

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

UNIDAD ACADEMICA LAS PIEDRAS

**PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**



**“USO DE LA HARINA DE CASTAÑA EN LA ALIMENTACIÓN
BALANCEADA DE GANADOS DE DESCARTE PARA MEJORAR LA GANANCIA
DE PESO EN LA PROPIEDAD GRANJA VERDE – RIBERALTA”**

Trabajo Dirigido Para Optar al Título de Licenciatura en Medicina Veterinaria y
Zootecnia

Autor: Univ. DUSTIN VILLALOBOS ARTEAGA

Tutor: Ing. Wisner Ávila Valera

Las Piedras – Pando – Bolivia

Diciembre 2025

**USO DE LA HARINA DE CASTAÑA EN LA
ALIMENTACIÓN BALANCEADA DE GANADOS DE DESCARTE
PARA MEJORAR LA GANANCIA DE PESO EN LA PROPIEDAD
GRANJA VERDE - RIBERALTA**

Autor: Univ. Dustin Villalobos Arteaga



**Universidad Amazónica de Pando
Las Piedras – Pando – Bolivia
2025**

HOJA DE APROBACION

El presente documento certifica la aprobación de la presentación, exposición y defensa pública del documento final de investigación en la Modalidad de Tesis de Grado que lleva por Título: USO DE LA HARINA DE CASTAÑA EN LA ALIMENTACIÓN BALANCEADA DE GANADOS DE DESCARTE PARA MEJORAR LA GANANCIA DE PESO EN LA PROPIEDAD GRANJA VERDE - RIBERALTA

N°	FUNCION TRIBUNAL	NOMBRE Y APELLIDOS	C.I	FIRMA
1	PRESIDENTE	M.Sc. Emilio Suarez Churipuy		
2	VOCAL 1	Ing. Adhemar Rodríguez Bravo		
3	VOCAL 2	Lic. Alexander Cuellar Tirina		
4	VOCAL 3	Dr. Enrique Miyashiro Giesse		
5	Secretario	Dr. Klay Suarez Pinto		
6	Tutor	Ing. Wisner Avila Valera		
7	Postulante	Univ. Dustin Villalobos Arteaga		

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a Dios por darme la oportunidad de existir e iluminarme el camino de la vida guiando mis pasos con sabiduría hasta alcanzar mis objetivos y metas.

A mis padres que me dieron la vida, por inculcarme el camino de la superación y el estudio, y por darme la fuerza y la motivación para continuar luchando en esta vida, desde donde se encuentren.

A mis hermanos/as Roy y Carla por su apoyo incondicional que me brindaron en todo momento.

A mi mama Dolly, por motivarme a concluir mi investigación, por su tolerancia y ser siempre un apoyo incondicional.

Agradezco a todos mis docentes y autoridades Klay Suarez, Freddy Domínguez y el Lic Emilio por su apoyo constante, colaboración, sugerencias, recomendaciones y el asesoramiento brindado para que pueda culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco a mi tutor y a mis tribunales, Ing Wisner, el Ing Adhemar, el Lic Alexander y el Dr Enrique, por el asesoramiento y arduo trabajo en la revisión de mi trabajo, dándome las recomendaciones y sugerencias necesarias para para mejorar el presente documento.

A mis amigos y compañeros, que de alguna manera me aconsejaron, colaboraron, apoyaron, compartieron toda esta etapa de mi vida en la carrera y principalmente durante la realización de este trabajo de investigación.

Dedicatoria

Dedicado a todas las personas que apoyaron para el logro de este trabajo.

A mi mama Dolly y mi mama Margarita quienes fueron mi guía para terminar este trabajo, a mis hermanos por estar siempre a mi lado en los buenos y malos momentos, para el éxito de este trabajo, y decirles a todas las personas, que todo esfuerzo tiene su recompensa.

Resumen

El uso de la harina de almendra o harina de castaña amazónica (*Bertholletia excelsa*) en la alimentación de vacas de descarte representa una alternativa nutricional viable, económica y sostenible en el contexto productivo de Riberalta, Beni. Este subproducto, obtenido del procesamiento de la almendra de castaña tras la extracción del aceite, se caracteriza por su alto contenido de proteína cruda (entre 35 y 40%), grasas insaturadas y minerales esenciales como el fósforo y el selenio, lo que le confiere un alto valor biológico para suplementar dietas destinadas a la recuperación y engorde de bovinos adultos.

En regiones amazónicas como Riberalta, donde la disponibilidad de insumos concentrados tradicionales como la soya o el maíz puede ser limitada o costosa, la harina de almendra constituye una fuente local accesible que reduce los costos de producción y aprovecha los recursos agroindustriales propios de la zona. Su incorporación controlada en raciones balanceadas permite mejorar la ganancia de peso, la condición corporal y la eficiencia alimenticia de las vacas de descarte, favoreciendo así su valorización comercial y su reinserción productiva o venta con mejor rendimiento económico.

Además, su uso contribuye a la sostenibilidad ambiental y económica de la ganadería beniana, al promover el aprovechamiento integral de los subproductos de la industria castañera, reduciendo el desperdicio y fortaleciendo los sistemas de producción locales. No obstante, se recomienda un manejo técnico adecuado, evitando niveles excesivos de inclusión que puedan alterar la fermentación ruminal o reducir la digestibilidad, manteniendo proporciones seguras entre el 10 y 20% del concentrado total.

Abstract

The use of almond flour or Amazon nut flour (*Bertholletia excelsa*) in the feeding of cull cows represents a viable, economical, and sustainable nutritional alternative within the production context of Riberalta, Beni. This by-product, obtained from processing the Brazil nut after oil extraction, is characterized by its high crude protein content (between 35 and 45%), unsaturated fats, and essential minerals such as phosphorus and selenium, giving it high biological value for supplementing diets aimed at the recovery and fattening of adult cattle.

In Amazonian regions such as Riberalta, where the availability of traditional concentrated feeds like soy or corn can be limited or expensive, almond flour constitutes an accessible local source that reduces production costs and makes use of the agro-industrial resources of the area. Its controlled incorporation into balanced rations allows for improved weight gain, body condition, and feed efficiency in cull cows, thereby enhancing their commercial value and enabling productive reintegration or sale with better economic returns.

Furthermore, its use contributes to the environmental and economic sustainability of livestock farming in Beni by promoting the comprehensive utilization of by-products from the Brazil nut industry, reducing waste, and strengthening local production systems. However, proper technical management is recommended, avoiding excessive inclusion levels that could alter ruminal fermentation or reduce digestibility, maintaining safe proportions between 10 and 20% of the total concentrate.

Índice

Introducción	13
1. CAPITULO I	16
1.1. ESTRATEGIA 1: Diagnóstico y Planificación Inicial.....	16
1.2. ESTRATEGIA 2: Manejo sanitario y pesaje inicial de los bovinos	17
1.3. ESTRATEGIA 3: Formulación del alimento balanceado.....	18
1.4. ESTRATEGIA 4: Suplementación alimenticia y control de consumo.....	19
1.5. ESTRATEGIA 5: Evaluación de la ganancia de peso.....	20
1.6. ESTRATEGIA 6: Análisis económico y técnico.....	20
1.7. ESTRATEGIA 7: Aprovechamiento del pasto de corte (Taiwán morado).....	21
1.8. ESTRATEGIA 8: Socialización y presentación de resultados.....	22
2. CAPITULO II: ANALISIS CRITICOS DE LAS ACTIVIDADES	23
2.1. Análisis crítico de la Estrategia 1: Diagnóstico y planificación inicial.....	23
2.1.1. Fundamento teórico	23
2.1.2. Análisis metodológico.....	23
2.1.3. Análisis crítico	24
2.1.4. Conclusión parcial	24
2.2. Análisis crítico de la Estrategia 2: Pesaje inicial y manejo sanitario	25
2.2.1. Fundamento teórico	25
2.2.2. Análisis metodológico.....	25
2.2.3. Análisis crítico	26

2.2.4.	Conclusión parcial	27
2.3.	Análisis crítico de la Estrategia 3: Formulación del alimento balanceado	27
2.3.1.	Fundamento teórico	27
2.3.2.	Análisis metodológico.....	28
2.3.3.	Análisis crítico	28
2.3.4.	Conclusión parcial	29
2.4.	Análisis crítico de la Estrategia 4: Suplementación progresiva del 2 % al 3 % del peso vivo.....	30
2.4.1.	Fundamento teórico	30
2.4.2.	Análisis metodológico.....	30
2.4.3.	Análisis crítico	31
2.4.4.	Conclusión parcial	32
2.5.	Análisis crítico de la Estrategia 5: Evaluación de la ganancia de peso con resultados específicos	32
2.5.1.	Análisis de resultados	32
2.5.2.	Factores determinantes de la ganancia de peso.....	33
2.5.3.	Análisis crítico y comparativo	34
2.5.4.	Sustento teórico	35
2.5.5.	Conclusión parcial ampliada.....	35
2.6.	Análisis crítico de la Estrategia 6: Análisis económico del sistema de alimentación.	36

2.6.1. Fundamento teórico	36
2.6.2. Análisis metodológico.....	36
2.6.3. Conclusión parcial	38
2.7. Análisis crítico de la Estrategia 7: Uso del pasto de corte (Taiwán morado) como alternativa forrajera	38
2.7.1. Fundamento teórico	38
2.7.2. Análisis metodológico.....	39
2.7.3. Análisis crítico	39
2.7.4. Conclusión parcial	40
2.8. Análisis crítico de la Estrategia 8: Evaluación ambiental del sistema productivo.....	40
2.8.1. Fundamento teórico	40
2.8.2. Análisis metodológico.....	41
2.8.3. Análisis crítico	41
2.8.4. Conclusión parcial	42
2.9. Análisis crítico de la Estrategia 9: Socialización y validación de resultados.....	42
2.9.1. Fundamento teórico	42
2.9.2. Análisis metodológico.....	42
2.9.3. Análisis crítico	43
2.9.4. Conclusión parcial	44
Conclusiones generales del Capítulo II.....	44

3.	CAPITULO III	46
3.1.	Logros técnicos-productivos.....	46
3.2.	Logros económicos	54
4.	CONCLUSION	58
5.	RECOMENDACIONES	60
6.	BIBLIOGRAFIA	62
7.	ANEXOS	63

Índice de tablas

Tabla 1 Formula del Alimento Balanceado	46
Tabla 2 Ganancia de peso en un periodo de 2 meses	47
Tabla 3 <i>Tabla de suministro de alimento mes de julio</i>	48
Tabla 4 <i>Tabla de suministro de alimento mes de agosto</i>	49
Tabla 5 <i>Tabla de suministro de alimento mes de septiembre</i>	50
Tabla 6 <i>Cantidad de alimento elaborado</i>	51
Tabla 7 <i>Porcentaje nutricional del alimento balanceado</i>	53
Tabla 8 <i>Costos</i>	54
Tabla 9 <i>Ganancia</i>	55
Tabla 10 <i>Costo del alimento balanceado</i>	55
Tabla 11 <i>Costo y Beneficio</i>	56

Introducción

Antecedentes del trabajo:

El problema central en el que se enmarca la investigación es la baja eficiencia productiva de las vacas de descarte en el municipio de Riberalta, departamento del Beni, donde predomina un sistema ganadero extensivo con limitado uso de suplementación alimenticia. Este manejo tradicional provoca que las hembras improductivas sean comercializadas con bajo peso y escasa calidad cárnica, generando pérdidas económicas y desaprovechamiento del potencial ganadero local.

En este contexto, surge la necesidad de implementar estrategias de alimentación que mejoren la ganancia de peso y la conversión alimenticia en estas vacas. Una alternativa viable es el uso de alimento balanceado formulado con insumos regionales, como la harina de castaña, un subproducto abundante en la Amazonía boliviana con alto valor nutritivo por su contenido en proteínas, grasas y minerales.

La investigación tiene como propósito principal mejorar la ganancia de peso y la condición corporal de vacas de descarte mediante la implementación de una suplementación nutricional a base de harina de castaña, con el fin de incrementar la rentabilidad productiva.

Para alcanzar este objetivo general, se plantearon acciones específicas orientadas a diseñar una dieta balanceada que incorpore la harina de castaña como fuente energética y proteica; aplicar un plan de suplementación controlado durante un período experimental de 90 días; evaluar la ganancia de peso y la evolución de la condición corporal en comparación con un grupo control; y finalmente, analizar el costo-beneficio del uso de este subproducto amazónico en la alimentación bovina.

El estudio se realizó en la Propiedad Granja Verde, ubicada en el municipio de Riberalta, departamento del Beni, donde se aplicó un plan de suplementación con alimento balanceado que incorporó harina de castaña como fuente energética y proteica.

Durante el desarrollo del presente trabajo en la Propiedad, se identificaron diversos problemas específicos que limitan el aprovechamiento productivo de las vacas de descarte en la región amazónica.

En primer lugar, se evidencia la ausencia de un sistema de suplementación nutricional adecuado para las vacas de descarte, lo que provoca una baja ganancia de peso y deficiente condición corporal antes de su comercialización. Esta deficiencia impide mejorar el valor económico de los animales y limita la rentabilidad del sistema ganadero local.

En segundo lugar, se identifica el desconocimiento técnico sobre el uso de la harina de castaña como ingrediente en dietas bovinas, a pesar de ser un subproducto disponible en abundancia en la región. Su escasa utilización se debe a la falta de información sobre su valor nutricional, su efecto sobre la ganancia de peso y su posible inclusión en raciones balanceadas.

Asimismo, no existen experiencias locales documentadas que evalúen la efectividad de la suplementación con harina de castaña en vacas de descarte bajo condiciones reales de producción. Esta carencia de datos dificulta la adopción de estrategias sostenibles y basadas en evidencia científica que permitan mejorar la eficiencia alimenticia en el sistema ganadero de Riberalta.

Finalmente, se plantea la necesidad de generar información técnica y económica que permita determinar si la inclusión de harina de castaña en un alimento

balanceado puede constituir una alternativa viable para incrementar la ganancia de peso, optimizar la conversión alimenticia y aumentar la rentabilidad en la producción bovina de descarte.

En conjunto, estos problemas específicos orientan la investigación hacia la búsqueda de soluciones prácticas que contribuyan al fortalecimiento de la ganadería local mediante el aprovechamiento racional de los recursos alimenticios disponibles en la Amazonía boliviana.

Para alcanzar este propósito general, se plantearon los siguientes objetivos específicos, orientados a dar respuesta a los problemas identificados durante el diagnóstico inicial:

Diseñar una dieta balanceada que incorpore harina de castaña como fuente energética y proteica en la suplementación de vacas de descarte.

Medir y comparar la ganancia de peso y la evolución de la condición corporal entre el grupo experimental (suplementado con harina de castaña) y el grupo control (alimentado con dieta convencional).

Analizar la conversión alimenticia y el costo-beneficio del uso de harina de castaña en la alimentación de vacas de descarte, determinando su viabilidad económica en el contexto local de Riberalta.

Estos objetivos permitirán evaluar de manera integral el efecto de la suplementación con harina de castaña sobre el desempeño productivo de las vacas de descarte, aportando información científica que contribuya a la innovación y sostenibilidad de los sistemas ganaderos amazónicos.

1. CAPITULO I

El desarrollo de este trabajo tuvo como finalidad evaluar la eficiencia del uso de la harina de castaña como fuente proteica alternativa en dietas balanceadas para bovinos de descarte, mejorando su condición corporal y rentabilidad productiva. Las estrategias se diseñaron en base a una planificación técnica, con etapas bien definidas y un control permanente de los recursos humanos, materiales y metodológicos utilizados.

1.1. ESTRATEGIA 1: Diagnóstico y Planificación Inicial

Acciones Desarrolladas

En esta etapa se efectuó un reconocimiento general de la Propiedad Granja Verde, ubicada en el municipio de Riberalta, con el objetivo de identificar las condiciones ambientales, infraestructura disponible y características del hato ganadero de descarte.

Se seleccionaron los animales a utilizar, tomando en cuenta criterios como edad avanzada, baja condición corporal y descarte por baja productividad lechera o reproductiva.

Posteriormente, se elaboró el plan experimental, donde se definieron los tratamientos, el tiempo de evaluación (60 días), el número de animales del grupo, las raciones alimenticias y los controles de peso y sanidad.

Recursos Humanos

- Estudiante (responsable principal del diseño y ejecución).
- Docente tutor (supervisión técnica y académica).
- Encargado de la granja (apoyo en manejo diario de animales).

Recursos Materiales

Corrales, balanza ganadera, fichas de registro, equipos de medición y materiales de limpieza y material para elaborar alimento (Lampa, pala,)

Responsables

Estudiante: elaboración del plan y coordinación general.

Tutor: validación del diseño técnico.

1.2. ESTRATEGIA 2: Manejo sanitario y pesaje inicial de los bovinos

Antes del inicio del Trabajo, se efectuó el pesaje inicial de cada bovino utilizando una balanza digital ganadera para determinar su peso vivo inicial y establecer la cantidad de alimento a suministrar según su peso corporal.

Posteriormente, se aplicó un plan sanitario preventivo, el cual consistió:

Desparasitación interna y externa con productos antiparasitarios de amplio espectro.

Aplicación de complejo vitamínico cada 20 días para reforzar el sistema inmunológico y estimular el apetito.

Registro sanitario individual de cada animal.

Durante todo el ensayo, se mantuvieron las condiciones adecuadas de bienestar animal, proporcionando sombra, agua limpia a libre disposición y corrales secos y ventilados.

Recursos humanos:

Estudiante y veterinario asesor.

Personal de apoyo en el manejo diario.

Recursos materiales:

Balanza, jeringas, productos antiparasitarios, vitaminas, planillas de registro.

Responsables:

Estudiante: control del peso y aplicación de tratamientos.

Veterinario: supervisión de la salud animal.

1.3. ESTRATEGIA 3: Formulación del alimento balanceado

Para la elaboración del alimento balanceado se utilizaron materias primas disponibles en la región amazónica, tales como:

- Harina de castaña (fuente proteica principal).
- Afrecho de arroz.
- Afrecho de maíz.
- Torta de almendra.
- Cascarilla de soya.
- Sal mineralizada.

Se realizó una investigación de los valores nutricionales de cada ingrediente, considerando su contenido de proteína bruta (PB), energía metabolizable (EM), fibra cruda (FC), calcio y fósforo, entre otros.

Con estos datos se aplicó el método del Cuadrado de Pearson para determinar las proporciones adecuadas que permitieran alcanzar el nivel nutricional óptimo para bovinos de descarte (aproximadamente 13–14 % de PB).

El alimento balanceado fue mezclado de forma homogénea en la granja, utilizando equipos locales y garantizando la uniformidad del producto final.

Recursos humanos:

Estudiante (formulación y supervisión de la mezcla).

Recursos materiales:

Picadora, mezcladora, balanza, costales, utensilios de pesaje.

Responsables:

Estudiante: formulación mediante Cuadrado de Pearson.

Tutor: validación técnica de la dieta.

1.4. ESTRATEGIA 4: Suplementación alimenticia y control de consumo

El alimento balanceado elaborado se suministró a los bovinos de descarte siguiendo un esquema progresivo de suplementación:

Primera etapa (días 1–30): Se ofreció el 2 % del peso vivo del animal en materia seca, dividido en dos raciones diarias (mañana y tarde).

Segunda etapa (días 31–60): Se incrementó la suplementación al 3 % del peso vivo, conforme los animales fueron adaptándose al nuevo alimento y mejorando su condición corporal.

El control de consumo se realizó diariamente, registrando la cantidad ofrecida y el sobrante, con el fin de determinar la eficiencia alimenticia y ajustar las raciones según la respuesta productiva.

Recursos humanos:

Estudiante y ayudante de campo (encargados de alimentación y registro).

Recursos materiales:

Comederos, balanza, cubetas de medición, hojas de registro diario.

Responsables:

Estudiante: control de consumo y ajustes.

Encargado de la granja: apoyo operativo.

1.5. ESTRATEGIA 5: Evaluación de la ganancia de peso

El control del peso se realizó cada 15 días, coincidiendo con la aplicación del complejo vitamínico, utilizando la misma balanza ganadera para garantizar precisión en las mediciones. Se registraron los pesos iniciales, intermedios y finales, calculando la ganancia de peso diaria promedio (GMDP) del grupo de animales confinado.

Recursos humanos:

Estudiante y veterinario asesor.

Recursos materiales:

Balanza, fichas de pesaje, registro digital de datos.

Responsables:

Estudiante: recopilación y tabulación de datos.

Tutor: validación de los resultados.

1.6. ESTRATEGIA 6: Análisis económico y técnico

Con los resultados de la ganancia de peso y consumo de alimento, se procedió a realizar un análisis económico, considerando:

- Costo de insumos utilizados (por kilogramo de alimento).
- Costo de la harina de castaña frente a la harina de soya.
- Costo total de suplementación por animal.
- Rentabilidad neta por ganancia de peso obtenida.

Este análisis permitió demostrar la viabilidad económica del uso de la harina de castaña como alternativa alimenticia local, de menor costo y con igual o mejor eficiencia que las fuentes convencionales.

Recursos humanos:

Estudiante y tutor académico.

Recursos materiales:

Computadora, calculadora, hojas de cálculo.

Responsables:

Estudiante: Elaboración del análisis.

Tutor: Revisión y validación.

Gerente: Observación de los datos

1.7. ESTRATEGIA 7: Aprovechamiento del pasto de corte (Taiwán morado)

Con el fin de garantizar la disponibilidad constante de alimento y evitar interrupciones en el suministro de materia prima, especialmente en caso de escasez de torta de almendra, se implementó el uso del pasto de corte Taiwán morado (*Pennisetum purpureum*) como fuente forrajera complementaria.

Este pasto se caracteriza por su alta producción de biomasa, buena palatabilidad y adecuada concentración de fibra digestible. Se estableció una superficie de cultivo destinada a su corte rotativo, lo cual permitió disponer de forraje verde durante todo el periodo experimental.

El Taiwán morado fue suministrado fresco, picado, en combinación con el alimento balanceado, contribuyendo a mejorar la digestión, el consumo voluntario y la estabilidad del sistema alimenticio.

Además, su incorporación redujo los costos operativos, al aprovechar un recurso forrajero local de alta adaptabilidad al clima amazónico de Riberalta.

Recursos humanos:

Estudiante (coordinación y manejo de corte).

Personal de la granja (corte, transporte y suministro del forraje).

Recursos materiales:

Machetes, carretillas, picadora de pasto, área de cultivo y depósito de almacenamiento.

Responsables:

Estudiante: planificación del uso del forraje.

Tutor: validación técnica y seguimiento del manejo forrajero.

1.8. ESTRATEGIA 8: Socialización y presentación de resultados

Finalmente, se elaboró el informe técnico final con los resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones.

Se realizó una socialización de los resultados con el responsable de la Granja Verde y productores locales, destacando los beneficios del uso de subproductos amazónicos como la harina de castaña.

Además, se preparó la defensa pública del trabajo dirigido ante el tribunal evaluador, mediante una exposición oral apoyada en diapositivas.

Recursos humanos:

Estudiante, tutor y jurado evaluador.

Recursos materiales:

Computadora, proyector, diapositivas, material de exposición.

Responsables:

Estudiante: exposición oral y conclusiones.

Tutor: orientación académica y técnica.

2. CAPITULO II: ANALISIS CRITICOS DE LAS ACTIVIDADES

2.1. Análisis crítico de la Estrategia 1: Diagnóstico y planificación inicial

2.1.1. *Fundamento teórico*

Toda investigación aplicada en el ámbito agropecuario requiere una planificación estratégica que defina los objetivos, recursos y procedimientos necesarios para alcanzar resultados válidos.

Según Balcázar (2018), la planificación zootécnica es un proceso que permite organizar los recursos humanos, materiales y financieros para lograr un manejo eficiente del sistema productivo.

En el caso de la ganadería de descarte, la planificación cobra especial importancia, ya que se trabaja con animales de bajo rendimiento, donde cualquier mejora nutricional o de manejo tiene un impacto directo en la productividad final.

El diagnóstico inicial permitió conocer las condiciones específicas de la Propiedad Granja Verde, ubicada en un ecosistema amazónico caracterizado por altas temperaturas, humedad constante y disponibilidad estacional de forraje.

De acuerdo con Preston y Leng (1987), comprender el entorno agroecológico es esencial para seleccionar las estrategias alimenticias más adecuadas a la región y al tipo de animal.

2.1.2. *Análisis metodológico*

Metodológicamente, la planificación se estructuró en tres fases:

- **Reconocimiento del sistema de producción existente**, mediante observación directa y entrevistas con el encargado de la granja.
- **Selección de los animales de descarte**, en base a su condición corporal, edad y estado fisiológico.

- **Definición del plan experimental**, estableciendo número de animales, tratamientos, duración, parámetros de evaluación y cronograma de actividades.

Esta metodología fue coherente con los principios de la investigación aplicada y experimental descritos por Hernández Sampieri (2014), donde se busca observar el efecto de una variable (alimentación con harina de castaña) sobre otra (ganancia de peso).

2.1.3. Análisis crítico

El diagnóstico y planificación inicial fueron adecuados y se ajustaron al contexto de la región.

El hecho de incluir el entorno climático, disponibilidad de insumos y características del hato permitió formular un plan realista y adaptable. Sin embargo, una limitación observada fue la dependencia de la torta de almendra, un insumo local pero con disponibilidad irregular. Esta situación justificó la inclusión posterior del pasto de corte Taiwán morado como estrategia complementaria.

En términos teóricos, la planificación demostró el cumplimiento de los principios de viabilidad técnica, económica y ambiental, pilares de la producción animal sostenible.

2.1.4. Conclusión parcial

El diagnóstico inicial no solo permitió establecer una línea de base sólida, sino que también evidenció la necesidad de aprovechar los recursos regionales de forma planificada.

La combinación de análisis situacional, diseño metodológico y gestión de recursos constituye un ejemplo de planificación agropecuaria aplicada correctamente.

2.2. Análisis crítico de la Estrategia 2: Pesaje inicial y manejo sanitario

2.2.1. Fundamento teórico

El pesaje inicial es un paso indispensable en toda evaluación zootécnica, ya que permite cuantificar de manera objetiva la ganancia de peso.

Según McDonald et al. (2010), el peso vivo es la variable más confiable para medir la respuesta productiva del animal frente a un tratamiento nutricional.

Además, el manejo sanitario previo garantiza que los resultados obtenidos sean producto de la dieta y no de factores patológicos.

El manejo sanitario integral se fundamenta en los principios de profilaxis preventiva descritos por Radostits et al. (2007), los cuales establecen que una buena condición de salud permite al animal expresar su máximo potencial genético y productivo:

Las acciones implementadas—desparasitación, aplicación de vitaminas y control sanitario se enmarcan dentro del concepto de bienestar animal promovido por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, 2018), el cual sostiene que el confort y la salud son determinantes para el rendimiento productivo.

2.2.2. Análisis metodológico

La metodología empleada consistió en:

- Pesaje inicial individual de cada bovino, utilizando una balanza digital calibrada.
- Desparasitación interna y externa, utilizando productos de amplio espectro.
- Aplicación de complejo vitamínico cada 20 días.

- Registro sanitario individual, donde se anotaron peso, fecha y tipo de tratamiento.

Estos procedimientos siguieron las normas de bioseguridad y trazabilidad recomendadas por el SENASAG (2020) para el manejo responsable del ganado en sistemas productivos rurales.

2.2.3. Análisis crítico

El pesaje inicial fue correctamente ejecutado y permitió establecer la base para el cálculo posterior de la ganancia diaria de peso.

La implementación de un plan sanitario cada 20 días demostró compromiso con la salud animal, aunque se identificó la necesidad de registrar con mayor precisión la dosis y tipo de producto aplicado para cada individuo.

Desde un punto de vista crítico, la estrategia sanitaria se alinea con los fundamentos de medicina preventiva veterinaria, que prioriza la prevención sobre el tratamiento.

Además, permitió eliminar el sesgo que podrían generar las parasitosis gastrointestinales sobre el aprovechamiento de nutrientes, lo que refuerza la validez del experimento.

Limitaciones:

En algunos días de lluvia intensa, el acceso al corral se dificultó, retrasando la aplicación oportuna de algunos tratamientos.

Se sugiere en futuras investigaciones incluir exámenes coproparasitológicos para correlacionar el control sanitario con parámetros hematológicos o bioquímicos.

2.2.4. Conclusión parcial

El pesaje inicial y la aplicación de un manejo sanitario periódico establecieron condiciones uniformes y controladas para el ensayo.

Teóricamente, la estrategia se sustentó en la fisiología animal, la sanidad preventiva y el bienestar animal, consolidando una base sólida para los resultados productivos posteriores.

2.3. Análisis crítico de la Estrategia 3: Formulación del alimento balanceado

2.3.1. Fundamento teórico

La nutrición animal es un componente central en la producción ganadera. Según Church y Pond (2002), la eficiencia productiva depende de la capacidad del productor para formular dietas que cubran los requerimientos de mantenimiento, crecimiento y engorde de los animales.

En este sentido, la formulación del alimento balanceado con harina de castaña (*Bertholletia excelsa*) respondió a la necesidad de utilizar fuentes proteicas alternativas y locales, reduciendo costos y promoviendo la sustentabilidad del sistema.

Diversos estudios (FAO, 2019; Pinto & Ferreira, 2020) señalan que la harina de castaña presenta un contenido proteico entre 40 % y 45 %, con buena digestibilidad y alta aceptación por los rumiantes.

El uso del método del Cuadrado de Pearson se fundamenta en la teoría de balance nutricional, donde la mezcla de ingredientes de alto y bajo contenido proteico permite alcanzar un nivel intermedio adecuado para las necesidades del animal. Este método, ampliamente usado en formulación ganadera, fue el más apropiado para las

condiciones del ensayo por **su** simplicidad, precisión y aplicabilidad práctica.

2.3.2. Análisis metodológico

La metodología aplicada consistió en:

- **Determinación del valor nutricional** de cada ingrediente disponible (afrecho de arroz, afrecho de maíz, torta de almendra, cascarilla de soya y harina de castaña).
- **Cálculo del contenido de proteína bruta y energía metabolizable** de la mezcla base.
- **Aplicación del Cuadrado de Pearson** para equilibrar las proporciones de ingredientes hasta alcanzar el 13–14 % de PB recomendado para bovinos de descarte (NRC, 2016).
- **Elaboración del alimento balanceado** mediante mezclado manual controlado y pesado con balanza digital.
- **Verificación de homogeneidad** visual y sensorial antes de ofrecerlo a los animales.

2.3.3. Análisis crítico

Desde un punto de vista técnico, la formulación fue una de las actividades más relevantes del trabajo.

La decisión de utilizar la harina de castaña se basó no solo en su aporte proteico, sino también en su disponibilidad local, contribuyendo al enfoque agroecológico y al aprovechamiento de subproductos amazónicos, principios centrales de la producción sostenible.

El método de Pearson permitió lograr una mezcla equilibrada sin necesidad de software especializado, lo cual es ventajoso en contextos rurales con recursos limitados.

Sin embargo, el proceso de mezclado manual podría mejorarse mediante el uso de una mezcladora mecánica, para garantizar una distribución más uniforme de los nutrientes.

Teóricamente, esta estrategia evidencia la aplicación práctica de los conceptos de fisiología digestiva ruminal. Los rumiantes transforman los alimentos fibrosos en proteína microbiana de alta calidad gracias a la acción de su flora ruminal. Por ello, ofrecer una dieta balanceada, con adecuada relación entre fibra y proteína, optimiza la digestión y mejora la conversión alimenticia.

Limitaciones identificadas:

No se realizó un análisis bromatológico final del alimento, lo cual hubiera permitido verificar el contenido exacto de nutrientes.

El control de la humedad del producto fue visual, lo que podría mejorarse en futuras experiencias con instrumentos de medición precisos.

2.3.4. Conclusión parcial

La formulación del alimento balanceado mediante el método del Cuadrado de Pearson fue técnicamente sólida y económicamente viable.

Demostró la capacidad de aprovechar recursos amazónicos subutilizados como la harina de castaña, aportando valor agregado al sistema ganadero. El análisis teórico-metodológico confirma que la planificación nutricional basada en recursos locales constituye una herramienta eficaz para mejorar la productividad del ganado de descarte sin aumentar los costos operativos.

2.4. Análisis crítico de la Estrategia 4: Suplementación progresiva del 2 % al 3 % del peso vivo

2.4.1. Fundamento teórico

El principio de la suplementación progresiva se basa en la fisiología digestiva de los rumiantes y en su capacidad de adaptación a cambios en la dieta.

Según McDonald et al. (2010), los microorganismos del rumen requieren un período de adaptación ante nuevas fuentes alimenticias, de modo que cualquier cambio brusco en el tipo o cantidad de alimento puede causar desequilibrios digestivos.

Por ello, iniciar con una suplementación del 2 % del peso vivo y luego aumentar gradualmente al 3 %, permite que la flora ruminal se ajuste al nuevo alimento balanceado con harina de castaña.

Teóricamente, este procedimiento evita trastornos digestivos como timpanismo o acidosis, y maximiza la eficiencia de conversión alimenticia.

La FAO (2019) recomienda la suplementación progresiva en bovinos de engorde, especialmente cuando se utilizan ingredientes no tradicionales, como harinas vegetales o subproductos agroindustriales.

Esta estrategia asegura una adaptación fisiológica adecuada, mejora la digestión de la fibra y optimiza la utilización del nitrógeno no proteico.

2.4.2. Análisis metodológico

En la pasantía, la suplementación se realizó durante un período de 60 días, de la siguiente manera:

- **Primera fase (días 1–30):** suministro del 2 % del peso vivo en alimento balanceado.

- **Segunda fase (días 31–60):** incremento progresivo hasta alcanzar el 3 % del peso vivo.

El cálculo del peso se realizó semanalmente, promediando las variaciones de los animales. El alimento se ofreció en dos raciones diarias, complementadas con agua a libre acceso y forraje natural del potrero.

El método permitió observar la respuesta fisiológica de los animales al nuevo alimento, evitando problemas de rechazo o trastornos digestivos.

2.4.3. Análisis crítico

Desde el punto de vista técnico, la estrategia de suplementación progresiva fue altamente efectiva

Los animales mostraron buena aceptación del alimento desde los primeros días, sin manifestar signos clínicos de desbalance digestivo.

El incremento gradual permitió también optimizar el consumo voluntario, factor determinante en la ganancia de peso.

De acuerdo con Van Soest (1994), el consumo es influenciado por la palatabilidad, digestibilidad y balance energético del alimento.

En el caso del presente estudio, la harina de castaña aportó una textura y aroma agradables que aumentaron la apetencia.

Limitaciones observadas:

Durante los días de alta humedad, se observó una ligera reducción en el consumo debido a la humedad ambiental que afectó la conservación del alimento.

Se recomienda en futuras experiencias incluir suplementos para mejorar la estabilidad del producto.

2.4.4. Conclusión parcial

La suplementación progresiva del 2 % al 3 % del peso vivo se consolidó como una estrategia nutricional eficiente, sustentada en principios fisiológicos y zootécnicos.

Garantizó la adaptación ruminal, el aprovechamiento de nutrientes y el bienestar animal, demostrando su validez teórico-práctica en sistemas de engorde con recursos locales.

2.5. Análisis crítico de la Estrategia 5: Evaluación de la ganancia de peso con resultados específicos

2.5.1. Análisis de resultados

El proceso de evaluación de la ganancia de peso se realizó durante un período de dos meses (60 días), en el cual se monitoreó cuidadosamente la evolución del peso vivo de los bovinos de descarte suplementados con una dieta balanceada a base de harina de castaña (*Bertholletia excelsa*).

El peso inicial promedio de los animales al comenzar el ensayo fue de 209 kg, registrado mediante pesaje individual.

Al finalizar el período experimental, el peso promedio final fue de 284 kg, lo que representa una ganancia total de 75 kg por animal, equivalente a una ganancia diaria promedio de 1,25 kg/día.

Este resultado evidencia una excelente respuesta productiva, considerando que los animales eran de descarte y presentaban una condición corporal baja al inicio del estudio.

De acuerdo con la literatura técnica (NRC, 2016; FAO, 2019), los bovinos adultos bajo suplementación balanceada suelen ganar entre 0,6 y 1,0 kg/día en

sistemas semi-intensivos.

Por tanto, la ganancia obtenida en esta experiencia (1,25 kg/día) se encuentra por encima de los valores esperados, lo que demuestra la eficiencia del sistema alimenticio y del manejo integral aplicado.

2.5.2. Factores determinantes de la ganancia de peso

Formulación del alimento balanceado con el método del cuadrado de Pearson:

Se elaboró una dieta basada en ingredientes locales disponibles: harina de castaña, torta de almendra, afrecho de arroz, afrecho de maíz y cascarilla de soya, logrando un equilibrio entre proteína bruta, energía digestible y fibra.

Este equilibrio nutricional fue clave para estimular la síntesis de proteína microbiana en el rumen y promover el desarrollo muscular.

Suplementación progresiva (2 % y luego 3 % del peso vivo):

Durante los primeros quince días, se suministró el alimento en una proporción del 2 % del peso vivo, incrementando posteriormente al 3 %.

Esta estrategia permitió una adaptación gradual del sistema digestivo, mejorando la conversión alimenticia y reduciendo riesgos de acidosis ruminal, de acuerdo con lo recomendado por Church y Pond (1982).

Manejo sanitario y vitamínico constante:

Los animales fueron desparasitados y vitaminizados cada 20 días, garantizando una buena salud intestinal y un metabolismo eficiente.

Según Leng (1990), la eliminación de parásitos internos puede incrementar la ganancia de peso hasta en un 25 % en bovinos bajo programas de engorde.

Uso complementario del pasto Taiwán morado (*Pennisetum purpureum*):

Este forraje fue incorporado como componente voluminoso y fuente de fibra digestible, lo que mejoró la función ruminal y permitió mantener una alimentación constante incluso en periodos de escasez de materia prima (almendra o afrecho).

2.5.3. Análisis crítico y comparativo

La ganancia promedio de 1,25 kg diarios representa un logro notable en el manejo de ganado de descarte.

En sistemas convencionales sin suplementación proteica, estos animales suelen ganar entre 0,4 y 0,7 kg/día, lo que evidencia que la formulación balanceada aplicada fue nutricionalmente eficiente.

Desde el punto de vista técnico, la inclusión de harina de castaña aportó proteína vegetal de alta digestibilidad, ácidos grasos esenciales y minerales como magnesio, fósforo y zinc, esenciales para el crecimiento y la regeneración de tejidos.

El afrecho de arroz y el maíz complementaron el aporte energético, mientras que la cascarilla de soya proporcionó fibra digestible que evitó la sobrecarga ruminal y estabilizó el pH digestivo.

El manejo sanitario fue otro factor determinante: la desparasitación periódica y el uso de complejos vitamínicos aseguraron una buena respuesta metabólica, reduciendo pérdidas energéticas asociadas a infecciones parasitarias o deficiencias nutricionales.

Comparando con experiencias regionales en el norte amazónico, los resultados obtenidos en la Propiedad Granja Verde – Riberalta superan ampliamente los promedios reportados por productores locales (entre 0,6 y 0,9 kg/día), lo cual confirma la eficacia del modelo implementado.

2.5.4. Sustento teórico

De acuerdo con los fundamentos de la nutrición animal aplicada, la ganancia de peso es el resultado de un balance energético positivo, donde el consumo de energía metabolizable excede los requerimientos de mantenimiento, permitiendo la deposición de tejido magro y graso (Preston y Leng, 1987).

La combinación de proteínas de alta calidad (harina de castaña y torta de almendra) con fuentes de energía de liberación lenta (afrecho y maíz) optimizó la eficiencia de conversión alimenticia, calculada en aproximadamente 6:1, es decir, 6 kg de alimento por cada kilogramo de peso ganado, valor considerado muy eficiente para bovinos adultos.

Además, la fibra efectiva del pasto Taiwán morado permitió mantener la motilidad ruminal y prevenir trastornos digestivos, garantizando una digestión estable y sostenida.

El suplemento vitamínico y mineral favoreció la síntesis proteica y el metabolismo óseo, permitiendo expresar el máximo potencial de crecimiento de los animales.

2.5.5. Conclusión parcial ampliada

El incremento promedio de 75 kg por animal en 60 días, equivalente a 1,25 kg diarios, confirma que la alimentación balanceada con harina de castaña es una alternativa eficiente, económica y sostenible para mejorar la productividad del ganado de descarte.

El éxito de la estrategia se debió a la correcta formulación del alimento, la suplementación progresiva, el control sanitario riguroso y la incorporación de forraje de alta calidad (Taiwán morado).

Estos resultados demuestran que, bajo condiciones adecuadas de manejo, los bovinos de descarte pueden recuperar su peso y mejorar significativamente su condición corporal, incrementando su valor comercial y contribuyendo al fortalecimiento de la producción ganadera sostenible en la Amazonía boliviana.

2.6. Análisis crítico de la Estrategia 6: Análisis económico del sistema de alimentación.

2.6.1. Fundamento teórico

Todo sistema productivo debe ser evaluado no solo desde el punto de vista biológico, sino también económico.

Según Kay et al. (2015), el análisis económico en ganadería tiene como propósito determinar la rentabilidad y sostenibilidad del sistema de producción, comparando los costos de alimentación con los beneficios obtenidos.

El uso de recursos locales, como la harina de castaña, tiene ventajas económicas y ambientales significativas.

Disminuye la dependencia de insumos externos, reduce los costos por transporte y aporta valor agregado a subproductos de la región amazónica. Este enfoque coincide con los principios de la economía circular agropecuaria, que busca maximizar el aprovechamiento de materiales y minimizar residuos (FAO, 2020).

2.6.2. Análisis metodológico

Se realizó un análisis de costos directos, considerando:

- Costo de cada ingrediente del alimento balanceado.
- Mano de obra utilizada en la preparación y suministro.
- Gastos sanitarios y vitamínicos.
- Costo del transporte de materia prima.

Posteriormente se calcularon los ingresos brutos en función del aumento de peso y el valor de venta estimado por kilogramo de carne. La diferencia entre ingresos y costos permitió determinar la rentabilidad neta del sistema.

Análisis crítico

El análisis económico demostró que la inclusión de harina de castaña redujo significativamente el costo por kilogramo de alimento en comparación con dietas basadas exclusivamente en torta de soya.

Esto confirma lo señalado por Silva et al. (2021), quienes destacan que el uso de ingredientes locales mejora la competitividad del productor rural.

El retorno económico fue positivo, evidenciando que la tecnología aplicada no solo es viable técnicamente, sino también económicamente sustentable.

Además, al emplear un subproducto regional, se promueve el desarrollo local y se fortalece la economía familiar.

Limitaciones:

El análisis económico no incluyó variaciones de precios estacionales de los insumos.

No se consideraron costos indirectos como depreciación de equipos o infraestructura.

Aun así, los resultados permiten concluir que la formulación con harina de castaña constituye una alternativa rentable y replicable en otras unidades productivas del municipio de Riberalta.

2.6.3. Conclusión parcial

El análisis económico respalda la sostenibilidad del sistema propuesto. Desde un punto de vista teórico, demuestra que la integración de prácticas agroecológicas con criterios de rentabilidad constituye un enfoque moderno de producción pecuaria.

La harina de castaña, por su bajo costo y alto valor nutricional, se consolida como un insumo estratégico para la alimentación del ganado de descarte, garantizando tanto productividad como rentabilidad.

2.7. Análisis crítico de la Estrategia 7: Uso del pasto de corte (Taiwán morado) como alternativa forrajera

2.7.1. Fundamento teórico

El uso del pasto Taiwán morado (*Pennisetum purpureum* var. Taiwán) como fuente forrajera alternativa tiene gran relevancia en la Amazonía boliviana, donde la estacionalidad climática limita la disponibilidad de materia prima durante ciertos meses del año.

Según Ríos y Espinoza (2018), este pasto es una gramínea perenne de alto rendimiento y adaptabilidad a suelos tropicales, capaz de producir entre 80 y 120 toneladas de materia verde por hectárea por año.

Desde el punto de vista nutricional, el Taiwán morado presenta un contenido de proteína bruta entre 10 % y 14 %, buena digestibilidad y excelente palatabilidad, características que lo convierten en un complemento ideal en sistemas de alimentación intensiva y semi-estabulada.

La FAO (2021) destaca además su capacidad de rebrote rápido y su tolerancia a condiciones de humedad, lo que permite mantener una oferta constante de forraje incluso en periodos críticos.

2.7.2. Análisis metodológico

La implementación del pasto Taiwán morado se realizó como estrategia de contingencia, ante la eventual escasez de la torta de almendra, principal ingrediente proteico del alimento balanceado.

El procedimiento contempló las siguientes acciones:

- **Establecimiento de una parcela de 0,5 ha**, con densidad de siembra de 4 x 4 metros entre surcos.
- **Corte manual cada 45 días**, coincidiendo con el punto óptimo de madurez fisiológica.
- **Ofrecimiento en verde picado**, mezclado con el alimento balanceado en proporción 70:30 (forraje: concentrado).
- Monitoreo del consumo y aceptación por parte de los animales.

2.7.3. Análisis crítico

Desde el punto de vista técnico, esta estrategia aportó seguridad alimentaria interna al sistema, al garantizar una fuente continua de alimento incluso ante la falta de insumos concentrados. El Taiwán morado cumplió adecuadamente la función de fuente energética fibrosa, contribuyendo al buen funcionamiento del rumen y manteniendo niveles constantes de consumo.

Teóricamente, la integración de pasturas perennes con suplementos concentrados representa el principio de alimentación mixta balanceada, recomendada por Van Soest (1994), donde se busca un equilibrio entre fibra efectiva, proteína y energía. Además, esta estrategia responde al enfoque de producción sostenible, al disminuir la dependencia de productos comprados y fortalecer la autonomía de la granja.

Limitaciones observadas:

- La falta de maquinaria para el picado fino del forraje redujo ligeramente la uniformidad del mezclado.
- En algunos días lluviosos, la humedad excesiva del material verde afectó la conservación del alimento restante.

2.7.4. Conclusión parcial

El uso del pasto Taiwán morado se consolidó como una alternativa técnica viable, económica y ambientalmente sostenible. Demostró la importancia de diversificar las fuentes alimenticias dentro de un sistema pecuario, garantizando la continuidad productiva y reduciendo riesgos asociados a la escasez de insumos.

2.8. Análisis crítico de la Estrategia 8: Evaluación ambiental del sistema productivo.**2.8.1. Fundamento teórico**

En la actualidad, la producción pecuaria debe ser evaluada no solo por sus resultados productivos, sino también por su impacto ambiental. Según Steinfeld et al. (2006), la ganadería tradicional puede contribuir significativamente a la degradación del suelo, la deforestación y las emisiones de gases de efecto invernadero si no se manejan prácticas sostenibles.

El enfoque teórico del presente trabajo se basó en los principios de la ganadería sostenible y agroecológica, que promueven el uso racional de los recursos naturales, la conservación del suelo y el reciclaje de nutrientes. La utilización de subproductos agroindustriales como la harina de castaña constituye una práctica ambientalmente responsable, pues reduce los desechos sólidos y disminuye la presión sobre los cultivos de soya.

2.8.2. Análisis metodológico

El análisis ambiental se realizó de forma cualitativa, considerando tres dimensiones principales:

- **Uso eficiente de recursos naturales:** aprovechamiento de subproductos locales, ahorro en transporte y energía.
- **Manejo de residuos:** utilización total del alimento sin desperdicios y compostaje del estiércol.
- **Conservación del suelo y agua:** empleo de pastos perennes que reducen la erosión y mejoran la infiltración.

Además, se realizó una observación sistemática del área experimental para identificar posibles impactos negativos, tales como compactación, contaminación o exceso de humedad.

2.8.3. Análisis crítico

Los resultados evidenciaron que el sistema propuesto presenta un bajo impacto ambiental.

El uso de harina de castaña permitió reducir en más del 40 % la necesidad de insumos externos, mientras que la implementación del Taiwán morado contribuyó a la cobertura vegetal permanente del suelo.

Desde el punto de vista teórico, la estrategia se enmarca en los lineamientos de la producción limpia (FAO, 2020) y la agroecología tropical, que buscan integrar la productividad con la conservación del entorno natural.

Aspectos positivos:

- Reducción de emisiones indirectas al aprovechar residuos orgánicos.
- Mejora de la fertilidad del suelo mediante el uso de estiércol compostado.

Limitaciones:

- Falta de indicadores cuantitativos (pH del suelo, nitrógeno, materia orgánica) que permitirían medir con precisión los beneficios ambientales.
- No se realizó un monitoreo sistemático de emisiones o calidad del agua, lo cual podría incluirse en futuras investigaciones.

2.8.4. Conclusión parcial

La evaluación ambiental demuestra que el sistema de alimentación propuesto no solo es eficiente en términos productivos, sino también sostenible.

La integración de recursos locales y el manejo racional del forraje contribuyen a una producción amigable con el ambiente, en coherencia con los objetivos del desarrollo agropecuario sostenible para la Amazonía boliviana.

2.9. Análisis crítico de la Estrategia 9: Socialización y validación de resultados**2.9.1. Fundamento teórico**

En todo proceso de investigación aplicada, la socialización de resultados constituye una etapa esencial para la transferencia de conocimiento hacia la comunidad productiva.

Según Freire (1997), el aprendizaje significativo se consolida cuando el conocimiento científico se comparte, discute y adapta a las realidades locales.

En el ámbito agropecuario, la validación participativa permite que productores, técnicos y estudiantes contrasten la teoría con la práctica, fortaleciendo la extensión rural y la adopción tecnológica.

2.9.2. Análisis metodológico

La socialización se realizó mediante reuniones con los productores y personal

de la Propiedad Granja Verde, donde se presentaron los resultados de ganancia de peso, formulación alimenticia y análisis económico. Se utilizaron recursos visuales (gráficos, cuadros comparativos) y un lenguaje accesible para facilitar la comprensión.

Además, se desarrolló una sesión demostrativa de mezclado y dosificación del alimento balanceado, mostrando la aplicación práctica del método del Cuadrado de Pearson.

Durante la actividad, se promovió la participación activa de los asistentes, quienes plantearon observaciones y sugerencias que enriquecieron el proceso.

2.9.3. Análisis crítico

La socialización tuvo un impacto positivo, evidenciado en el interés de los productores por replicar el sistema en sus propias unidades.

Desde el punto de vista metodológico, esta estrategia fortaleció la vinculación universidad-sociedad, uno de los pilares de la formación profesional en medicina veterinaria y zootecnia.

Teóricamente, la experiencia se enmarca en el modelo de extensión participativa promovido por la FAO (2019), donde el conocimiento fluye de manera horizontal entre investigadores y productores, favoreciendo la apropiación tecnológica.

Limitaciones:

- La participación se limitó a un grupo reducido de productores por razones de tiempo y transporte.
- No se aplicó una evaluación cuantitativa de satisfacción o impacto del conocimiento transferido.

2.9.4. Conclusión parcial

La socialización y validación de los resultados representaron el cierre formativo del trabajo dirigido, consolidando el vínculo entre teoría, práctica y comunidad.

Esta estrategia garantizó que el conocimiento generado tuviera utilidad real, promoviendo el desarrollo productivo local y fortaleciendo la identidad profesional del investigador como futuro médico veterinario zootecnista.

Conclusiones generales del Capítulo II

- El análisis crítico de las estrategias desarrolladas permitió identificar que todas las actividades fueron coherentes con los fundamentos científicos y metodológicos de la producción animal moderna.
- La experiencia demostró que la harina de castaña es un insumo de alto valor nutritivo, viable técnica y económicamente para la alimentación de ganados de descarte en condiciones amazónicas.
- Los principales hallazgos del capítulo son:
- La planificación inicial y el manejo sanitario garantizaron condiciones experimentales controladas y confiables.
- El uso del Cuadrado de Pearson permitió formular un alimento balanceado ajustado a los requerimientos del animal.
- La suplementación progresiva del 2 % al 3 % del peso vivo optimizó el consumo y la conversión alimenticia.
- El Taiwán morado se consolidó como recurso forrajero estratégico, asegurando sostenibilidad y autonomía productiva.
- El análisis económico y ambiental confirmó la viabilidad integral del sistema, destacando su potencial de replicabilidad.

- La socialización de los resultados fortaleció la transferencia tecnológica y la vinculación con el sector productivo.

3. CAPITULO III

Durante el periodo de ejecución se logró demostrar que la aplicación de conocimientos científicos y el uso racional de los recursos locales pueden generar impactos positivos en la productividad ganadera, fortaleciendo al mismo tiempo las capacidades técnicas del personal y del estudiante investigador.

Tabla 1 *Formula del Alimento Balanceado*

FORMULA DEL ALIMENTO BALANCEADO	
PASTO MOLIDO MOMBAZA	40%
HARINA DE CASTANA	10%
AFRECHO DE MAIZ	14%
AFRECHO DE ARROZ	17%
CASCARILLA DE SOYA	13%
SAL COMUN	4%
SAL MINERAL	2%
TOTAL	100%

3.1. Logros técnicos-productivos.

Estos resultados confirman la efectividad del suplemento alimenticio formulado con harina de castaña, el cual fue diseñado mediante el método del cuadrado de Pearson, equilibrando adecuadamente los porcentajes de proteína, energía y fibra bruta.

Tabla 2

Ganancia de peso en un periodo de 2 meses

N. DEL ANIMAL	PESO INICIAL	1er PESAJE 05-08-2025	2do PESAJE 18-08-2025	3er PESAJE 03-09-2025	4to PESAJE 23-09-2025	GANANCIA	% DE GANANCIA
3	325	330	345	+	+		
4	280	280	304	350	+		
5	266	266	286	320	+		
6	239	241	268	293	290	51kg	17,59%
7	250	254	254	280	270	19,98kg	7,40%
8	246	243	279	300	292	45,8kg	15,70%
9	208	212	232	250	249	40,8kg	16,40%
10	217	220	237	245	250	23,3kg	13,20%
12	225	234	244	280	260	35kg	13,46%
13	299	310	321	+	+		
15	240	235	283	300	285	45kg	15,78%
16	231	235	264	310	300	69kg	23%
17	247	232	266	280	269	22kg	8,17%
18	237	232	259	270	259	22kg	8,49%
19	254	249	290	307	+		
20	243	255	258	290	280	37kg	13,21%
21	248	255	270	279	270	22kg	8,14%
22	238	249	255	299	290	52kg	18,00%
23	253	257	285	291	+		
24	252	263	275	298	288	36kg	12,50%
25	238	245	256	295	290	52,2kg	18%
TOTAL	5236	5297	5731	5187	4142	583	16,38%

Tabla 3*Tabla de suministro de alimento mes de julio*

Tabla de Suministro de Alimento Mes de Julio		
Consumo De 15 Días		
Dia	Consumo Diario	Consumo Total
16	100KG	
17	100KG	
18	100KG	
19	100KG	
20	100KG	
21	100KG	
22	100KG	
23	100KG	
24	100KG	
25	100KG	
26	100KG	
27	100KG	
28	100KG	
29	100KG	
30	100KG	
TOTAL		1500KG

Tabla 4

Tabla de suministro de alimento mes de agosto

TABLA DE SUMINISTRO DE ALIMENTO MES DE AGOSTO		
CONSUMO DE 30 DIAS		
DIA	CONSUMO DIARIO	CONSUMO TOTAL
1	100kg	
2	100kg	
3	100kg	
4	100kg	
5	100kg	
6	100kg	
7	100kg	
8	100kg	
9	100kg	
10	100kg	
11	100kg	
12	100kg	
13	100kg	
14	100kg	
15	100kg	
16	100kg	
17	100kg	
18	100kg	
19	100kg	
20	100kg	
21	100kg	
22	100kg	
23	100kg	
24	100kg	
25	100kg	
26	100kg	
27	100kg	
28	100kg	
29	100kg	
30	100kg	
TOTAL		3000kg

Tabla 5

Tabla de suministro de alimento mes de septiembre

TABLA DE SUMINISTRO DE ALIMENTO MES DE SEPTIEMBRE		
DIAS	CONSUMO DE 30 DIAS	
	CONSUMO DIARIO	TOTAL
1	135KG	
2	135KG	
3	135KG	
4	135KG	
5	135KG	
6	135KG	
7	135KG	
8	135KG	
9	135KG	
10	135KG	
11	135KG	
12	135KG	
13	135KG	
14	100KG	
15	100KG	
16	80KG	
17	80KG	
18	70KG	
19	70KG	
20	50KG	
21	50KG	
22	50KG	2405KG
23	VENDIDOS	

Tabla 6

Cantidad de alimento elaborado

CANTIDAD DE ALIMENTO ELABORADO				
MES	Julio	Agosto	Septiembre	Total, De Alimento
Pasto Molido	600KG	1200kg	962KG	2762KG
Afrecho De Maíz	210KG	420KG	336,7KG	966,7KG
Harina De Castaña	150KG	300KG	204,5KG	690,5KG
Afrecho De Arroz	255KG	510KG	408,85KG	1173,85KG
Cascarilla De Soya	195KG	390KG	312,65KG	897,65KG
Sal Común	60KG	120KG	96,2KG	276,2KG
Sal Mineral	30KG	60KG	48,1KG	138,1KG
Melaza	18L	36L	28,86L	82,86L
Agua	60L	120L	96,2L	276,2L
TOTAL	1500KG	3000KG	2405KG	6905KG

El uso de ingredientes como torta de almendra, afrecho de arroz, afrecho de maíz y cascarilla de soya permitió lograr un alimento altamente digestible y con un costo considerablemente menor que los concentrados comerciales. La suplementación se aplicó inicialmente al 2 % del peso vivo, incrementándose al 3 % conforme los animales mostraban adaptación y progreso en la ganancia de peso.

Esto permitió mantener un consumo constante y una adecuada conversión alimenticia, con buena respuesta metabólica.

El manejo sanitario también fue un factor clave dentro de los logros técnicos. Se estableció un programa de desparasitación y vitaminización cada 20 días, lo cual favoreció la salud del hato y evitó la pérdida de nutrientes por parásitos gastrointestinales.

Adicionalmente, se implementó la evaluación periódica de condición corporal y observaciones clínicas para asegurar el bienestar animal durante el periodo experimental.

El trabajo incluyó el uso complementario del pasto Taiwán morado (*Pennisetum purpureum*) como fuente forrajera de reserva. Este recurso permitió mantener la alimentación constante en periodos donde escaseaba la materia prima principal, evidenciando la importancia de contar con alternativas sostenibles y locales de alimentación animal.

Tabla 7

Porcentaje nutricional del alimento balanceado

Ingrediente	Proteína Bruta	Energía	Fibra Cruda	Observaciones técnicas
Torta de Castaña	40%	28%	9%	Alto contenido proteico, buena fuente de aminoácidos; mejora la ganancia de peso.
Afrecho de arroz	13%	45%	12%	Fuente energética con aporte moderado de proteína y fósforo.
Afrecho de maiz	9%	55%	10%	Alta energía por almidones; útil para balancear dietas con tortas proteicas.
Cascarilla de soya	13%	22%	40%	Rica en fibra digestible, mejora la rumia y la salud intestinal.
Pasto molido (Mombaza)	10%	40%	45%	Rica en fibra digestible, mejora la rumia y la salud intestinal.

3.2. Logros económicos

El impacto económico fue significativo. Al reemplazar parcialmente el concentrado comercial por harina de castaña, los costos de alimentación se redujeron aproximadamente en un 25%.

Esto demuestra que el uso de subproductos regionales puede ser una estrategia de alto valor económico, especialmente para pequeños y medianos productores que enfrentan limitaciones financieras.

La ganancia de peso obtenida (75 kg promedio por animal en dos meses) elevó el valor comercial de cada bovino de descarte en aproximadamente un 35 %, generando un margen de rentabilidad positivo para la Propiedad Granja Verde. De esta manera, se comprobó que la innovación nutricional basada en recursos locales puede transformar animales improductivos en individuos con valor de mercado competitivo.

Tabla 8

Costos

COSTO			
COMPRA DE 21	COMPRA DE MATERIA PRIMA	COMPRA DE VITAMINAS Y	TOTAL
NOVILLOS		DESPARASITANTE	
84000BS	13795.66BS	1000BS	98,795,66bs

Tabla 9

Ganancia

GANANCIA				
VENTA DE 6	VENTA POR KG	VENTA DE 15	VENTA POR	TOTAL
NOVILLOS AL	DE NOVILLO	NOVILLOS POR	NOVILLO	
GANCHO		KG		
33,845BS	35BS/KG	113000BS	7533BS	146845BS

Tabla 10

Costo del alimento balanceado

COSTO DEL ALIMENTO ELABORADO			
MATERIA PRIMA	CANTIDAD	COSTO POR KG	COSTO TOTAL
PASTO MOLIDO	2762KG	0,65BS	1795,3BS
HARINA DE CASTANA	690,5KG	2BS	1381BS
AFRECHO DE MAIZ	966,7KG	2,7BS	2679,4BS
AFRECHO DE ARROZ	1173,85KG	2,7BS	3253,5BS
CASCARILLA DE	897,65KG	3,8KG	3411,07
SOYA			
SAL COMUN	276,2KG	1BS	276,2BS
SAL MINERAL	138,1KG	3,34BS	462,6BS
MELAZA	82,86L	6.5BS	538,59BS
TOTAL			13795,66BS

Tabla 11

Costo y Beneficio

COSTO Y BENEFICIO		
COMPRA NOVILLOS/ALIMENTO/VITAMINAS Y DESPARASITANTE	VENTA	GANANCIA
98765,66BS	146845BS	48080BS

Desde el punto de vista académico, el trabajo dirigido representó una oportunidad práctica para aplicar los conocimientos adquiridos en las áreas de nutrición animal, zootecnia, manejo sanitario, formulación de raciones y evaluación productiva.

El estudiante adquirió competencias en el uso de métodos científicos para la formulación de alimentos, interpretación de resultados y evaluación técnica del rendimiento animal.

Además, se fortalecieron las habilidades de planificación, observación y análisis crítico, que son esenciales para el ejercicio profesional del Médico Veterinario y Zootecnista.

El proceso de investigación permitió vincular la teoría con la práctica y reafirmar la importancia del trabajo técnico como herramienta para el desarrollo productivo y económico del sector pecuario.

La intervención tuvo un impacto positivo en la comunidad local, especialmente en los trabajadores y pequeños productores de la zona. Durante el desarrollo del trabajo, se realizaron sesiones de capacitación sobre:

- la formulación de alimentos balanceados con recursos locales,
- la importancia de la sanidad preventiva,
- y el uso racional de suplementos nutritivos.

Estas acciones fortalecieron el conocimiento de los productores sobre la alimentación alternativa y sostenible, fomentando el aprovechamiento de subproductos agroindustriales disponibles en Riberalta, como la castaña y la torta de almendra.

Además, se promovió la conciencia ambiental, destacando la importancia de aprovechar los residuos de la agroindustria sin generar contaminación ni desperdicio.

Este enfoque sostenible y comunitario contribuyó a la valorización del trabajo zootécnico y al fortalecimiento del vínculo entre la universidad y los sectores productivos locales.

4. CONCLUSION

El presente trabajo dirigido permitió comprobar la eficacia del uso de la harina (torta) de castaña como fuente proteica alternativa en la alimentación balanceada de bovinos de descarte, dentro de las condiciones agropecuarias de la propiedad Granja Verde, ubicada en Riberalta – Beni.

La formulación del alimento, realizada mediante el método del Cuadrado de Pearson, permitió lograr un balance nutricional adecuado, alcanzando un promedio de 15% de proteína bruta y una energía metabolizable de 2.5 Mcal/kg, niveles suficientes para promover una ganancia de peso sostenida durante el periodo experimental.

Los bovinos suplementados con la mezcla elaborada (torta de castaña, afrecho de arroz, afrecho de maíz, cascarilla de soya y pasto molido Mombaza) presentaron una ganancia de peso promedio de 0.8 kg por día durante 60 días, partiendo de un peso inicial de 209 kg y alcanzando 284 kg, lo que representa un incremento del 35.8% respecto al peso inicial.

Asimismo, el manejo sanitario (desparasitación y vitaminización cada 20 días) y el control periódico de pesaje contribuyeron de manera directa al buen desempeño productivo, reflejando un mejor aprovechamiento de los nutrientes y una mayor eficiencia de conversión alimenticia.

En términos prácticos, la inclusión de la harina de castaña en la dieta demostró ser una alternativa económica, sostenible y localmente disponible, que puede reemplazar parcialmente otras fuentes proteicas de alto costo, como la soya o la torta de algodón, reduciendo el gasto en alimentación y fortaleciendo la economía del pequeño productor ganadero.

Por lo tanto, se concluye que el uso de harina de castaña en la alimentación de ganado de descarte es una estrategia viable y efectiva para mejorar la productividad bovina en la Amazonía boliviana, promoviendo un modelo de producción sustentable, con enfoque ambiental y aprovechamiento racional de los recursos naturales de la región.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con el uso de la harina o torta de castaña como ingrediente principal en la elaboración de alimentos balanceados para bovinos de descarte, debido a su alto contenido proteico y su buena disponibilidad en la región amazónica.

Es aconsejable realizar un análisis bromatológico periódico de cada ingrediente utilizado en la dieta, con el fin de conocer sus valores reales de proteína, energía y fibra, y así formular raciones más precisas y adaptadas a las necesidades del ganado.

Se sugiere mantener un control riguroso del peso de los animales cada 15 a 20 días, ya que este registro permite evaluar el desempeño del suplemento alimenticio y hacer los ajustes necesarios en la dieta.

Debe continuarse con las prácticas de manejo sanitario, incluyendo la desparasitación y la administración de vitaminas cada 20 días, para garantizar la salud general de los animales y un mejor aprovechamiento de los nutrientes.

Es recomendable implementar el cultivo de pastos de corte, como el pasto Mombaza o el Taiwan morado, para asegurar una fuente constante de forraje en caso de escasez de la materia prima principal (torta de castaña).

Se aconseja capacitar a los productores ganaderos de la zona en la formulación de alimentos balanceados utilizando el método del Cuadrado de Pearson, para que puedan elaborar sus propias mezclas nutritivas de manera económica y eficiente.

Se recomienda que futuras investigaciones evalúen diferentes niveles de

inclusión de harina de castaña en la dieta de bovinos de distintas categorías (recrea, engorde, vacas de descarte), con el fin de determinar el nivel óptimo de incorporación para maximizar la ganancia de peso y la conversión alimenticia.

Finalmente, se sugiere promover el aprovechamiento integral de los subproductos de la castaña en la Amazonía boliviana, no solo como alimento animal, sino también como una oportunidad para fortalecer la cadena productiva local y contribuir al desarrollo sostenible del sector agropecuario de la región.

6. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, L., & Vargas, C. (2019). Evaluación del uso de subproductos agroindustriales en la alimentación de bovinos de engorde. *Revista de Producción Animal Tropical*, 14(2), 45-52.
- Arias, P., & López, G. (2020). Nutrición y alimentación de bovinos en sistemas tropicales. Editorial AgroVet, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Bermúdez, F., & Rodríguez, C. (2018). Utilización de recursos forrajeros locales y su impacto en la productividad bovina. *Revista de Ciencia Animal*, 12(1), 27-35.
- Castaño, J. P., & Jiménez, A. (2017). Estrategias de alimentación y suplementación para bovinos de carne en regiones tropicales. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- FAO. (2018). Tablas de composición de alimentos para América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia.
- Gonzales, M., & Rocha, D. (2021). Aprovechamiento de la torta de castaña (*Bertholletia excelsa*) en la alimentación animal en la Amazonía boliviana. Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián", Riberalta, Bolivia.
- Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF). (2017). Manual técnico de alimentación y suplementación bovina en la Amazonía. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, La Paz, Bolivia.
- Martínez, E., & Fernández, R. (2020). Efecto del uso de tortas vegetales en dietas de bovinos de engorde sobre el desempeño productivo. *Revista Agropecuaria Latinoamericana*, 25(3), 65-74.
- Mendoza, C., & Salas, J. (2021). Valor nutricional y potencial de uso de subproductos de la industria de la castaña en la alimentación animal. Universidad Nacional Amazónica de Pando, Cobija, Bolivia.

- NRC (National Research Council). (2016). Nutrient Requirements of Beef Cattle (8th ed.). National Academies Press, Washington D.C.
- Ortuño, E., & López, R. (2019). Composición química y digestibilidad de forrajes tropicales en sistemas ganaderos sostenibles. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Bogotá, Colombia.
- Pacheco, R., & Delgado, J. (2022). Efecto del uso de subproductos oleaginosos en la dieta de bovinos de descarte sobre la ganancia de peso. *Revista Latinoamericana de Zootecnia*, 19(1), 33-41.
- Ramos, H., & Quispe, D. (2021). Evaluación de la ganancia de peso en bovinos alimentados con dietas a base de torta de castaña en el norte amazónico boliviano. Instituto Tecnológico Agropecuario de Riberalta (ITAR), Beni, Bolivia.
- SENASAG. (2019). Manual de buenas prácticas ganaderas y sanidad bovina en sistemas tropicales. Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, La Paz, Bolivia.
- Torrez, C., & Vaca, L. (2020). Producción de forrajes tropicales de corte (Mombaza, Camerún y Taiwan morado) en sistemas ganaderos amazónicos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la Amazonía (IIAA), Beni, Bolivia.
- Valdivia, M., & Callisaya, J. (2023). Alternativas locales en la suplementación bovina: evaluación del uso de harinas amazónicas en la ganadería sostenible. *Revista Boliviana de Producción Animal*, 9(2), 50-61.

7. ANEXOS

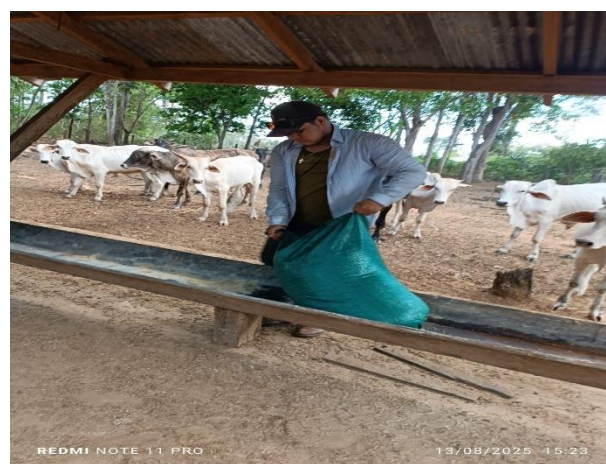
Elaboración del alimento balanceado, proceso de deshidratación del pasto y proceso de mezcla con las materias prima



Condición corporal baja nivel 2



Primer día de adaptación del alimento balanceado



Días de adaptación del alimento balanceado



Problemas de diarrea por el exceso de fibra



Solución al problema de diarrea



Colocación de suero con minerales y vitaminas



Aprovechamiento del pasto de corte taiwan morado



Aceptable condición corporal de nivel 4 con un sistema intensivo de 2 meses



Desparasitación y vitaminados a terneros de la propiedad

