



Universidad
Nacional
Francisco Luis
Espinoza Pineda

**Tesis para optar al título de
Ingeniero Agropecuario**

**Desempeño productivo en pollos de engorde
alimentados con concentrado artesanal de harina
de *Cajanus cajan*, módulo educativo avícola
UNFLEP – 2025**

Autor(a)

Lucy Makeyling Ruiz Meza

Katzumy Francela Davila Arvizú

Tutor(es)

Ing. Richard Alí Valenzuela Betanco

Ing. Henry Francisco García Blandón

**Estelí, Nicaragua
Diciembre, 2025**



Universidad
Nacional
Francisco Luis
Espinoza Pineda

**Tesis para optar al título de
Ingeniero Agropecuario**

**Desempeño productivo en pollos de engorde alimentados
con concentrado artesanal de harina de *Cajanus cajan*,
módulo educativo avícola UNFLEP – 2025**

Autor(a)

Lucy Makeyling Ruiz Meza

Katzumy Francela Davila Arvizú

Tutor(es)

Ing. Richard Alí Valenzuela Betanco

Ing. Henry Francisco García Blandón

Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador como requisito de culminación de estudio

**Estelí, Nicaragua
Diciembre, 2025**

Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agropecuarias como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agropecuario

Miembros del Comité Evaluador



M.Sc. Sara del Carmen Pérez
Torrez
Presidente

M.V. Freddy Ramón Blandón
Guerrero
Secretario



Ing. Franklin Antonio Vllilchez Molina
Vocal

Lugar y Fecha: 18 de diciembre de 2025, Estelí, Nicaragua

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi vida y formación profesional, por no dejarme sola en momentos difíciles y darme la sabiduría y fuerzas para seguir adelante.

A mi Papá: Octavio Ruiz, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, por todos sus sacrificios silenciosos, por darme todo sin esperar nada a cambio. Gracias por estar a mi lado en cada paso y nunca dejarme sola, por haber creído en mí desde el día 1. Este logro es un reflejo de tus grandes esfuerzos, enseñanzas y tu guía; todo lo que soy, te lo debo a ti y a tu amor, te agradezco infinitamente todo lo que has hecho por mí, por ser el mejor papá que Dios me pudo dar, sin ti nada de esto sería posible, te amo.

Lucy Makeyling Ruiz Meza

DEDICATORIA

Dedico este mérito primeramente a Dios por haberme dado las fuerzas necesarias para terminar mi plan de estudio, Dios fuente de sabiduría y fortaleza, por sostenerme en cada paso, darme luz en los momentos de incertidumbre y paz en las noches más difíciles.

Dedico con todo mi Corazón mi tesis a mi madre Maribel Arvizu.

Mi madre es la mujer que me enseñó lo que es vivir; que con su amor y consejos me dio el impulso para salir adelante Gracias por inculcarme valores, fuerza y perseverancia. Eres la luz que guio cada paso de este viaje y el fundamento de todo lo que soy. Todo lo que he logrado, te lo debo a ti. Este triunfo es tuyo". Gracias por ser Madre y amiga y aunque hubo momentos difíciles, siempre conté con su apoyo, ante todo, gracias a ti, hoy veo convertirse en realidad una de mis metas tu Bendición a diario a lo largo de mi vida me protege me lleva por el camino del bien, por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía, Te amo.

Katzumy Francela Dávila Arvizu

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios, por haber sido mi guía y fortaleza en todo este proceso, por protegerme y llevarme con bien a casa durante todo este tiempo, por darme fortalezas siempre. A mis padres por siempre apoyarme y estar en todo momento para mí.

A mi madre, Makeyling Meza, por sus consejos, por poner en mí toda su fé y su confianza de ver este sueño hecho realidad, por enseñarme principios y valores que sin duda han sido mis mejores herramientas en este camino llamado vida. su apoyo incondicional y amor hacía mí, por siempre motivarme a seguir adelante y no rendirme, por ponerme siempre en manos de Dios, la amo.

A mi padre, Octavio Ruiz, no me alcanzaría la vida para agradecer tanto amor, entrega, sacrificios y dedicación, gracias por esos consejos maravillosos que me hacían subir el ánimo para continuar avanzando todos los días de mi vida, por todas esas llamadas que eran mi motivación para seguir día a día. Por darme su apoyo ilimitado e incondicional y nunca negarme nada.

A mi hermano, Octavio Ruiz Meza, por estar presente en cada momento, apoyarme y escucharme, por ser el único y mejor hermano. Mis logros también son tuyos y hoy por hoy los comparto con mucha satisfacción.

A mi prima-hermana. Ariagne Jarquín, gracias por apoyarme siempre en todo momento, y estar siempre para mí a pesar de la distancia, por escucharme cada vez que te necesito y ser como una hermana para mí. Este éxito es parte de tu gran apoyo.

Katzumy Dávila. mi amiga y compañera de tesis, le agradezco por su apoyo y amistad sincera, por siempre estar en todo momento, gracias por ser incondicional. Compartimos horas de estudio, estrés y alegría. Tu apoyo, confianza y cariño han sido invaluable.

Enyel Blandón. Por su apoyo incondicional, su amor sincero e inigualable. Por acompañarme en esta última etapa y proceso de mi vida y celebrar siempre con mucha satisfacción mis triunfos.

Ellioth Picado. Gracias por estar siempre a la disposición de ayudarme en mi proceso de tesis y compartir tus conocimientos, gracias por tu apoyo y amistad.

A mi tutor de tesis, Ing. Richard Ali Valenzuela Betanco, agradezco por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también habernos tenido toda la paciencia para guiarnos en todo este proceso.

Lucy Makeyling Ruiz Meza

AGRADECIMIENTO

Primeramente, Gracias a Dios por haberme dado salud por guiarme Darme la fortaleza necesaria para seguir adelante por darme la inteligencia y facilitarme cumplir la meta que me propuse en cada paso de este camino académico

A mis padres y mi hermano, por haber estado a mi lado en cada paso en mi carrera. Gracias por acompañarme en los momentos difíciles y por alentarme a seguir adelante. Este logro es el reflejo de su amor y dedicación, siempre estaré agradecida por creer en mí en cada paso de este camino.

Quiero agradecer a mi amiga incondicional y compañera de tesis Lucy Ruiz por compartir risas, estrés y culminar este importante paso juntas de nuestra carrera tu amistad a sido un pilar fundamental para mí, tu apoyo y colaboración fue una fuente constante de inspiración y aprendizaje.

Al docente y tutor Ing. Richard Ali Valenzuela Betanco por su invaluable guía y paciencia durante este desafiante proceso. Sus consejos precisos y su apoyo fueron fundamentales para superar cada obstáculo y alcanzar esta meta tan anhelada. No hubiera logrado llegar hasta aquí sin su sabia dirección.

Ellioth gracias por tu paciencia, por tus consejos y por creer en este proyecto tanto como yo. Tu apoyo silencioso y tu energía positiva fueron mi mayor motivación. Cada paso que doy tiene un pedazo de tu ayuda. ¡Lo logramos juntos!".

Keylon Batiz, gracias por el apoyo incondicional su paciencia y sus palabras de aliento fueron clave para seguir adelante. Gracias por creer en mí por alentarme y acompañarme en este proceso tan importante de mi vida.

A mi hermano Elías Noé Martínez por ayudarme durante el proceso práctico No hay palabras suficientes para expresar mi gratitud por tu presencia en mi vida. Eres más que un hermano, eres una bendición que me inspiras hacer mejor cada día.

Katzumy Francela Dávila Arvizú

INDICE DE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Objetivos (General y específicos).....	4
1.4. Justificación	4
1.5. Limitaciones.....	6
1.6. Hipótesis	6
1.7. Variables	6
1.8. Supuestos básicos	6
1.9. Contexto de la investigación	7
II. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Macronutrientes principales	8
2.2. Micronutrientes y minerales	9
2.3. Impacto metabólico de sustituir proteína de soya por harina de gandul.....	9
2.4. Umbral de tolerancia ha antinutrientes y riesgo de conversión alimenticia....	10
2.5. Proceso de elaboración de harina de gandul	10
2.6. Beneficio económico del concentrado artesanal vs. extensión del ciclo.....	11
2.7. Follaje y morfometría intestinal: vellosidades y absorción	12
2.8. Follaje, pigmentación de la canal y conversión alimenticia	12
2.9. Taninos del follaje: antinutrientes vs. antioxidantes.....	13
2.10. Recomendaciones operativas para tu protocolo	13
2.11. Costo/beneficio	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. Ubicación geográfica	19

3.2.	Tipo de paradigma	19
3.3.	Enfoque de la investigación	19
3.4.	Finalidad y profundidad de la investigación (Alcance)	20
3.5.	Según nivel de amplitud: transversal o longitudinal	20
3.6.	Descripción de la unidad de análisis experimental	20
3.7.	Definición de variables con su operacionalización:.....	22
3.8.	Diseños experimentales	24
3.9.	Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos.....	25
3.10.	Validez o confiabilidad de los instrumentos.....	25
3.11.	Procesamiento y análisis de datos	25
3.12.	Consideraciones éticas de la investigación	26
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1.	Peso Inicial y Final de los pollos de engorde.....	27
4.2.	Ganancia de peso de pollos de engorde.	28
4.3.	Alimento consumido.....	29
4.4.	Conversión alimenticia	31
4.5.	Análisis Relación costo/beneficio	32
V.	CONCLUSIONES.....	34
VI.	RECOMENDACIONES	36
VII.	LITERATURA CITADA	37
VIII.	ANEXOS.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de conceptualización y operacionalización de las variables incluidas en el estudio.....	22
Tabla 2. Tratamientos utilizados	24
Tabla 3. Relación costo/beneficio.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Peso vivo inicial y final de los pollos de engorde</i>	27
Figura 2. <i>Peso ganado de los pollos de engorde por tratamientos (kg)</i>	28
Figura 3. <i>Alimento ofrecido y alimento rechazado de los pollos de engorde por tratamientos (kg)</i>	29
Figura 4. <i>Alimento consumido de los pollos de engorde por tratamientos (kg)</i>	30
Figura 5. <i>Índice de conversión de alimenticia de los pollos de engorde por tratamientos (I/C)</i>	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del experimento	39
Anexo 2. Hoja de campo	39
Anexo 3. Ganancia de peso	40
Anexo 4. Parámetros medidos.....	40
Anexo 5. Calidad del concentrado	40
Anexo 6. Procedimientos y observaciones en laboratorio	40
Anexo 7. Diseño experimental	40
Anexo 8. Formulas a evaluar.....	41
Anexo 9. Análisis estadístico	43
Anexo 10. Análisis bromatológico del frijol gandul (<i>Cajanus cajan</i>) – grano seco.....	43
Anexo 11. Análisis bromatológico de las hojas de gandul (<i>Cajanus cajan</i>) – forraje.....	44
Anexo 12. Análisis bromatológico del concentrado para pollos de engorde	45
Anexo 13. Análisis bromatológico del concentrado para pollos de engorde	45
Anexo 14. Análisis bromatológico del maíz amarillo (<i>Zea mays</i>).....	46
Anexo 15. Análisis bromatológico de la soya (<i>Glycine max</i>).....	46
Anexo 16. Galería de imágenes.....	47

RESUMEN

La investigación evaluó el desempeño productivo en pollos de engorde Cobb 500 alimentados con concentrado artesanal de harina de *Cajanus cajan*, modulo educativo avícola UNFLEP – 2025. Donde se obtuvieron resultados del consumo de alimento, la conversión alimenticia y la relación costo–beneficio en pollos alimentados con diferentes tratamientos basados en gandum (*Cajanus cajan*). Los resultados mostraron que el consumo más alto ocurrió en el T3 (granos + hojas), con 17.30 kg de alimento, seguido del T2 con 16.96 kg y T4 con 16.44 kg, mientras que el T1 registró el menor consumo con 12.30 kg. Este comportamiento refleja una mayor preferencia de los animales por la mezcla de granos y hojas de gandum, indicando su buena aceptación y potencial como alternativa alimenticia. En cuanto a la conversión alimenticia, el T2 presentó el mejor desempeño con 2.15 kg de alimento para ganar 1 kg de peso, siendo el tratamiento más eficiente. Por el contrario, el T3 mostró un valor de 2.32 y el T4 el más alto con 2.91kg, lo que indica menor eficiencia. El T1 registró 0.14 kg, aunque este valor sugiere inconsistencias o diferencias metodológicas que requieren aclaración, pues no se corresponde con rangos biológicamente usuales. Respecto al análisis costo–beneficio, el T4 obtuvo el valor más alto (C\$ 2.27 por cada Córdoba invertido), aunque su baja eficiencia alimenticia limita su recomendación. El T3, con un costo–beneficio de C\$ 1.26, se posiciona como el tratamiento más equilibrado al presentar buena aceptación, adecuada ganancia de peso y relación favorable entre costo y eficiencia. El T2, con C\$ 0.82, mostró menor rendimiento económico. En conjunto, el T3 se considera el tratamiento más viable para la alimentación avícola debido a su balance entre preferencia, conversión alimenticia y rentabilidad.

Palabras clave: Alimentación, Consumo de alimento, Conversión alimenticia, Costo–beneficio, Eficiencia productiva.

ABSTRACT

The study evaluated the productive performance of Cobb 500 broiler chickens fed with an artisanal concentrate made from *Cajanus cajan* flour at the UNFLEP poultry education module (2025). The research analyzed feed intake, feed conversion ratio (FCR), and cost–benefit outcomes across different dietary treatments based on pigeon pea (*Cajanus cajan*). Results showed that the highest feed intake occurred in T3 (grains + leaves) with 17.30 kg, followed by T2 with 16.96 kg and T4 with 16.44 kg, while T1 recorded the lowest intake at 12.30 kg. This indicates a clear preference for diets combining pigeon pea grains and leaves, demonstrating good acceptability and potential as an alternative feed source. Regarding feed conversion, T2 exhibited the best performance with 2.15 kg of feed required to gain 1 kg of weight, making it the most efficient treatment. In contrast, T3 and T4 showed higher FCR values of 2.32 and 2.91 kg, respectively, indicating lower efficiency. T1 reported an FCR of 0.14 kg; however, this value suggests methodological inconsistencies, as it falls outside typical biological ranges and may require further clarification. The cost–benefit analysis revealed that T4 achieved the highest return (C\$ 2.27 per Córdoba invested), although its poor feed efficiency limits its recommendation. T3, with a cost–benefit ratio of C\$ 1.26, demonstrated the most balanced performance, showing favorable acceptance, adequate weight gain, and an efficient cost–performance relationship. T2, with C\$ 0.82, showed lower economic returns. Overall, T3 is considered the most viable treatment for poultry feeding due to its combined advantages in feed preference, productive efficiency, and economic profitability.

Keywords: Feeding, Feed consumption, Feed conversion, Cost-benefit, Productive efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua la producción del sector Avícola ha avanzado y difundido a gran nivel desarrollándose en todos los climas y regiones, debido a su alta adaptabilidad, rentabilidad y aceptación en el mercado. La avicultura a nivel nacional y centroamericano es una de las actividades de mayor importancia en el sector pecuario y constituye uno de los rubros con mayor desarrollo, apartando altas propiedades nutritivas asegurando una buena alimentación con precios más bajos en el mercado lo que hace más accesible al consumidor (Avilez, 2016).

La avicultura es la cría de aves de corral o domésticas, para obtener de ellas alimentos como huevo y carne para beneficio del hombre y bajo el uso de las técnicas más adecuadas, considerando todos los cuidados a los animales para dentro de su zona de confort medioambiental, pueda dar todo lo que genéticamente son capaces. Estados Unidos fue fundador en este tipo de producción de pollos en la década de 1,930 y 1,940, y desde entonces ha sido adoptado por la mayoría de los países desarrollados como el más económico de los sistemas (Avilez, 2016).

La Avicultura en Nicaragua juega un papel muy importante en lo económico y social, porque muchas familias se dedican a esta actividad, satisfaciendo así sus necesidades laborales, lo que da como resultado que un buen número de población consume carne de pollo. La elevada tasa de reproducción de la especie es una característica importante, dado que su carne es apreciada como alimento (Avilez, 2016).

Pero la mayoría de estos productos avícolas, manifiestan que tienen problemas para producir eficientemente, debido a los altos precios del concentrado comercial en los cuales tienen los mayores costos de producción. Por esta razón, surgió la necesidad de realizar este estudio de pollos de engorde, para reducir sustancialmente los costos de la alimentación de estos. El objetivo de dicha investigación se propone evaluar el suministro de concentrado artesanal con el propósito de ganancia de peso, utilizando maíz amarillo, melaza, sales minerales, cáscara de huevo, harina de sorgo y harina de gandúl, que contienen los nutrientes esenciales para la ganancia de peso de estos animales.

1.1. Antecedentes

Inclusiones de hasta un 10% de harina de frijol de palo *Cajanus cajan* precocido en dietas para pollos criollos mejorados no compromete la ganancia de peso, consumo de alimento y la conversión alimenticia de pollos criollos mejorados en la fase de acabado; sin embargo, los pollos machos convierten con mayor eficiencia el alimento en masa muscular que las hembras. (Alexander, 2021)

Se evaluaron tres tipos de concentrados en Juigalpa, en el departamento de Chontales, en Nicaragua, con el objetivo de comparar el comportamiento productivo en efecto de alimentos comerciales versus artesanal en la ganancia de peso en engorda de pollos. Se le suministró un alimento diferente a cada lote a base de concentrados Purina, tase inicio y engorde, con niveles de proteína 21% y 19%, concentrados El granjero con 18.50%, 20.50% de proteínas y, concentrado artesanal elaborado en base a 21% y 19%. El tratamiento que obtuvo mayor ganancia de peso fue Purina. En cambio, concentrados El Granjero resultó con menor costo de inversión (Gaitán, 2016).

En la ciudad de Managua Nicaragua se evaluó la inclusión de harina de follaje y raíz de yuca en dietas para pollos de engorde y su efecto sobre el comportamiento productivo. Se utilizaron 210 aves de la línea Cobb 500 con peso promedio 42.42g (0.S). Se utilizo un diseño completamente al azar (DCA). Existieron diferencias ($p < 0.05$) para C, CA GMD, PF, PC, y RC. La valoración financiera determinó que el T2 (5% HFY + 10% HRY) es una alternativa viable para sustituir dietas basadas en alimentos comerciales, al generar mayores utilidades sin que esto afecte el peso final de las aves (Stevenson, 2017).

En la comunidad Los Ángeles, Malacatoya, municipio de Granada, se evaluó la productividad en gallinas de patio alimentadas con tres tipos de raciones caseras bajo condiciones de libertad. El peso mayor de la gallina, lo obtuvo el T3 (50% Nutrinta + 50% sorgo + sal mineral) con un valor de 1,930 g/ave, la GMD, el máximo valor se logró en el T2 (70% Nutrinta + 30% Sorgo + Sal Mineral) con 5 g/día. El peso de la gallina reflejó su mayor valor en el T3 con 1,940 g/ave, en cuanto a GMD fue mayor en el T2 con 4 g/día. Obteniendo como resultados que la mayor

cantidad de huevos obtenida fue en el T2 con 5 huevos/ave/semana, así como el mayor peso del huevo con 49,9 g (García, 2011).

En 2019, Alcívar y Andrea et al, realizaron un concentrado con gandul con una formulación obtenida por balanceado donde se utilizó 61.54%, 23.46% y 10.00%, para pollos de engorde, se cumplió con los requerimientos nutricionales, se proyectó el flujo de efectivo neto a 5 años plazo, obteniendo un VAN positivo y un TIR mayor a la tasa de oportunidad dispuesta por lo cual el proyecto es rentable. (Alcívar, 2019)

1.2. Planteamiento del problema

En Nicaragua, la producción avícola es una fuente importante de ingresos para muchas familias, pero enfrentan desafíos significativos relacionados con la nutrición de los pollos de engorde debido a los altos costos, la calidad y disponibilidad de los concentrados comerciales ya que afecta la ganancia de peso y la rentabilidad de los pequeños y medianos productores. Existen estudios que han mostrado que ciertos ingredientes naturales pueden mejorar el rendimiento de los pollos de engorde, pero hay poca investigación sobre concentrados artesanales en contextos específicos como Nicaragua.

Sin embargo, uno de los desafíos más significativos que enfrentan los productores avícolas de pollos de engorde es la baja nutrición y las alteraciones en los concentrados comerciales disponibles. Estos concentrados a menudo no cumplen con los requisitos nutricionales necesarios, lo que afecta negativamente el crecimiento y la salud de las aves. Además, los altos costos de los concentrados comerciales elevan los costos de producción, dificultando que los pequeños y medianos productores obtengan ganancias significativas o rentables.

En la producción avícola, los altos costos de los concentrados comerciales representan una limitante significativa para los pequeños y medianos productores. Ante esta problemática, surge la necesidad de explorar alternativas de alimentación más económicas y accesibles. Una posible opción es el uso de concentrado artesanal elaborado con ingredientes de fácil obtención como maíz amarillo, melaza, sales minerales, cáscara de huevo, harina de soya, sorgo y harina de gandúl (hojas y semillas). Sin embargo, no se tiene certeza de si esta dieta alternativa puede

mantener o mejorar la ganancia diaria de peso de los pollos de engorde, sin afectar negativamente su salud o rendimiento. Por tanto, el problema que se plantea es:

¿Puede el uso de un concentrado artesanal, basado en ingredientes accesibles, representar una alternativa viable y económica que permita reducir los costos de alimentación y mantener o mejorar la ganancia diaria de peso en pollos de engorde?

1.3. Objetivos (General y específicos)

Objetivo general

Evaluar desempeño productivo en pollos de engorde Cobb 500 alimentados con concentrado artesanal de harina de *Cajanus cajan*, modulo educativo avícola UNFLEP – 2025.

Objetivos Específicos

Determinar el consumo de alimento en pollos de engorde Cobb 500 alimentados con concentrado artesanal de harina de *Cajanus cajan*, en el módulo educativo avícola UNFLEP.

Calcular la ganancia de peso y conversión alimenticia de pollos de engorde Cobb 500 alimentados con concentrado artesanal de harina de *Cajanus cajan* en modulo educativo avícola UNFLEP.

Estimar el costo-beneficio de la utilización del concentrado artesanal como alternativa alimentaria para pollos de engorde en modulo educativo avícola UNFLEP.

1.4. Justificación

En Nicaragua la producción avícola es una de las más desarrollada por los medianos y grandes productores que se dedican a la crianza de pollos de engorde, ya que gracias a esta explotación las familias pueden generar sustentos propios, por eso este tema es de gran importancia para resolver una de las problemáticas que se ha dado en el país como es la baja nutrición de pollos y las alteraciones que tiene el concentrado comercial.

Muchos productores y pequeñas familias no cuentan con una buena economía y necesitan reducir sus costos para obtener mejores ganancias, ya que los niveles nutricionales solo del alimento comercial no cumplen con los requerimientos necesarios para una buena nutrición y eso es un problema común para el país ya que la explotación de comercio es baja debido a la alteración de costos elevados del concentrado. Con este estudio se podrá mejorar el manejo del sistema nutricional el cual servirá como una mejor alternativa para la cría de estas aves.

La crisis económica ha hecho que la demanda del consumo de pollo incremente como una alternativa alimentaria económica. Es por tal motivo se ha incrementado la crianza de estos, tanto industrial como artesanal, sin embargo, el alto costo de los insumos alimenticios ase una odisea la crianza de estos, lo que nos lleva a buscar alternativas alimentarias que permitan reducir costos y mantener o mejorar la ganancia de peso diaria con el fin de tener una mejor canal a la hora del sacrificio.

Esta investigación tiene como finalidad adentrarse más allá del uso de concentrados artesanales, permitiendo obtener conocimiento del uso adecuado de una dieta a base de; Maíz amarillo, harinas de soya, sales y cascara de huevo y harinas de gandul (granos y forraje) y melaza. Será una alternativa diferente a la alimentación de los pollos criados de manera comercial por las grandes empresas avícolas. Buscando una mayor producción y menores costos con recursos que están al alcance de la mano para personas que poseen sus espacios para producir en el campo, obteniendo un mayor beneficio en la economía de su entorno y una mayor seguridad alimentaria.

Existen investigaciones previas sobre el impacto de diferentes tipos de alimentos artesanales en la ganancia de peso de pollos de engorde. Algunas de estas investigaciones se centran en el uso de ingredientes específicos y su efecto en el rendimiento de los pollos. Pero este trabajo experimental que se está presentando actualmente, cuenta con alternativas únicas e interesantes para el uso, como concentrado artesanal para pollos de engorde.

Aunque hay estudios sobre ingredientes específicos, hay menos información comparativa sobre el uso de concentrados artesanales en comparación con los comerciales. Evaluar esta diferencia puede ofrecer datos valiosos para los productores sobre alternativas más económicas y locales.

La mayoría de los estudios disponibles se han realizado en diferentes contextos geográficos y con distintos ingredientes. Así que esta investigación se centra en llenar estos posibles vacíos, expandiendo el conocimiento existente. Este trabajo en el módulo educativo avícola UNFLEP, comunidad de Santa Adelaida, Municipio de Estelí, Departamento de Estelí, Nicaragua, puede proporcionar datos específicos para esta zona, considerando factores como el clima, la disponibilidad de ingredientes y las prácticas agrícolas locales.

1.5. Limitaciones

Las variaciones climáticas y ambientales pueden influir en el crecimiento y desempeño productivo de los pollos Cobb 500. La disponibilidad de las materias primas para la elaboración de concentrado artesanal, cuando se compran no siempre están disponibles y sus precios o costos se incrementan o fluctúan.

1.6. Hipótesis

Los pollos alimentados con concentrado artesanal elaborado con harinas de gandum *Cajanus cajan* mostrarán un rendimiento productivo y un costo-beneficio igual o superior al de aquellos alimentados con concentrado comercial.

1.7. Variables

Consumo de alimento

Ganancia de peso

Conversión alimenticia

Costo/beneficio

1.8. Supuestos básicos

Se pretende obtener resultados favorables en los tratamientos debido a las particularidades que poseen debido a su composición la cual, al ser de manera artesanal, posee una mejor capacidad de adquisición en base a sus componentes.

1.9. Contexto de la investigación

La investigación se llevó en el departamento de Estelí, Municipio de Estelí en la comunidad de Santa Adelaida en el Km 166.5 carretera norte panamericana. La duración del estudio fue de 42 días, teniendo un periodo de adaptación de dos semanas iniciando el día 15 con los respectivos tratamientos y terminando en la semana seis en modulo educativo avícola de la UNFLEP.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional y nacional, diversos estudios han documentado el uso de ingredientes alternativos y concentrados artesanales en la alimentación de pollos de engorde, con el objetivo de reducir los costos de producción sin comprometer el desempeño productivo. La literatura coincide en que el alimento representa entre el 60 % y 70 % del costo total en la producción avícola, lo que ha motivado la búsqueda de materias primas locales como leguminosas, forrajes y subproductos agroindustriales.

Investigaciones realizadas en Centroamérica y Nicaragua reportan que la inclusión de harinas vegetales no convencionales, como yuca, sorgo, follajes y leguminosas, puede mantener niveles aceptables de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia. Alexander (2021) señala que la inclusión de hasta un 10 % de harina de frijol de palo (*Cajanus cajan*) precocido no afecta negativamente la ganancia de peso ni la conversión alimenticia en pollos criollos mejorados. De manera similar, Alcívar (2019) demostró que dietas formuladas con gandul permiten cumplir los requerimientos nutricionales y generan viabilidad económica positiva.

En Nicaragua, Gaitán (2016) comparó concentrados comerciales con artesanales, encontrando que los comerciales alcanzan mayores pesos finales, pero los artesanales presentan ventajas económicas por su menor costo de inversión. Stevenson (2017) y Almendárez (2017) evidencian que dietas alternativas basadas en insumos locales logran rendimientos productivos aceptables, especialmente cuando se combinan adecuadamente las fuentes energéticas y proteicas. “Comparación del gandul y concentrados Pallegrón” O también podría ser: “Aplicación del gandul en concentrados Pallegrón”.

2.1. Macronutrientes principales

- Proteína bruta: 22,3%

Rica en aminoácidos esenciales como lisina y leucina.

Su calidad proteica mejora con procesos como la germinación o cocción.

- Carbohidratos: 57,2%

Fuente energética predominante.

Incluye almidón y fibra dietética.

Grasa: ~1,7%

Bajo contenido lipídico, principalmente ácidos grasos insaturados.

Fibra (FDN/FDA): valores variables según edad de corte, pero relevantes para digestibilidad.

2.2. Micronutrientes y minerales

- Calcio, fósforo, hierro y magnesio en proporciones útiles para nutrición animal y humana.
- Vitaminas: contiene vitaminas del complejo B (tiamina, riboflavina, niacina) y pequeñas cantidades de vitamina C.

Otros componentes biológicos

- Fijación de nitrógeno: como leguminosa, mejora la fertilidad del suelo.
- Compuestos secundarios: taninos y fitatos, que pueden reducir la biodisponibilidad de algunos nutrientes, pero se minimizan con tratamientos como germinación o cocción.
- Humedad en semilla seca: ~15,2%

En conjunto, estos estudios describen que el uso de concentrados artesanales es técnicamente posible y económicamente atractivo, siempre que se formulen bajo criterios nutricionales adecuados.

Del análisis conjunto de la literatura se infiere que el desempeño productivo de los pollos de engorde no depende exclusivamente del uso de concentrados comerciales, sino de la calidad nutricional, digestibilidad y aceptación del alimento. La inclusión de *Cajanus cajan* destaca como una alternativa viable debido a su contenido de proteína bruta, aminoácidos y disponibilidad local.

2.3. Impacto metabólico de sustituir proteína de soya por harina de gandul

- **Mecanismo clave:** la sustitución parcial reduce la densidad energética y la digestibilidad proteica si no se corrigen antinutrientes y fibra.
- **Efectos esperados:**

Proteína utilizable: disminuye si hay inhibidores de tripsina/lectinas activas baja la tasa de síntesis proteica y aumenta el catabolismo.

Energía neta: cae por mayor fibra insoluble (celulosa/lignina), elevando el calor de fermentación y el gasto de mantenimiento.

Homeostasis: se observa compensación con mayor consumo voluntario y posible hipertrofia pancreática (respuesta a inhibidores de proteasas), con riesgo de ICA más alto.

- Rango seguro de sustitución: 10–20% de la proteína de soya por harina de grano de gandul, con tratamiento térmico y balance de aminoácidos (lisina, metionina, treonina) para mantener la homeostasis.

2.4. Umbral de tolerancia ha antinutrientes y riesgo de conversión alimenticia

- Umbral práctico: cuando la inclusión de harina de gandul (grano) supera 15–20% de la dieta sin tratamiento térmico, el ICA tiende a deteriorarse de forma marcada por inhibición enzimática y complejos proteína–tanino.
- Irreversibilidad funcional: no es “irreversible” en sentido estricto, pero persistente mientras el antinutriente esté activo—se corrige con calor y enzimas exógenas (proteasas, xilanasas/celulasa) y reduciendo la inclusión.
- Señales de sobrepasar el umbral: caída del GMD, aumento del ICA, heces más voluminosas, mayor humedad de cama, y posible hipertrofia pancreática.

Nota técnica: aplica tratamiento térmico previo de 100 ° C 10–15 minutos para inactivar inhibidores de proteasas y lectinas.

2.5. Proceso de elaboración de harina de gandul

1. Selección y limpieza del grano

- **Clasificación inicial:** se seleccionan granos sanos, libres de impurezas, piedras y material extraño.
- **Lavado y desinfección:** se eliminan polvo y microorganismos superficiales.

2. Escaldado (tratamiento térmico inicial)

- El grano se somete a **agua caliente (≈100 °C) durante 5 minutos.**

- Este paso facilita el descascarado y **reduce factores antinutricionales** como inhibidores de proteasas y lectinas.

3. Secado

- Se realiza un secado con aire caliente a **60 °C durante 2 horas**.
- Objetivo: reducir humedad y evitar proliferación de hongos o bacterias.

4. Descascarado

- Se utiliza un **molino pulidor de discos** (≈8 discos, 10 minutos) para separar la testa del grano.
- El descascarado mejora la digestibilidad y la calidad de la harina.

5. Molienda

- Los granos descascarados se muelen en molinos de martillo o de discos hasta obtener una harina fina.
- Se busca una granulometría homogénea para facilitar la mezcla en concentrados.

6. Tamizado y envasado

- Se tamiza para eliminar partículas gruesas.
- Se envasa en sacos herméticos para evitar humedad y contaminación.

Biodisponibilidad de aminoácidos y desarrollo de pechuga con concentrado artesanal

- **Riesgo principal:** antinutrientes activos y exceso de fibra reducen la digestibilidad ileal estandarizada de aminoácidos esenciales (lisina, metionina, treonina), afectando la deposición proteica en pechuga.
- **Efecto observable:** menor rendimiento de pechuga y mayor proporción de grasa si la energía no se ajusta; el ave prioriza mantenimiento sobre crecimiento muscular.
- **Cómo mitigarlo:**

Tratamiento térmico + molienda fina para reducir complejos proteína–tanino.

Suplementación de aa sintéticos (L-Lys, DL-Met, Thr) para cerrar brechas.

Enzimas (proteasas; y si hay follaje, xilanas/celulasa para fibra).

Formulación por digestibilidad, no solo por proteína bruta.

2.6. Beneficio económico del concentrado artesanal vs. extensión del ciclo

- Balance costo–beneficio: el ahorro por kg de alimento debe compensar cualquier aumento del ICA y días extra hasta el peso objetivo.

- Regla práctica: si el concentrado artesanal reduce el costo del alimento en $\geq 8-12\%$ y el ICA se mantiene $\leq 2,0$ sin extender el ciclo más de 3–5 días, suele ser económicamente favorable.
- Cuando deja de convenir: si el ICA sube $> 2,1-2,2$ y el ciclo se extiende > 7 días, el costo por kg de peso vivo y los gastos fijos (energía, cama, mortalidad) suelen anular el ahorro del insumo.
- Recomendación: modela con tus datos locales: costo/kg alimento, ICA observado, días a mercado, precio por kg de canal—y compara margen por ave.

2.7. Follaje y morfometría intestinal: vellosidades y absorción

- Efecto de la fibra insoluble (celulosa/lignina): aumenta la abrasión mecánica y puede reducir la altura de vellosidades y profundidad de criptas si la inclusión es alta, disminuyendo el área de absorción.
- Viscosidad y tránsito: la harina de follaje eleva la viscosidad y acelera el tránsito, provocando “lavado intestinal”—menos tiempo de contacto enzima–sustrato y menor absorción.
- Diseño (D’S) morfométrico: con inclusiones bajas–moderadas (p. ej., 3–5% de follaje finamente molido) puede haber efecto trófico leve (mejor tono intestinal), pero por encima de 7–10% predominan efectos negativos en absorción.

2.8. Follaje, pigmentación de la canal y conversión alimenticia

- Pigmentos (carotenos/xantofilas): aumentan el amarillo en piel y grasa subcutánea—mejoran el valor comercial sin necesidad de pigmentantes sintéticos.
- Correlación positiva “segura”: sí, si la inclusión de follaje se mantiene baja ($\approx 2-4\%$) y la dieta conserva energía y digestibilidad; el ICA no se afecta de forma significativa.
- Límite práctico: por encima de 5–7% de follaje, el riesgo de ICA más alto y menor GMD crece por fibra y taninos—la pigmentación mejora, pero el costo productivo puede superar el beneficio visual.

2.9. Taninos del follaje: antinutrientes vs. antioxidantes

- Doble filo: a bajas dosis, los taninos condensados pueden actuar como antioxidantes (protección frente a estrés oxidativo).
- A dosis altas: se unen a proteínas y enzimas digestivas (p. ej., tripsina), formando complejos insolubles—baja la digestibilidad y la biodisponibilidad de aa.
- Rango funcional:
 - Bajo–moderado (vía follaje 2–4%): potencial antioxidante sin penalizar marcadamente la conversión.
 - Alto (>5–7% follaje o taninos sin procesar): predominan efectos antinutricionales y sube el ICA.
- Mitigación: tratamiento térmico, molienda fina, uso de adsorbentes (cuando aplique), y formulación por digestibilidad.

2.10. Recomendaciones operativas para tu protocolo

- Tratamiento térmico del grano: 100° C por 10–15 min para inactivar inhibidores de proteasas y lectinas.
- Inclusión del grano de gandul: 10–20% de la proteína total, con aa sintéticos y proteasas si el proceso es artesanal.
- Follaje de gandul: 2–4% para pigmentación sin penalizar el ICA; evitar >5–7% por riesgo de “lavado intestinal”.
- Enzimas: proteasas (grano) y xilanasas/celulasas (si hay follaje) para mejorar digestibilidad.

Monitoreo: altura de vellosidades (histología si es posible), **ICA**, **GMD**, humedad de cama, y rendimiento de **pechuga**

Los estudios revisados permiten inferir que:

- El **consumo de alimento** tiende a incrementarse cuando las dietas artesanales combinan granos y forraje, lo que sugiere mayor palatabilidad.
- La **conversión alimenticia** suele ser menos eficiente que en concentrados comerciales, pero se mantiene dentro de rangos biológicamente aceptables cuando se formulan dietas balanceadas.

- El **costo-beneficio** favorece a los concentrados artesanales, ya que la reducción en costos de insumos puede compensar una menor eficiencia productiva.

Asimismo, se infiere que el uso de harinas de gandul *Cajanus cajan* en forma de grano, forraje o mezclas puede generar respuestas productivas diferenciadas, lo que justifica la evaluación experimental de distintos tratamientos, como se plantea en el presente estudio en el módulo educativo avícola de la UNFLEP.

En este sentido, la literatura respalda la hipótesis de que los concentrados artesanales pueden igualar o superar el rendimiento económico de los concentrados comerciales, aun cuando el desempeño zootécnico sea ligeramente inferior.

Desde una perspectiva crítica, aunque existen estudios que avalan el uso de concentrados artesanales, se identifican vacíos de conocimiento relevantes. La mayoría de las investigaciones se centran en un solo ingrediente o en contextos geográficos distintos, limitando la extrapolación de los resultados a realidades locales específicas como la de Estelí, Nicaragua.

Además, muchos estudios priorizan la ganancia de peso y la conversión alimenticia, pero presentan limitaciones en el análisis integral del costo-beneficio, aspecto clave para pequeños y medianos productores. También se observa una escasa sistematización de experiencias en módulos educativos universitarios, donde el enfoque no solo es productivo, sino formativo y demostrativo.

En este contexto, el presente estudio aporta valor científico y académico al:

- Evaluar comparativamente cuatro tratamientos, incluyendo grano, forraje y mezclas de gandul *Cajanus cajan*.
- Integrar variables productivas y económicas bajo un diseño experimental controlado.
- Generar evidencia local aplicable a sistemas avícolas artesanales y educativos.
- Contribuir a la soberanía alimentaria y reducción de costos en la producción avícola.

Por tanto, esta investigación no solo complementa la literatura existente, sino que amplía el estado del conocimiento al contextualizar el uso de concentrados artesanales a base de *Cajanus cajan* en condiciones reales del norte de Nicaragua, fortaleciendo la toma de decisiones productivas y académicas en la UNFLEP.

Consumo de alimento

El consumo de alimento se determina cuantificando diariamente el alimento ofrecido y el alimento rechazado por repetición y tratamiento, posteriormente para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo} = (\text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento rechazado})$$

Los datos de consumo se agrupan por semana para determinar la conversión alimenticia, consumo semanal, y poder realizar las comparaciones por periodo. (Almendárez, 2017)

Alimento ofrecido

- Gramos de alimento ofrecido

Es la cantidad de alimento que se suministra diariamente a las aves por repetición y tratamiento. Representa la ración total que se pone a disposición de los pollos en cada cubículo, se toma como unidad de medida los gramos (Almendárez, 2017)

Alimento rechazado

- Gramos de alimento rechazado

Es la fracción del alimento ofrecido que no fue consumida por las aves y queda como sobrante. Se cuantifica para cada repetición y tratamiento, y se resta del alimento ofrecido para calcular el consumo real, también se toma en gramos este peso. (Almendárez, 2017)

Alimento consumido

Es la cantidad real de alimento que las aves ingieren durante el ensayo. Se obtiene restando del alimento ofrecido la fracción que no fue aprovechada (alimento rechazado). (Almendárez, 2017)

Gramos de alimento consumido

Es la cantidad de alimento que se obtiene en gramos con la siguiente formula

Alimento consumido=Alimento ofrecido–Alimento rechazado (Almendárez, 2017)

Ganancia de peso

El pollo de engorde ha sido sometido a una selección genética intensiva que le otorga una alta capacidad para ganar peso en un corto periodo de tiempo. Al nacer, estos animales pesan en promedio 42 gramos, pero bajo condiciones adecuadas de manejo, nutrición y sanidad, pueden alcanzar hasta 2,800 gramos (2.8 kg) en menos de 40 días, lo cual representa una impresionante eficiencia productiva para la industria avícola. (Gaitán, 2016)

Peso inicial

Se refiere al peso registrado al inicio del ciclo productivo o periodo de engorde. En el contexto de activos biológicos, también se define como el valor de peso correspondiente asignado a cada componente individual dentro del activo total al momento de su valuación inicial, de acuerdo con los términos establecidos en los documentos de referencia como los suplementos de precios. (Law insider, 2025)

Peso final

- Corresponde al peso total del ave al culminar el periodo de crecimiento o engorde, y se expresa en kilogramos. Este parámetro permite evaluar la eficiencia del sistema de producción, ya que representa el rendimiento alcanzado en relación con los insumos utilizados durante todo el proceso. (Duarte, 2021)
- Kg de peso
El concepto de kg de peso vivo se refiere al peso total del animal con todos sus componentes internos intactos. Para fines técnicos, se diferencia del peso vacío, el cual se obtiene al descontar el contenido gastrointestinal o "llenado", proporcionando así una medida más precisa del peso neto del animal (Kugler)

Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se define como la cantidad de alimento transformado (en gramos) a peso vivo (en gramos). De esta manera, se entiende como un índice que determina la cantidad de alimento suministrado que se está transformando en peso vivo por ave. (Sáenz, 2022)

Índice de conversión alimenticia

Es una medida de la eficiencia con la que un animal convierte el alimento en peso corporal. Se calcula dividiendo la cantidad de alimento consumido entre el peso ganado. Fórmula: $CA = \text{alimento consumido} / \text{peso ganado}$, por ejemplo, en un grupo de 10 pollos con un peso promedio de 1490 gramos, si el consumo total de alimento fue de 817.2 gramos, la conversión alimenticia sería: $817.2 \text{ gr} / 1490 \text{ gr} = 0.55$ (academia.edu, 2025) (academia.edu, 2025)

2.11. Costo/beneficio

Inversión

En alimentación avícola significa destinar recursos económicos, materiales y tecnológicos para asegurar que las aves reciban dietas adecuadas, lo que impacta directamente en la rentabilidad y la sostenibilidad de la granja. (Tes Nehuén, 2024)

Costos C\$

Se entiende por costos a los desembolsos que realiza una empresa con el fin de producir o adquirir bienes y servicios necesarios para su operación. Estos pueden clasificarse en costos fijos o variables, y tienen un impacto directo en la rentabilidad del negocio. Dentro de estos se contemplan los gastos relacionados con insumos, remuneración del personal, logística de distribución y demás operaciones. (Tes Nehuén, 2024)

Ganancias

Las ganancias representan el excedente que se obtiene una vez que se han restado todos los costos de los ingresos totales generados por una empresa. Este indicador refleja el desempeño económico del negocio y es fundamental para analizar su sostenibilidad y salud financiera a lo largo del tiempo. (Merino., 2022)

Ventas

Las ventas corresponden a la cantidad de bienes o servicios que una empresa logra comercializar en un periodo específico. Este parámetro es clave para evaluar el desempeño comercial de la organización, ya que refleja su capacidad de generar ingresos a través de sus operaciones. (IEDUNOTE.COM, 2023)

Utilidades

Las utilidades representan el beneficio neto que obtiene una empresa al finalizar sus actividades operativas, una vez que se han restado todos los costos, impuestos y demás egresos. Este resultado puede ser destinado a la distribución entre los socios o accionistas, o bien, reinvertido para fortalecer y expandir el negocio. (Smiths, 2015)

Rentabilidad

La rentabilidad evalúa la eficiencia con la que una empresa convierte sus ingresos, activos o inversiones en beneficios. Es un indicador fundamental para conocer el desempeño financiero y la sostenibilidad económica de una organización. (economia48.com, 2009)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica

El estudio fue conducido en el módulo educativo avícola de la Universidad Nacional Fráncico Luis Espinoza Pineda (UNFLEP), el periodo de campo de este estudio se realizó en los meses de octubre a noviembre a del año 2025. El municipio tiene un clima tropical de Sabana con estación seca entre los meses de noviembre a abril y una estación lluviosa en los meses de mayo a octubre, con temperatura promedio de 27 a 29° C. La humedad relativa promedio es de 67% y 89%. Con una precipitación promedio anual: 1,385 mm. La coordenados son Latitud 13.246571° Longitud 86.374653° y 880 msnm.

3.2. Tipo de paradigma

La presente investigación se fundamenta en el paradigma positivista interpretativo, ya que busca explicar y comprobar, mediante métodos empíricos y cuantitativos, la relación entre el tipo de concentrado suministrado y el desempeño productivo de pollos de engorde Cobb 500. Este paradigma se sustenta en la observación objetiva, la medición numérica de variables productivas y económicas, el uso de un diseño experimental controlado y la contrastación de hipótesis a través de análisis estadísticos, permitiendo generar resultados verificables y replicables en contextos similares.

3.3. Enfoque de la investigación

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo experimental, con un alcance explicativo y comparativo, de tipo experimental. Se manipuló la variable independiente correspondiente al tipo de concentrado (comercial y artesanal a base de *Cajanus cajan*), con el fin de evaluar su efecto sobre el desempeño productivo y económico de pollos de engorde Cobb 500.

El estudio se ejecutó mediante un diseño completamente al azar, en condiciones reales de campo, utilizando técnicas de medición objetiva y análisis estadístico inferencial, lo que permitió establecer relaciones causa–efecto entre las variables analizadas.

El período de estudio fue lo suficientemente extenso para registrar cambios significativos en la ganancia de peso y la conversión alimenticia de los pollos alimentados con los diferentes tipos de concentrado.

3.4. Finalidad y profundidad de la investigación (Alcance)

En este estudio se midieron la relación existente entre las variables por lo que indica que la investigación es correlacional explicativa.

3.5. Según nivel de amplitud: transversal o longitudinal

La investigación es de tipo transversal, debido a que las variables productivas y económicas fueron evaluadas de manera sistemática y repetida en las mismas unidades experimentales durante un período de 42 días, lo que permitió analizar la evolución del desempeño productivo de los pollos de engorde Cobb 500 en función del tiempo y del tipo de concentrado suministrado.

3.6. Descripción de la unidad de análisis experimental

Este trabajo experimental se llevó a cabo en la comunidad San Santa Adelaida Municipio de Estelí, Departamento de Estelí, en la Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda en el módulo avícola, Describir población de 64 pollos raza Cobb 500 y una muestra definida por cada tratamiento de 16 pollos. El alimento se proporcionó a cuatro unidades experimentales por tratamiento de forma diaria (cuatro repeticiones), se utilizó comederos artesanales de la unidad productiva.

La cama que se usó para revestir el suelo, fue de granza de arroz, la que es una de las camas más utilizadas y de mayor eficiencia en las unidades de producción avícola, donde usamos cama con grosor de 5 centímetros. Diario se revisó la calidad de la cama, para evitar acumulación de camas húmedas, amoniaco y gusanos.

El concentrado después de elaborado fue consumido en un periodo menor a 30 días, verificando calidad del mismo a través de prueba organoléptica: olor, color, sabor y textura. Se elaboraron dos fórmulas o dietas para pollos, una de iniciación que se alimentaron a los pollos hasta los 21 días, posteriormente se realizó cambio de dieta a concentrado de finalización haciendo un periodo de adaptación del concentrado de 5 días para evitar desórdenes alimenticios o problemas

entéricos en los pollos por cambios bruscos de las dietas, que puede provocar un grado de estrés en los animales y disminuir el consumo de concentrado y por ende una baja acumulación de peso vivo.

Los ingredientes con los que se elaboró el concentrado a las aves en estudio de las siguientes materias primas; Harina de maíz Amarillo, melaza, sales Minerales, cascará de huevo y Harina de Gandul (en etapa de crecimiento), Esta ración se elaboró de forma artesanal en piso de concreto se homogenizó la mezcla con herramientas de la unidad productiva como palas etc, se usaron proporciones de 55 libras de gandul en grano, 38 libras de forraje de gandul, 11 libras de melaza, 10.5 libras de cáscara de huevo y 1.5 de sal mineral. Para obtener 25 libras por cada tratamiento. El grupo de los 64 pollos tuvo alimentación, agua limpia y potable ad libitum, (a voluntad).

Para desarrollar el estudio se utilizaron 64 pollos engorde de la línea Cobb 500, 16 pollos por tratamiento y 3 repeticiones utilizando 4 tratamientos que se alimentaron en dos momentos un primer momento (inicio), será de 21 días y un segundo momento (final), fue igual periodo de 21 días para completar el ciclo de los 42 días. Para su debido registro se anotó la fecha de recepción de los pollos. Para la evaluación la ganancia de peso se realizaron pesajes cada 21 días por cada unidad experimental en bascula de reloj. Se realizó un pesaje final los resultados fueron anotados en un formato para tal efecto.

3.7. Definición de variables con su operacionalización:

Tabla 1. Matriz de conceptualización y operacionalización de las variables incluidas en el estudio

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Subvariables	Indicadores	Técnica de recolección de información	Fuente de información
Determinar el consumo de alimento en pollos de engorde Cobb 500 alimentados con concentrado artesanal de harina de <i>Cajanus cajan</i> , en el módulo educativo avícola UNFLEP	Consumo de alimento	Consiste en la medición del alimento ofrecido ad libitum, y pesándose diariamente lo suministrado y posteriormente al final de cada pesaje el rechazo	Alimento ofrecido	Gramos de alimento ofrecido	Observacional	Aves en estudio
			Alimento rechazado	Gramos de alimento rechazado		
			Alimento consumido	Gramos de alimento consumido		
Calcular la ganancia de peso y conversión alimenticia de pollos	Ganancia de peso	Es el aumento de peso que va obteniendo un animal al ser sometido a un tipo de dieta.	Peso inicial Peso final	Kg de peso	Observacional	Aves de estudio

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Subvariables	Indicadores	Técnica de recolección de información	Fuente de información
engorde Cobb 500 alimentados con concentrado artesanal de harina de <i>Cajanus cajan</i> en modulo educativo avícola UNFLEP.	Conversión alimenticia			Índice de conversión Alimenticia	de Observacional	Aves en estudio Registros de consumo y peso aves
Estimar el costo-beneficio de la utilización del concentrado artesanal como alternativa alimentaria para pollos de engorde en modulo educativo avícola UNFLEP.	Costo/beneficio	Inversión y retorno	Inversión Ganancias Utilidades	Costos C\$ Ventas Rentabilidad	Análisis Económico	Análisis de Registros

3.8. Diseños experimentales

Es un Diseño Completamente al Azar, con criterios de inclusión de Pollos de Engorde, con las mismas características raciales pollos Cobb 500, peso, sexo y estado zoonosanitario, así como también las condiciones de manejo controladas en infraestructura, espacio, equipos y alimentación. El estudio se dividirá en 4 grupos de 4 pollos con 3 repeticiones por tratamiento, su dieta recomendada según porcentaje de inclusión de harina de Gandul (*Cajanus cajan*) por tratamiento.

La información se recopiló en una base de datos en excel para luego ser analizada en software de infostat, realizando análisis de tukey, prueba de normalidad de varianza con shapiro-wilk y homogeneidad de varianza a través de prueba de leven y transformación angular de datos porcentuales. Para para la rentabilidad y calidad se apoyó con la formula IOR.

Cada repetición proporciona cuatro conjuntos independientes de datos, es decir cuatro unidades experimentales por tratamiento y el testigo. Esto permite obtener resultados más confiables y estadísticamente significativos. Este diseño permitió la evaluación de manera efectiva los efectos de los diferentes tipos de concentrado en los pollos de engorde, considerando el tamaño de la muestra y las repeticiones para obtener conclusiones confiables. El periodo de duración del experimento fue de 42 días.

En el experimento consta de un diseño completamente al azar (DCA), con un arreglo cuatro tratamientos y tres repeticiones, con un total de 4 unidades experimentales para una población de 64 pollos en total.

Los tratamientos se describen a continuación:

Tabla 2. Tratamientos utilizados

Tratamientos	Descripción
T1	Harina de Gandul elaborada a partir de grano de gandul
T2	Harina de Gandul elaborada a partir de forraje de gandul
T3	Harina de Gandul elaborada a partir de grano de gandul y forraje de gandul (1:1)
Testigo	Concentrado Comercial

El modelo aditivo lineal (MAL), se expresa mediante la siguiente formula:

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

$i = 4$t tratamientos

$j = 64$n observaciones

Y_{ij} = La j – ésima observación del i - ésimo tratamiento

μ = Es la media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento

T_i = Efecto del i – ésimo tratamiento a estimar a partir de los datos del experimento

E_{ij} = Efecto aleatorio de variació

3.9. Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron la observación directa, la medición y el análisis económico. Los instrumentos empleados incluyeron balanzas de reloj y digitales para el registro del peso corporal y consumo de alimento, hojas de campo para el registro sistemático de la información productiva, fichas de costo para el análisis económico y hojas de cálculo para la sistematización y procesamiento de los datos obtenidos.

3.10. Validez o confiabilidad de los instrumentos

Los instrumentos fueron sometidos a un juicio de expertos relacionados al tema de investigación, lo que permitió valorar los contenidos y forma de cada uno de los aspectos incluidos en las herramientas utilizadas.

3.11. Procesamiento y análisis de datos

En el programa Excel se elaboró una base de datos que permitió ordenar la información para cada variable de forma estadística como; media, porcentajes, ganancia de peso y cuadros, gráficos para su respectiva interpretación y análisis de los datos o análisis estadístico adecuado para comparar la ganancia de peso u otros parámetros de interés entre los tratamientos. Se utilizó un programa estadístico InfoStat versión 20, realizando análisis de varianza Tukey al 5%, prueba de normalidad de varianza con Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianza a través de prueba de leven y transformación angular de datos porcentuales. Para para la rentabilidad y calidad se apoyó con la formula IOR.

3.12. Consideraciones éticas de la investigación

En un estudio con animales como el que implica la investigación con pollos de engorde, fue crucial seguir principios éticos fundamentales. Esto incluye asegurar el bienestar de los animales mediante prácticas de manejo adecuadas y respetuosas, minimizar el estrés y el sufrimiento durante el estudio, y adherirse a normativas locales e internacionales para el cuidado y uso ético de los animales en investigación. Este trabajo tiene el interés de garantizar que el estudio cumpla con estándares éticos rigurosos y contribuya al avance del conocimiento de manera responsable y ética.

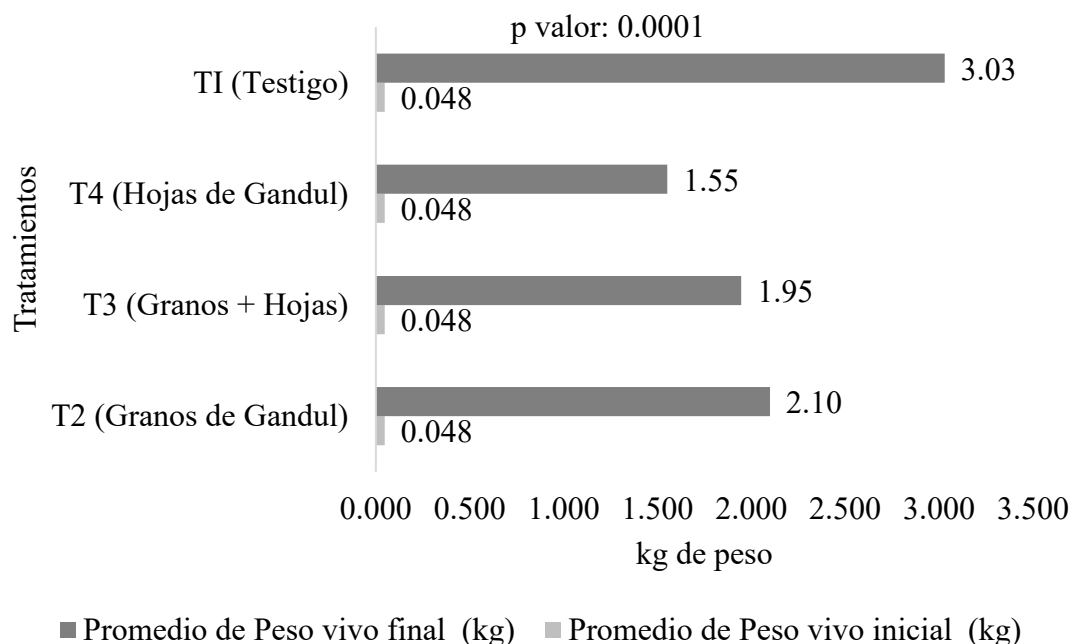
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Peso Inicial y Final de los pollos de engorde

En la figura uno podemos apreciar que el testigo T1 fue el que obtuvo mejores resultados iniciando con un peso promedio de **0.048** kg y un peso final de 3.03 kg teniendo un comportamiento mayor que los otros tratamientos, con una ganancia de peso de 3,03 kg por tratamiento, el T4 (hojas de gandul) obtenemos como el tratamiento más bajo, con un peso inicial de 0.48 kg y 1.55 kg de peso final según el promedio. El T3 obtenemos que hubo un peso mayor que el T2 y T4, donde hay 1.95 kg de peso final, pero el tratamiento con mayor ganancia de peso fue le T2 (Granos de gandul) con un peso inicial de 0.48 llegando 2.10 kg, donde a parte del testigo es el mejor tratamiento entre todos los demás.

Figura 1.

Peso vivo inicial y final de los pollos de engorde



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En otro estudio similar al nuestro reportado por Almendarez (2017), donde obtuvo un peso final de alrededor de 2,10 kg en el T1, así mismo el T2 (Concentrado Granjero) se igualo al T1 con 2.09kg kg en última semana, en cambio el T3 (Concentrado Artesanal) obtuvo un rendimiento

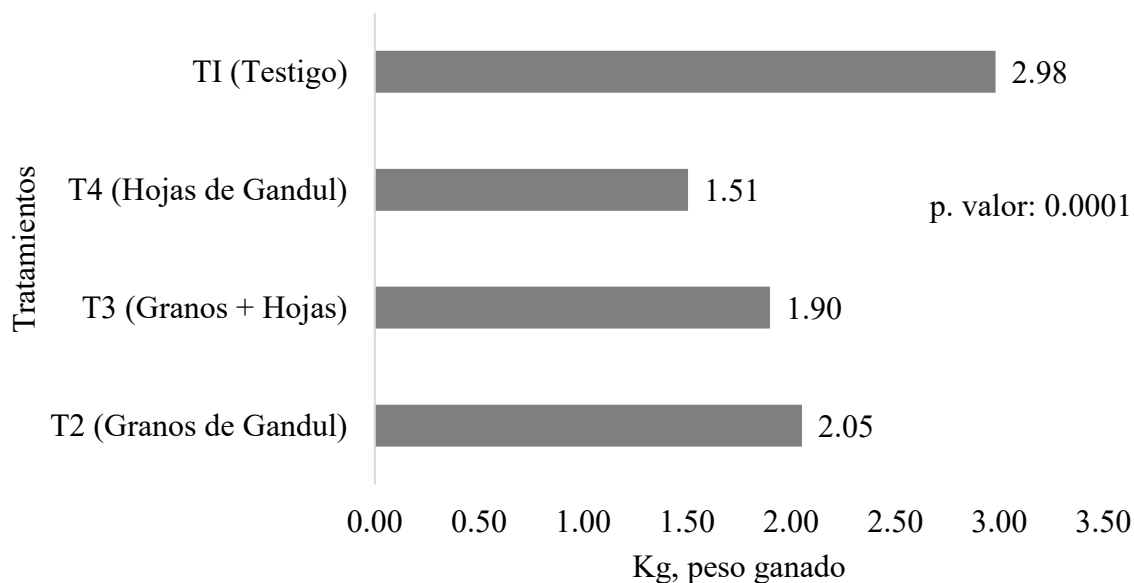
muy bajo en comparación al T1 y T2 con 0,61kg. Lo que quiere decir que si hay diferencia significativa en uno de los tres tratamientos. Los resultados fueron más similares a Cajas (2015) que tuvo un peso inicial de 0.47 a 0.48 kg en promedio por pollo, y un peso final de 4.4 kg el testigo y 4.2 kg la harina de gandul, resultados muy diferentes a los anteriores, donde existen diferencias de hasta más del 50% en peso final, pero teniendo datos similares en el peso inicial.

4.2. Ganancia de peso de pollos de engorde.

En la figura dos podemos observar que el tratamiento uno (T1) obtuvo una mayor ganancia de peso en los 42 días de estudio, con 1.47 kg por encima del tratamiento cuatro (T4), que fue el que obtuvo la menor ganancia de todo los tratamientos, sin embargo el T2 fue el que se comportó con una ganancia más próximas al testigo siendo este uno de los tratamientos recomendados con la inclusión de gandul en este caso el uso del grano de *Cajanus cajan*, en cuanto a la combinación de Granos + Hojas (T3) (1.47 kg) y las Hojas (T4) (1.07 kg). Las Hojas solas (T4) fueron las menos efectivas.

Figura 2.

Peso ganado de los pollos de engorde por tratamientos (kg)



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

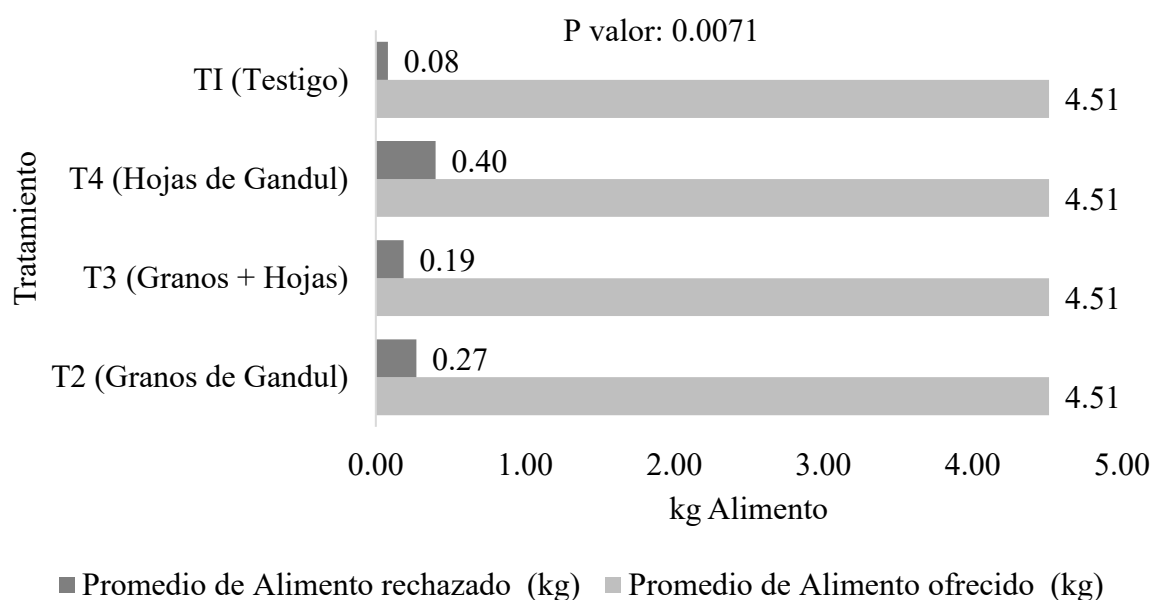
Estos resultados se comportaron similar con Almendárez (2017) Obtuvo que con la dieta T1 de purina se obtuvo en promedio un peso 2.21 kg, seguido de la T2 de el granjero con 2.09 kg y por último el T3 que es artesanal con 0.61 k, lo cual muestra una menor cantidad en el alimento comercial como lo es el T1, el granjero, igual entre los alimentos artesanales, estos resultados son diferentes a los de Cajas (2015) con 4.215 kg en el tratamiento con gandul y 44.13kg su testigo comercial.

4.3. Alimento consumido

El alimento ofrecido en el T1 (Testigo), fue de 4.51 kg ofrecidos por tratamiento, promediando por semana, obtenemos que hay un rechazo 0.8, a diferencia de los demás tratamientos como el T4 (Hojas de gandul) con un rechazo mayor al anterior tratamiento con 0.40 kg, el T3 (granos+hojas) tuvo una diferencia de alimento rechazado de 0.19 kg con los mismo 4.51 kg ofrecidos, y por último tenemos al T2 (granos de gandul) tuvo el segundo rechazo más bajo. Con 0.27 kg siendo superado solo por el T3, esto significa que los granos y las hojas poseen mayor interés alimenticio para los pollos entre los demás tratamientos a base de gandul.

Figura 3.

Alimento ofrecido y alimento rechazado de los pollos de engorde por tratamientos (kg)



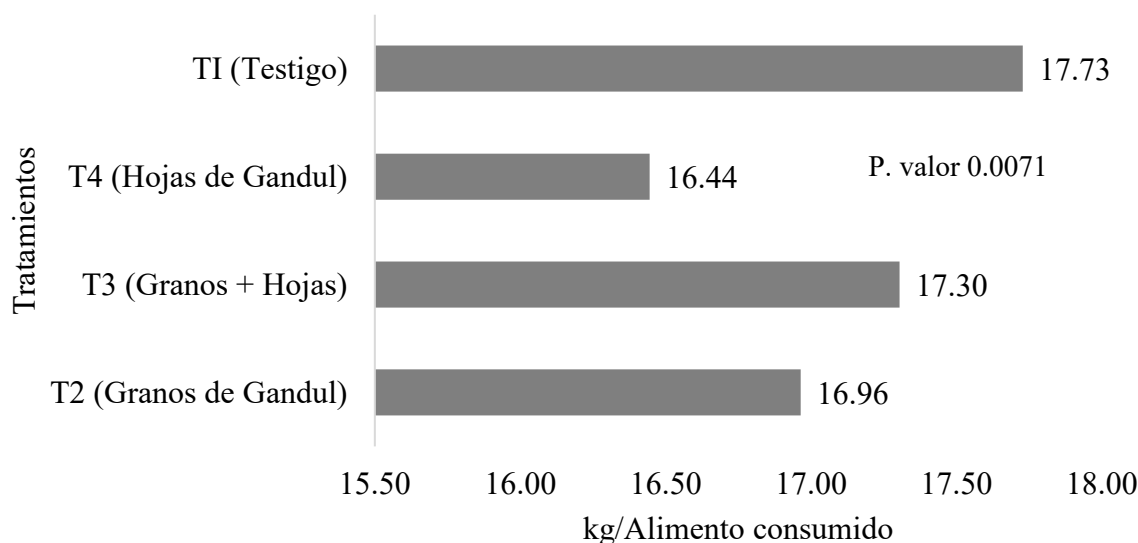
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Resultados similares a los de Almendárez (2017) quien uso 4 kg suministrados, y extrajo el rechazo con el alimento ofrecido menos alimento rechazado entre la cantidad de días evaluados por 100, a diferencia de Cajas (2015), que suministró el doble en sus tratamientos con 8.63 kg y un rechazo de 0.13 kg, lo cual es mucho menor a los tratamientos que utilizamos.

En la figura 4, notamos que el testigo T1, obtuvo un resultado de 12.30 kg de alimento consumido, a diferencia de T4 (hojas de gandul) el cual resultó tener 16.44 kg de alimento consumido, siendo superado por el T3 (Granos+ hojas) donde obtuvo resultados de 17.30, siendo el mayor, lo cual, significa que este es el tratamiento más consumido en comparación del testigo por muy poco, esto significa que es más apetecible por los pollos, en T2 (Granos de gandul) tuvo un 16.96 kg, siendo el alimento menos consumido. Estos resultados se comparan con los de Almendarez (2017), con el t1 de Purina con 21.16 kg, mientras que en el tratamiento T2 El Granjero consumió 20.73 kg gramos por animal, en tanto los pollos del tratamiento Artesanal ingirió 19.57 kg gramos, siendo más consumido con los pollos de dicho autor.

Figura 4.

Alimento consumido de los pollos de engorde por tratamientos (kg)



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

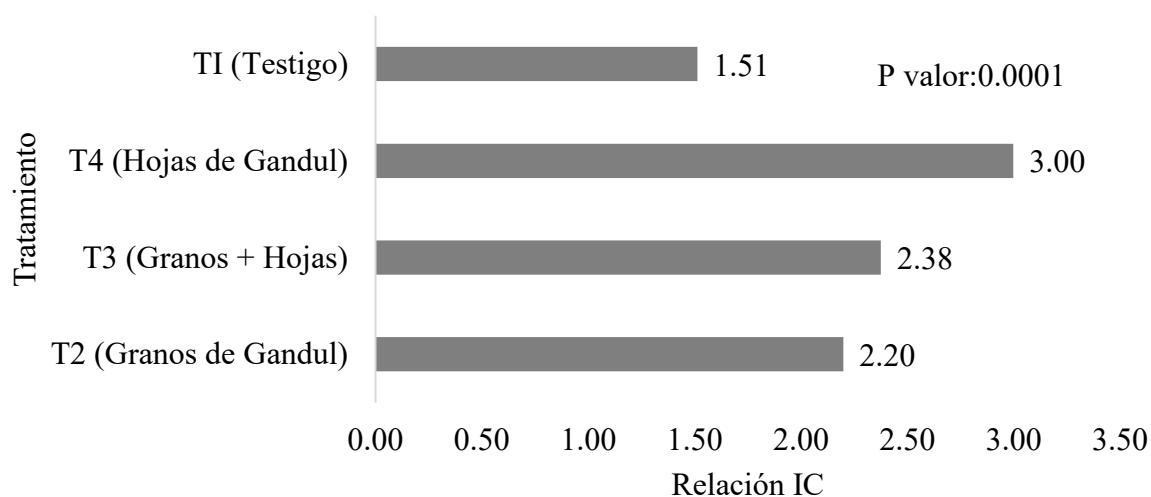
A diferencia de Cajas (2015) que para 160 pollos tuvo un consumo total de 338.8 kg en el tratamiento de gandul, y 340 en el testigo comercial, si fuera en la misma cantidad de animales que nosotros, es decir, 16 por tratamiento, serían el testigo, 136 kg y el concentrado con gandul 135.5 kg

4.4. Conversión alimenticia

El tratamiento uno (figura 5), el testigo, es el valor más bajo, significa que este tratamiento es el más eficiente en la conversión de alimento a peso ganado. Se requiere muy poco alimento (0.14 kg) para ganar 1 kg de peso, el T2 (Granos de Gandul) posee una eficiencia de 2.15, lo cual significa que tuvo mejores condiciones que los demás tratamientos a excepción del testigo, lo cual entendemos que requiere 2.15 kg de alimento para ganar 1 kg de peso. T3 (Granos + Hojas) obtuvimos que son 2.32, significa que necesita 2.32kg para ganar 1 kg de peso un valor muy alto. T4 (Hojas de Gandul) 2.91 tiene el valor más alto. Se requiere casi 3 kg de alimento para ganar 1 kg de peso.

Figura 5.

Índice de conversión de alimenticia de los pollos de engorde por tratamientos (I/C)



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Es el tratamiento menos eficiente. Es diferente a los resultados de Almendarez (2017) quien obtuvo una CA de (concentrado purina) de 0.98 kg y T2 0.97 kg (concentrado granjero esto

sugiere que se necesita mucho alimento para convertir a 1kg de carne, resultados similares, sin embargo, nuestro testigo obtuvo mejores índices y conversión, y el artesanal T3 con 3.20 kg de alimento, incluso más alto que nuestros tratamientos, cada kg se convierte 1 kg de carne. Todo esto difiere mucho a los de Cajas (2017), pero este último se comparan mucho con los resultados de nuestro estudio, con una conversión alimenticia que estuvo entre 1,93 kg y 2,01 kg siendo más eficiente el tratamiento testigo y menos eficiente el tratamiento de harina de gandul. Esto puede deberse a que el gandul requiere grandes cantidades para convertir a peso vivo, lo cual no es muy bueno.

4.5. Análisis Relación costo/beneficio

De acuerdo a los análisis Relación costo/beneficio podemos determinar:

Tabla 3. Relación costo/beneficio

Tratamiento	Ingresos brutos	Costos totales	RB/C
T1	4053	1952	2.08
T2	2983	2321.5	1.28
T3	2588	2209.5	1.17
T4	2198	1979.5	1.11

El tratamiento T1 (harina de gandul elaborada a partir de grano de gandul) presentó la mayor rentabilidad, con ingresos brutos de 4053 y costos totales de 1952, alcanzando una relación RB/C de 2.08. Este valor indica que por cada unidad monetaria invertida se obtiene un retorno de 2.08, reflejando una eficiencia económica superior respecto a los demás tratamientos. La alta rentabilidad de este tratamiento puede atribuirse al mejor aprovechamiento nutricional del grano de gandul, lo cual se traduce en un mayor rendimiento productivo y menores costos relativos.

El tratamiento T2 (harina de gandul elaborada a partir de forraje de gandul) obtuvo una relación RB/C de 1.28, con ingresos brutos de 2983 y costos totales de 2321.5. Aunque este tratamiento genera beneficios económicos, su rentabilidad es moderada en comparación con T1, lo que sugiere que el uso exclusivo de forraje presenta limitaciones productivas y un menor margen de ganancia.

Por su parte, el tratamiento T3 (harina de gandul elaborada a partir de grano y forraje en proporción 1:1) registró una relación RB/C de 1.17, con ingresos brutos de 2588 y costos totales de 2209.5. Este resultado indica una rentabilidad baja, cercana al punto de equilibrio, lo que evidencia que la combinación de ambos insumos no optimiza los costos ni maximiza los ingresos bajo las condiciones evaluadas.

Finalmente, el tratamiento T4 (testigo con concentrado comercial) presentó la menor relación costo/beneficio ($RB/C = 1.11$), con ingresos brutos de 2198 y costos totales de 1979.5. Esto demuestra que, aunque el concentrado comercial genera ganancias, su rentabilidad es inferior a los tratamientos basados en harina de gandul, especialmente al compararse con T1.

Podemos deducir que según este análisis, el tratamiento T1 se posiciona como la alternativa más económicamente viable, evidenciando que la harina de gandul elaborada a partir de grano constituye una opción rentable y competitiva frente al uso de forraje de gandul y al concentrado comercial en la alimentación de pollos de engorde, puesto que el tratamiento T1 ofrece el mayor retorno económico, mientras que T4 presenta la menor eficiencia financiera, confirmando que el uso de harina de gandul, especialmente a partir del grano, resulta más rentable que el concentrado comercial.

V. CONCLUSIONES

Respecto al análisis económico de los tratamientos evaluados (T1, T2, T3 y T4) se identificaron diferencias en términos de ingresos brutos, costos totales, ingresos netos y eficiencia económica, sobre la rentabilidad del estudio.

El Tratamiento 1 (T1) presentó el mejor rendimiento económico. Registró los ingresos brutos más altos C\$ 4,053.00 y los costos totales más bajos C\$ 1,952.00, lo que generó un ingreso neto de C\$ 2,101.00, siendo el mayor entre todos los tratamientos evaluados. Esta relación favorable entre costos e ingresos se reflejó en una Relación Beneficio/Costo (RB/C) de 2.08, indicando que por cada unidad monetaria invertida se obtuvo un retorno de 1.08 de córdobas. De acuerdo a los resultados refleja que el T1 como la alternativa más rentable y económicamente eficiente, evidenciando un uso óptimo de los recursos productivos.

Seguidamente el Tratamiento 2 (T2) que los ingresos brutos C\$ 2.983.00 y los costos totales C\$ 2321.5, lo que generó un ingreso neto de C\$ 661.5, siendo el segundo entre todos los tratamientos evaluados. Esta relación favorable entre costos e ingresos se reflejó en una Relación Beneficio/Costo (RB/C) de 1.28, indicando que por cada unidad monetaria invertida se obtuvo un retorno de C\$ 0.28 centavos de córdobas.

El Tratamiento 3 (T3) mostró un desempeño que los ingresos brutos C\$ 2,588.00 y los costos totales C\$ 2,209.50 lo que generó un ingreso neto de C\$ 378.50, siendo el tercero entre todos los tratamientos evaluados. Esta relación favorable entre costos e ingresos se reflejó en una Relación Beneficio/Costo (RB/C) de 1.17, indicando que por cada unidad monetaria invertida se obtuvo un retorno de C\$ 0.17 centavos de córdobas.

El Tratamiento 4 (T4) mostró un desempeño que los ingresos brutos C\$ 2,198.00. y los costos totales C\$ 1,979.00 lo que generó un ingreso neto de C\$ 378.00 siendo el tercero entre todos los tratamientos evaluados. Esta relación favorable entre costos e ingresos se reflejó en una Relación Beneficio/Costo (RB/C) de 1.17, indicando que por cada unidad monetaria invertida se obtuvo un retorno de C\$ 0.17 centavos de córdobas.

Los resultados arrojan que la rentabilidad económica varía significativamente entre tratamientos, estableciéndose el siguiente orden de desempeño económico: $T1 > T2 > T3 > T4$, destacando al Tratamiento 1 como la opción más viable para su implementación a nivel productivo y académico.

VI. RECOMENDACIONES

Queda como opción libre de querer usar el concentrado Granjero al momento de querer minorar costos económicos, sin dejar atrás que con este concentrado también se obtienen buenos resultados en la producción de pollos Cobb 500.

Es importante seguir investigando sobre la elaboración de concentrados artesanales para indagar más sobre los procesos que se tiene que cumplir a la hora de la elaboración y que ingredientes usar para llegar a los porcentajes de proteínas que se propongan.

Se recomienda emplear en tiempo y forma el manejo sanitario en la producción de pollos Cobb 500, ya que esto ayuda a que tengas pollos saludables y libres de cualquier enfermedad.

Es importante investigar sobre el contenido nutricional de los insumos que venden las casas comerciales para la elaboración de concentrados, ya que algunos de ellos no cuentan con las propiedades nutritivas establecida en cada uno de las etiquetas y de igual manera algunos no presentan ninguna descripción de estos mismos.

VII. LITERATURA CITADA

- Alcívar, A. Y. (2019). *Aprovechamiento de gandul seco en una formulación base de balanceado destinado a cerdos y pollos de engorde* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio Institucional ESPOL. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/53651>
- Alexander, R. C. (2021). *Inclusión de harina de frijol de palo (Cajanus cajan) precocido en la alimentación de pollos mejorados* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Almendárez, E. A. (2017). *Evaluación de diferentes niveles de inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (Manihot esculenta Crantz) en la alimentación de pollos de engorde* [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/11329>
- Almendárez, Z. (2017). *Evaluación de diferentes niveles de inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (Manihot esculenta Crantz) en la alimentación de pollos de engorde* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/3534>
- Avilés, N. D. (2016). *Análisis de la viabilidad económica para el mejoramiento del crecimiento empresarial de la granja avícola Las Delicias del municipio de San Nicolás* [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/1978>
- Díaz, E. (2023). *Nutrición avícola*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://repository.agrosavia.co/>
- Duarte, B. M. (2021). *Comportamiento productivo de toros en un sistema de engorde a corral* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4346>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *Poultry production and products*. FAO. <https://www.fao.org/poultry-production-products>
- Gaitán, O. O. (2016). *Evaluación del efecto productivo en pollos de engorde (broiler) con alimentos comerciales versus artesanales* [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <https://biblioteca.uam.edu.ni/recolector/Record/ni-unan-m11329>

- García, E. O. (2011). *Evaluación productiva en gallinas de patio alimentadas con tres tipos de raciones caseras bajo condiciones de libertad* [Tesis de grado]. <https://www.semanticscholar.org/>
- INTAGRI. (2016). *La fenología del maíz y su relación con la incidencia de plagas*. Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura. <https://www.intagri.com/>
- Machaca, G. C. (2015). *Comportamiento agronómico de ocho variedades de soya* [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2023). *Glosario de nutrición animal*. MAPA. <https://www.mapa.gob.es/app/nutricionanimal>
- Nakandakari, L. (2020). *Ensayo de biodisponibilidad de fósforo en pollos de engorde*. Engormix. <https://www.engormix.com/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Producción nacional de carne de pollo y huevo*. FAO.
- Sáenz, J. A. (2022). *Conversión alimenticia en el pollo de engorde*. Veterinaria Digital. <https://www.veterinariadigital.com/>
- Stevenson, C. J. (2017). *Inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (Manihot esculenta Crantz) en la alimentación de pollos de engorde y su efecto en el comportamiento productivo* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/3500/>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2011). *Análisis de alimentos: Fundamentos y técnicas*. UNAM. <https://amyd.quimica.unam.mx/>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del experimento



Anexo 2. Hoja de campo

Tema: Evaluación el desempeño productivo de pollos de engorde alimentados con concentrado artesanal a base de harina de Gandul (*Cajanus cajan*), Santa Adelayda 2025

Fecha de observación _____ **Investigador** _____

Ubicación _____ **Número de hoja** _____

Datos generales

Fecha del inicio del estudio _____

Duración prevista del estudio _____

Condiciones ambientales _____

Anexo 3. Ganancia de peso

Peso inicial	Peso final	Tiempo transcurrido

Anexo 4. Parámetros medidos

Consumo de alimento (Kg)	Ganancia de peso		Conversión alimenticia	Estado zoonosanitario
	Kg	Gr		

Anexo 5. Calidad del concentrado

Tipo de concentrado	Ingredientes	Muestra	Materia seca (%)	Ceniza (%)	Proteína bruta (%)

Anexo 6. Procedimientos y observaciones en laboratorio

Fecha	No. de pollos	Tratamiento	Bloque	Muestras recolectadas	Descripción de la muestra	Procedimientos en laboratorio	Observaciones finales

Anexo 7. Diseño experimental

T1	1	11	41
	2	21	31
	3	31	12
	4	41	14
T2	5	12	23
	6	22	43
	7	32	11
	8	42	22

T3	9	13	32
	10	23	33
	11	33	24
	12	43	21
T4	13	14	42
	14	24	13
	15	34	34
	16	44	44

41	31	12	14
23	43	11	22
32	33	24	21
42	13	34	44

Anexo 8. Formulas a evaluar

Gandul Granos T2					
Ingrediente	contenido Nutricional	Inclusión	Aporte	P/U	Costo
Maiz	8	15	1.2	8	120
Sorgo	8	12	0.96	6	72
Soya	39	30	11.7	12	360
Gandul	24	35	8.4	10	350
melaza	4	4	0.16	4	16
casaca de huevo	0	3.5	0	2	7
sal mineral	0	0.5	0	25	12.5
		100	22.42		937.5

Mixta (T3)					
Ingrediente	contenido Nutricional	Inclusión	Aporte	P/U	Costo
Maíz	8	15	1.2	8	120
Sorgo	8	12	0.96	6	72

Mixta (T3)					
Ingrediente	contenido Nutricional	Inclusión	Aporte	P/U	Costo
Soya	39	30	11.7	12	360
Gandul	24	20	4.8	10	200
Forrajera	18	15.5	2.79	4.6	71.3
melaza	4	3.5	0.14	4	14
casara de huevo	0	3.5	0	2	7
sal mineral	0	0.5	0	25	12.5
		100	21.59		856.8

Forraje Gandul T4					
Ingrediente	contenido Nutricional	Inclusión	Aporte	P/U	Costo
Maiz	8	20	1.6	8	160
Sorgo	8	20	1.6	6	120
Forrajera	18	22.5	4.05	4.6	103.5
Soya	39	30	11.7	12	360
melaza	4	3.5	0.14	4	14
casara de huevo	0	3.5	0	2	7
sal mineral	0	0.5	0	25	12.5
		100	19.09		777

Testigo comercial					
Ingrediente	contenido Nutricional	Inclusión	Aporte	P/U	Costo
Formula		100	24	12.8	1280

Anexo 9. Análisis estadístico

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Peso vivo inicial (kg)	16	0.48	0.00	0.30	<0.0001
Peso kg/día	16	0.22	0.32	0.54	<0.0001
Peso vivo final (kg)	16	9.30	13.30	0.54	<0.0001
Peso Ganado (kg)	16	8.82	13.30	0.54	<0.0001
Alimento ofrecido (kg)	16	4.51	0.00	sd	>0.9999
Alimento rechazado (kg)	16	0.23	0.12	0.83	0.0071
Alimento Consumido (kg)	16	4.28	0.12	0.83	0.0071
Alimento ofrecido/día (kg)..	16	0.11	0.00	0.10	<0.0001
Alimento consumido/día (kg..	16	0.10	2.9E-03	0.83	0.0071
<u>Indice</u>					
Conversión	16	1.88	1.07	0.71	<0.0001

Prueba t para una media

Valor de la media bajo la hipótesis nula: 0

Variable	n	Media	DE	LI (95)	LS (95)	T
<u>p(Bilateral)</u>						
Peso kg/día	16	0.22	0.32	0.05	0.39	
2.80		0.0135				
Peso vivo final (kg)	16	9.30	13.30	2.21	16.39	
2.80		0.0135				
Peso Ganado (kg)	16	8.82	13.30	1.73	15.91	
2.65		0.0181				
Alimento rechazado (kg)	16	0.23	0.12	0.17	0.30	
7.73		<0.0001				
Alimento Consumido (kg)	16	4.28	0.12	4.21	4.34	
140.93		<0.0001				
Alimento ofrecido/día (kg)..	16	0.11	0.00	0.11	0.11	
14991132469731700.00		<0.0001				
Alimento consumido/día (kg..	16	0.10	2.9E-03	0.10	0.10	
140.93		<0.0001				
<u>Indice</u>						
Conversión	16	1.88	1.07	1.31	2.45	6.99
<0.0001						

Anexo 10. Análisis bromatológico del frijol gandul (*Cajanus cajan*) – grano seco

Base: materia seca (MS), %

Componente	Contenido (%)
Materia seca	89.0
Proteína cruda	21.7

Componente	Contenido (%)
Extracto etéreo	1.8
Fibra cruda	7.4
Extracto libre de nitrógeno (ELN)	56.1
Cenizas	3.0
Calcio (Ca)	0.13
Fósforo (P)	0.38
Energía metabolizable	2.8 Mcal/kg MS

FAO. (2012). *Pigeon pea (Cajanus cajan): Nutritional value and utilization*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Anexo 11. Análisis bromatológico de las hojas de gandul (*Cajanus cajan*) – forraje

Base: materia seca (MS), %

Componente	Contenido (%)
Materia seca	25.0
Proteína cruda	20.5
Fibra cruda	24.0
Extracto etéreo	2.5
Extracto libre de nitrógeno (ELN)	36.0
Cenizas	9.0
Calcio (Ca)	1.5
Fósforo (P)	0.30
Digestibilidad de la MS	60.0

Odeny, D. A. (2007). The potential of pigeonpea (*Cajanus cajan*) in Africa. *Natural Resources Forum*, 31(4), 297–305.

Anexo 12. Análisis bromatológico del concentrado para pollos de engorde

Etapa: Inicio (0–21 días)

Base: materia seca (MS), %

Componente	Contenido (%)
Materia seca	88.0
Proteína cruda	21.0
Extracto etéreo	4.5
Fibra cruda	4.0
Extracto libre de nitrógeno (ELN)	57.5
Cenizas	5.0
Calcio (Ca)	1.0
Fósforo disponible (P)	0.45
Energía metabolizable	3.00 Mcal/kg MS

El Granjero. (2023). *Ficha técnica: Alimento balanceado para pollos de engorde – etapa inicio*. Empresa El Granjero, Nicaragua.

Anexo 13. Análisis bromatológico del concentrado para pollos de engorde

Etapa: Finalización (22–42 días)

Base: materia seca (MS), %

Componente	Contenido (%)
Materia seca	88.0
Proteína cruda	18.0
Extracto etéreo	5.0
Fibra cruda	4.5
Extracto libre de nitrógeno (ELN)	59.5
Cenizas	5.0
Calcio (Ca)	0.90
Fósforo disponible (P)	0.40
Energía metabolizable	3.10 Mcal/kg MS

El Granjero. (2023). *Ficha técnica: Alimento balanceado para pollos de engorde – etapa finalización*. Empresa El Granjero, Nicaragua.

Anexo 14. Análisis bromatológico del maíz amarillo (*Zea mays*)

Base: materia seca (MS), %

Componente	Contenido (%)
Materia seca	89.0
Proteína cruda	8.5
Extracto etéreo	3.9
Fibra cruda	2.2
Extracto libre de nitrógeno (ELN)	83.4
Cenizas	1.6
Calcio (Ca)	0.02
Fósforo (P)	0.28
Energía metabolizable (aves)	3.40 Mcal/kg MS

NRC. (1994). *Nutrient requirements of poultry* (9th rev. ed.). National Academy Press.

Anexo 15. Análisis bromatológico de la soya (*Glycine max*)

Base: materia seca (MS), %

Componente	Contenido (%)
Materia seca	89.0
Proteína cruda	40.0
Extracto etéreo	18.0
Fibra cruda	5.0
Extracto libre de nitrógeno (ELN)	31.0
Cenizas	6.0
Calcio (Ca)	0.25
Fósforo (P)	0.65
Energía metabolizable (aves)	3.30 Mcal/kg MS

NRC. (1994). *Nutrient requirements of poultry* (9th rev. ed.). National Academy Press.

Anexo 16. Galería de imágenes



Secado de forraje de gandul *Cajanus cajan* y Maíz amarillo *Zea maíz*



Tueste de granos de gandul *Cajanus Cajan* Tueste de grano de Soya *Glicine max*



Procesamiento de materias primas para la elaboración de raciones de los tratamientos T2, T3 y T4.



T2



T3



T4