



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

Efecto de un concentrado casero y uno comercial sobre el crecimiento de pollos de engorde en la Finca El Chiflón, Estelí, Nicaragua

Gutiérrez, A; Mendoza, C; Rodríguez, R.

Tutor(a)

MSc. Alejandrina Herrera Herrera

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE ESTELÍ

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Centro Universitario Regional de Estelí CUR-Estelí

Recinto Universitario “Leonel Rugama Rugama”

Departamento de Ciencias Tecnológicas y Salud

Efecto de un concentrado casero y uno comercial sobre el crecimiento de pollos de engorde en la Finca El Chiflón, Estelí, Nicaragua

Trabajo de investigación para optar al grado de
Ingenieros Agrónomos

Autores

Amy Javiera Gutiérrez Romero

Claudio José Mendoza Arteta

Rafael Alcides Rodríguez Alfaro

Tutor

MSc. Alejandrina Herrera Herrera

Diciembre, 2025



Dedicatoria

Esta investigación se la dedicamos a Dios por siempre abrirnos puertas de oportunidades y darnos el valor y seguridad para continuar hacia adelante. Este logro es un reflejo de su amor y nuestra fe.

Amy Javiera Gutiérrez Romero

Se la dedico a la familia Matey Calderón y a mi bebe, cuyo apoyo incondicional, comprensión y acompañamiento fueron esenciales durante todo este proceso. A ellos le debo gran parte de mis logros, pues siempre me ofrecieron aliento, confianza y motivación para continuar adelante.

Claudio José Mendoza Arteta

A mis amados Padres, mi Pilar fundamental, Claudio José Mendoza Úbeda y Bermaling del Rosario Arteta, quienes, con su amor incondicional, sacrificio y esfuerzo, me han apoyado firmemente en cada etapa de mi vida, siendo mi mayor fuente de inspiración y motivación.

Rafael Alcides Rodríguez Alfaro

A mi familia, especialmente a mi madre que partió de este mundo recientemente, gracias por su amor infinito, por cada sacrificio por su apoyo incondicional y por enseñarme que los sueños se alcanzan con disciplina y esperanza por enseñarme que siempre confiando en Dios todo se puede lograr.

Agradecimiento

Expresamos nuestros mayor y profundo agradecimientos primeramente a Dios por ser la base fundamental en nuestra vida y ser fuente de sabiduría, fortaleza y ser nuestra guía en cada paso de nuestras vidas. Su presencia nos ha brindado claridad, ánimos y perseverancia necesaria para culminar con éxito cada uno de nuestros objetivos y etapas, especialmente para culminar con éxito este trabajo de investigación.

Nuestros agradecimientos se extienden también a los maestros que nos brindaron el apoyo, conocimiento y aportes. Especialmente a la tutora MSc. Alejandrina De Jesús Herrera Herrera por su dedicación, orientación académica y valiosos aportes que enriquecieron significativamente el desarrollo de esta tesis. Su profesionalismo y compromiso fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos.

De igual manera, agradecemos a la institución académica Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua y al Centro Universitario Regional (CUR) de Estelí, por brindarnos las herramientas, recursos y espacios necesarios para formación profesional. Su excelencia y apoyo institucional fueron determinantes para llevar a cabo este estudio.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la culminación de este trabajo, agradecemos por las palabras de ánimos, consejos que nos brindaron, colaboración y motivación.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL, ESTELÍ
“2025: Eficiencia y Calidad para seguir en victorias”
Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades

CARTA AVAL DEL TUTOR

Estelí, 05 de diciembre de 2025

Por medio de la presente, en calidad de tutor(a) del trabajo de modalidad de graduación titulado: “Efecto de un concentrado casero y uno comercial sobre el crecimiento de pollos de engorde en la Finca El Chiflón, Estelí, Nicaragua ”, elaborado por :

Amy Javiera Gutiérrez Romero	[21502140]
Claudio José Mendoza Arteta	[21510576]
Rafael Alcides Rodríguez Alfaro	[21503382]

Estudiante(s) de la carrera de Ingeniería Agronómica, hago constar que he brindado acompañamiento académico y metodológico durante el desarrollo de dicho trabajo, cumpliendo con lo establecido en el cronograma y en la normativa institucional vigente. Asimismo, avalo que el trabajo cumple con los requisitos formales, científicos y éticos exigidos por la Universidad, en cumplimiento de la modalidad de graduación correspondiente.

Atentamente,

MSc. Alejandrina Herrera Herrera

Orcid: 0000-0002-7098-5111

UNAN-Managua/CUR-Estelí

UNAN-Managua/CUR-Estelí

CC/

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!

Barrio 14 de abril, contiguo a la subestación de ENATREL, Tel 27137734, Ext 7424
dceh.curesteli@unan.edu.ni

Resumen

La alimentación representa el rubro de mayor impacto en los costos de la avicultura, haciendo necesaria la validación de alternativas nutricionales. El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento productivo y económico de pollos de engorde bajo dos sistemas de alimentación: concentrado comercial y casero. La metodología consistió en un diseño experimental con dos tratamientos y 15 repeticiones cada uno durante un ciclo de 42 días. Se analizaron variables de crecimiento y eficiencia mediante pruebas estadísticas t-Student y U de Mann-Whitney, acompañadas de sus respectivas medidas de dispersión. Los resultados evidenciaron la superioridad técnica del tratamiento comercial, el cual alcanzó un peso final promedio de 2,059.3 g y una conversión alimenticia de 3.37, siendo significativamente más eficiente que el tratamiento casero, que registró 1,911.1 g y 6.92, respectivamente. En el ámbito económico, el concentrado comercial presentó un menor costo de producción acumulado (C\$ 275.93 por ave), equivalente a una reducción porcentual respecto al sistema casero, logrando una relación beneficio-costo de 0.82 frente a 0.68. Se concluye que el uso de concentrado comercial es la estrategia más viable técnica y financieramente bajo la estructura de precios actual, al maximizar el rendimiento productivo y reducir las pérdidas operativas.

Palabras clave: Pollos de engorde; eficiencia productiva; conversión alimenticia; costos de producción; relación beneficio-costo

Abstract

Feed represents the greatest impact on poultry farming costs, making it necessary to validate nutritional alternatives. The objective of this study was to evaluate the productive and economic performance of broiler chickens under two feeding systems: commercial and homemade feed. The methodology consisted of an experimental design with two treatments and 15 replicates each during a 42-day cycle. Growth and efficiency variables were analyzed using Student's t-test and Mann-Whitney U test, accompanied by their respective measures of dispersion. The results showed the technical superiority of the commercial treatment, which reached an average final weight of 2,059.3 g and a feed conversion ratio of 3.37, being significantly more efficient than the homemade treatment, which recorded 1,911.1 g and 6.92, respectively. In economic terms, the commercial concentrate had a lower cumulative production cost (\$275.93 per bird), equivalent to a percentage reduction compared to the homemade system, achieving a benefit-cost ratio of 0.82 versus 0.68. It is concluded that the use of commercial concentrate is the most technically and financially viable strategy under the current price structure, as it maximizes production yield and reduces operating losses.

Keywords: Broiler chickens; production efficiency; feed conversion; production costs; benefit-cost ratio

Índice

1.	Introducción.....	1
2.	Antecedentes.....	3
3.	Planteamiento del problema	5
4.	Justificación	6
5.	Objetivos de investigación	8
5.1.	Objetivo General.....	8
5.2.	Objetivos específicos.....	8
6.	Limitaciones del estudio.....	9
7.	Marco Teórico.....	10
7.1.	Alimentación	10
7.1.1.	Nutrición.....	10
7.1.2.	Concentrado comercial.....	11
7.1.3.	Concentrado casero.....	11
7.1.4.	Conversión alimenticia.....	12
7.1.5.	Niveles de inclusión del ingrediente.....	12
7.1.6.	Proteína cruda.....	13
7.1.7.	Energía metabolizable	13
7.1.8.	Avicultura y su importancia económica.....	14
7.1.9.	Panorama general de la producción de pollos de engorde en Nicaragua	14
7.1.10.	Importancia en la seguridad alimentaria y economía rural	14
7.1.11.	Nutrición avícola	15
7.1.12.	Requerimientos nutricionales de los pollos de engorde	16
7.2.	Fases de crecimiento y necesidades energéticas y proteicas	17
7.2.1.	Fases de crecimiento y requerimientos nutricionales	17
7.2.2.	Fase de pre-iniciación/inicio (Estadio temprano).....	17
7.2.3.	Fase de crecimiento (2-6 semanas).....	17
7.2.4.	Fase de finalización (Periodo de acabado)	18
7.2.4.1.	Requerimientos Energéticos y Proteicos	18
7.2.5.	Energía Metabolizable.....	18

7.3.	Proteína.....	18
7.3.1.	Tipos de concentrado	19
7.3.1.1.	Definición y características del concentrado comercial.	20
7.3.1.2.	Características.....	20
7.3.2.	Ingredientes, preparación y ventajas del concentrado casero.....	21
7.3.3.	Protocolo de Manufactura	22
7.3.4.	Valoración de Ventajas Competitivas	22
7.3.5.	Costos de alimentación en la avicultura	23
7.3.6.	Impacto económico de los distintos tipos de alimento	23
7.3.7.	Comparación de costos y beneficios productivos.....	24
7.3.8.	Descripción de la raza de pollo Cobb 500.....	24
7.3.9.	Características destacadas de la raza Cobb 500.....	25
7.3.10.	Descripción del concentrado casero con EM	25
7.3.11.	Formulación de concentrado casero	26
7.3.12.	Concentrado casero de pollos de engorde (fase de inicio 100 lb)	26
7.3.13.	Concentrado casero de pollos de engorde (fase finalizadora – 100lb.).....	27
	Aporte nutricional del concentrado casero (estimado):.....	28
	Impacto Funcional de la Suplementación con EM.....	28
7.3.14.	Descripción del concentrado comercial.....	29
7.3.15.	Aporte nutricional del concentrado comercial (según etiqueta del fabricante)	29
7.3.16.	Antioxidantes y promotores del crecimiento.....	30
8.	Hipótesis	31
9.	Operacionalización de Variables	32
10.	Diseño metodológico.....	36
10.1.	Ubicación del área de estudio.....	36
10.2.	Tipo de investigación.....	37
10.3.	Población y selección de la muestra	38
	Diseño experimental.....	39
	Tratamientos	40
	Procedimiento.....	41

Fase 1: Habilitación de Infraestructura y Bioseguridad	41
Fase 2: Manufactura de la Dieta Experimental (T1)	41
Fase 3: Recepción y Montaje del Experimento	42
Fase 4: Periodo de Engorde y Recolección de Datos	42
10.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos	42
Determinación de la Ganancia de Peso	42
Pesaje final:	43
Cuantificación del Consumo de Alimento.....	43
Cálculo de la conversión alimenticia (g alimento/g peso ganado):	43
Observación y monitoreo de salud:	44
Condiciones de Manejo y Ambiente Experimental	44
Gestión de la Infraestructura y Densidad	45
Control Sanitario y Bioseguridad	46
Manejo Nutricional y Termorregulación	46
10.5. Confiabilidad y validez de los instrumentos	47
10.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de datos	48
11. Análisis y discusión de resultados	49
Comportamiento del peso vivo acumulado	49
Análisis del Peso Vivo Final.....	50
Consumo de Alimento y Conversión Alimenticia (CA).....	52
Análisis de la Ganancia de Peso Total.....	53
Relación Beneficio-Costo (R B/C).....	54
12. Conclusiones.....	56
13. Recomendaciones	57
14. Referencias	59
15. Anexos	65
15.1.1. Diseño Experimental	65
Tipo de diseño.....	65
15.1.2. Distribución de los pollos	65
Hojas de Campo y Observación	65

15.1.3.	Hoja de Campo 2: Conversión Alimenticia.....	67
15.1.4.	Guía de Observación	68
15.2.	Manejo Nutricional y Termorregulación	69
15.3.	Maíz Amarillo (Grano)	69
15.4.	Sorgo (Grano).....	69
15.5.	Sorgo (Grano).....	69
15.6.	Soya (Grano procesado/tostado).....	69
15.7.	Semilla de Chía.....	70
15.8.	Semilla de Moringa	70
15.9.	Cáscara de Huevo (Harina)	70
15.10.	Ajo (Polvo/Bulbo)	70
15.11.	Evidencias del ensayo.....	71

Índice de tablas

Tabla 1:	16
Tabla 2:	19
Tabla 3:	26
Tabla 4:	27
Tabla 5:	32
Tabla 6:	40
Tabla 7:	55

Índice de figuras

Figura 1:	36
Figura 2:	45
Figura 3:	45
Figura 4:	46
Figura 5:	47
Figura 6:	49
Figura 7:	51
Figura 8:	52
Figura 9:	54
Figura 10: Concentrado casero	71
Figura 11: Ampliación del área experimental a los 21 días para ajuste de densidad poblacional.	71
Figura 12: Distribución espacial de los compartimentos y preparación de la cama de aserrín.	71
Figura 13: Elaboración de concentrado casero.	71
Figura 14: Recepción de los pollitos	72
Figura 15: Proceso de llenado de datos	72
Figura 16: Selección de pollos para pesaje.....	72
Figura 17: Ejecución del pesaje individual para el control del crecimiento semanal.	72

1. Introducción

La industria avícola se ha consolidado como un pilar fundamental para la seguridad alimentaria en los países en vías de desarrollo, siendo la carne de pollo la principal fuente de proteína animal por su bajo costo y alta aceptación en la dieta familiar (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2022). En el contexto nicaragüense, la producción de pollos de engorde representa una actividad económica dinámica; sin embargo, los pequeños y medianos productores enfrentan desafíos constantes derivados de la volatilidad en los precios de los insumos externos.

Dentro de la estructura de costos de la producción avícola, la alimentación constituye el rubro más crítico, abarcando históricamente entre el 70% y el 80% de los costos operativos totales (Jaramillo & Méndez, 2018). La dependencia exclusiva de concentrados comerciales, formulados con materias primas importadas como la soja y el maíz amarillo, expone al productor a las fluctuaciones del mercado internacional, reduciendo significativamente los márgenes de utilidad y elevando el riesgo financiero de la actividad (Aguilar & Solís, 2020).

Ante esta problemática, surge la necesidad técnica de validar alternativas nutricionales que permitan optimizar los recursos. La elaboración de concentrados caseros o artesanales, utilizando materias primas de disponibilidad local, se plantea como una estrategia potencial para reducir la inversión operativa. No obstante, para que esta alternativa sea viable, no basta con que sea económica; debe demostrar eficiencia biológica, cubriendo los requerimientos nutricionales para no comprometer el desarrollo del ave (Rostagno et al., 2017).

En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento productivo y económico de pollos de engorde sometidos a dos sistemas de alimentación: concentrado comercial y concentrado casero. Se busca determinar si la reducción de costos en la dieta artesanal compensa las diferencias en la ganancia de peso y la conversión alimenticia, o si la eficiencia de los insumos industriales justifica su mayor precio de mercado, proporcionando así criterios técnicos para la toma de decisiones en unidades de producción de pequeña escala. región valoren el uso de los productos más viables económicamente.

Este estudio se desarrolla siguiendo una secuencia lógica de apartados. En la primera parte se presentan la introducción, el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos de la investigación. Posteriormente, se expone el marco teórico con los antecedentes y conceptos relacionados al tema. La tercera parte describe el diseño metodológico, incluyendo el enfoque, la población de estudio, la muestra y las técnicas empleadas para la recolección de datos. Finalmente, se presentan los resultados esperados, el presupuesto y la bibliografía consultada que respalda el proceso investigativo.

2. Antecedentes

Reyes Ortiz (2023), en la investigación Comparación de una dieta a base de mezcla de ingredientes catalogados como segundas de plaza versus concentrado comercial en pollos de engorde, en Honda, Tolima, comparó el desempeño de 40 pollos alimentados con una dieta alternativa elaborada con insumos locales (harina de yuca, lenteja, zanahoria, habichuela, cáscara de huevo, maíz con tusa y melaza) frente a un concentrado comercial, durante 65 días. Se evaluaron variables de ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia. Aunque el concentrado comercial mostró mejores resultados productivos, la dieta alternativa permitió obtener carne de buena calidad y se destacó como opción viable para pequeños productores. Este estudio guarda relación con el presente trabajo al valorar insumos de bajo costo para la alimentación avícola y su efecto en la calidad del producto final.

Romero Apolo (2015), en la Universidad Politécnica Salesiana (Cuenca – Ecuador), realizó el estudio Evaluación de dos fórmulas alimenticias con diferentes niveles de proteína en pollos parrilleros, con el objetivo de determinar el efecto de distintas formulaciones sobre la productividad y la rentabilidad. Se evaluaron variables como ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad, concluyendo que los niveles de proteína influyen significativamente en el rendimiento, aunque las dietas con mayor proteína resultan más costosas. Lo anterior es relevante para el presente trabajo, ya que refuerza la importancia de la composición nutricional de los concentrados en la eficiencia productiva.

A nivel nacional, Hernández y López (2019), evaluaron tres tipos de alimentos balanceados comerciales en pollos de engorde en Las Tejas, Matagalpa, desarrollando un experimento bajo un diseño de Cuadrado Latino con tres tratamientos (El Real, Buen Productor y Purina) durante 42 días. La muestra consistió en pollos distribuidos en tres bloques, y los resultados fueron analizados con SPSS aplicando ANDEVA y Tukey. Se encontraron diferencias significativas en ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal, sin embargo, el análisis beneficio–costo mostró que los ingresos no superaban los costos de producción, concluyendo que no existía utilidad económica. Se relaciona con el presente estudio, al resaltar que el rendimiento productivo no siempre garantiza rentabilidad, lo que hace necesario explorar alternativas como el concentrado casero.

Ocón et al. (2017), en su estudio Evaluación del efecto productivo en pollos de engorde (Broiler) con alimentos comerciales vs artesanal, Juigalpa, Chontales, compararon el comportamiento productivo de 30 pollos Ross 505 alimentados con tres tratamientos: Purina, El Granjero y un concentrado artesanal elaborado con insumos locales. Durante seis semanas se midieron variables productivas, encontrando que Purina generó la mayor ganancia de peso, mientras que El Granjero fue más económico, aunque menos eficiente. Estos resultados aportan al presente estudio al evidenciar que las alternativas caseras pueden ser viables económicamente, aun si no igualan el rendimiento de los concentrados industriales.

Rodríguez y Lackwood (2020), en la investigación sobre concentrado casero como alimento para aves de engorde, Bluefields, RACCS, evaluaron 18 pollos Broiler desde los tres días de edad, bajo un diseño de bloques al azar con dos tratamientos (casero y comercial). Se midieron consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia. Los resultados no mostraron diferencias significativas en peso ni consumo, aunque sí en la conversión alimenticia. Concluyeron que ambos tratamientos pueden utilizarse indistintamente, dependiendo de la disponibilidad de recursos. Este estudio se vincula directamente con el presente trabajo, pues plantea la comparación entre concentrado casero y comercial bajo condiciones similares.

Rugama Álvarez (2016), en la tesis Medidas de bioseguridad y bienestar en las etapas de producción de pollos de engorde en la granja Santa Elisa, Condega – Estelí, evaluó el manejo, la alimentación y las condiciones sanitarias en una granja con 200 pollos. Aunque el enfoque principal fue la bioseguridad, se evidenció que las condiciones de alimentación y ambiente influyen de manera directa en la productividad y la salud de los pollos. Este antecedente resulta pertinente para el presente estudio, ya que resalta la necesidad de adaptar las prácticas de manejo y alimentación a las condiciones locales.

Tras la revisión de estudios anteriores a nivel local, no se encontraron muchos antecedentes, por lo cual se considera pertinente la realización del presente trabajo, ya que busca generar evidencia científica que oriente a productores locales hacia alternativas alimenticias más sostenibles y económicamente viables.

3. Planteamiento del problema

En la producción avícola, uno de los principales retos que enfrentan los pequeños productores, es el alto costo del concentrado para la alimentación de las aves, el cual representa una parte considerable de los gastos operativos (Hernández & López, 2019; Ocón et al., 2017). Esta situación se vuelve más compleja en áreas rurales donde los recursos económicos son limitados y el acceso a insumos comerciales es restringido. Frente a ello, los productores locales buscan alternativas que les permitan reducir costos sin sacrificar el rendimiento productivo.

Una de las opciones que ha cobrado relevancia es la elaboración de concentrados caseros a partir de ingredientes disponibles en las fincas, lo que puede representar una estrategia viable para disminuir los gastos de alimentación (Rodríguez & Lackwood, 2020). Sin embargo, aunque se considera que estas dietas caseras son más económicas e incluso potencialmente más saludables, existe escasa evidencia científica en el contexto local que confirme su efectividad en términos de ganancia de peso, conversión alimenticia y tiempo de engorde de los pollos.

A partir de esta problemática, ha surgido interés para estudiar concentrados caseros para el crecimiento de pollos de engorde, en donde se pueda hacer uso de los recursos de las fincas y valorarlo como una alternativa alimenticia viable productiva y económicamente. A partir de lo anterior, se plantea la siguiente interrogante de investigación: ***¿Cuál es el efecto de un concentrado casero en comparación con uno comercial en el crecimiento de pollos de engorde en la granja avícola de la Finca El Chiflón en Estelí, Nicaragua?***

¿Cuál es el consumo promedio y la ganancia de peso en pollos de engorde en relación con dos dietas alimenticias diferentes? ¿Cuál es la conversión alimenticia los pollos de engorde alimentados con concentrado casero y comercial? ¿Cuál es la relación beneficio-costos de la alimentación con concentrado casero y uno comercial?

4. Justificación

La presente investigación es muy importante porque aborda una de las principales problemáticas de la producción avícola en comunidades rurales, como es el alto costo de los concentrados comerciales, los cuales representan el mayor gasto en la crianza de pollos de engorde. En la comunidad del Chiflón, Estelí, esta situación afecta directamente a los pequeños productores avícolas, quienes en muchos casos no logran obtener ganancias significativas debido a los costos de alimentación dentro de la estructura productiva. Por ello, el análisis comparativo entre concentrado casero y comercial permitirá generar información científica que contribuya a identificar alternativas viables para mejorar la rentabilidad de la avicultura a pequeña escala.

La conveniencia de este estudio radica en que se ejecutará en la finca El Chiflón, donde existe un espacio que cuenta con condiciones para manejar adecuadamente las variables del experimento, como la dieta, el pesaje y los registros productivos. Esto asegura que los resultados obtenidos sean confiables y útiles, no solo para el contexto específico de la finca, sino también para otras unidades de producción similares que enfrentan problemáticas relacionadas con el costo de los insumos. Asimismo, el trabajo permitirá a los productores contar con datos concretos para tomar decisiones informadas sobre qué tipo de alimentación utilizar en función de sus recursos disponibles.

La relevancia social de la investigación se manifiesta en que busca resultados que puedan beneficiar directamente a las familias productoras rurales, promoviendo alternativas alimenticias más accesibles y sostenibles. Si se demuestra que el concentrado casero puede igualar o superar el rendimiento del concentrado comercial en términos de ganancia de peso, conversión alimenticia y tiempo de engorde, se estaría ofreciendo una herramienta práctica que ayudaría a mejorar la seguridad alimentaria, reducir la dependencia de insumos externos y fortalecer la economía familiar en comunidades rurales de Estelí.

En cuanto a los aportes teóricos, este trabajo contribuirá a la generación de conocimiento sobre nutrición avícola, especialmente en lo que respecta a la comparación entre dietas caseras y comerciales, un campo que ha sido poco investigado en el contexto local. Los resultados pueden servir como base para futuras investigaciones orientadas a la producción

orgánica y a la implementación de prácticas agroecológicas, vinculando la producción de carne de pollo con enfoques de sostenibilidad y cuidado ambiental.

Finalmente, desde el punto de vista metodológico, el estudio aporta un modelo experimental que puede ser replicado en otros estudios comparativos. El diseño permitirá evaluar de manera sistemática el efecto de diferentes tipos de concentrados en variables productivas clave, fortaleciendo así las capacidades investigativas locales y ofreciendo un referente práctico para docentes, estudiantes y productores interesados en la innovación agropecuaria.

5. Objetivos de investigación

5.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de un concentrado casero y uno comercial sobre el crecimiento de pollos de engorde en la Finca El Chiflón, Estelí, a fin de elegir la dieta más eficiente en términos de ganancia de peso, conversión alimenticia y relación beneficio-costo.

5.2. Objetivos específicos

5.2.1. Determinar el consumo de alimento en pollos de engorde alimentados con concentrado casero y comercial durante el período experimental.

5.2.2. Comparar la ganancia de peso de los pollos de engorde bajo las dos dietas alimenticias.

5.2.3. Determinar la conversión alimenticia en los pollos de engorde alimentados con concentrado casero y comercial.

5.2.4. Estimar la relación beneficio-costo de la alimentación con concentrado casero y el comercial relacionado a los resultados de crecimiento.

6. Limitaciones del estudio

El presente estudio podría presentar algunas limitaciones vinculadas al diseño o ejecución del experimento. Primeramente, la muestra podría ser muy pequeña y los resultados pueden no ser totalmente generalizables a explotaciones avícolas de mayor escala. Asimismo, el tiempo destinado a la investigación restringe la posibilidad de evaluar efectos a largo plazo, como la influencia de la dieta en la salud reproductiva o la resistencia a enfermedades.

Otro aspecto para considerar es la variabilidad en las condiciones ambientales de la finca, tales como temperatura y humedad, que pueden incidir en el rendimiento de los pollos y no estar completamente controladas. De igual manera, la disponibilidad y calidad de los insumos para la preparación del concentrado casero pueden diferir en otros contextos, lo que limita la aplicabilidad de los resultados en diferentes regiones.

Finalmente, factores económicos externos, como la fluctuación en los precios de los granos y del alimento comercial, no fueron considerados en este estudio, aunque pueden tener un impacto significativo en la relación costo-beneficio en la producción avícola. Reconocer estas limitaciones permite interpretar los hallazgos con un mayor grado de objetividad y aporta insumos para futuras investigaciones que busquen ampliar y profundizar en este tema.

7. Marco Teórico

7.1. Alimentación

Desde la perspectiva técnica establecida por la Dirección Provincial de Educación Técnico Profesional (2025), se define como alimento a todo aquel sustrato o insumo que, una vez consumido por el organismo animal, posee la capacidad de someterse a procesos metabólicos de digestión, absorción y asimilación de nutrientes. En términos de composición bromatológica, estos productos se constituyen fundamentalmente por una fracción hídrica y una porción sólida denominada materia seca, la cual representa el componente residual obtenido tras la eliminación total del agua en su estructura.

Por otra parte, la eficiencia en la producción avícola depende de una gestión nutricional alineada estrictamente con las etapas fisiológicas del ave. Al respecto, Gómez et al. (2011) sostienen que los requerimientos dietéticos en las líneas de engorde son altamente dinámicos y exigentes, una condición derivada del mejoramiento genético intensivo enfocado en acelerar la tasa de crecimiento y la deposición de tejido muscular en menor tiempo.

7.1.1. Nutrición

Dentro de los sistemas de producción avícola, el manejo nutricional se erige como el factor determinante que condiciona no solo los índices de productividad biológica, sino también la viabilidad económica y el estatus de bienestar animal. Aunque el diseño de fórmulas balanceadas es competencia exclusiva de especialistas en nutrición, resulta indispensable que la gerencia de la granja posea un dominio técnico sobre el perfil de los ingredientes utilizados. En esta línea, la implementación de análisis bromatológicos periódicos se vuelve un protocolo obligatorio para certificar la calidad de la ración y garantizar su adecuación a las exigencias particulares del lote.

Al respecto, Tovan (2022) argumenta que el éxito en la avicultura moderna depende de un suministro de nutrientes calculado con precisión matemática, esencial para sostener la inmunidad del ave y maximizar su rendimiento en carne o postura. Dicho aporte debe integrar de manera sinérgica macromoléculas como proteínas, lípidos y carbohidratos, junto con

micronutrientes vitales como vitaminas y minerales, sin omitir el recurso hídrico como vehículo fundamental.

7.1.2. Concentrado comercial

Bajo un enfoque integral de cadena de valor, la manufactura de piensos balanceados funge como el nodo conector que sincroniza la producción agrícola primaria (cereales y oleaginosas) con la industria de proteína animal. Dentro de la matriz de costos avícola, estos insumos representan el catalizador tecnológico capaz de convertir biomasa vegetal y subproductos en tejido muscular de alto valor biológico. Referente a esto, el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2025) estipula que, en mercados agropecuarios evolucionados, la competitividad del rubro depende intrínsecamente de la integración vertical eficiente entre la cosecha de materias primas y las plantas de procesamiento.

Desde una óptica estrictamente técnica, el concentrado comercial se conceptualiza como una ración de alta ingeniería, diseñada industrialmente para detonar el máximo potencial genómico del animal en ciclos productivos cortos. De acuerdo con la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC, 2023), dicha formulación trasciende la simple mezcla de macronutrientes; implica el diseño de matrices complejas que integran micro-núcleos (vitaminas y minerales) calibrados con exactitud matemática para satisfacer la demanda metabólica puntual de cada estadio fenológico del ave.

7.1.3. Concentrado casero

La viabilidad económica de los sistemas avícolas de traspatio se encuentra frecuentemente condicionada por la dependencia de insumos externos de alto valor. En este escenario, Téllez Flores (2011) advierte que, pese a la densidad nutricional garantizada por los balanceados industriales, su estructura de costos resulta a menudo prohibitiva para la economía de subsistencia rural. Ante esta asimetría de mercado, en el contexto nicaragüense se han validado protocolos de "alimentación no convencional", demostrando que la manufactura artesanal de piensos constituye una estrategia funcional capaz de sostener índices productivos competitivos.

Desde la ingeniería del proceso, la inclusión de biomasa foliar en la ración demanda un tratamiento post-cosecha riguroso para asegurar la asimilación de sus componentes. Téllez

Flores (2011) identifica la deshidratación como el punto crítico de control, estipulando un protocolo de curado bajo sombra durante un lapso de 72 horas. Resulta imperativo restringir la incidencia directa de radiación solar para mitigar la fotodegradación de vitaminas y la desnaturalización de la fracción proteica. Finalmente, el procedimiento culmina con la separación mecánica de las estructuras fibrosas (tallos lignificados) y la reducción del tamaño de partícula (molienda) para asegurar una integración homogénea en la matriz alimentaria final.

7.1.4. Conversión alimenticia

En el análisis de rentabilidad avícola, la Conversión Alimenticia (CA) se erige como la métrica de desempeño zootécnico más crítica, pues sintetiza la capacidad del sistema para transformar insumos en producto final. Desde una perspectiva operativa, este indicador se define como el cociente matemático resultante de dividir la ingesta acumulada de alimento entre el incremento de peso vivo logrado durante el ciclo productivo.

Bajo la conceptualización de Sáenz (2022), este parámetro funciona como un índice de eficiencia de transformación, el cual cuantifica con exactitud el costo energético unitario: la cantidad de materia prima (alimento) indispensable para sintetizar una unidad de tejido corporal (carne). En términos aritméticos, existe una correlación inversa entre este valor y la viabilidad financiera; un índice reducido es sinónimo de una optimización metabólica superior y, consecuentemente, maximiza el retorno de la inversión.

7.1.5. Niveles de inclusión del ingrediente

El concepto de niveles de inclusión define la tasa máxima de participación o cuota porcentual que un insumo específico puede ocupar dentro de la fórmula integral. La calibración de estos límites no es estática; exige una dinámica de ajuste continuo que debe sincronizarse rigurosamente con la demanda fisiológica del animal, la cual fluctúa conforme avanza su estadio de desarrollo en la curva de crecimiento.

Referente a esta optimización, Casaran y Villaran (2024) argumentan que la estandarización exacta de dichas proporciones trasciende la simple satisfacción de necesidades calóricas o proteicas. Su propósito fundamental es perfeccionar la sinergia entre ingredientes para robustecer la integridad sanitaria de la parvada y elevar los índices de transformación

biológica (conversión). En consecuencia, un diseño dietético preciso actúa como un mecanismo de control dual: previene las carencias nutricionales y mitiga los riesgos de toxicidad o la subutilización económica de materias primas de alto costo.

7.1.6. Proteína cruda

En el ámbito de la caracterización químico-nutricional, el parámetro de Proteína Cruda (PC) se conceptualiza no como una medición directa de la cadena de aminoácidos, sino como una variable inferida a partir de la concentración de nitrógeno elemental presente en la matriz del insumo. Este método analítico se sustenta en la premisa estequiométrica generalizada de que las macromoléculas proteicas, independientemente de su origen biológico, integran aproximadamente un 16% de nitrógeno en su configuración atómica.

Siguiendo esta lógica, García (2024) detalla que la determinación del valor final se logra aplicando el coeficiente de conversión estandarizado de 6.25 (resultante del cociente aritmético 100/16) sobre el Nitrógeno Total cuantificado. En la ingeniería de dietas avícolas, este indicador resulta crítico, pues representa el potencial teórico de suministro de precursores nitrogenados indispensables para la biosíntesis y reparación de tejido muscular (crecimiento) en la parvada.

7.1.7. Energía metabolizable

En el diseño de programas de alimentación para monogástricos, la Energía Metabolizable (EM) se establece como la unidad patrón para cuantificar el potencial calórico de la dieta. Desde una perspectiva bioenergética, este valor corresponde al saldo neto de energía que el sistema biológico logra retener una vez deducidas las pérdidas obligatorias asociadas a la excreción de residuos fecales y urinarios a partir de la energía bruta ingesta.

Bajo el enfoque termodinámico planteado por Federico et al. (2009), este remanente energético constituye el sustrato oxidable disponible para financiar la demanda metabólica global del ave, la cual se bifurca en dos rutas fisiológicas críticas. Por un lado, soporta el anabolismo productivo, que abarca la acreción proteica (crecimiento muscular) y la gametogénesis. Por otro, garantiza la homeostasis basal, cubriendo el costo energético de la termogénesis, la locomoción y el efecto térmico de los alimentos, asegurando así la supervivencia funcional del organismo.

7.1.8. Avicultura y su importancia económica

En el engranaje agroproductivo de Nicaragua, la industria avícola se consolida como un componente estructural transversal, ejerciendo una función determinante tanto en la reactivación de los ciclos económicos rurales como en el blindaje de la Seguridad Alimentaria a escala nacional. Conforme a los análisis divulgados por Diario Barricada (2023), este rubro trasciende su rol como dinamizador del mercado laboral (empleo directo e indirecto); se erige como un eje prioritario dentro de la agenda de políticas públicas orquestadas por el Sistema Nacional de Producción, Consumo y Comercio.

Bajo esta coyuntura institucional, las directrices estatales se focalizan en la tecnificación de los sistemas de explotación y en la incorporación de valor agregado a lo largo de los eslabones de suministro. La finalidad ulterior de dichas intervenciones es la optimización de los índices zootécnicos, estrategia clave para afianzar la Soberanía Alimentaria, mitigar la subordinación a mercados externos (importaciones) y garantizar la disponibilidad continua de proteína animal de alto valor biológico para el consumo interno.

7.1.9. Panorama general de la producción de pollos de engorde en Nicaragua

La dinámica productiva del subsector avícola ha evidenciado un comportamiento expansivo y constante, ratificando su posición estratégica como componente esencial de la matriz cárnica del país. De acuerdo con los balances de monitoreo agropecuario publicados por el Ministerio Agropecuario (MAG, 2025), la clausura del año fiscal 2024 reportó una producción acumulada de 396.4 millones de libras de carne de ave.

Dicho volumen productivo traduce un crecimiento interanual del 10.1% respecto al periodo precedente (2023). Bajo una óptica macroeconómica, este repunte en la disponibilidad doméstica no solo fue decisivo para blindar el abastecimiento del mercado interno, sino que fungió como un mecanismo regulador que propició la estabilidad de precios al consumidor final en los centros de distribución nacional.

7.1.10. Importancia en la seguridad alimentaria y economía rural

La dinámica operativa en la explotación intensiva de pollos de engorde se define por la brevedad de su ciclo productivo, el cual oscila típicamente entre los 42 y 56 días. Debido a la alta precocidad y especialización de las estirpes genéticas actuales, la eficiencia del sistema

zootécnico se encuentra subordinada a la capacidad del productor para preservar el equilibrio fisiológico (homeostasis) del ave mediante una regulación ambiental rigurosa.

Referente a este manejo, Guachichulca Tandayama y Castro Castro (2023) postulan que la administración técnica del microclima en las instalaciones es la variable crítica para potenciar la expresión del crecimiento y contener la aparición de cuadros patológicos. En consecuencia, la vigilancia sistemática de factores físicos termorregulación, higrometría y renovación de aire, articulada con esquemas de bioseguridad estrictos, no solo asegura los estándares de bienestar animal, sino que opera como un mecanismo profiláctico vital para blindar la rentabilidad económica del lote frente a amenazas infecciosas.

7.1.11. Nutrición avícola

En la arquitectura financiera de la explotación avícola, el suministro de alimento representa la variable de mayor peso contable, acaparando históricamente entre el 60% y el 70% del capital operativo desplegado hasta la fase de faenado. Bajo esta coyuntura de costos, Quishpe Sandoval (2006) postula que el diseño de las dietas no debe ser estático, sino obedecer a un modelo de formulación versátil capaz de titular la densidad calórica y proteica con el fin de maximizar el retorno económico frente a la volatilidad de los mercados.

En consecuencia, la determinación del perfil nutricional óptimo se configura como un ejercicio multivariable complejo. Para Castillo Cruz et al. (2004), la estandarización de los niveles de nutrientes trasciende la simple satisfacción de demandas fisiológicas; exige una ponderación estratégica que integre el valor de mercado de los insumos (costo de oportunidad), las metas de peso vivo y la cronología del sacrificio, manteniendo un monitoreo riguroso sobre la interacción energía-proteína para blindar la eficiencia sistémica del lote.

7.1.12. Requerimientos nutricionales de los pollos de engorde

La cuantificación efectiva de la asimilación de nutrientes se configura como una variable dependiente de la interacción dinámica entre dos factores: la densidad energética-proteica de la fórmula suministrada y el potencial fisiológico de ingesta voluntaria del animal. En concordancia con este principio, Aviagen (2022) establece que el consumo acumulado de alimento constituye la variable predictiva de mayor jerarquía para garantizar que la parvada alcance las metas de peso objetivo al momento del faenado.

Subsecuentemente, se detallan los parámetros de referencia que rigen el desempeño productivo, segregados por edad cronológica y dimorfismo sexual. Estos valores teóricos fungen como métricas de control (KPIs) indispensables para auditar la evolución biométrica del lote y validar su alineación con la curva de crecimiento estandarizada para la estirpe genética.

Tabla 1:

Parámetros de referencia para el consumo voluntario y peso corporal según sexo y edad

Masculino			Femenino	
Edad (semanas)	Peso corporal (g)	Ingesta acumulada de alimento (g)	Peso corporal (g)	Ingesta acumulada de alimentos (g)
0	40	0	40	0
1	170	150	165	145
2	450	480	420	460
3	865	1120	780	1030
	1410	2020	1250	1825
5	2250	3200	1750	2830
6	2700	4500	2300	4020
7	3350	6000	2800	5400

7.2. Fases de crecimiento y necesidades energéticas y proteicas

La arquitectura del programa de alimentación en pollos de engorde se estructura en función de la cronología fisiológica del lote, sincronizando la densidad de nutrientes con la capacidad digestiva y la velocidad de crecimiento del animal. Basado en los protocolos de Solla S.A. (2022), la operatividad de este sistema se fragmenta convencionalmente en tres ventanas fenológicas críticas: fase de arranque (pre-inicio), etapa de desarrollo y periodo de finalización.

Desde una óptica bioenergética, esta transición exige una modulación dinámica e inversa del balance calórico-proteico. En los estadios tempranos, la formulación prioriza una alta concentración de aminoácidos para sustentar la organogénesis y la hipertrofia muscular (tejido magro). Sin embargo, a medida que la curva de crecimiento avanza hacia la madurez, se reduce progresivamente el aporte proteico para maximizar la densidad energética, estrategia indispensable para optimizar la conversión alimenticia y el acabado de la carcasa en la recta final.

7.2.1. Fases de crecimiento y requerimientos nutricionales

La arquitectura de los programas de alimentación se diseña en estricta sincronía con la cronología biológica del ave, segmentando el ciclo productivo en tres ventanas fenológicas que exigen una modulación específica del perfil bromatológico:

7.2.2. Fase de pre-iniciación/inicio (Estadio temprano)

Esta fase fundacional determina la viabilidad futura del lote. Se distingue por una exigencia máxima de Proteína Cruda (oscilando entre 22% y 24%), un aporte indispensable no solo para detonar la tasa de crecimiento alométrico, sino para asegurar la ontogenia del tracto gastrointestinal y la activación temprana de la inmunocompetencia (sistema de defensa) frente a desafíos patógenos.

7.2.3. Fase de crecimiento (2-6 semanas)

En esta ventana temporal, la prioridad metabólica migra hacia la consolidación de la arquitectura ósea y la deposición de tejido magro. Desde una óptica de eficiencia bioeconómica, la concentración proteica se ajusta a la baja (niveles de 19-20%), optimizando

así el costo de la fórmula sin sacrificar el aporte de aminoácidos esenciales requeridos para el desarrollo de la pechuga y el soporte esquelético.

7.2.4. Fase de finalización (Periodo de acabado)

Durante el estadio terminal, la meta zootécnica es la maximización del rendimiento en canal. Esto demanda una reingeniería del balance energía-proteína, priorizando la densidad calórica para garantizar un acabado de carcasa óptimo, vigilando simultáneamente que no se excedan los límites de lipogénesis para evitar el rechazo comercial por exceso de grasa abdominal.

7.2.4.1. Requerimientos Energéticos y Proteicos

7.2.5. Energía Metabolizable

Desde la perspectiva bioenergética, el aporte calórico constituye el insumo termodinámico primario indispensable para financiar tanto el metabolismo basal (supervivencia) como la tasa de acreción tisular (crecimiento). En la ingeniería de dietas de alta densidad, la inclusión estratégica de fuentes lipídicas (grasas y aceites vegetales) se vuelve un imperativo técnico.

Al respecto, Rostagno et al. (2017) fundamentan que los lípidos actúan como catalizadores de densidad energética, permitiendo concentrar el valor calórico de la ración en un volumen reducido. Esta propiedad es crítica, ya que, según Leeson y Summers (2008), permite satisfacer la elevada demanda metabólica de las líneas genéticas modernas sin sobrepasar la capacidad física de ingesta del ave (llenado intestinal), evitando así que el volumen del alimento se convierta en un factor limitante para el consumo de energía.

7.3. Proteína

En la bioquímica nutricional avícola, la fracción proteica se erige como el componente estructural fundamental de la dieta. Su función fisiológica es insustituible, actuando como el sustrato primario para catalizar la biosíntesis tisular, proceso indispensable para la miogénesis (acreción de tejido muscular magro) y la síntesis de faneras (formación de estructuras queratínicas como el plumaje).

Debido a su alto impacto en la estructura de costos operativos, la gestión de este macronutriente obedece a una estrategia de formulación de precisión. Siguiendo los lineamientos técnicos de Solla S.A. (2022), la densidad de Proteína Cruda (PC) y el perfil de

aminoácidos deben modularse dinámicamente en estricta sincronía con la curva de crecimiento del lote. El objetivo de este ajuste fasial es suministrar el aporte exacto para maximizar la expresión fenotípica, evitando simultáneamente la ineficiencia metabólica y financiera que conlleva el suministro de excesos nitrogenados.

Tabla 2:

Estándares de desempeño productivo (peso y consumo) diferenciados por sexo.

Edad (Semanas)	Machos: Peso Corporal (g)	Machos: Ingesta Acumulada (g)	Hembras: Peso Corporal (g)	Hembras: Ingesta Acumulada (g)
0	40	0	40	0
1	170	150	165	145
2	450	480	420	460
3	865	1,120	780	1,030
4	1,410	2,020	1,250	1,825
5	2,250	3,200	1,750	2,830
6	2,700	4,500	2,300	4,020
7	3,350	6,000	2,800	5,400
8	3,900	7,400	3,300	6,800
9	4,400	8,800	3,700	8,200

7.3.1. Tipos de concentrado

En la zootecnia de precisión, la optimización de la eficiencia alimentaria se sustenta en la aplicación de esquemas de nutrición fásica. Siguiendo los lineamientos técnicos de Solla S.A. (2022), la oferta de balanceados se segrega cronológicamente en función del estadio fisiológico del animal, estableciéndose tres formulaciones especializadas: pre-inicio, inicio y finalización (engorde).

Esta estratificación dietética obedece a un diseño bio-funcional riguroso: calibrar la densidad de nutrientes de la ración para que coincida exactamente con la curva de madurez enzimática

y los requerimientos bioenergéticos del ave en cada ventana temporal. El objetivo último de este ajuste dinámico es maximizar la tasa de acreción de tejido muscular, evitando el desperdicio metabólico de insumos costosos.

7.3.1.1. Definición y características del concentrado comercial.

En la avicultura de precisión, el concentrado comercial se conceptualiza como un paquete tecnológico diseñado para desbloquear el máximo rendimiento biológico de las líneas genéticas modernas. Bajo los lineamientos de Aviagen (2022), este insumo se define como una matriz dietética integral de alta densidad, cuya arquitectura nutricional garantiza un suministro exacto de macronutrientes (perfil aminoacídico y calórico) y micronutrientes esenciales. Asimismo, incorpora aditivos zootécnicos orientados a modular la integridad entérica y la eficiencia digestiva, catalizando así una tasa de desarrollo corporal acelerada.

Sin embargo, desde una vertiente operativa, el término admite una acepción funcional distinta. Romero Alfaro (2022) precisa que el concentrado puede tipificarse también como un "núcleo proteico" o formulación parcial, ingenierizada específicamente para su amalgamación con materias primas energéticas de disponibilidad local (como el maíz o sorgo). En este esquema, el producto no funge como dieta total, sino como un agente corrector del balance bromatológico, cuyo objetivo es subsanar las deficiencias nutricionales de los granos base para optimizar la cinética de crecimiento y el índice de conversión alimenticia.

7.3.1.2. Características

La arquitectura nutricional de los piensos industriales se fundamenta en protocolos de calidad estandarizados, cuyo objetivo ulterior es potenciar el rendimiento zootécnico del lote. A continuación, se describen las propiedades técnicas que definen a estos formulados:

- **Alta densidad nutricional:** En contraste con las dietas no convencionales, estos productos se caracterizan por una concentración superior de macronutrientes (Proteína Bruta y Energía Metabolizable) y micronutrientes por unidad de volumen. Esta propiedad es indispensable para satisfacer la demanda metabólica de las estirpes de rápido crecimiento, como la línea Cobb 500, sin exceder su capacidad física de ingesta (Aviagen, 2022).

- **Ingredientes de alta biodisponibilidad:** La ingeniería de la dieta privilegia el uso de insumos con coeficientes de digestibilidad ileal certificados. Esta selección estratégica garantiza la máxima absorción de nutrientes en el tracto gastrointestinal, minimizando las pérdidas por excreción y reduciendo la carga de nitrógeno liberada al entorno (Aviagen, 2022).
- **Incorporación de aditivos funcionales:** Estas matrices integran paquetes biotecnológicos avanzados, que incluyen enzimas exógenas (como fitasas y carbohidrasas), aminoácidos sintéticos y núcleos vitamínicos. Adicionalmente, contienen moduladores de la salud entérica diseñados para robustecer la inmunocompetencia y preservar la integridad de la barrera mucosa intestinal (Aviagen, 2022).
- **Optimización de la conversión alimenticia:** La interacción sinérgica entre el balance químico y la calidad física del alimento (peletizado) maximiza la eficiencia en la síntesis de tejido. Esto reduce la relación insumo-producto, disminuyendo los kilogramos de alimento necesarios para producir un kilogramo de carne, lo cual impacta directamente en la viabilidad financiera del proyecto (Romero Alfaro, 2022).
- **Adaptabilidad por fases fenológicas:** El diseño de la fórmula es dinámico y se sincroniza rigurosamente con la cronología fisiológica del ave (inicio, desarrollo y finalización). Este ajuste previene carencias durante la formación ósea y evita la subutilización económica de nutrientes en la fase de acabado (Solla S.A., 2022).
- **Formulación contextualizada:** Existen líneas comerciales especializadas en la mitigación de factores ambientales adversos, como el estrés térmico. Estas dietas ajustan el balance electrolítico y la densidad calórica para contrarrestar la depresión del consumo voluntario típica de las regiones tropicales (Romero Alfaro, 2022).
- **Impacto en la calidad de la canal:** El perfil aminoacídico de precisión estimula la hipertrofia muscular (especialmente en la pechuga) y limita la adipogénesis (grasa abdominal). El resultado es una canal con mejor rendimiento al desposte y características organolépticas superiores para el consumidor (Aviagen, 2022).

7.3.2. Ingredientes, preparación y ventajas del concentrado casero.

La ingeniería de dietas no convencionales se sustenta en la valorización estratégica de la biomasa local para diseñar matrices alimentarias costo-eficientes. De acuerdo con los

lineamientos técnicos de AVAGAM (2025), la arquitectura de estas raciones integra tres categorías de insumos endógenos disponibles en la unidad productiva:

Sustratos Energéticos: Se utilizan cereales como eje calórico de la fórmula, priorizando el uso de maíz (*Zea mays*) y sorgo (*Sorghum bicolor*).

Núcleos Proteicos: La fracción nitrogenada se cubre mediante la incorporación de leguminosas de grano (frijol) y harina de follaje proveniente de especies arbustivas de alto valor biológico, tales como gandul (*Cajanus cajan*), yuca (*Manihot esculenta*), madreño (*Gliricidia sepium*) y otras forrajeras locales (*Guazuma ulmifolia*, *Hibiscus rosa-sinensis*).

Suplementación Mineral: Se emplea carbonato de calcio biogénico (cascarilla de huevo procesada) y cloruro de sodio (sal común) para el balance electrolítico y óseo.

7.3.3. Protocolo de Manufactura

La elaboración del pienso trasciende la mezcla física simple; exige un diagrama de flujo riguroso para asegurar la inocuidad y la biodisponibilidad de nutrientes. AVAGAM (2025) estipula las siguientes operaciones unitarias críticas:

- **Balance de Materia (Dosificación):** Cuantificación gravimétrica exacta de los componentes según el requerimiento de la fórmula.
- **Inactivación Térmica:** Procesamiento con calor (tostado) de las leguminosas para neutralizar factores antinutricionales (como inhibidores de tripsina) y esterilización térmica de los cascarones de huevo.
- **Acondicionamiento de Forrajes:** Deshidratación controlada de la biomasa foliar (secado solar o térmico leve) seguida de trituración manual.
- **Reducción Granulométrica:** Molienda o quebrantado de granos para optimizar la superficie de contacto enzimático y facilitar la ingestión.
- **Homogeneización:** Integración uniforme de las harinas y premezclas minerales para garantizar que la ración sea isótropa (nutricionalmente igual en cada partícula).

7.3.4. Valoración de Ventajas Competitivas

La adopción de este modelo tecnológico confiere robustez al sistema productivo familiar, destacándose por:

- **Optimización Financiera:** La sustitución de insumos externos reduce drásticamente los costos variables de operación.
- **Garantía de Origen:** El control directo sobre la materia prima asegura la trazabilidad y minimiza riesgos de contaminantes industriales.
- **Plasticidad Formulativa:** Permite realizar ajustes dinámicos a la dieta según la fenología de los cultivos y la disponibilidad estacional en finca.
- **Bioeconomía Circular:** Fomenta la autosuficiencia al reducir la dependencia de importaciones, valorizando subproductos agrícolas locales.

7.3.5. Costos de alimentación en la avicultura

El análisis de la estructura financiera en la avicultura intensiva evidencia que la nutrición constituye la variable de mayor peso económico. De acuerdo con Orozco Campo et al. (2013), este rubro representa entre el 60% y el 70% de los costos totales de producción.

Bajo esta premisa, la eficiencia en la administración del recurso alimenticio es determinante para la sostenibilidad del sistema. Una gestión deficiente no solo compromete el bienestar animal y el estatus sanitario del lote, sino que detona un impacto negativo directo sobre los parámetros de rendimiento zootécnico, lo que inevitablemente se traduce en pérdidas económicas significativas y una reducción del margen de rentabilidad del proyecto.

7.3.6. Impacto económico de los distintos tipos de alimento

El análisis de la rentabilidad avícola debe enmarcarse en el contexto global de la economía agraria. Según reportes especializados de The Food Tech (2023), el impacto de los distintos tipos de alimento trasciende la unidad productiva, manifestándose en múltiples niveles que integran la producción, distribución y comercio.

Desde una perspectiva macroeconómica, los sistemas agroalimentarios constituyen un pilar fundamental del desarrollo, representando más del 10% del Producto Interno Bruto (PIB) mundial. En este escenario, la industria de alimentos balanceados no solo actúa como un eslabón crítico para la seguridad alimentaria, sino que se posiciona como un motor dinamizador de la economía, generando empleo y riqueza a lo largo de toda la cadena de suministro.

7.3.7. Comparación de costos y beneficios productivos

La sostenibilidad de cualquier sistema productivo no solo depende de sus indicadores biológicos, sino de su eficiencia financiera. Para cuantificarla, se emplea la Relación Beneficio-Costo (R B/C), también denominada Índice de Rentabilidad. Técnicamente, este indicador financiero se obtiene mediante el cociente del Valor Actual de los Ingresos Totales entre el Valor Actual de los Costos de Inversión, reflejando el retorno monetario obtenido por cada unidad monetaria invertida en el ciclo productivo.

$$R\ B/C = \frac{\sum \text{Ingresos Actualizados}}{\sum \text{Costos Actualizados}}$$

En el contexto nacional, González y López Mejía (2019) destacan que la producción de pollos de engorde constituye una actividad económica de alta liquidez, impulsada por la demanda sostenida de carne de ave en el mercado nicaragüense. No obstante, advierten que la obtención de márgenes de utilidad positivos está estrictamente condicionada a la eficiencia en el manejo administrativo y técnico del proyecto, siendo vital el control de los costos variables para asegurar la rentabilidad.

7.3.8. Descripción de la raza de pollo Cobb 500

En el contexto de la avicultura de precisión, la línea genética Cobb 500 se posiciona como el estándar de eficiencia global. Su ventaja competitiva reside fundamentalmente en su Tasa de Conversión Alimenticia (TCA) superior, entendida como la capacidad fisiológica para transformar insumos nutricionales en biomasa corporal con el menor desperdicio metabólico.

Al respecto, Uzcátegui Varela et al. (2020) destacan que este híbrido exhibe una notable precocidad, alcanzando el peso de faena en ciclos productivos reducidos. Sin embargo, su característica más relevante para sistemas alternativos es su plasticidad metabólica: el ave logra un desempeño zootécnico adecuado incluso cuando es sometida a dietas de menor densidad nutricional, lo cual valida su viabilidad económica en modelos de producción con recursos limitados.

Adicionalmente, el fenotipo Cobb 500 garantiza una alta uniformidad del lote al momento del sacrificio y un rendimiento en canal sobresaliente, con excelente conformación de masa muscular magra. La convergencia de estos factores eficiencia alimenticia y rusticidad

nutricional permite minimizar el costo por kilogramo de peso vivo producido, consolidándola como la opción estratégica para los productores

7.3.9. Características destacadas de la raza Cobb 500

Según la validación zootécnica realizada por Uzcátegui Varela et al. (2020), el perfil de competencias de la línea Cobb 500 se fundamenta en seis pilares de rendimiento que justifican su selección para este estudio experimental:

- **Eficiencia de Costos:** Ostenta el menor costo de producción por kilogramo de peso vivo, variable crítica para la viabilidad financiera de los pequeños productores.
- **Plasticidad Nutricional:** Su capacidad para mantener un desempeño superior bajo regímenes alimenticios de menor densidad (bajo costo) la convierte en la candidata ideal para evaluar la efectividad de los concentrados artesanales.
- **Eficiencia Biológica (ICA):** Presenta una conversión alimenticia optimizada, maximizando la transformación de insumos locales en tejido corporal.
- **Precocidad:** Su alta velocidad de crecimiento permite acortar los ciclos de engorde, reduciendo el riesgo sanitario y los costos fijos por lote.
- **Homogeneidad del Lote:** Garantiza una excelente uniformidad corporal al momento del faenado, facilitando la comercialización estandarizada de la canal.
- **Rusticidad Ambiental:** Posee una alta capacidad de adaptación a condiciones climáticas diversas, factor indispensable para explotaciones en galpones abiertos.

7.3.10. Descripción del concentrado casero con EM

La estrategia nutricional experimental (Tratamiento T1) se basó en una formulación no convencional, diseñada mediante la integración de materias primas de disponibilidad local. La matriz base de este concentrado incorporó fuentes energéticas y proteicas, tales como maíz molido (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*) y harina de soya tostada (*Glycine max*). Asimismo, se enriqueció el perfil nutricional con harina de hoja de moringa (*Moringa oleifera*) y semillas de chía (*Salvia hispanica*) para optimizar el aporte de aminoácidos y ácidos grasos, utilizando cáscara de huevo pulverizada como fuente de calcio biodisponible.

Como factor de innovación biotecnológica, esta dieta fue suplementada con Microorganismos Eficientes (EM) en su fase activada. La inclusión de este aditivo probiótico

tiene como propósito funcional optimizar la degradación enzimática de los nutrientes en el tracto gastrointestinal y modular la respuesta inmunológica del lote.

Desde una perspectiva microbiológica, Higa y Parr (1994) definen la tecnología EM como un cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales. Este consorcio simbiótico está conformado principalmente por poblaciones de bacterias ácido-lácticas (*Lactobacillus* spp.), levaduras (*Saccharomyces* spp.) y bacterias fototróficas, las cuales interactúan con actinomicetos para promover la eubiosis intestinal (equilibrio microbiano) y maximizar la asimilación de nutrientes en el ave.

7.3.11. Formulación de concentrado casero

7.3.12. Concentrado casero de pollos de engorde (fase de inicio 100 lb)

Al alcanzar la etapa de engorde terminal, el ave ha completado su madurez digestiva y funcional. En esta fase, la estrategia nutricional se reorienta: el objetivo prioritario deja de ser la formación de tejido magro acelerado para centrarse en la maximización del peso corporal y el rendimiento del canal previo al sacrificio.

De acuerdo con los requerimientos energéticos descritos por Solla S.A. (2022), esta etapa demanda un incremento en la densidad calórica de la ración. Por consiguiente, la formulación experimental ajustó el balance nutricional aumentando la proporción de carbohidratos fermentables (maíz y sorgo) y reduciendo ligeramente la inclusión proteica (soya), dado que el requerimiento de aminoácidos por unidad de ganancia de peso disminuye conforme el ave se acerca a su peso adulto.

A continuación, se detalla la composición centesimal de la dieta finalizadora:

Tabla 3:

Composición de la dieta artesanal para la Fase de Finalización (Base: 100 lb)

Ingrediente	Cantidad (lb)	Equivalente (kg)
Maíz amarillo molido	38lb	17.24kg
Sorgo molido	15 lb	6.80kg

Soya molida (tostada)	33lb	14.97kg
Semillas de moringa seca y molida	6lb	2.72 kg
Cáscara de huevo pulverizada	2lb	0.91kg
Semilla de chíá molida	6lb	2.72 kg
Total	100lb	45.35kg

7.3.13. Concentrado casero de pollos de engorde (fase finalizadora – 100lb.)

Al alcanzar la etapa de finalización, el lote exhibe una madurez morfofisiológica completa y una capacidad digestiva funcional estabilizada. En esta fase crítica previa al sacrificio, la estrategia nutricional se reorienta hacia la densificación energética de la ración.

De acuerdo con los requerimientos metabólicos descritos por Solla S.A. (2022), el objetivo técnico en este punto es suministrar un mayor aporte calórico para maximizar la tasa de ganancia diaria de peso y optimizar el acabado de la canal antes del faenado. Simultáneamente, el requerimiento de proteína cruda se ajusta a la baja en comparación con la fase de inicio; esto responde a que la demanda de aminoácidos para la formación de órganos disminuye, priorizándose la hipertrofia muscular y la eficiencia en el rendimiento del ave

Tabla 4:

Concentrado casero de pollos de engorde (fase finalizadora – 100lb)

Ingrediente	Cantidad (lb)	Equivalente (kg)
Maíz amarillo molido	45lb	20.41kg
Sorgo molido	20lb	9.07 kg
Soya molida (tostada)	20lb	9.07kg
semilla de moringa seca y molida	7 lb	3.18 kg
Cáscara de huevo pulverizada	3lb	1.36 kg

Semilla de chía molida	5lb	2.27 kg
Total	10lb	45.35kg

Aporte nutricional del concentrado casero (estimado):

El diseño de la formulación artesanal (T1) se fundamentó en un balance teórico de nutrientes calculado a partir de las tablas de composición química de los ingredientes locales. La matriz resultante ofrece una densidad nutricional compatible con los requerimientos de mantenimiento y crecimiento en sistemas semi-intensivos, aunque con un aporte energético moderado en comparación con los estándares industriales.

A continuación, se detallan las especificaciones técnicas estimadas para el tratamiento experimental:

- **Proteína Cruda (PC):** Se estableció un rango de 18 – 20%, ajustado dinámicamente según la fase (inicio/finalización) para cubrir la demanda de aminoácidos sin exceder la capacidad de excreción de nitrógeno del ave.
- **Energía Metabolizable (EM):** El aporte calórico se estimó entre 2,800 – 2,900 kcal/kg, proveniente principalmente de la fracción de carbohidratos no fibrosos del maíz y el sorgo, complementada por los lípidos de la chía.
- **Bio-aditivos (Tecnología EM):** Se estandarizó una dosis de inclusión de 10 ml de solución activada por kg de alimento, administrada mediante aspersión con una frecuencia diaria para garantizar la viabilidad de los inóculos microbianos.
- **Perfil Mineral y Vitamínico:** La suplementación de macrominerales (Calcio y Fósforo) se aseguró mediante la incorporación de carbonato biogénico (cáscara de huevo molida) y sales minerales traza. El aporte vitamínico basal fue cubierto mediante premezclas naturales y el enriquecimiento con melaza de caña.

Impacto Funcional de la Suplementación con EM

La incorporación de Microorganismos Eficientes trasciende el aporte nutricional directo, actuando como un promotor zootécnico multifuncional. Desde la perspectiva de la sostenibilidad ambiental y el bienestar animal, Higa y Parr (1994) postulan que el uso de este

consorcio microbiano es relevante por su capacidad para mitigar la volatilización de gases amoniacales en las excretas, lo que reduce significativamente los malos olores y el estrés respiratorio en el galpón.

Asimismo, esta biotecnología favorece la exclusión competitiva de patógenos en el tracto gastrointestinal, mejorando la integridad de la mucosa y reduciendo las tasas de mortalidad, factores críticos para la viabilidad económica de la producción avícola a pequeña escala.

7.3.14. Descripción del concentrado comercial

El concentrado comercial empleado en el estudio fue adquirido en establecimientos agropecuarios certificados, con el fin de garantizar la trazabilidad, inocuidad y calidad estandarizada del insumo (Romero Alfaro, 2022). Este producto, distribuido bajo la denominación comercial de "Concentrado Inicio y Engorde", constituye una dieta de precisión diseñada específicamente para satisfacer los requerimientos nutricionales y el potencial de crecimiento de la línea genética Cobb 500, tal como describen Uzcátegui Varela et al. (2020).

Desde el punto de vista tecnológico, el alimento está formulado industrialmente mediante la selección rigurosa de ingredientes de alta digestibilidad. Su matriz nutricional proporciona un balance óptimo de aminoácidos, energía y micronutrientes esenciales, alineado con los estándares de alimentación por fases requeridos para maximizar el rendimiento zootécnico en sistemas intensivos (Solla S.A., 2022).

7.3.15. Aporte nutricional del concentrado comercial (según etiqueta del fabricante)

El perfil nutricional del concentrado comercial (T2) se basa en la declaración de garantía suministrada en la etiqueta del fabricante. Esta formulación industrial asegura una densidad de nutrientes diseñada para soportar la alta demanda metabólica de la línea Cobb 500 en sus fases de crecimiento exponencial, cumpliendo con los estándares de referencia internacional descritos por Aviagen (2022).

A continuación, se detallan los aportes nutricionales garantizados:

- **Proteína Cruda (PC):** Nivel de 21 – 23%. Este rango de alta densidad proteica es crítico para maximizar la síntesis de tejido muscular magro durante la fase de inicio y crecimiento.
- **Energía Metabolizable (EM):** Densidad energética de 3,000 – 3,200 kcal/kg, lograda mediante la inclusión de fuentes lipídicas estabilizadas para satisfacer el gasto metabólico de mantenimiento y producción.
- **Perfil de Aminoácidos:** Fortificación específica con Lisina y Metionina. Estos aminoácidos limitantes son esenciales para corregir el balance de la proteína ideal y optimizar la conversión alimenticia.
- **Macrominerales:** Aporte balanceado de Calcio, Fósforo y Sodio, elementos indispensables para garantizar la integridad esquelética y el equilibrio electrolítico ante el rápido aumento de peso del ave.
- **Núcleo Vitamínico:** Premezcla completa que cubre los requerimientos de vitaminas liposolubles (A, D3, E, K) e hidrosolubles del complejo B (B1, B2, B6, B12), asegurando la funcionalidad metabólica y la respuesta inmune del lote

7.3.16. Antioxidantes y promotores del crecimiento

Este concentrado garantiza una rápida ganancia de peso y es formulado para maximizar el rendimiento de pollos de engorde desde la etapa inicial hasta el sacrificio

8. Hipótesis

H₁ (Hipótesis de investigación)

Existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en los indicadores de desempeño productivo (ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia) y en la rentabilidad económica (relación beneficio-costos) entre los pollos de engorde alimentados con concentrado artesanal y aquellos suplementados con concentrado comercial.

H₀ (Hipótesis nula)

No existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en los indicadores de desempeño productivo ni en la rentabilidad económica entre los tratamientos evaluados; cualquier variación observada entre el concentrado artesanal y el comercial es atribuible al azar.

9. Operacionalización de Variables

Tabla 5:

Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Indicadores	Técnica o instrumentos	Fuente de datos
Peso	Medida de la masa corporal de un cuerpo (pollo) durante el periodo de engorde.	Se medirá la masa corporal total de los pollos utilizando una balanza mecánica o digital calibrada	Peso inicial en gr o kg Peso final en gr o kg Ganancia de peso semanal gr Variabilidad en peso en %	Técnicas: preparación, manejo, pesaje, registro y frecuencia del pesaje Instrumentos: Balanza digital o mecánica de precisión Recipiente para colocar al ave durante el pesaje.	Fuente primaria: registro de pesaje directo, observaciones directas y anotaciones en las fichas de registro
Consumo	Cantidad de alimento ingerido por cada individuo (ave) en el período estudiado	Se calcula por la diferencia entre la cantidad de alimento consumido y el rechazado por cada	Gramos o kilogramos de alimento consumido por ave o por lote.	Técnicas: preparación, manejo, pesaje del alimento ofrecido y rechazado, registro y frecuencia del pesaje	Fuente primaria: registro de pesaje directo, observaciones directas y anotaciones en las fichas de registro

individuo o grupo
estudiado.

Cálculo aritmético de
la diferencia entre
alimento ofrecido y
sobrante.

Registro sistemático
en planillas de control
para cada lote o ave.

Instrumentos

Balanza digital o
mecánica de precisión

Recipiente para
colocar al ave durante
el pesaje.

Comederos limpios y
numerados por grupo o
ave (según el diseño).

Planillas o software de
registro para anotar
datos de consumo.

Conversión alimenticia	Se refiere a la relación entre alimento consumido y peso vivo ganado por cada individuo durante el experimento (eficiencia con la cual los pollos transforman el alimento ingerido en carne).	Cantidad de alimento consumido por individuo dividido por el aumento de peso (relación kg alimento/kg peso ganado)	Cantidad de alimento ofertado versus peso ganado expresado en gr o kg del ave	Pesaje diario, semanal o por fase de las aves para determinar ganancia de peso. Pesaje de alimento ofrecido y sobrante (para determinar consumo). Instrumentos: Balanza digital para alimento. <input type="checkbox"/> Balanza para aves (con precisión al gramo o 10 g según la etapa). Hojas de registro o software para cálculos.	Observación directa y registros de la granja Fuente primaria: registros de consumo de alimento y de peso corporal de los pollos durante el período experimental.
Relación beneficio-costo	Es la rentabilidad de un sistema productivo, expresando la relación entre los ingresos	Se calculará dividiendo los beneficios netos entre los costos	Costo total de cada dieta en córdobas y las ganancias generadas.	Registro de gastos de alimentación y cálculo de retorno económico	Registros contables de las inversiones y ganancias

obtenidos (beneficio) y totales relacionados los costos incurridos al tipo de dieta. (costo).

Recopilación de datos contables y de mercado.

Análisis económico comparativo entre tratamientos.

Instrumentos:

Hojas de cálculo (Excel o software estadístico).

Planillas de registro de costos e ingresos.

10. Diseño metodológico

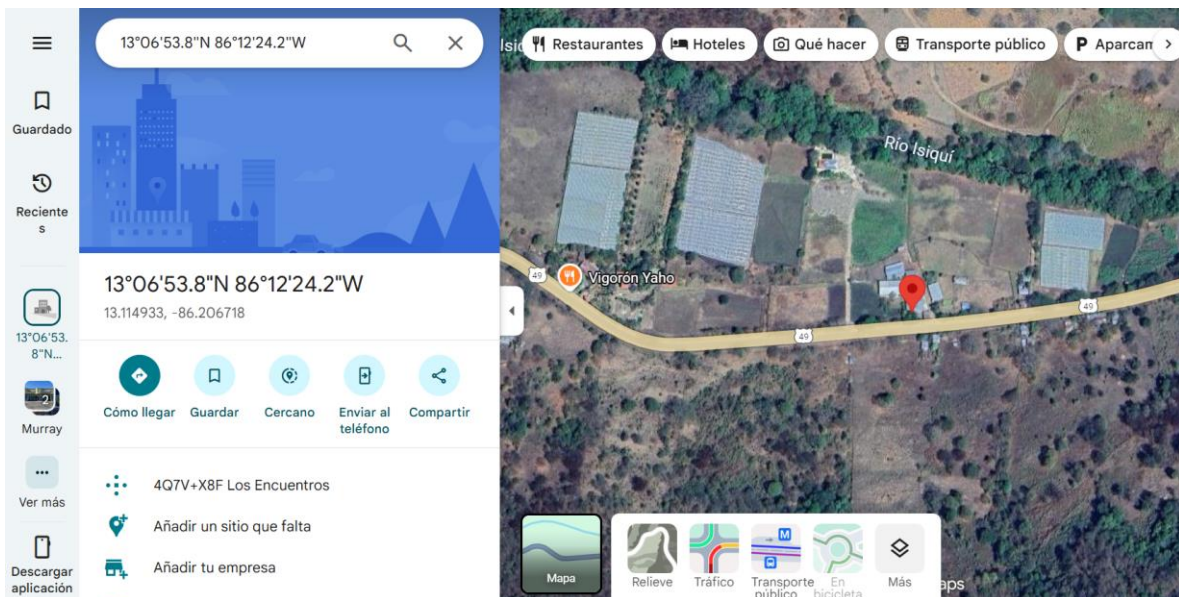
10.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en la unidad de producción "Finca El Chiflón", en Estelí, Nicaragua. El sitio cuenta con infraestructura productiva especializada para la explotación avícola, incluyendo galpones con control de ventilación y condiciones de bioseguridad adecuadas.

La finca se localiza entre las coordenadas $13^{\circ}06'54.4''N$ y $86^{\circ}12'20.1''W$, en una zona de transición montañosa a una altitud media de 844 m.s.n.m.

Figura 1:

Ubicación de la Finca el Chiflón



Nota: Google Maps

De acuerdo con los registros históricos del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2004), la zona presenta un régimen térmico bimodal. La temporada seca y cálida se extiende desde mediados de marzo hasta mayo, registrando temperaturas máximas promedio superiores a $31^{\circ}C$, siendo abril el mes de mayor incidencia calórica con fluctuaciones entre $19^{\circ}C$ y $32^{\circ}C$. La temporada fresca abarca aproximadamente 5.3 meses (agosto a enero), caracterizada por temperaturas máximas diarias inferiores a $28^{\circ}C$. El descenso térmico más significativo ocurre en diciembre, con mínimas promedio de $17^{\circ}C$, lo

cual favorece el confort térmico de las aves en etapas de finalización, reduciendo el estrés calórico.

Los suelos predominantes son franco-arcillosos y según su descripción física, estas matrices edáficas poseen una alta proporción de coloides minerales (arcillas), confiriéndoles una densidad aparente elevada y una baja tasa de infiltración (drenaje lento). Esta composición induce propiedades de plasticidad y adhesividad en condiciones de humedad, así como la formación de estructuras compactas (costras) en periodos secos, factores que determinan el manejo de las instalaciones y el drenaje perimetral de los galpones.

La unidad de producción comprende una extensión territorial estimada de 42 manzanas (aproximadamente 29.6 hectáreas), con vocación agropecuaria diversificada. En el área se integran sistemas de cultivos anuales de granos básicos, específicamente maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), combinados con áreas de pastizales establecidas para el manejo de ganadería bovina.

Desde el punto de vista ecológico, el agroecosistema conserva zonas de exclusión destinadas a la regeneración natural y rodales de bosque secundario. Estos parches de vegetación no solo actúan como barreras rompevientos, sino que contribuyen a la regulación del microclima en las áreas circundantes a la infraestructura avícola.

10.2. Tipo de investigación

Siguiendo la taxonomía propuesta por Hernández Sampieri et al. (2014), el estudio se clasifica bajo los siguientes criterios:

Por su nivel de profundidad: Es de alcance explicativo, debido a que no se limita a describir los tratamientos evaluados, sino que busca establecer y explicar relaciones de causa-efecto entre el tipo de alimentación suministrada y la eficiencia biológica de los pollos de engorde, determinando cómo y por qué un tratamiento influye sobre los parámetros productivos.

Por su diseño: Corresponde a una investigación experimental, puesto que se manipuló deliberadamente la variable independiente (tipo de dieta: casera vs. comercial) bajo condiciones rigurosamente controladas, con el fin de analizar su incidencia sobre las variables dependientes (parámetros zootécnicos). Este control experimental permitió aislar factores intervinientes, garantizando la validez interna del experimento.

Por su finalidad: Se define como una investigación aplicada, ya que su propósito no es la generación de conocimiento teórico abstracto, sino la validación de una solución tecnológica orientada a reducir los costos de producción que enfrenta la unidad productiva Finca El Chiflón, mediante la evaluación bio económica de alternativas alimenticias.

Por su temporalidad: Es de corte transversal, dado que la medición de las variables y la recolección de los datos se realizaron en un periodo único y determinado, correspondiente al ciclo de engorde de 45 días, permitiendo analizar el comportamiento productivo en ese intervalo específico.

La presente investigación se adscribe al Área de Conocimiento de las Ciencias Agropecuarias, específicamente dentro del **Área CAG-1: Sistema de Producción Agropecuaria**, la cual orienta el estudio sistemático de los procesos productivos con el propósito de optimizar el uso de los recursos naturales y tecnológicos, contribuyendo a la sostenibilidad del sector.

De manera específica, el estudio se delimita en la **Sub-área CAG-1.2: Sistema de Producción Pecuaria**, la cual, según los lineamientos de la UNAN-Managua (2021), se enfoca en la evaluación integral de los sistemas de explotación animal, considerando variables clave como la nutrición, la sanidad, el manejo zootécnico y el bienestar animal como determinantes de la eficiencia productiva.

En coherencia con esta delimitación, la investigación se operacionaliza dentro de la **Línea de Investigación en Nutrición y Manejo Avícola**, específicamente en la sublínea de Validación de Alternativas Alimenticias, orientada a determinar el impacto bioeconómico de la sustitución de concentrados comerciales por formulaciones artesanales sobre el crecimiento y la eficiencia productiva de los pollos de engorde.

10.3. Población y selección de la muestra

La población del estudio se delimitó a un lote finito conformado por 60 pollos de engorde de la línea genética Cobb 500. Todas las unidades biológicas procedieron de un mismo ciclo de incubación y granja de origen, asegurando la estandarización de las características sanitarias y la homogeneidad fenotípica del grupo. Este control riguroso de la procedencia tuvo como objetivo minimizar el error experimental asociado a la variabilidad genética y al manejo previo.

Selección de la muestra: A partir de la población base, se estableció una muestra probabilística de 30 unidades experimentales, seleccionadas mediante la técnica de Muestreo Aleatorio Simple. Para ello, a cada pollo del lote total se le asignó un número consecutivo del 1 al 60, y posteriormente se realizó la selección aleatoria de las 30 unidades utilizando una tabla de números aleatorios, garantizando que todos los individuos tuvieran la misma probabilidad de ser seleccionados. Este procedimiento aseguró la representatividad de la muestra y la equiprobabilidad en la asignación a los tratamientos experimentales.

Criterio de Inclusión Genético: La elección de la estirpe Cobb 500 se fundamenta en su perfil de competencia zootécnica validado en la literatura. Según Uzcátegui Varela et al. (2020), este híbrido destaca por su precocidad (rápido crecimiento), alta eficiencia en la conversión alimenticia y rendimiento en canal superior, atributos que lo convierten en el modelo biológico idóneo para evaluar la viabilidad de sistemas de producción intensiva y semintensiva bajo condiciones tropicales.

Diseño experimental

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) unifactorial, adecuado para comparar el efecto del factor "tipo de alimentación" sobre el comportamiento productivo de los pollos de engorde. Este factor se evaluó con dos niveles: Concentrado Casero (T1) y Concentrado Comercial (T2).

Las unidades experimentales fueron consideradas homogéneas en cuanto a raza, edad, manejo y condiciones ambientales. La asignación de los pollos a cada tratamiento se realizó mediante la técnica de aleatorización simple (sorteo), garantizando que cada ave tuviera la misma probabilidad de recibir cualquiera de las dietas, cumpliendo así con los principios básicos de repetición y aleatorización del diseño experimental.

Los pollos estuvieron ubicados en corrales separados, identificados por tratamiento y repetición:

Tabla 6.

Distribución de los tratamientos y unidades experimentales y repeticiones

Tratamiento	Repetición	Número de pollos
T1	R1	15
T1	R2	15
T2	R1	15
T2	R2	15

Tratamientos

El factor de estudio se definió como el régimen alimenticio suministrado, estableciéndose dos niveles o tratamientos evaluados durante un ciclo productivo de 45 días cronológicos. La composición de cada dieta se describe a continuación:

- **Tratamiento Experimental (T1 - Artesanal):** Dieta no convencional formulada con base en materias primas de disponibilidad local. La matriz nutricional incluyó: Maíz amarillo (38%) y Sorgo (15%) como fuentes energéticas; Harina de Soya (33%) como fuente proteica principal; Semilla de Moringa (6%) y Chía (6%) como enriquecedores funcionales; y Cáscara de huevo (2%) como fuente de calcio biogénico. Esta formulación fue diseñada para cubrir los requerimientos nutricionales basales de la línea genética.
- **Tratamiento Testigo (T2 - Comercial):** Dieta balanceada industrial adquirida en centros de distribución certificados. Corresponde a un alimento peletizado estándar, formulado bajo principios de precisión nutricional que incluyen la adición de aminoácidos sintéticos, premezclas vitamínicas y aditivos promotores de crecimiento. Cada tratamiento conto con 15 pollos, alojados en condiciones similares de espacio, temperatura, ventilación, agua y bioseguridad.

Para minimizar el error experimental, se garantizó la condición *ceteris paribus* (todo lo demás constante): ambos grupos fueron alojados bajo condiciones idénticas de densidad poblacional, temperatura, fotoperiodo, ventilación y protocolos de bioseguridad.

La asignación de las aves a cada tratamiento se realizó mediante un Muestreo Aleatorio Simple (MAS). Los criterios de inclusión para conformar el lote experimental de 15 aves por repetición fueron estrictos para asegurar la homogeneidad inicial:

- Edad cronológica: Pollitos de un día de nacidos.
- Estatus sanitario: Aves clínicamente sanas, activas y con ombligos cicatrizados.
- Uniformidad: Peso inicial dentro del rango estándar de la línea (40-42 g), descartando individuos con valores extremos (outliers).

Procedimiento

El desarrollo del estudio se ejecutó siguiendo un protocolo estandarizado de cuatro etapas cronológicas, garantizando el control de las variables intervinientes y la fidelidad de los datos recolectados.

Fase 1: Habilitación de Infraestructura y Bioseguridad

Previo a la recepción del lote, se gestionó la autorización de uso de las instalaciones en la Finca El Chiflón y se realizó una inspección técnica de la infraestructura. Posteriormente, se procedió al acondicionamiento de los galpones mediante un protocolo de limpieza y desinfección profunda (vacío sanitario). Se instalaron los equipos de crianza (criadoras, comederos y bebederos) y se ajustaron los parámetros ambientales para garantizar el confort térmico de recepción, estableciendo una temperatura inicial de 32 °C – 34 °C, con ventilación controlada y camas limpias para asegurar la inocuidad.

Fase 2: Manufactura de la Dieta Experimental (T1)

Simultáneamente, se procedió a la elaboración del concentrado artesanal conforme a la formulación balanceada. El proceso incluyó la selección rigurosa de materias primas locales (maíz amarillo, sorgo, harina de soya, semillas de moringa y cáscara de huevo). Estos insumos fueron sometidos a procesos de molienda y mezclado para homogeneizar el tamaño

de partícula (granulometría), asegurando una distribución uniforme de los nutrientes y evitando la selección del alimento por parte del ave.

Fase 3: Recepción y Montaje del Experimento

La fase de campo inició con la recepción de los pollitos de un día de edad (línea Cobb 500). Inmediatamente tras su arribo, se verificó el estatus sanitario, se realizó la hidratación inicial y se procedió al pesaje individual para determinar el Peso Inicial. Posteriormente, las aves fueron distribuidas aleatoriamente en las unidades experimentales correspondientes a los dos tratamientos (T1 y T2). Ambos grupos fueron sometidos a un manejo zootécnico idéntico, garantizando el acceso a agua potable *ad libitum* y el cumplimiento de los programas de vacunación vigentes.

Fase 4: Periodo de Engorde y Recolección de Datos

El ciclo experimental tuvo una duración total de 45 días (6 semanas), periodo estándar para la finalización comercial de esta línea genética. Durante este lapso, se implementó un sistema de registro métrico con frecuencia semanal, controlando las siguientes variables:

- Evolución del Peso Corporal: Pesaje individual de las aves.
- Consumo de Alimento: Cuantificación diaria de oferta y rechazo.
- Conversión Alimenticia: Cálculo de la eficiencia de transformación al cierre del ciclo.

10.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos

Para garantizar la fiabilidad de los resultados, se implementó un sistema riguroso de recolección de datos métricos y observacionales, utilizando instrumentos calibrados y formatos de registro estandarizados.

Determinación de la Ganancia de Peso

El seguimiento del crecimiento corporal se realizó mediante pesajes con frecuencia semanal durante los 45 días del ciclo experimental. Para este procedimiento, se utilizó una balanza

digital de precisión (capacidad 5 kg, sensibilidad ± 1 g), tarando previamente el recipiente de sujeción para evitar sesgos.

Según Ramírez et al. (2005)¹, la Ganancia de Peso Semanal (GPS) se define como el incremento de biomasa corporal neta experimentado por el ave en un intervalo de siete días. Esta variable se calculó mediante la siguiente ecuación diferencial:

$$GPS = Pf - Pi$$

Donde:

Pf: Peso corporal al final de la semana evaluada.

Pi: Peso corporal al inicio de la semana evaluada.

Pesaje final:

Al concluir el ciclo de engorde (Día 45), se procedió al pesaje individual de la totalidad de la muestra experimental. Este dato constituyó el valor de cierre para determinar la Ganancia de Peso Total acumulada y el rendimiento final del lote previo al faenado.

Cuantificación del Consumo de Alimento

El consumo voluntario se determinó diariamente mediante el método de oferta y rechazo (back-weighing). El procedimiento consistió en pesar el alimento suministrado a primera hora de la mañana y restar el remanente (sobrante) pesado a la mañana siguiente en los comederos.

$$C_{real} = A_{ofertado} - A_{rechazado}$$

Los datos diarios se consolidaron semanalmente en las fichas de registro para obtener el Consumo Acumulado por unidad experimental.

Cálculo de la conversión alimenticia (g alimento/g peso ganado):

Este indicador de eficiencia biológica expresa la relación entre los insumos invertidos y el producto obtenido. Se calculó al finalizar el estudio dividiendo la masa total de alimento consumido entre la ganancia de peso total del lote, conforme a la fórmula estándar de la ingeniería zootécnica:

Fórmula:

$$\text{Conversión alimentación} = \frac{\text{Consumo total de alimento (kg)}}{\text{Ganancia total de peso (kg)}}$$

Observación y monitoreo de salud:

Se estableció un protocolo de inspección clínica diaria para evaluar el estatus sanitario y el comportamiento etológico de las aves. Las variables cualitativas monitoreadas incluyeron:

- Signos de patología respiratoria o digestiva.
- Mortalidad (con registro de causa probable).
- Niveles de estrés (jadeo, amontonamiento).
- Calidad de la cama y acceso ad libitum al agua.

Registro de condiciones ambientales:

Con el fin de garantizar la homogeneidad experimental y validar que las diferencias productivas se debieran a la dieta y no al microclima, se realizó un monitoreo diario de las condiciones ambientales dentro de los galpones. Para ello, se emplearon termo-higrómetros digitales ubicados a la altura de las aves, registrando:

- **Temperatura ambiental (°C):** Máximas y mínimas.
- **Humedad Relativa (%):** Para controlar el índice de confort.
- **Ventilación:** Evaluación cualitativa del flujo de aire.

Condiciones de Manejo y Ambiente Experimental

Las condiciones ambientales y operativas se establecieron como variables controladas para asegurar que las diferencias en el crecimiento fueran atribuibles exclusivamente al tipo de concentrado y no a factores de estrés externo.

Figura 2:

Condiciones de Manejo y Ambiente Experimental



Gestión de la Infraestructura y Densidad

El diseño experimental se ejecutó en una estructura inicial dividida en compartimentos de 1 m² para alojar 15 aves por unidad experimental. Este manejo de la densidad poblacional en la fase de arranque permitió un control eficiente del microclima. A partir de la tercera semana, la ampliación del área a 1.50 m² fue una medida crítica para mitigar el estrés por hacinamiento ante el crecimiento alométrico acelerado de las aves, factor que, según Guachichulca y Castro (2023), es determinante para evitar la competencia por alimento y asegurar la uniformidad del lote.

Figura 3:

Gestión de la Infraestructura y Densidad en los ensayos



Control Sanitario y Bioseguridad

El estatus sanitario del ensayo se preservó mediante un protocolo profiláctico riguroso. La desinfección previa con formalina al 5% y la higiene diaria de los equipos (bebederos y comederos) actuaron como barreras efectivas contra cargas microbianas patógenas. Asimismo, el manejo de la cama (aserrín de pino) mediante la remoción de humedad y recambio periódico fue fundamental para controlar los niveles de amoníaco, evitando afecciones respiratorias que hubieran comprometido la conversión alimenticia.

Figura 4:

Control Sanitario y Bioseguridad en los ensayos



Manejo Nutricional y Termorregulación

El protocolo de recepción, que incluyó la hidratación con solución glucosada (0.5 lb de azúcar/litro) durante las primeras horas, fue decisivo para restablecer las reservas energéticas de los pollitos tras el transporte, reduciendo la mortalidad temprana. Durante la fase crítica de inicio (semanas 1-2), el mantenimiento de la temperatura en el rango de 30°C a 35°C mediante cortinas y el programa de iluminación artificial (100 watts/m²) garantizaron el confort térmico y el estímulo visual necesario para la ingesta. La transición dietética del alimento de "Inicio" a "Engorde" se realizó estrictamente a los 21 días, sincronizando el

aporte de nutrientes con la madurez digestiva del ave, tal como recomiendan los manuales de la línea genética.

Figura 5:

Manejo Nutricional y Termorregulación de los ensayos



10.5. Confiabilidad y validez de los instrumentos

La calidad científica de los hallazgos se sustentó en la aplicación de criterios rigurosos de validación metodológica y control de la consistencia de los datos:

Confiabilidad (precisión): se aseguró mediante la estandarización de los protocolos de recolección de datos. Para las mediciones métricas (peso y consumo), se utilizaron instrumentos digitales calibrados (balanzas de precisión), eliminando el sesgo de apreciación visual. Asimismo, la estabilidad de los registros se garantizó manteniendo al mismo personal técnico a cargo de las mediciones durante las 6 semanas experimentales, reduciendo el error inter-observador.

Validez Interna (exactitud): la capacidad del estudio para medir el efecto real de los tratamientos se fundamentó en el control estricto de las variables intervinientes (temperatura, densidad, sanidad). La homogeneidad en el manejo de ambos grupos experimentales permitió

aislar el efecto de la variable independiente (dieta), asegurando que las diferencias observadas en el crecimiento y la conversión alimenticia fueran atribuibles exclusivamente a la formulación nutricional y no a factores externos de confusión.

10.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de datos

La sistematización y tratamiento de la información recolectada se organizó en una base de datos en Excel y para el análisis estadístico inferencial se hizo uso del software INFOSTAT versión 2020.

Para el análisis estadístico se calculó el promedio de las variables por ave y concentrado. Posteriormente, se verificó la normalidad de los residuos mediante la prueba de Shapiro-Wilks (modificado). Para las variables que presentaron distribución normal (peso inicial, peso final y ganancia de peso) se aplicó la prueba paramétrica t-Student, la cual compara las medias aritméticas de dos muestras independientes. En contraste, para la variable conversión alimenticia, al no cumplir con el supuesto de normalidad, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon (Mann-Whitney U); esta prueba se diferencia de la t-Student en que no asume una distribución normal y compara las medianas (rangos) de las poblaciones en lugar de sus promedios

Para el análisis de Eficiencia Económica, respecto a la viabilidad financiera de las dietas se evaluó mediante la metodología de Presupuestos Parciales. Se calculó la Relación Beneficio-Costo (R B/C), contrastando los costos variables totales de alimentación frente a los ingresos brutos proyectados por la venta de la biomasa (carne) producida, permitiendo así identificar la alternativa de mayor rentabilidad neta.

11. Análisis y discusión de resultados

11.1. Consumo de alimento en pollos de engorde alimentados con concentrado casero y comercial

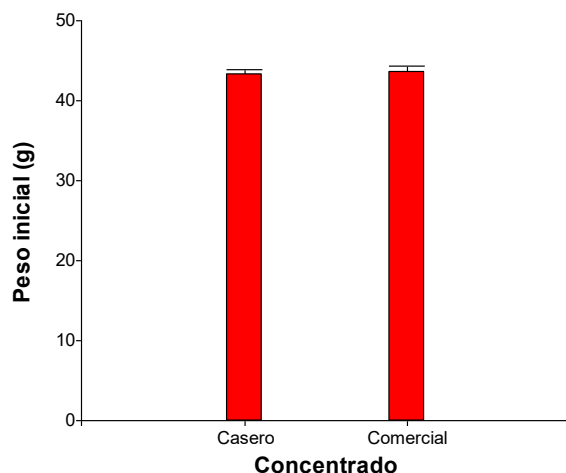
Comportamiento del peso vivo acumulado

Al inicio del ciclo productivo (día 0), los datos evidenciaron una alta homogeneidad entre los grupos experimentales. Los pollos asignados al tratamiento con Concentrado Casero presentaron un peso promedio de 43.22 g (\pm 1.18 g), mientras que el grupo asignado al Concentrado Comercial inició con un promedio de 43.59 g (\pm 1.12 g). La diferencia numérica entre ambos fue mínima (0.37 g), confirmando que el estudio partió de condiciones iniciales equivalentes.

El análisis estadístico para muestras independientes confirmó la homogeneidad de los lotes, arrojando un valor t de -0.36 y un p-valor de 0.7214. Al ser el p-valor superior al nivel de significancia estipulado, se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias. Esto indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en el peso inicial, confirmando que ambos grupos partieron de condiciones biológicas equivalentes y que cualquier diferencia posterior en el crecimiento es atribuible al efecto de las dietas y no al azar o a ventajas iniciales.

Figura 6:

Peso inicial promedio (g) de los pollos de engorde previo a la aplicación de los tratamientos dietéticos.



Nota: Las barras indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

La homogeneidad inicial encontrada en este estudio cumple con los criterios de calidad experimental citados por Montgomery (2019), quien establece que para validar el efecto de un factor (en este caso, el tipo de concentrado), las unidades experimentales deben ser uniformes al comienzo de la prueba para reducir el error experimental.

Asimismo, los pesos promedio registrados (43.22 g y 43.59 g) se encuentran dentro de los rangos óptimos para pollitos de un día de la línea genética Ross 308, los cuales, según el manual de rendimiento de Aviagen (2022), deben oscilar entre 40 y 44 gramos para asegurar un buen desarrollo posterior.

El hecho de no encontrar diferencias significativas coincide con lo esperado en lotes provenientes de una misma incubadora y lote de reproductoras, lo cual es fundamental para atribuir con certeza los resultados productivos finales a la calidad nutricional de los concentrados evaluados (Rostagno et al., 2017).

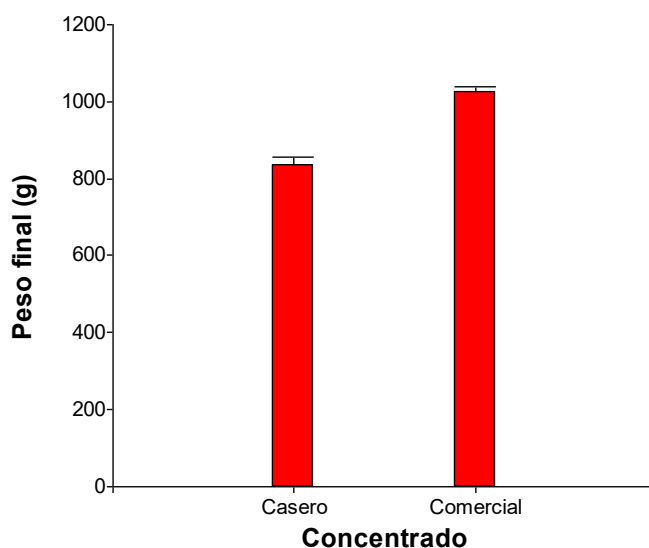
Análisis del Peso Vivo Final

Al finalizar el ciclo productivo, se evaluó el peso vivo individual de las aves para determinar el rendimiento acumulado. Los datos registrados muestran una diferencia marcada entre los tratamientos: los pollos alimentados con Concentrado Comercial alcanzaron un peso promedio de 1,023.29 g, mientras que aquellos alimentados con Concentrado Casero obtuvieron un promedio de 833.21 g. La diferencia absoluta entre ambos grupos fue de 190.08 g a favor del tratamiento comercial.

El análisis estadístico mediante la prueba t-Student confirmó que esta diferencia es altamente significativa, arrojando un valor t de -7.43 y un p-valor < 0.0001 . Este resultado, con un intervalo de confianza del 95% para la diferencia de -242.48 a -137.69 g, indica que es extremadamente improbable que tal disparidad sea producto del azar. Por tanto, se concluye que el tipo de concentrado tuvo un efecto determinante en el peso final, siendo el comercial superior en promover la acumulación de biomasa corporal.

Figura 7:

Comparativo del peso final promedio (g) de los pollos de engorde al término del ciclo productivo.



Nota: Las barras indican diferencias estadísticamente significativas entre los pesos finales del promedio de los tratamientos evaluados.

La superioridad estadística del tratamiento comercial (1,023 g) frente al casero (833 g) es consistente con lo reportado por Leeson y Summers (2005), quienes afirman que las dietas industriales formuladas con precisión en aminoácidos digestibles y energía metabolizable maximizan la tasa de crecimiento en líneas genéticas de alto rendimiento como la utilizada. La diferencia de aproximadamente 22.8% en el peso final refleja la mayor densidad nutricional y digestibilidad del alimento balanceado comercial.

En contraste, el menor desempeño del tratamiento casero coincide con hallazgos de Gutiérrez et al. (2019) en estudios de alimentación alternativa, donde la sustitución de núcleos comerciales por mezclas artesanales suele conllevar una reducción en el peso final debido a variaciones en la calidad de la proteína y la ausencia de aditivos promotores de crecimiento. Sin embargo, es relevante destacar que, aunque el peso fue menor, el tratamiento casero logró un desarrollo homogéneo, lo cual puede ser aceptable para nichos de mercado que priorizan costos de producción más bajos o características organolépticas diferenciadas (Rodríguez y Salazar, 2020).

11.2. Consumo de alimento en pollos de engorde alimentados con concentrado casero y comercial

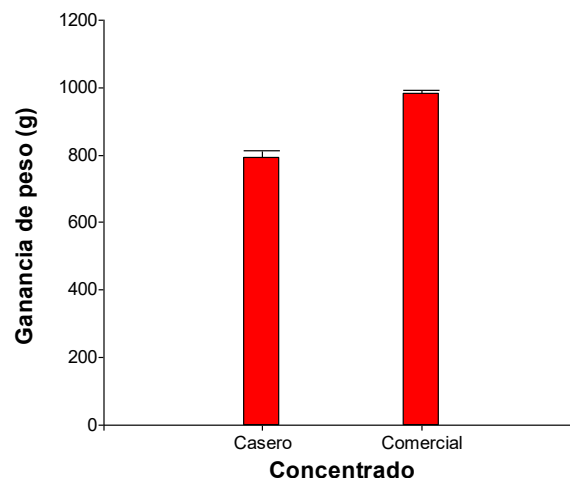
Consumo de Alimento y Conversión Alimenticia (CA)

La ganancia de peso, entendida como el crecimiento neto descontando el peso inicial, mostró diferencias marcadas entre los grupos experimentales. Según los registros procesados, los pollos alimentados con Concentrado Comercial obtuvieron una ganancia media de 979.71 g, superando ampliamente a los del Concentrado Casero, que registraron un promedio de 789.99 g. La diferencia absoluta entre medias fue de 189.72 g a favor del tratamiento comercial.

La prueba estadística t-Student corroboró la alta significancia de esta diferencia, arrojando un valor t de -7.34 y un p-valor < 0.0001 . Con un intervalo de confianza del 95% situado entre -242.68 y -136.75 g, se confirma que el tipo de concentrado influye de manera determinante en la velocidad de crecimiento. El tratamiento comercial demostró una capacidad superior para promover la deposición de tejido corporal, logrando un rendimiento biológico significativamente mayor que la alternativa casera bajo las mismas condiciones de manejo.

Figura 8:

Ganancia de peso promedio total (g) obtenida por los pollos de engorde según el tipo de alimentación suministrada.



Nota: las barras con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas a favor del tratamiento comercial.

La ganancia de peso superior en el tratamiento comercial coincide con lo expuesto en los antecedentes por Rostagno et al. (2017), quienes explican que los alimentos balanceados industrialmente optimizan el perfil de aminoácidos digestibles y la energía metabolizable, permitiendo al ave expresar su máximo potencial genético en menor tiempo. La magnitud de la diferencia observada (~190 g) ratifica que la densidad nutricional es el factor limitante principal en dietas no convencionales.

Por su parte, el comportamiento del tratamiento casero se alinea con investigaciones previas sobre uso de materias primas locales, como las citadas por Vargas y Hernández (2020). Estos autores señalan que, si bien las dietas artesanales cubren los requerimientos de mantenimiento, suelen presentar limitaciones en la disponibilidad de nutrientes clave para el crecimiento acelerado, resultando en tasas de ganancia más modestas. No obstante, es importante resaltar que la ganancia obtenida (aprox. 790 g) demuestra la viabilidad técnica de la dieta casera para sistemas donde no se exige una tasa de extracción intensiva.

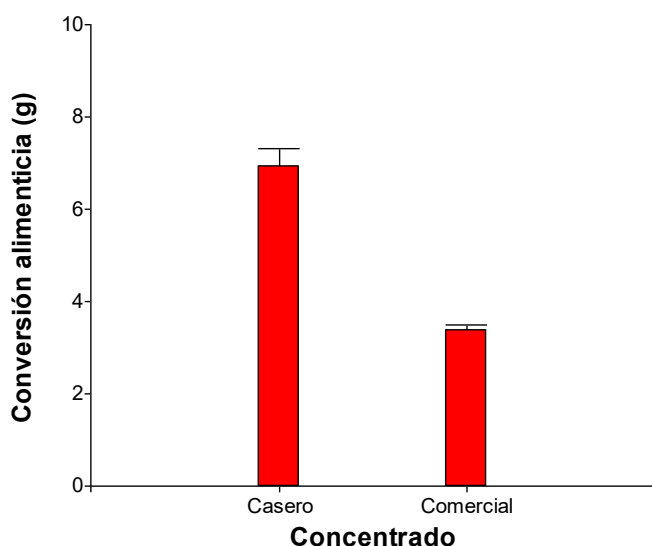
Análisis de la Ganancia de Peso Total

La eficiencia en la transformación del alimento en biomasa corporal se evaluó mediante el índice de conversión alimenticia (CA). Los datos procesados mostraron una diferencia marcada entre los grupos: las aves alimentadas con Concentrado Casero presentaron un índice promedio de 6.92 (± 1.51), mientras que el grupo con Concentrado Comercial registró un promedio de 3.37 (± 0.48). El análisis arrojó un estadístico W de 344.00 y un p-valor < 0.0001 , lo que confirma la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Este resultado indica una eficiencia biológica muy superior en el tratamiento comercial, el cual requirió aproximadamente la mitad de alimento (3.37 kg) para producir un kilogramo de peso vivo en comparación con el tratamiento casero (6.92 kg). La alta conversión observada en el grupo casero sugiere una menor eficiencia metabólica o un mayor desperdicio relativo, lo que obligó al ave a consumir volúmenes significativamente mayores para sostener su crecimiento.

Figura 9:

Comparativo del índice de conversión alimenticia promedio entre los tratamientos evaluados.



Nota: Las barras indican diferencias significativas en la eficiencia de conversión entre los tratamientos.

11.3. Relación beneficio-costo de la alimentación con concentrado casero y el comercial

El cálculo de los costos de producción acumulados al cierre del ciclo (Semana 6) se realizó considerando el alimento total ofrecido y los precios de mercado actualizados: C 13.78/lb (semanas 1-3) y C 13.46/lb (semanas 4-6) para el concentrado Casero, frente a un precio estándar de C 12.00/lb para el concentrado Comercial.

Los resultados evidencian una inversión operativa significativamente menor en el tratamiento industrial. El costo acumulado promedio para llevar un ave a término con el tratamiento Casero (T1) fue de C 312.02, mientras que con el tratamiento Comercial (T2) fue de C 275.93. Contrario a la hipótesis inicial de ahorro por insumos locales, el uso del concentrado comercial representó un ahorro del 11.6% en costos de alimentación (C 36.09 menos por ave), debido a su menor precio unitario en el mercado local.

Relación Beneficio-Costo (R B/C)

Para determinar la viabilidad financiera, se contrastaron los ingresos brutos (venta a 50 C/lb) contra estos nuevos costos acumulados. **La Tabla 8** resume el comportamiento comparativo de los indicadores.

Tabla 7:

Indicadores Productivos y Económicos Promedio al Finalizar la Semana 6

Indicador Evaluado	Concentrado Casero (T1)	Concentrado Comercial (T2)	Diferencial / Interpretación
Peso Vivo Final (lb)	4.21 lb	4.54 lb	Mayor volumen de venta en T2 (+7.8%)
Ingreso Venta (C/ave)	C 210.67	C 227.00	T2 genera mayor ingreso bruto
Costo Alim. Acum. (C/ave)	C 312.02	C 275.93	T2 es C 36.09 más barato por ave
Beneficio Neto (C/ave)	- C 101.35	- C 48.93	T2 reduce la pérdida en 51.7%
Relación B/C	0.68	0.82	T2 es financieramente más eficiente

El análisis financiero demuestra una superioridad integral del tratamiento Comercial (T2). No solo generó una mayor ganancia de peso biológico (+0.33 lb/ave), sino que lo hizo a un menor costo operativo. La Relación Beneficio-Costo del tratamiento Comercial (0.82) superó significativamente a la del Casero (0.68), indicando que, por cada córdoba invertido, el sistema industrial recuperó 14 centavos más que la alternativa artesanal.

Este resultado contradice la teoría convencional sobre el menor costo de las dietas alternativas (Aguilar y Solís, 2020), fenómeno atribuible en este estudio a la estructura de precios atípica donde el concentrado comercial (C 12/lb) resultó más económico que la formulación casera (promedio C 13.62/lb).

Sin embargo, es crítico señalar que ambos tratamientos operaron con márgenes negativos ($R B/C < 1$). A pesar de la eficiencia relativa del T2, el precio de venta del pollo en pie (50 C/lb) no fue suficiente para cubrir los costos de producción, afectados por el desperdicio de alimento en las fases iniciales. Técnicamente, el concentrado comercial demostró ser la estrategia de "minimización de pérdidas" más efectiva, acercándose más al punto de equilibrio que la opción casera.

12. Conclusiones

El concentrado comercial promueve un rendimiento biológico superior en comparación con el concentrado casero. El análisis estadístico confirmó que esta diferencia es significativa, validando que la formulación industrial maximiza la expresión genética y la velocidad de crecimiento del ave en el ciclo de 42 días.

El tratamiento comercial fue biológicamente más eficiente, dado que el índice de conversión alimenticia (CA) para el grupo comercial fue significativamente inferior al registrado por el grupo casero. Esto indica que la dieta casera, bajo las condiciones de este estudio, presentó limitaciones en la digestibilidad o palatabilidad que incrementaron el desperdicio y el consumo necesario para producir carne, requiriendo prácticamente el doble de alimento para generar la misma ganancia de peso que la dieta control.

El concentrado comercial fue la opción más económica con relación a las dietas, puesto que el costo acumulado de alimentación por ave fue de C 275.93 para el tratamiento comercial, frente a C 312.02 para el casero. Esta inversión menor se debió al precio de mercado más competitivo del concentrado comercial (C 12.00/lb) en comparación con el costo de formulación de la mezcla casera (promedio C 13.62/lb).

La evaluación financiera establece que el Concentrado Comercial (T2) ofreció la mejor relación beneficio-costos, en relación con el concentrado casero (T1). Esto significa que el sistema comercial no solo produjo más carne, sino que lo hizo con una menor inversión operativa, reduciendo la pérdida financiera en un 51.7% respecto a la alternativa casera.

Se concluye que, bajo la estructura de precios de insumos y venta actual, ninguno de los tratamientos alcanzó el umbral de rentabilidad ($R B/C < 1$). El precio de venta del pollo en pie (50 C/lb) no fue suficiente para cubrir los costos de producción. Sin embargo, desde la perspectiva técnica y financiera, el Concentrado Comercial demostró ser la estrategia más eficiente, minimizando las pérdidas y garantizando un mejor desempeño zootécnico. La viabilidad del concentrado casero queda condicionada a una reformulación que reduzca drásticamente su costo o mejore su conversión para ser competitivo.

13. Recomendaciones

Las siguientes recomendaciones van dirigidas a productores avícolas y futuros investigadores:

- Se recomienda a los productores de la zona priorizar el uso de concentrado comercial bajo la estructura de precios actual, dado que demostró una superioridad integral: mayor ganancia de peso (+12.7%), mejor conversión alimenticia y un menor costo por libra producida. El uso de dietas caseras o alternativas debe quedar condicionado a escenarios donde el costo de formulación sea al menos un 15-20% inferior al precio del alimento comercial para compensar su menor eficiencia biológica.
- Es importante implementar mejoras en los sistemas de suministro de alimento durante las fases de inicio (semanas 1-3). El estudio identificó que el desperdicio físico en comederos fue el factor crítico que elevó la conversión alimenticia artificialmente y generó pérdidas financieras en ambos tratamientos. Se sugiere el uso de comederos con rejillas anti-desperdicio o el ajuste estricto de la altura de los mismos según el crecimiento del ave para minimizar el "rechazo" técnico.
- Para futuras investigaciones o aplicaciones de campo, se sugiere reformular la dieta casera buscando materias primas locales de menor costo que sustituyan parcialmente a los ingredientes actuales. El hecho de que el concentrado casero tuviera un costo unitario promedio superior al comercial (C 13.62 vs C 12.00) invirtió la lógica económica del proyecto. Se recomienda realizar análisis bromatológicos previos para balancear una ración que maximice la densidad nutricional sin encarecer la mezcla.
- Dado que el precio de venta estándar (50 C/lb) resultó insuficiente para cubrir los costos de producción y generar rentabilidad ($R B/C < 1$ en ambos casos), se recomienda a los pequeños productores incursionar en nichos de mercado diferenciados. La venta del producto como "pollo de patio" o "semi-criollo" podría justificar un sobreprecio en el mercado local que permita alcanzar el punto de equilibrio financiero, especialmente si se utilizan dietas alternativas que aporten características organolépticas distintivas a la carne.

- Se sugiere replicar el estudio aumentando el tamaño de la muestra y extendiendo la evaluación económica a un ciclo anual. Esto permitirá determinar si las fluctuaciones estacionales en los precios de los granos básicos (maíz/sorgo para la dieta casera) podrían en algún momento del año favorecer la rentabilidad de la alternativa artesanal frente a la estabilidad de precios del concentrado industrial.

14. Referencias

- (02 de febrero de 2025). <https://www.avagam.com.mx/blog/concentrados-caseros-para-pollos-de-engorde>
- AVAGAM. (Concentrados caseros para pollos de engorde de 02 de 2025). AVAGAM. <https://www.avagam.com.mx/blog/concentrados-caseros-para-pollos-de-engorde>
- Aviagen. (2022). *Especificaciones de nutrición 2022 – Pollo de engorde Ross*. Huntsville, Alabama, EE. UU. https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-BroilerNutritionSpecifications2022-ES.pdf
- Camacho Manquillo , R. N., & Meneses Cuellar , M. A. (2018). *Comparación de dietas alimenticias para pollos de engorde en el Municipio de Solita, Caquetá*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Casaran, A., & Villaran, G. (26 de 12 de 2024). *Avicultura.mx*. <https://www.avicultura.mx/destacado/estrategias-nutricionales-en-avicultura-durante-el-invierno>
- Castillo Cruz, N. C., Corrales Leyva, M. G., & Lacayo Morales, J. I. (2004). *Evaluación del efecto de tres dietas caseras en la alimentación de pollos de engorde en cuanto a su eficiencia alimenticia, ganancia de peso y análisis económico de los tratamientos*. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/886/1/196121.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación - DNP. (28 de 10 de 2025). <https://colaboracion.dnp.gov.co/>. <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/desarrollo%20empresarial/concentrados.pdf>
- Diario Barricada. (23 de 01 de 2023). *diariobarricada.com*. <https://diariobarricada.com/2023/01/23/nicaragua-produccion-de-carne-de-pollo-crece-en-7-5-por-ciento/#:~:text=El%20Sector%20Av%C3%ADcola%20es%20un,de%20aves%20en%20las%20fincas.>

- Dirección Provincial de Educación Técnico Profesional . (28 de 10 de 2025).
www.produccion-animal.com.ar: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/106-MANUAL_DE_AVICULTURA.pdf
- Federico, M., Tarr Garth, & Kerr Matthew. (2009). [ciencedirect.com/topics/food-science/metabolizable-energy#:~:text=La%20Energía%20Metabolizable%20\(EM\)%20es,metabolismo%20de%20mantenimiento%2C%20HIF](https://www.cienccdirect.com/topics/food-science/metabolizable-energy#:~:text=La%20Energía%20Metabolizable%20(EM)%20es,metabolismo%20de%20mantenimiento%2C%20HIF)).
- García, L. R. (18 de noviembre de 2024). <https://www.ganaderia.com/destacado/proteina-metabolizable-y-balance-proteico-en-el-rumen>
- Gómez, R. S., Cortés Cuevas, A., López Coello, C., & Ávila González, E. (29 de julio de 2011). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0301-50922011000400005&script=sci_arttext
- González, B. B., & López Mejía, B. (agosto de 2019). <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/13827/1/13%2C380.pdf>
- Guachichulca Tandayama, D. F., & Castro Castro, M. F. (2023). *Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo de un ambiente controlado en el proceso de crianza de pollos de engorde usando tecnología IoT*. Cuenca-Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25137/1/UPS-CT010606.pdf>
- Hernández, B., & López , E. (2019). *Evaluación de tres tipos de alimentos balanceados comerciales en pollos de engorde, Las Tejas, Matagalpa, I semestre, 2019*. Matagalpa: UNAN-Managua- CUR-Matagalpa. Retrieved 25 de junio de 2025, from <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/13827/1/13%2C380.pdf>
- Hernández, R. S., Fernández, C. C., & Baptista , P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F, Mexico: The McGraw-Hill Companies, Inc. Retrieved 6 de Agosto de 2023, from <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>

- MAG. (13 de 07 de 2025). *mag.gob.ni*.
<https://mag.gob.ni/index.php/noticias?view=article&id=304:nicaragua-registra-produccion-nacional-de-carne-de-pollo-de-396-4-millones-de-libras-durante-2024&catid=11>
- Ocón , O., Rodríguez , S., & Solís Baltodano, F. (2017). *Evaluación del efecto productivo en pollos de engorde (Broiler) con alimentos comerciales vs artesanal, en El Rancho “El Carmen” en el II semestre del 2016, Juigalpa, Chontales*. UNAN-Managua-CUR-Chontales. Retrieved 25 de junio de 2025, from <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/11329/1/11162.pdf.pdf>
- Organic Farm Knowledge. (21 de 07 de 2025). *organic-farmknowledge.org*. <https://organic-farmknowledge.org/es/tool-1/37940>
- Orozco Campo, R., Meleán Romero, R., & Rodríguez Medina, G. (2013). Costos de producción en la cría de pollos de engorde. *Revista Venezolana de Gerencia*, 28(9), 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.37960/revista.v9i28.9800>
- Quishpe Sandoval, G. J. (2006). *Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura*. Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/eb4e10d9-bf90-4a47-8171-14f048cdfa0e/content>
- Ramírez, R., Oliveros, Y., Figueroa, R., & Trujillo, V. (2005). Evaluación de algunos parámetros productivos en condiciones ambientales controladas y sistema convencional en una granja comercial de pollos de engorde. *RC FCV, XV*(1), 9. <https://doi.org/ISSN: 0798-2259>
- Ramos, C. A. (enero-julio de 2015). https://www.unife.edu.pe/publicaciones/revistas/psicologia/2015_1/Carlos_Ramos.pdf#:~:text=El%20positivismo%20afirma%20que%20la%20realidad%20es,descriptivos%20son%20la%20base%20de%20este%20paradigma.
- Reyes Ortiz, N. J. (2023). *Comparación de una dieta a base de mezcla de ingredientes catalogados como segundas de plaza versus concentrado comercial en pollos de engorde, en el municipio de Honda – Tolima*. Honda – Tolima: Repositorio de la

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/61759/3/njreyesor.pdf>

Reyes Ortiz, N. J. (2023). Comparación de una dieta a base de mezcla de ingredientes catalogados como segundas de plaza versus concentrado comercial en pollos de engorde, en el municipio de Honda – Tolima. 75. Honda – Tolima: Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA Zootecnia.
<https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/61759/3/njreyesor.pdf>

Rodriguez, H., & Lackwood, L. (2020). *Concentrado Casero como alimento para aves de engorde, Bluefields, RACCS*. Universidad de la Regiones Autónoma de las Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN). Retrieved 23 de junio de 2025, from <http://repositorio.uraccan.edu.ni/id/eprint/1172>

Romero Alfaro, E. C. (2022). *Alimentación de pollo de engorde (Gallus gallus domésticus L.) en fase final con concentrado comercial y forraje de maíz (Zea mays L.) y sorgo (Sorghum bicolor L.)*. San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador.
<https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/0d93c913-225c-4b65-988a-471e0ed51b1e/content>

Romero Apolo, L. A. (2015). *Evaluación de dos fórmulas alimenticias con diferentes niveles de proteína en pollos parrilleros*. Universidad Politécnica Salesiana.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8854/1/UPS-CT005046.pdf>

Rugama Álvarez, B. J. (2016). *Medidas de bioseguridad y bienestar en las etapas de producción de pollos de engorde en la granja Santa Elisa del Municipio de Condega-Esteli Nicaragua, 2016*. Universidad Nacional Agraria.
<https://repositorio.una.edu.ni/3502/1/tnl70r928.pdf>

Sáenz, J. A. (13 de abril de 2022). <https://www.veterinariadigital.com/articulos/conversion-alimenticia-en-el-pollo-de-engorde-que-significa-y-como-hacerla-eficiente/>

SCRIBD. (28 de 10 de 2025). <https://es.scribd.com/>.
<https://es.scribd.com/document/408385734/Alimentacion-de-Pollos-de-Engorde>

- Solla S.A. (2022). *Alimentación del pollo de engorde: Fases preiniciación, iniciación y engorde*. <https://www.solla.com/wp-content/uploads/2022/02/25.AlimentacionPolloEngordeFases-1.pdf>
- Téllez Flores, J. A. (10 de 2011). <https://repositorio.una.edu.ni/https://repositorio.una.edu.ni/2421/1/nl70t275m.pdf>
- territoriales, i. n. (marzo de 2004). <https://es.scribd.com/doc/298016886/1-Caracterizacion-Climatica-de-ESTELI>
- territoriales, i. n. (marzo de 2004). <https://es.scribd.com/doc/298016886/1-Caracterizacion-Climatica-de-ESTELI>
- THE FOOD TECH®. (09 de 12 de 2023). *The Food Tech*. <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/el-impacto-economico-de-los-sistemas-agroalimentarios-superando-el-10-del-pib-mundial/>
- Tovan, I. (2022). *Studocu*. <https://www.studocu.com/co/document/servicio-nacional-de-aprendizaje/produccion-agropecuaria/elaboracion-alimento-aves/100415637>
- UNAN. (2021). *Las líneas y sub líneas de investigación de la unan-managua*. Managua: UNAN-Managua. Retrieved 18 de Marzo de 2024, from [file:///F:/L%C3%ADneas%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Aprobadas%20en%20sesi%C3%B3n%2014-2021%20del%2009Jul2021%20\(1\).pdf](file:///F:/L%C3%ADneas%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Aprobadas%20en%20sesi%C3%B3n%2014-2021%20del%2009Jul2021%20(1).pdf)
- UNODC. (03 de 03 de 2023). [unodc.org. https://www.unodc.org/documents/colombia/2023/Marzo-3/Adquisiciones/IAL004de2023/Anexo_2_-_Fichas_tecnicas_de_Alimentos_concentrados.pdf](https://www.unodc.org/documents/colombia/2023/Marzo-3/Adquisiciones/IAL004de2023/Anexo_2_-_Fichas_tecnicas_de_Alimentos_concentrados.pdf)
- Uzcátegui Varela, J. P., Collazo Contreras, K. D., & Guillén Molina, E. A. (2020). Evaluación del comportamiento productivo de pollos Cobb 500 sometidos a restricción alimenticia como estrategia sostenible de control nutricional. *Revista MVZ Córdoba*, 25(39), 85-97. <https://doi.org/https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss39.9>

woah.org. (2025). *Bienestar animal y sistemas de producción de pollos de engorde*. woah.org.
https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/chapitre_aw_broiler_chicken.pdf

15. Anexos

15.1.1. Diseño Experimental

Tipo de diseño

Se utilizará un diseño completamente al azar (DCA) con dos tratamientos:

T1: Pollos alimentados con concentrado casero

T2: Pollos alimentados con concentrado comercial

Cada tratamiento tendrá 2 repeticiones, y cada repetición incluirá 15 pollos, para un total de 60 pollos.

15.1.2. Distribución de los pollos

Los pollos serán ubicados en corrales separados, identificados por tratamiento y repetición:

<i>Tratamiento</i>	<i>Repetición</i>	<i>Número de pollos</i>
<i>T1</i>	R1	15
<i>T1</i>	R2	15
<i>T2</i>	R1	15
<i>T2</i>	R2	15

Hojas de Campo y Observación

Objetivo: Registrar semanalmente el peso corporal y el consumo de alimento de los pollos de engorde bajo los tratamientos de concentrado casero y comercial, con el fin de evaluar su crecimiento y eficiencia alimenticia.

Completar bien la hoja donde salgan las 15 o 10 líneas de los pollos que se les medirán las variables

Fecha	Tratamiento	Repetición	Peso inicial (g)	Peso semanal (g)	Consumo semanal (g)	Peso final (g)	Tiempo de engorde (días)

15.1.3. Hoja de Campo 2: Conversión Alimenticia

Objetivo: Calcular la conversión alimenticia de los pollos de engorde alimentados con concentrado casero y comercial, para determinar la eficiencia en la transformación del alimento en masa corporal.

Tratamiento	Repetición	Consumo total (g)	Ganancia total de peso (g)	Conversión alimenticia (g/g)

15.1.4. Guía de Observación

Objetivo: Registrar de forma sistemática los comportamientos, condiciones ambientales y observaciones relevantes durante el experimento con pollos de engorde alimentados con concentrado casero y comercial en la finca Chiflón, Isiquí – Estelí.

Registro de Observaciones

Fecha	Tratamiento	Repetición	Comportamiento Observado	Condiciones Ambientales	Observaciones Adicionales

15.2. Manejo Nutricional y Termorregulación

15.3. Maíz Amarillo (Grano)

- **Materia Seca (MS):** 86% - 88%
- **Proteína Cruda (PC):** 7.5% - 8.5%
- **Extracto Etéreo (Grasa):** 3.5% - 3.8%
- **Fibra Cruda (FC):** 2.0% - 2.5%
- **Almidón:** 60% - 72%
- **Cenizas:** 1.2% - 1.5%

15.4. Sorgo (Grano)

- **Materia Seca (MS):** 87% - 89%
- **Proteína Cruda (PC):** 9.0% - 11.0%
- **Extracto Etéreo (Grasa):** 2.8% - 3.2%
- **Fibra Cruda (FC):** 2.0% - 2.5%
- **Almidón:** 62% - 68%
- **Taninos:** Varía según si es sorgo blanco (bajo, <0.2%) o rojo/café (alto, >1.0%).

15.5. Sorgo (Grano)

- **Materia Seca:** 89.0%
- **Proteína Cruda:** 9.3% - 11.2% (Superior al maíz en variedades actuales)
- **Grasa:** 2.8% - 3.0%
- **Fibra Cruda:** 2.5% - 3.0%
- **Cenizas:** 1.5%

15.6. Soya (Grano procesado/tostado)

- **Materia Seca:** 90.0%
- **Proteína Cruda:** 36.0% - 38.0%
- **Extracto Etéreo (Grasa):** 18.0% - 20.0%
- **Fibra Cruda:** 5.5%
- **Cenizas:** 4.8%

15.7. Semilla de Chía

- **Proteína Cruda:** 18.0% - 24.0%
- **Grasa Total:** 30.0% - 34.0% (Alta en ácidos grasos poliinsaturados)
- **Fibra Cruda:** 20.0% - 25.0%
- **Cenizas:** 4.5%

15.8. Semilla de Moringa

- **Materia Seca:** 93.5%
- **Proteína Cruda:** 32.0% - 35.0% (Compitiendo con la soya)
- **Extracto Etéreo (Grasa):** 35.0% - 40.0%
- **Fibra Cruda:** 4.5% (En semilla descascarada) a 18% (con cáscara)

15.9. Cáscara de Huevo (Harina)

- **Materia Seca:** 98.5%
- **Calcio:** 36.0% - 38.5%
- **Proteína:** 5.4% - 6.0% (Aporte de las membranas proteicas internas)
- ~ **Cenizas (Minerales totales):** 93%

15.10. Ajo (Polvo/Bulbo)

- **Materia Seca:** 38.0% (Fresco) / 92.0% (Harina)
- **Proteína Cruda:** 16.0% - 17.0% (En base seca/harina)
- **Extracto Etéreo:** <1.0%
- **Fibra Cruda:** 8.0%

15.11. Evidencias del ensayo

Figura 10: Concentrado casero



Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Ampliación del área experimental a los 21 días para ajuste de densidad poblacional.



Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Distribución espacial de los compartimentos y preparación de la cama de aserrín.



Fuente: Elaboración propia

Figura 13: Elaboración de concentrado casero.



Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Recepción de los pollitos



Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Proceso de llenado de datos



Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Selección de pollos para pesaje



Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Ejecución del pesaje individual para el control del crecimiento semanal.



Fuente: Elaboración propia



¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



