soluble se aplicarán las fórmulas [1] y [2]:

$$\%S = \frac{\text{Consumo de } H_2SO_4 * N(1.4) * Vol. KOH}{Pm(1.5g)} \times 6.25 \quad [1]$$

$$PS = \frac{\%S}{\%PT} \times 100 \quad [2]$$

Donde:

% S= porcentaje de solubilidad de proteína

PS= proteína soluble

PT= proteína total

Pm= peso de la muestra

- **PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

Moler la harina, en un molino de cuchillas con criba de 8,5 mm. Hasta obtener aproximadamente 100g.

PROCEDIMIENTO

1. Pesar 1.5 g de muestra sólida y ponerla en una fiola de 250 c.c con agitador.
2. Adicionar 75 c.c de solución de KOH 0.2% medidos con bureta.
3. Poner en agitación durante 20 minutos.
4. Cumplido el tiempo de agitación, pasar la mezcla a los tubos centrífugos y centrifugar por 15 minutos.
5. Coger 10 c.c del sobrenadante con pipeta graduada y colocar en el balón kjeldalh.
6. Proceder de igual manera que para la determinación de proteína total.

PROCEDIMIENTO

1. Pesar de 0.5 a 2g muestra en papel filtro, doblar y poner dentro del balón kjeldahl.
2. Agregar el catalizador; 2 pastillas kjeldahl.
3. Adicionar 25 c.c de ácido sulfúrico p.a. al 95%
4. Colocar a digerir calentando gradualmente, (prender el extractor de gases)
5. La digestión dura de 45 minutos a 1 hora, se determina el final del proceso cuando la muestra presenta un color limpio y claro.
6. Una vez terminada la digestión sacar el balón para enfriar, mientras se enfría poner en un matraz de 500 c.c., 75 c.c de ácido bórico y adicionar un cc de indicador mixto.
7. Colocar en el condensador, el matraz con el ácido bórico, para recoger el destilado, asegurándose que la manguera o al final del condensador quede sumergido en el ácido.
8. Agregar a la muestra digerida 200 cc de agua destilada y mezclar bien.
9. Adicionar 3 a 4 granallas de Zinc para controlar la ebullición y seguido agregar 100 c.c de hidróxido de sodio al 33%.
10. Inmediatamente conectar el balón a la trampa con el condensador y mezclar cuidadosamente antes de empezar la destilación.
11. Se debe recoger aproximadamente 175 ml, la destilación suele durar 30 minutos, a partir de la condensación de primera gota.
12. Terminada la destilación titular el destilado con ácido/sulfúrico 0.5 N hasta cambio de color (azul a rojo) persistente.

3.4.2. DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE TOXICIDAD

Se realizó un ensayo biológico para determinar en condiciones específicas el poder hemoaglutinante del material en prueba, considerando a esté como el límite inferior de toxicidad causado por elementos de reacción alérgica referencia método Dr. Daniel Sautchuk (Cervantes y Castillo, 2011, p. 123).

- **PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:**

- **SEMILLAS:**

1. Moler los granos lo más finamente posible en un mortero, aproximados 10g de muestra.
2. Pesar 5g y poner en cartucho de extracción y cubrir con algodón hidrófilo.
3. Realizar la extracción con éter etílico por 8 horas.
4. Retirar el cartucho y poner a secar al ambiente.
5. Poner la muestra desgrasada en un papel limpio y secar al ambiente por más de 1 hora.
6. Moler finamente, de tal forma que pase la criba de 0,5 mm.

- **EXPELLER, HARINA Y ALIMENTOS BALANCEADOS:**

1. Moler la muestra por una criba de 0.5 mm.
2. Pesar aproximadamente 10g de muestra y poner en un cartucho de extracción y cubrir con algodón hidrófilo.
3. Extraer con éter etílico durante 4 horas.

- **PREPARACIÓN DE LA SUSPENSIÓN DE HEMOGLOBINAS:**

1. Colocar 10 ml de sangre en un tubo centrífugo y centrifugar por 5 minutos a 2.000/2.500 rpm.
2. Retirar con una pipeta el líquido sobrenadante y adicionar suero fisiológico hasta el volumen inicial.
3. Redispersar las hemoglobinas por agitación y centrifugar como antes mencionado.
4. Retirar el líquido sobrenadante y repetir por más de 2 veces el lavado con suero y centrifugación.
5. Dispersar finalmente las hemoglobinas en suero fisiológico en 10 veces su volumen.

- **CANTIDAD DE MUESTRA PARA EL ANÁLISIS:**

El peso de la muestra es variable en relación al contenido de ricina del material:

1. 0,5g + - 0,005 para semilla
2. 1,0g + - 0,01 por expeller
3. 2,0g + - 0,01 para harina cruda
4. 4,0g + - 0,05 para harina desintoxicada
5. 5,0g + - 0,05 para alimentos balanceados

3.4.4. PRUEBA DE TOXICIDAD:

1. Colocar en un estante 10 tubos de ensayo de 10 ml numerados seguidamente.
2. Dejar el tubo #1 vacío.
3. Pipetear 0,5 ml de suero fisiológico en cada tubo a partir del #2.
4. Pipetear al tubo #1 exactamente 0,5 ml del extracto proteico.
5. Pipetear al tubo #2 otros 0,5 ml del extracto proteico y mezclar bien.
6. Retirar con la misma pipeta, 0,5 ml de la dilución del tubo #2 y pasarla al tubo #3.
7. Continuar la dilución y pasar así mismo hasta el tubo #10, eliminando los 0,5 ml retirados de este.
8. Pipetear a cada tubo inclusive al #1. 0,5 ml de la suspensión de hemoglobinas.
9. Mezclar cuidadosamente y dejar en descanso por 5 minutos exactos.
10. Centrifugar a 2.000/2.500 rpm exactamente por 2 minutos.
11. + = **aglutinación** fácilmente redispersable en partículas finas, y más visibles.
 - a. = simple dispersión, necesitando una lupa para verificar la presencia de partículas aglutinadas cuando se agita.

12. El tubo contiene la mayor concentración de extracto, clasificado como + es considerado como “positivo”.

13. El tubo clasificado como – es considerado como “negativo”

3.4.5. DETERMINACIÓN DE GRASAS POR EL MÉTODO BLIGH Y DYER.

Procedimiento:

1. Se pesa el tubo de ensayo y se tara la balanza
2. Se pesa la muestra y se adiciona 4 ml de metanol, 2 ml de cloroformo y 1,6 ml de agua destilada.
3. Se agita por 30 minutos, el cloroformo arrastra la grasa al fondo en la mitad queda la celulosa y proteínas y en la parte superior queda en metanos con el agua.
4. Se agrega 2ml de cloroformo y 2ml de ml de agua destilada.
5. Se agita y se agrega 1 pizca de cloruro de sodio para quebrar la emulsión
6. Se lleva a centrifugar a 3000 RPM por 5 minutos.
7. Se retira el sobrenadante de solución y se filtra para obtener la grasa.
8. Se taran las cajas Petri, luego se toman 2ml de solución de la muestra.
9. Se lleva a la estufa a 120°C por 10 minutos. Para evaporar el cloroformo.
10. Pesamos la caja petri y anotamos las diferencias.

3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada tratamiento estará constituido por 10 pollos en etapa inicial ubicados en galpones independientes (1 galpón por cada tratamiento) del cual, se tomarán 1 muestra diaria por cada galpón, se realizarán análisis de proteína soluble y grasas al final de la etapa inicial, necesitando 40 pollos broiler para este estudio.

Tabla 2. Consumo diario de maíz/harina de algarrobo

	Unidad experimental 1	Unidad experimental 2	Unidad experimental 3	Unidad experimental 4
DÍAS	(100% maíz) (testigo) (g)	(75% maíz) (25% harina de algarrobo) (g)	(50% maíz) (50% harina de algarrobo) (g)	(25% maíz) (75% de harina de algarrobo) (g)
	T4	T3	T2	T1

1	630	472,5	157,5	315	315	157,5	472,5
2	630	472,5	157,5	315	315	157,5	472,5
3	630	472,5	157,5	315	315	157,5	472,5
4	630	472,5	157,5	315	315	157,5	472,5
5	630	472,5	157,5	315	315	157,5	472,5
6	630	472,5	157,5	315	315	157,5	472,5
7	630	472,5	157,5	315	315	157,5	472,5
Total	4 410 Maíz	3075 maíz	1025 H. algarrobo	2205 maíz	2205 H. algarrobo	1025 maíz	3075 H. algarrobo

Fuente. Elaborado por los autores

3.6. VARIABLES A MEDIR

Las variables por medir son las siguientes:

- a) Digestibilidad y metabolismo proteico *in vivo*

3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO

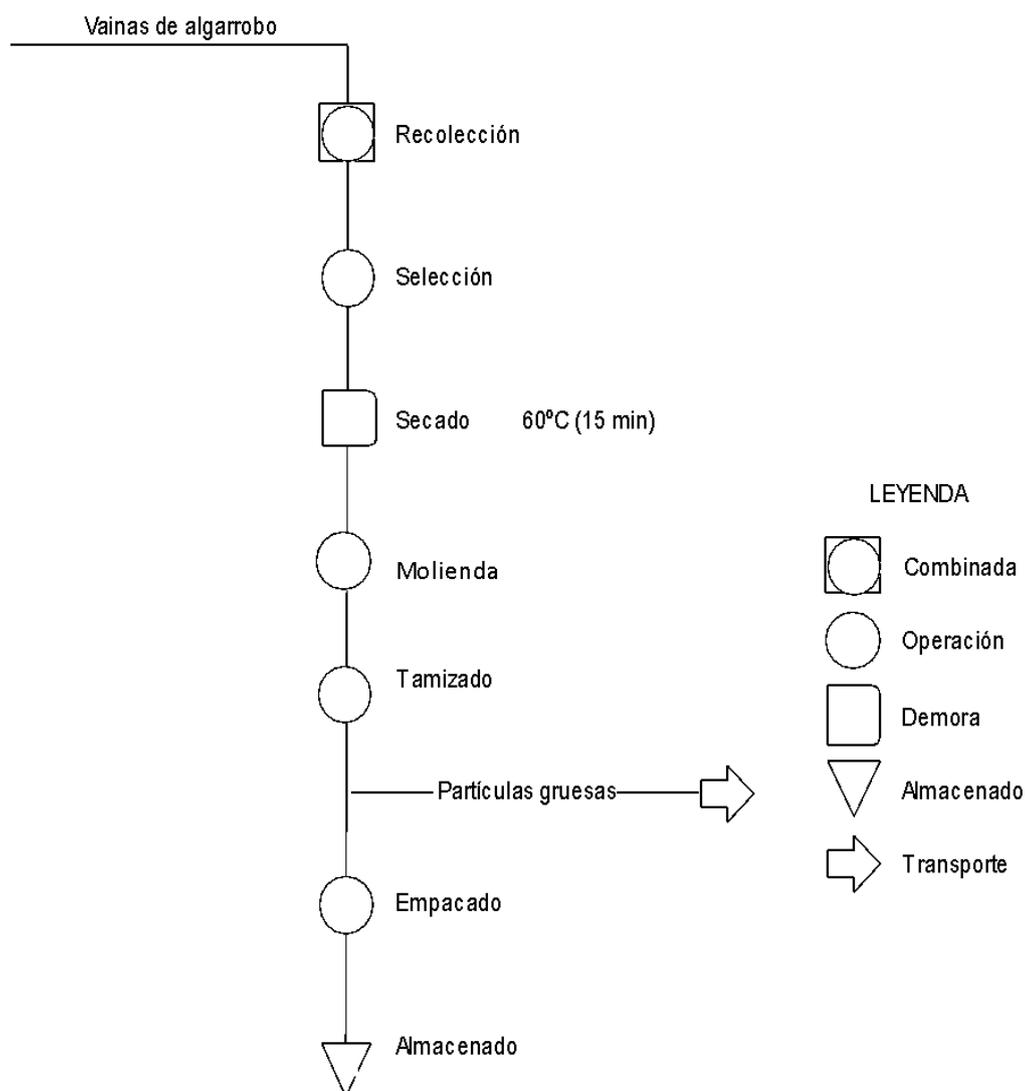


Figura 1. Diagrama de proceso para obtención de harina de algarrobo

3.7.1. OBTENCIÓN DE HARINA DE ALGARROBO (*PROSOPIS PALLIDA*)

Recolección: La recolección de la materia prima se realizará en la carrera de medicina veterinaria de la ESPAM MFL.

Selección: Se seleccionarán las vainas de algarrobo (*Prosopis Pallida*) en buen estado físico (vainas que no estén fragmentadas) para evitar que se presenten alteraciones en la elaboración de la harina.

Secado: Se colocaron 6,2 kg de vainas de algarrobo (*Prosopis pallida*) en una estufa marca TERMALIMEX, Model: COA 1004 con un voltaje de 230 V-60 Hz, a una temperatura de 60° C por un tiempo de 15 minutos para así eliminar la toxicidad presente en la vaina de algarrobo que posteriormente se comprobará mediante un análisis de toxicidad a la harina de algarrobo, también se efectúa el secado para facilitar el manejo en el proceso de molienda.

Molienda: Dicho proceso se realizó en un molino manual marca: CORONA con la finalidad de moler la vaina de algarrobo ya antes secada para reducir el tamaño y convertir la vaina en harina.

Tamizado: El tamizado se lo realizó manualmente con un tamiz de 1,8 mm para reducir el tamaño de la partícula de la harina debido a que el producto se les suministró a pollos broiler en etapa inicial y esto ayudará a un mejor consumo por parte del animal.

Empacado: Para el empacado se lo efectuó en sacos de papel con capacidad para 15 kg con el propósito de que la harina de algarrobo se conserve de una mejor manera.

Almacenado: Se lo ejecutará en el Taller de Harinas y Balanceados de la ESPAM MFL a una temperatura ambiente con ayuda de pallets para conservar la harina de forma adecuada.

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Esta investigación fue de tipo experimental orientada a un DBCA en arreglo unifactorial y para cada tratamiento se realizó 7 réplicas.

3.9. FACTOR EN ESTUDIO

El factor en estudio que se empleó para este estudio harina de algarrobo (*Prosopis pallida*) sobre la digestibilidad y metabolismo *in vivo* en pollos broiler en etapa inicial fue:

FACTOR A: Proporción de harina de algarrobo y proporción de maíz molido.

3.9.1. NIVELES

a_1 = 25% harina de algarrobo/75% maíz

a_2 = 50% harina de algarrobo/50% maíz

a_3 = 75% harina de algarrobo/25% maíz

a_4 (testigo)= 100% maíz

3.10. TRATAMIENTOS

Tabla 3. Tratamientos

Tratamientos	Porcentajes de inclusión de harina de algarrobo
T1= a_1b_1	25% harina de algarrobo
T2= a_2b_2	50% harina de algarrobo
T3= a_3b_3	75% harina de algarrobo
(Testigo)	100% maíz

3.11. ESQUEMA DE ANOVA

El esquema de ANOVA que se emplea para el factor en estudio se describe a continuación.

Tabla 4. Esquema de ANOVA en DBCA

FUENTE DE VARIACIÓN	gl (Grado de libertad)
Tratamiento	3
Bloque	6
Error	18
Total	27

3.12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se utilizó el programa estadístico SPSS versión 21 (libre) y se realizarán las siguientes pruebas:

- Se realizó los supuestos del ANOVA: normalidad, independencia y homocedasticidad, en el caso de cumplir se aplicó lo que indica el literal b. Caso contrario se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

b) Se empleó ANOVA paramétrico en el caso de existir diferencia estadística.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para poder dar cumplimiento al primer objetivo se estableció el diagrama de procesos con su respectiva descripción del mismo (ver Figura 1) el cual da inicio con el proceso de recolección de la materia prima que se lo realizó en la Carrera de Medicina Veterinaria de la ESPAM MFL, después de eso se llevó a cabo el proceso de selección que consiste en escoger las vainas de algarrobo en buen estado físico (vainas que no estén fragmentadas). Luego se pasó a una estufa para así eliminar la toxicidad presente en la vaina de algarrobo, inmediatamente se pasó las vainas de algarrobo ya secadas a un molino manual con la finalidad de moler la vaina de algarrobo para reducir el tamaño y convertir la vaina en harina. Posterior a eso, se tamizó con un cedazo de 1,8 mm, se escogió este tamaño para facilitar su ingesta, pues se suministró a pollos broiler en etapa inicial. Para finalizar se empacó la harina de algarrobo en sacos de papel para su posterior almacenamiento a temperatura ambiente.

A continuación, se presentan los resultados de los análisis a la harina de algarrobo.

Tabla 5. Resultados de análisis de granulometría, grasas, proteína y toxicidad a la harina de algarrobo

Nº	Análisis	Resultado
1	Proteína	13.89%
2	Grasas	3.28%
3	Toxicidad	Negativo
4	Granulométrico	98.8%

El valor obtenido en el análisis de grasa fue de 3.28% en la harina de algarrobo en los 100g que se estudiaron. Haciendo referencia a lo antes mencionado, Gusqui (2016) reportó que el algarrobo es un fruto muy bajo en grasas, entre el 1 a 3%; el mismo autor expresa que estas grasas son de gran calidad, ácidos grasos indispensables que el organismo no puede fabricar, como el ácido linoleico y el ácido oleico. Mientras que Rochina (2016) evidencia que en el análisis proximal realizado a la harina de algarrobo presentó un contenido de grasa de 3.2%; es importante mencionar que, cuando se trabaja con un nivel de 3% de grasa es suficiente para lograr un buen crecimiento en animales rumiantes.

Por otro lado, el análisis de toxicidad fue realizado de manera cualitativo por el método del Dr. Daniel Sautchuk, evidenciando la no presencia de componentes tóxicos en la harina de algarrobo. Al igual que Espinoza (2016) manifiesta que en la determinación del índice de toxicidad por el método de "DANIEL SAUTCHUK" de la muestra de harina de algarroba se observó que no existió aglutinación y la dispersión fue total, indicando la negatividad en la prueba de toxicidad realizada; dato que presenta igualdad al estudio de toxicidad de la harina de algarrobo de esta investigación.

El análisis de granulometría presenció que la mayor cantidad de harina de algarrobo se encontró en el tamiz de 600 μm con un valor de 98.8% del 100% de su totalidad. Con esta medida se trabajó para suministrarla a pollos broiler en etapa inicial con la mezcla de maíz molido, teniendo en cuenta que, los pollos en su etapa inicial (máximo 6 a 7 días de nacidos) deben consumir alimentos en forma de piensos que tengan una medida menor a 680 μm para que puedan ser consumidos correctamente sin causar complicaciones en sus vías respiratorias o digestivas; así lo afirma Pérez (2022) en su investigación indicando que trabajando con estas medidas se obtiene un mejor peso y facilidad al momento de ser consumido el alimento por parte de los pollos.

Por otro lado, Aguilar (2019) indica que, los alimentos o piensos para pollos deben ser elaborados en máquinas que formen los pallets, pues de esta manera se logra un mejor consumo del balanceado a diferencia del harinado; esto difiere con nuestra investigación ya que usamos un alimento harinado, aunque se puede usar, pero se recomienda por el otro método.

4.3.1 TEST DE NORMALIDAD DE SHAPIRO WILK PARA PROTEÍNA SOLUBLE

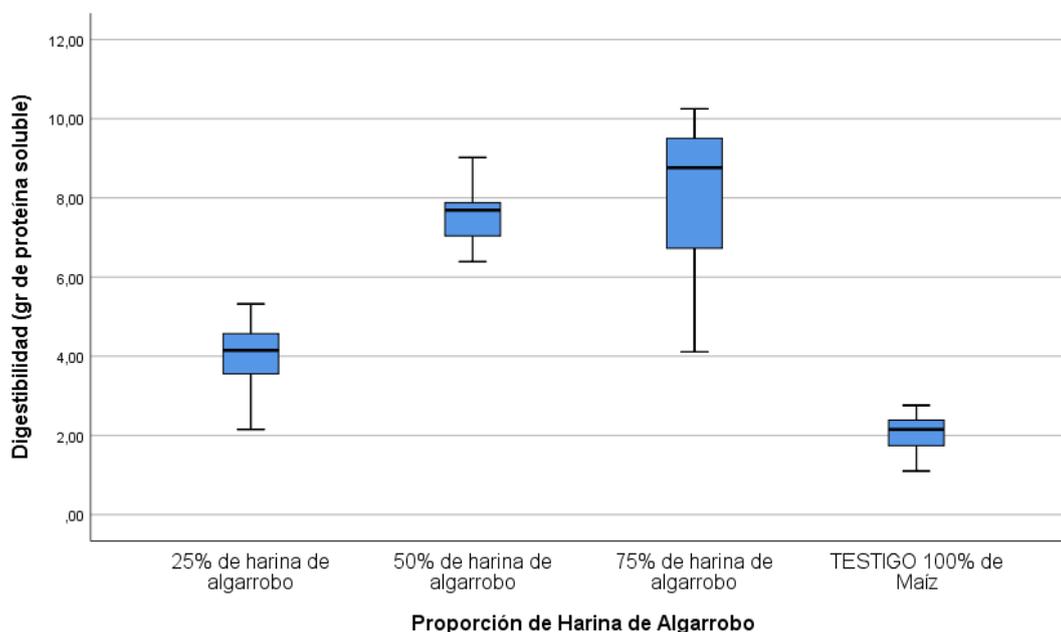
Para las variables en estudio se realizó el test de shapiro-Wilk (ver tabla 6) donde se puede evidenciar que la variable digestibilidad (g de proteína soluble) en cada una de las proporciones de harina de algarrobo no mostraron diferencia significativa, esto es evidencia que no puede rechazarse la Hipótesis de Normalidad.

Tabla 6. Prueba de normalidad a muestras de proteína soluble.

	Proporción de Harina de Algarrobo	Shapiro-Wilk		
Digestibilidad (g de proteína soluble)	25% de harina de algarrobo	,956	7	,783
	50% de harina de algarrobo	,927	7	,523
	75% de harina de algarrobo	,894	7	,295
	TESTIGO 100% de Maíz	,973	7	,919

Al no existir diferencia significativa entre los tratamientos, como se puede evidenciar en los distintos gráficos de dispersión (ver anexos 6, 7, 8, 9) para los diferentes tratamientos, los puntos que se observan representan los 7 días evaluados los cuales se pueden distinguir que la dispersión es mínima con referencia hacia a la línea de tendencia, esto es producto de que todos los tratamientos son iguales estadísticamente hablando.

Como se puede observar en el gráfico 1, T1 indica que la mediana central está en el valor de 4,1% de proteína con tendencia hacia 2,1, donde están la mayor parte de datos agrupados, demostrando que en comparación con el testigo es el mejor tratamiento debido a que el tratamiento 2 (50% de harina de algarrobo) y el tratamiento 3 (75% de harina de algarrobo) presentaron mayor cantidad de proteína excretada a comparación con testigo, haciendo referencia a lo expresado anteriormente a mayor presencia de proteína en las heces en estudio es menor la



absorción por parte de los pollos indicando que a mayor cantidad de harina de algarrobo es menor el aporte de proteína hacia las aves.

Gráfico 1. Gráfico de cajas y bigotes de Digestibilidad (g de proteína soluble) para los distintos porcentajes de harina de algarrobo

Por otra parte, Rivas (2013) citado por (Moreira y Parrales, 2019) afirma que la adición de harina de algarrobo con niveles mayores a 50% no cubren los exigencias energéticas y nutricionales en pollos de engorde Cobb 500 de la primera a sexta semana, debido a que este insumo tiene un excelso porcentaje de fibra lo que produce una baja absorción de los nutrientes y puede desencadenar una complicación de tránsito rápido en las aves, mientras que para niveles contiguos al 25% alcanzan una ganancia de peso similar a dietas convencionales. Así mismo Rivas (2013) en su investigación expresa que el tratamiento con menor contenido de harina de algarrobo T2 (75% maíz- 25 harina de algarrobo) obtuvo un mejor incremento de peso en comparación con el testigo, el mismo autor exterioriza que esto se debe al elevado porcentaje de fibra cruda presente en la harina de algarrobo, lo que no permite una buena absorción de los nutrientes.

Como se puede evidenciar en el gráfico 2 se demuestra que el tratamiento 1 (25% H.A-75% Maíz) tiene menor porcentaje de proteína expulsada por parte de los

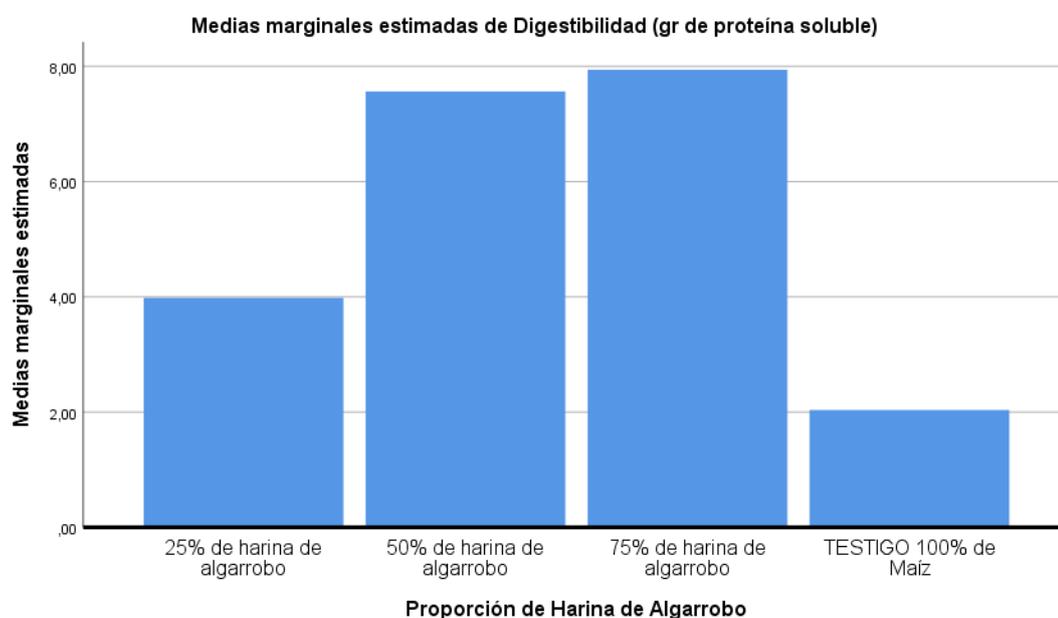


Gráfico 2. Medias marginales estimadas de Digestibilidad (g de proteína soluble)

pollos en comparación con el T2 (50% H.A-50% Maíz) y T3 (75% H.A-25% Maíz). Por otro lado, el T4 testigo (100% maíz) obtuvo un menor porcentaje de proteína excretada por los pollos a comparación de los demás tratamientos que incluían harina de algarrobo.

En la tabla 7 se observa que la media del tratamiento 1 fue de 3,98 siendo el valor más bajo en comparación con el tratamiento 2 y 3 que contenían harina de algarrobo en un 50% y 75% respectivamente, mientras que el tratamiento 4 considerado como el testigo, obtuvo el valor de media más bajo (2, 03) de expulsión de proteína el cual es el más semejante con el T1.

Tabla 7. Tabla de estadísticos valores medios (\bar{x}) y desviación estándar (SD) del contenido proteico.

Tratamientos	Descriptivo	Estadístico	X	SD
T1	25% H.A-75% Maiz	$\bar{x} \pm SD$	3,9814	1,032
T2	50% H.A-50% Maiz	$\bar{x} \pm SD$	7,5629	0,885
T3	75% H.A-25% Maiz	$\bar{x} \pm SD$	7,94	2,27
T4(testigo)	100% Maiz	$\bar{x} \pm SD$	2,03	0,56

Los resultados obtenidos de la tabla 7 pertenecen a los datos alcanzados en los análisis de proteína soluble ya reemplazados en la fórmula 1 y 2 de la técnica de proteína soluble en solución de KOH al 0.2 %.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El proceso que se utilizó, el tiempo establecido de secado y la temperatura óptima de la misma facilitó la obtención de una harina de calidad en cuanto a la ausencia de sustancias tóxicas pues presentó buenos resultados en lo que se refiere a la eliminación de los taninos que se encontraban en las vainas de algarrobo, el cual se corroboró mediante análisis toxicológico realizado en el Laboratorio de Bromatología de la Carrera de Agroindustria de la ESPAM MFL.
- Los análisis físico químicos determinaron la conservación de los valores nutricionales como proteína, grasas y carbohidratos de la harina de algarrobo, además la influencia de la temperatura en el proceso de degradación de la toxicidad presente en las vainas por otra parte la temperatura no influyó en la degradación de los demás factores nutricionales debido a que los valores de los análisis antes mencionados son cercados a los presentados por varios autores.
- Al realizar las pruebas *in vivo* del metabolismo de la harina de algarrobo en pollos broiler en su primera etapa se evidencio que el primer y segundo día el metabolismo fue mínimo y en los días posteriores la absorción por parte de los pollos fue determinante para demostrar que la harina de algarrobo en porcentajes menores o igual al 25% es un alimento funcional para ser considerado en un pienso alimenticio. Por el alto contenido de fibra presente en la harina de algarrobo cantidades mayores al 25% causan problemas de tránsito rápido para los pollos.
- Las diferentes combinaciones de harina de algarrobo y maíz, al compararlas frente al testigo no presentaron diferencias significativas.

5.2. RECOMENDACIONES

- Usar las vainas de algarrobo que están en estado correcto de madurez (amarillas) y no estén fragmentadas, logrando así tener una harina de

calidad. No trabajar con temperaturas superiores a la establecida, debido a que, al hacerlo, se estaría desnaturalizando las propiedades nutricionales de la vaina de algarrobo.

- La harina de algarrobo al ser un elemento higroscópico debe ser conservada en un ambiente no húmedo que le permita mantener su grado de permisibilidad mucho más tiempo y no desarrollar elementos fungosos.
- Llevar el control de manejo en el proceso de obtención y manipulación de la harina de algarrobo, para evitar alteraciones en su composición organoléptica y continuar los estudios con diferentes niveles para la aplicación en otras especies de interés zootécnico.

BIBLIOGRAFÍA

- Abreu Peñate, M., Hernández Triana, M., Porrata Maury, C., Farras Fernández, I., Castillo Pino, A., Ponce de León Boloy, I., y Rodríguez Trujillo, N. (2018). Evaluación nutricional y toxicológica de la semilla de algarrobo (*Prosopis pallida*). *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 2(2). <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-112235>
- Aguilar, C. (2019). *Evaluación del uso de pellet en la alimentación de pollos parrilleros en etapa inicial hasta los 10 días para mejorar la eficiencia productiva en el departamento de Cochabamba* [Tesis de maestría, Universidad Mayor de San Simón] <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/bitstream/123456789/20762/1/AGUILAR%20CONDORI%20CARMEN.pdf>
- Álamo Farrañón, M. R. (2019). *Caracterización fisicoquímica de la harina de algarroba (Prosopis Pallida) del distrito de Illimo* [Trabajo de investigación, Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6557>
- Andrade Yucailla, V., Toalombo, P., Andrade Yucailla, S., y Lima Orozco, R. (2017). Evaluación de parámetros productivos de pollos Broilers Coob 500 y Ross 308 en la Amazonia de Ecuador. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(2). <https://www.redalyc.org/pdf/636/63651262008.pdf>.
- Andrade, J. (2019). *Inclusión de harina de residuos de tagua (Phytelphas aequatorialis) en la dieta de pollos Cobb 500 y su influencia sobre los parámetros productivos* [Tesis de Ingeniería, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <http://repositorio.espam.edu.ec/>
- Arbor Acres. (2009). *Guía del manejo del pollo de engorde (42 días)* [Archivo PDF]. http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spnish_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf
- Arizaty Torres, A.S., y Boneila López, M.C. (2011). *Determinación de proteína soluble (PS) en solución de KOH al 0,2%, en harina de quinua* [Archivo PDF]. <https://repositorio.ucm.ensayos/proteina.980401749.pdf>
- Bezerra Leal Ríos, M. J., Damasceno Silva, K. J., Moreira Araújo, R. S., Teixeira De Figueiredo, E. A., Y Maurisrael De Moura Rocha, M. Y Minoru Hashimoto, J. (2018). Chemical, Granulometric and Technological Characteristics of Whole Flours from Commercial Cultivars of Cowpea. *Revista Caatinga*, 31(1). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252018v31n125rc>
- Boeri, P., Puñiel, L., Sharry, S., y Barrio, D. (2017). Caracterización nutricional de la harina integral de algarroba (*Prosopis Pallida*) de la norpatagonia Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata*, 13(9).

https://edici.unlp.articulo/bitstream/handle/10915/61879/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Borja, E. (2016). Alimentación de Broilers: Aspectos prácticos (y II). *Revista Española de Producción de Carnes*, 7(3). <https://articulo.revista.producc.carnes.aves/pdf-files/2010/10/5560-alimentacion-de-broilers-aspectos-practicos-y-ii.pdf>
- Brassesco, M., Brandao, T., Silva, C., y Pintado, M. (2021). Carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): A new prespective for functional food. *ELSEVIER*, 114(1), 310-322. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224421003745>
- Castillo, M. (2018). *Evaluación de parámetros productivos y metabólicos en vacas lecheras suplementadas con nabo (*Brassica rapa* ssp. *Rapa* I.) Y raps forrajeros (*Brassica napus* ssp. *Biennis* I.)* [Tesis de maestría, Universidad Austral de Chile]. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14177/Tesis%20Miguel%20Castillo.pdf?sequence=1>
- Castro, J., Alvarado, A., y Yoga, Y. (2015). Cuantificación de Micotoxinas en Ingredientes Alimenticios Utilizados en la Dieta de Aves Comerciales. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(4). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172015000400002
- Cervantes Álava, H., Castillo Melo, V. C. (2011). *Índice de toxicidad en harina de semilla de guanábana, semilla de jackfruit y quinua, para la elaboración de balanceado de cerdo* [Archivo PDF]. <https://repositorio.up.teisis6453.837981401/5>.
- Céspedes, W. (2018). *Análisis Harina*. https://documen.site/download/descarga-5ae148a1b570a_pdf
- Chacater, A. (2015). *Aplicación de la algarroba (*prosopis pallida*) como sustituyente en preparaciones de chocolatería 2012* [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10785/1/84T00435.pdf>
- Cobos Cobeña, K. L. Estudio de digestibilidad de harina de algarrobo como fuente de alimentación de bovinos en etapa de crecimiento. *Revista AGROPEC*, 7(12). <https://agropec.76265075787648/revista/algarrobo.327078482.pdf>.
- CONAVE. (2019). *Importancia de las proteínas en la alimentación*. <https://www.conave.org/importancia-de-las-proteinas-en-la-alimentacion/>
- Díez Arias, D. (2020). *Manejo de broilers en fase de inicio*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/manejo-de-broilers-en-fase-de-inicio/>.

- Dussán Sarria, S., Hurtado Hurtado, D. L., Camacho Tamayo, J. H. (2019). Granulometría, Propiedades Funcionales y Propiedades de Color de las Harinas de Quinua y Chontaduro. *Revista de Información Tecnológica*, 30(5). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000500003&lang=pt.
- Elika. (2018). *Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. Obtenido de Las micotoxinas en alimentos* [Archivo PDF]. <https://seguridadalimentaria.elika.eus/wp-content/uploads/2018/05/Articulo-micotoxinas-alimentos-2018.pdf>
- Elizondo Salazar, J. A. (2020). Estimación del suministro de proteína metabolizable en una ración para ganado de leche. *Nutrición Animal Tropical*, 14(2), 85-100. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj_-cXO4rL1AhUWSDABHaCbCz4QFnoECAYQAQ&url=https%3A%2F%2Fdigital.net.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F8113245.pdf&usg=AOvVaw2JJmTxr9pPQj3ydO75hk7i
- Espinoza, H. (2016). *Análisis bromatológicos de la harina obtenida del algarrobo (Ceratonia siliqua)*. <https://es.scribd.com/document/354619671/Harinas-Hector>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2002). *Determinación de la digestibilidad in vivo*. <https://www.fao.org/3/ab482s/ab482s08.htm>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2015). *La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos y su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente*. <https://www.fao.org/3/ab482s/ab482s08.htm>.
- Fuentes Freire A. H. (2017). Efecto de la sustitución de maíz (Zea mais) por harina de algarroba (Prosopis pallida) en la elaboración de balanceado para la alimentación de pollos broilers. *Revista Latino Producción*, 3(12). <https://agroproduccion.4194717419/revista/algarrobo/maiz.3.pdf>
- Giannuzzi, L. (2020). *Principios generales de la toxicología* [Archivo PDF]. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/112476/CONICET_Digital_Nro.01296939-2222-4bed-8c29-87efb277b263_M.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Gómez Luna, E., Fernando Navas, D., y Aponte Mayor, G., y Betancourt Buitrago, L. A. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Revista Dyna*, 81(184), 158-163. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496/49630405022>.

González Galán, A., Duarte Correa, A., Patto Abreu, C. M., y Piccolo Barcelos, M. F. (2018). Caracterización química de la harina del fruto de *Prosopis* spp. procedente de Bolivia y Brasil. *Revista de Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 6(11). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2008/3/art-15/>.

Google Earth. (2021). *Ubicación ESPAM MFL*. https://earth.google.com/web/@-0.82640869,-80.18629717,16.15197141a,55.86881522d,35y,0.00000001h,44.99363811t,0r/data=CIQaUhJMCiUweDkwMmJhMTU4MjA2Zjc4ZTk6MHgzOTg1MmE5N2FkYWQ0NjM3GUrglGtXcuq_IZO-tbjrC1TAKhFjb3JkZW5hZGFzIGVzcGFtIBgBIAE

Gusqui, J. (2016). *Utilización de harina de prosopis pallida (algarrobo) en la alimentación de cuyes en la etapa de gestación y lactancia* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/7072/1/17T1447.pdf>

Lucentini, M. (2019). *Introducción al metabolismo* [Archivo PDF]. <https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2019-12/14%20INTRODUCCION%20AL%20METABOLISMO.pdf>

Macías Rodríguez, E., Usca Méndez, J. (2017). Utilización de la harina de algarrobo (*prosopis pállida*) en la alimentación de conejos en crecimiento, engorde. *Revista Ciencia Unemi*, 10(22). <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5826/582661263011/582661263011.pdf>.

Marquéz, J. A. (2017). Determinación del coeficiente de digestibilidad aparente de alimentos. *Revista de Producción Avícola de Perú*, 12(5). <https://revista.pe.digestibilidad/749347004392.21841043.2168921.pdf>.

Melo Santillán, M., Navarro Toledo, V. E., De la Cruz Pinargote, J. E. (2017). Implementación de harina de algarrobo para elaboración de café instantáneo. *Revista de Tecnología de los Alimentos*, 12(22). <https://www.redalyc.org/jatsRepo/6226/629864011/58764961.pdf>.

Moreira Zambrano, S. M., Parrales Fernández, Y. P. (2019). *Inclusión de harina de algarrobo (Prosopis chilensis) en la dieta de pollos Cobb 500 sobre los parámetros de salud y productivos* [Tesis de Ingeniería, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1156/1/TTMV14.pdf>

Moreira, S y Parrales, Y. (2019). INCLUSIÓN DE HARINA DE ALGARROBO (*Prosopis chilensis*) EN LA DIETA DE POLLOS COBB 500 SOBRE LOS PARÁMETROS DE SALUD Y PRODUCTIVOS. <file:///C:/Users/59396/Downloads/TTMV14.pdf>

Moreno, A. (2017). *Principales metodologías utilizadas en el estudio del metabolismo* [Archivo PDF]. http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/cfmc/Bioquimica_III/in_vivo_e_in_vitro.pdf

- Ojeda Morn, W. (2016). *El maíz como materia prima fundamental para la alimentación de pollos broiler. Centro Agro-Empresarial y Minero de Bolívar* [Archivo PDF]. <http://pollosantacoa.com/p/manual-practico-de-pollos.pdf>
- Peñaloza, F. A., San Matín, F. H., y Ara, M. G. (2019). Valor nutricional de la algarroba (*Prosopis pallida*) en la alimentación del caballo. *Revista de Investigaciones Veterinarias de Perú*, 12(5). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-00003.
- Pérez, J. (2022). *Efecto del tamaño de partícula sobre parámetros de desempeño y salud en pollos de engorde ROSS-308^a (AP95)* [Tesis de grado, Unilasallista Corporación Universitaria]. <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/3325/1/1000394326.pdf>
- Pontes Luccas, M. J., Castellano Díaz, H. (2015). Estudio de la situación de la importación de soya en el Ecuador. *Revista Tecnológica Agro Colombia*, 4(12). <https://agro.colombia.952683683/soya/3863569/revista/623498.pdf>
- Quesada, D., y Gómez, G. (2019). ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 2(1), 79-86. <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/index.php/nutricionclinicametabolismo/article/view/rncm.v2n1.063>
- Rivas Navia, D. M. (2013). *Estudio del efecto de sustituir al maíz (Zea mais) por harina de algarroba (Prosopis padilla) en diferentes porcentajes en la elaboración de balanceado para la alimentación de pollos broilers* [Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6399/1/CD-4924.pdf>
- Rivas, D. (2013). ESTUDIO DEL EFECTO DE SUSTITUIR AL MAIZ (Zea mais) POR HARINA DE ALGARROBA (prosopis pallida) EN DIFERENTES PORCENTAJES EN LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO PARA LA ALIMENTACION DE POLLOS BROILERS. <file:///C:/Users/59396/Downloads/CD-4924.pdf>
- Rochina Rochina, S. G. (2016). *Utilización de harina de algarrobo para la alimentación de conejos neozelandeses y avestruz* [Tesis de Ingeniería, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5505/1/17T1428.pdf>
- Rochina, S. (2016). *Utilización de harina de Prosopis pallida (algarrobo) en la alimentación de conejos neozelandés en la etapa de crecimiento y engorde* [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5505/1/17T1428.pdf>
- Ropero, A. (2019). *Grasas (lípidos) el gran almacén de energía* [Archivo PDF]. <http://badali.umh.es/assets/documentos/pdf/artic/grasa.pdf>

- Salas Rivera, H. A., Ureya García, y J. S. (2017). Producción y crianza de pollos Broiler en territorio ecuatoriano. *Revista de Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 5(8). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/3/art-15/>
- Sánchez, A. M., Vayas, T. K., Mayorga, F. M. (2020). Soya en Ecuador. *Revista de Observatorio Económico y Social de Tungurahua*, 3(12). <https://cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/10/La-Soya-en-Ecuador.pdf>
- Santos Castros, H. Y., Illiams Navarrete, H. J., y Ontaneda Cuzpe, W. J. (2020). Digestibilidad in vivo de pienso alimenticio para pollos Orpington en etapa de crecimiento, a base de harina de algarrobo y harina de kamut. *Revista de Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 7(10). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2020/3/art-7/>
- Sotelo, A., Valenzuela, R., Césare, M. F., Alegría, C., Norabuena, E., Gonzáles, T., Paitan, E., Valderrama, M. T., Echeverría, M. (2020). Determinación de la digestibilidad y energía digestible del forraje seco de mucuna (*Mucuna pruriens*) en cuyes. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(1), http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172020000100002&script=sci_arttext
- Taipe Yáñez, J. F., Aza Caticagua, E. R., y Proaño Marcillo, E. V. (2016). *Proyecto de factibilidad para la creación de una microempresa dedicada al faenamiento y comercialización de pollos, ubicada en el sector de llano grande del Cantón Quito* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10926>

ANEXOS

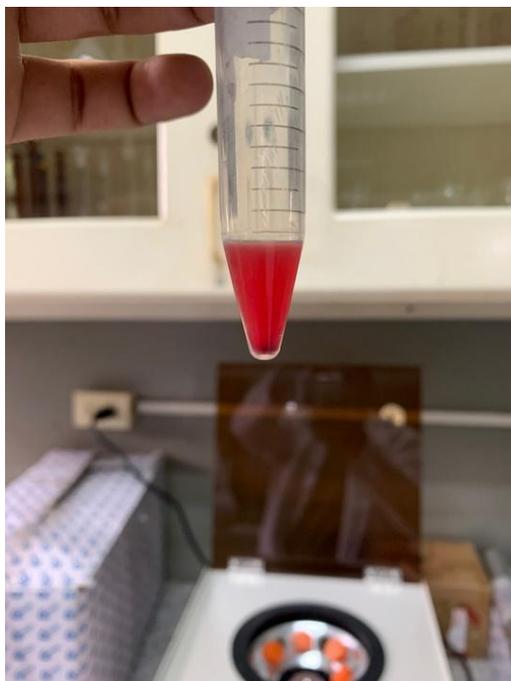
Anexo 1. Recolección de la materia prima y elaboración de harina de algarrobo





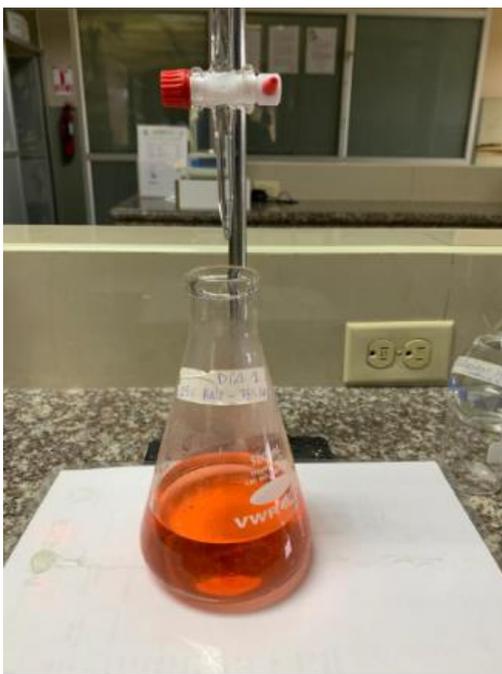
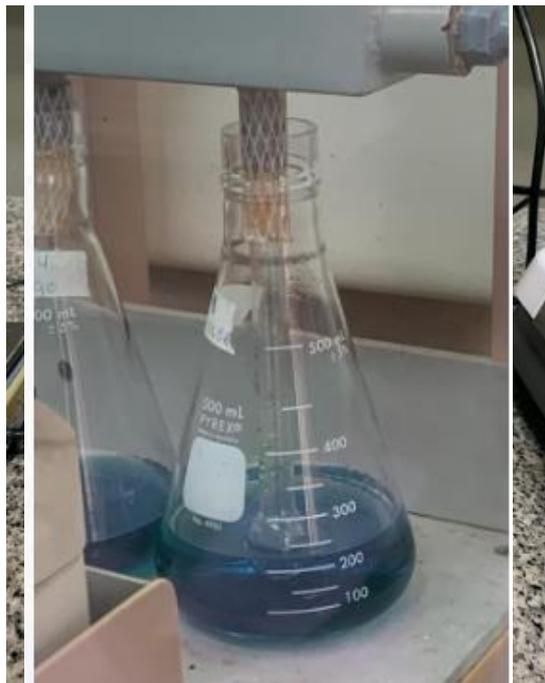
Anexo 2. Análisis fisicoquímicos y biológicos a la harina de algarrobo



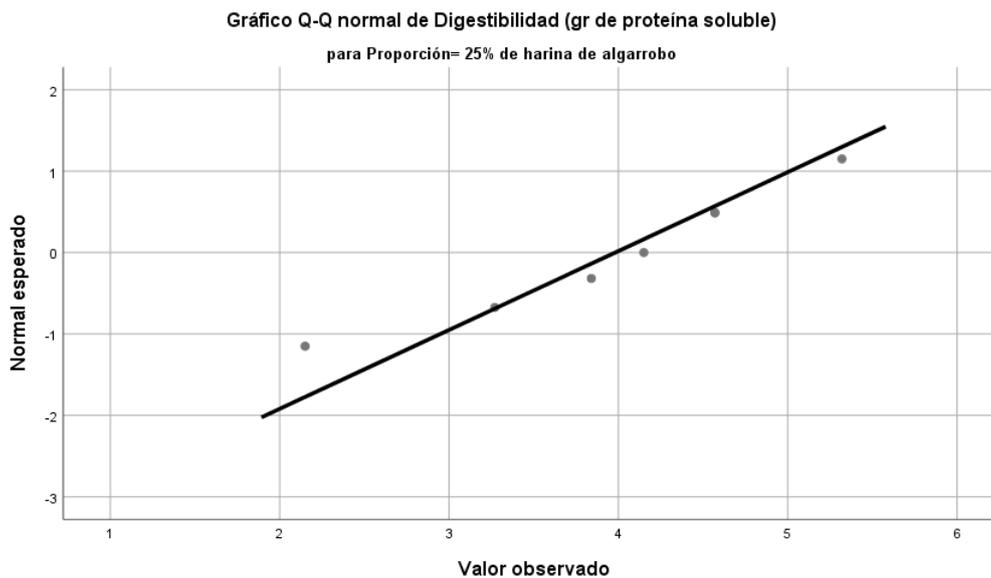


Anexo 3. Construcción del galpón**Anexo 4. Pollos broiler en etapa inicial**

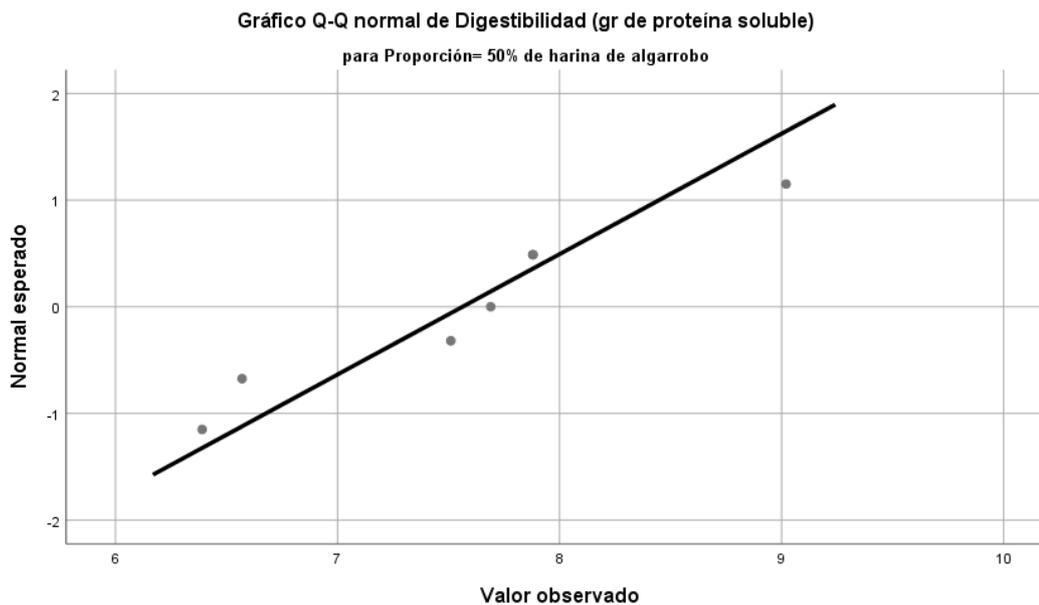
Anexo 5. Análisis de proteína soluble



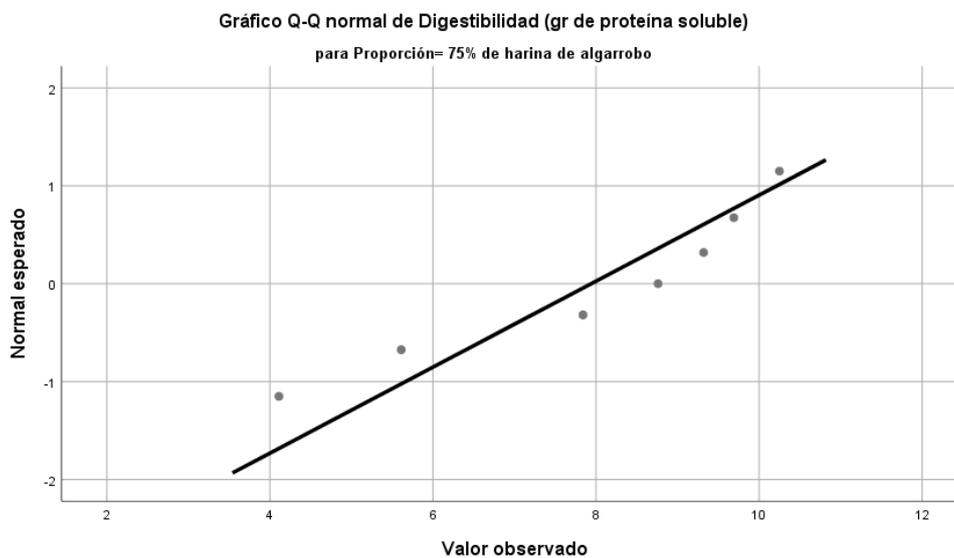
Anexo 6. Gráfico de dispersión de normalidad de Digestibilidad (g de proteína soluble) para proporción 25% de Harina de Algarrobo



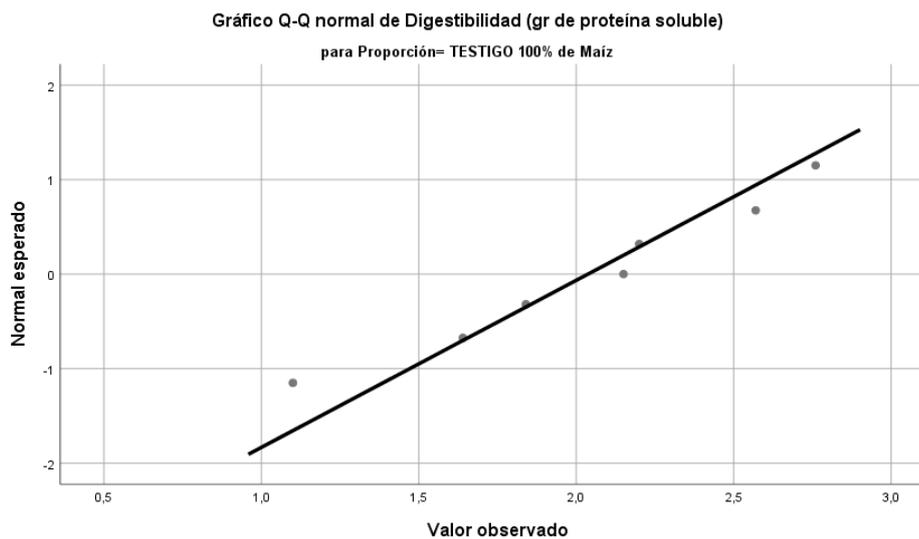
Anexo 7. Gráfico de dispersión de normalidad de Digestibilidad (g de proteína soluble) para proporción 50% de Harina de Algarrobo



Anexo 8. Gráfico de dispersión de normalidad de Digestibilidad (g de proteína soluble) para proporción 75% de Harina de Algarrobo



Anexo 9. Gráfico de dispersión de normalidad de Digestibilidad (g de proteína soluble) para proporción 75% de Harina de Algarrobo

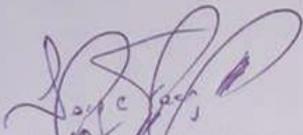


Anexo 10. Certificación del Laboratorio de Bromatología del Área Agroindustrial para Determinación de Proteína Soluble

  ESPAMMFL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ		
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA DEL ÁREA AGROINDUSTRIAL		
ESTUDIANTES LOPEZ MORA RICARDO JAVIER - MORA DUEÑAS JOSE ENRIQUE		
DIRECCIÓN		CALCETA
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA		24/5/2022
FECHA DE ENTREGA DE LA MUESTRA		3/6/2022
MUESTRAS ENVIADAS		28

Determinación de Proteína Soluble
TRATAMIENTOS

DÍAS	25%MAIZ-75%H.A	50%MAIZ-50%H.A	75%MAIZ-25%H.A	TESTIGO
D1	9,88	5,61	7,85	5,24
D2	8,39	5,43	6,73	7,85
D3	6,16	4,43	6,16	6,36
D4	5,24	4,31	5,43	6,16
D5	4,68	4,12	5,85	5,98
D6	4,31	4,12	5,43	5,43
D7	3,75	2,98	4,68	


 ING. JORGE TECCA DELGADO
 TÉCNICO DEL LAB. DE BROMATOLOGÍA



Anexo 11. Certificación del Laboratorio de Bromatología del Área Agroindustrial para la determinación de grasas, proteína, granulometría y toxicidad realizados a la harina de algarrobo

Identificación de las condiciones fisicoquímicas y biológicas a la harina de algarrobo			
PROTEÍNA (%)	GRASA (%)	TOXICIDAD	GRANULOMETRÍA (%)
13,89	3,28	Negativo	98,8

ESPAMMFL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA DEL ÁREA AGROINDUSTRIAL

ESTUDIANTES	LÓPEZ MORA RICARDO JAVIER MORA DUEÑAS JOSÉ ENRIQUE
DIRECCIÓN	CALCETA
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	24/05/2022
FECHA DE ANÁLISIS DE LA MUESTRA	30/06/2022
MUESTRAS ENVIADAS	1

ING. JORGE TECA DELGADO
TÉCNICO DEL LAB. DE BROMATOLOGÍA

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