



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROPECUARIA**

**IMPLEMENTACIÓN DE MEZCLADORA PARA PRODUCIR
BALANCEADO CON ENZIMAS PARA BOVINOS DE ENGORDE**

AUTOR: Cedeño Moreira Cindy Dayana

TUTOR: MVZ. David Napoleón Verá Bravo, Mg

El Carmen, agosto del 2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

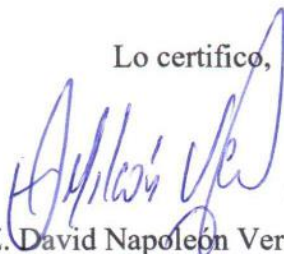
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Cindy Dayana Cedeño Moreira**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Implementación de mezcladora para producir balanceado con enzimas para bovinos de engorde”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 8 de agosto del 2025.

Lo certifico,



MVZ. David Napoleón Vera Bravo, Mg.
Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**IMPLEMENTACIÓN DE MEZCLADORA PARA PRODUCIR
BALANCEADO CON ENZIMAS PARA BOVINOS DE ENGORDE**

AUTOR: Cedeño Moreira Cindy Dayana

TUTOR: MVZ. David Napoleón Verá Bravo, Mg

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ing. Tacuri Troya Elizabeth, Mg

Dr. López Mejía Francel Xavier, Mg

Ing. González Dávila Ricardo Paúl, M.C



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Cindy Dayana Cedeño Moreira con C.I. 1313491019, estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy autor de la tesis titulada “Implementación De Mezcladora Para Producir Balanceado Con Enzimas Para Bovinos De Engorde”, esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total en su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos Y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados

El Carme, 08 de Septiembre del 2025

Atentamente,

Cindy Cedeño.

Cindy Dayana Cedeño Moreira

C.I. 131349101-9

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme y sostenerme en cada paso de este camino.

A mis hijos, Favian y Elián, que han sido mi inspiración diaria para seguir adelante y alcanzar mis metas. Fabián, aunque no estás aquí físicamente, siempre estás en mi corazón y en mis pensamientos. Hoy, cuando alcanzo este logro, te digo: "Mamá lo logró, mi hijo lindo".

Elián, eres mi vida, tu sonrisa y amor me dan la fuerza para seguir adelante, eres mi razón de vida. Mi corazón, este logro es para ti y por ti.

A mi esposo, gracias por caminar a mi lado en este viaje, por ser mi refugio en los momentos difíciles y mi alegría en los días felices. Tu amor me ha sostenido, y el amor de nuestros hijos nos ha dado la fuerza para seguir adelante, siempre unidos.

A mis padres, con inmensa gratitud, por su apoyo inquebrantable y su presencia constante en cada etapa de mi vida. Su amor, sacrificio y ejemplo han sido la base sobre la cual he construido mi camino. A mis hermanos, por su aliento permanente y por ser luz y fortaleza en los momentos que más lo he necesitado

Agradezco de corazón a mis tíos y tías, tanto de mi familia como de la de mi esposo, por ser parte de este logro con su apoyo constante, y a mis queridas suegras, Gladys y Dolores, por acompañarme con amor en cada paso del camino, porque esta tesis también es suya, y deseo que se sientan tan orgullosos de mí como yo lo estoy de tenerlos a ustedes en mi vida

Finalmente, Favian que no está físicamente, pero permanece intacto en mi alma: el escribir estas palabras hace que mi corazón se encoja. No imaginé redactar estos agradecimientos con tantas lágrimas en los ojos y extrañándote tanto. Te amaré siempre... este logro es tuyo, mi amor.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a quienes, con su sabiduría, tiempo y dedicación, han sido parte esencial en la culminación de esta tesis académica.

Al MVZ. David Napoleón Vera Bravo Mg. Tutor, gracias por su valiosa guía, paciencia, compromiso y por brindarme siempre una orientación clara y oportuna. Su acompañamiento constante fue fundamental para superar los desafíos que este trabajo implicó. Agradezco profundamente su confianza en mí y su disposición para compartir sus conocimientos con generosidad y profesionalismo.

A todos mis docentes, quienes durante mi formación universitaria sembraron en mí no solo conocimiento, sino también pensamiento crítico, responsabilidad y valores que hoy me permiten culminar esta etapa. Gracias por cada clase, cada consejo y cada enseñanza que ha dejado huella en mí y que se ve reflejada en este proyecto.

A la Ing. Gina Loor Moreira, gracias por ser mucho más que una docente: por su calidez humana, por su corazón empático y por estar siempre presente cuando más lo necesitaba. Usted fue un verdadero ángel en mi vida y en la de mi familia. Gracias por cada abrazo, por cada palabra, y por compartir con nosotros desde la humanidad y la cercanía.

Al Dr. Jumbo, gracias por ser un ejemplo de humildad y dedicación. Reconozco que los temas que abordamos en clase fueron complejos, pero su disposición, su esfuerzo por enseñarnos y su cercanía hicieron la diferencia. Usted dejó huellas en nuestros corazones, y su esencia como docente y ser humano será siempre recordada.

A mis amigos y compañeros, Diana, Gabriel, Brigitte, Inés, Irene, y a todos los que me han acompañado desde el inicio de la carrera. Gracias por su apoyo, por su comprensión y por estar a mi lado en los momentos más difíciles, especialmente tras la dura pérdida de mi hijo. Gracias por sus sonrisas, por su presencia constante y por no soltarme la mano.

Al Ing. Ángel Chumo, gracias por su apoyo incondicional durante todo este proceso. Siempre dispuesto a tendernos la mano, no solo a mí, sino a todos mis compañeros, sin importar la hora ni las circunstancias. Su generosidad y compromiso serán siempre recordados con gratitud.

A mi querida Angie Cedeño, amiga y compañera de batallas. Sé lo mucho que has luchado en este camino, y por eso te valoro y admiro profundamente. Gracias por tu ayuda, tus guías, y por esas veces infinitas en que me ayudaste a recuperar mis claves del aula virtual.

Finalmente, agradezco a Dios, por permitirme vivir esta linda experiencia universitaria, por regalarme personas tan valiosas a mi alrededor gracias infinitas. Siempre los llevaré en mi corazón.

ÍNDICE

PORTADA	I
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE ANEXOS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1 PROBLEMÁTICA	2
2 JUSTIFICACIÓN	3
2.1 Objetivo general	4
2.2 Objetivos específicos	4
2.3 Hipótesis	4
3 METODOLOGÍA	5
3.1 UBICACIÓN	5
3.2 MÉTODOS	5
3.3 TÉCNICAS	6
CAPITULO II	8
4 MARCO TEÓRICO	8
4.1 DEFINICIONES	8
4.1.1 Alimento balanceado con enzimas para bovinos de engorde	8
4.1.2 Enzimas exógenas en la nutrición bovina	8
4.1.3 Efectos fisiológicos y zootécnicos de las enzimas	9

4.1.4	Beneficios económicos y ambientales del uso de enzimas.....	10
4.2	TRABAJOS RELACIONADOS	11
4.2.1	Fundamentos del mezclado en nutrición animal	11
4.2.2	Tipos de mezcladoras utilizadas en la industria pecuaria.....	11
4.2.3	Diseño técnico y eficiencia operativa	12
4.2.4	Innovaciones tecnológicas en mezcladoras pecuarias	12
4.2.5	Formulación manual o por ecuaciones	13
4.2.6	Uso de hojas de cálculo	14
4.2.7	Software especializado	14
4.3	Relación entre la producción y alimentos balanceados con enzimas y máquinas automatizadoras.	15
4.4	¿Qué debemos tomar en cuenta para implementar una mezcladora automática?	16
	CAPÍTULO III.....	18
5	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	18
5.1.1	Descripción sistema a utilizar	18
5.1.2	Plan de implementación.....	18
5.1.3	Aporte nutricional	19
5.1.4	Enzimas recomendadas y funciones	19
5.1.5	Resultados de la implementación	20
	CAPÍTULO IV	21
6	CONCLUSIONES	21
7	RECOMENDACIONES	22
	BIBLIOGRAFÍA	XXXV
	ANEXOS	XXXVIII

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones técnicas de la máquina mezcladora.....	7
Tabla 2. Fórmula de alimento balanceado con enzimas	18
Tabla 3. Tabla de aportes nutricionales	19
Tabla 4. Detalles de las enzimas utilizadas	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la granja experimental donde estará instalada la máquina mezcladora5

Figura 2. Máquina mezcladora para desarrollo de balanceado7

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Llegada de la maquina mezcladora.....	XXXVIII
Anexo 2. Recepción de la máquina mezcladora por parte del decano de la Institución	XXXVIII
Anexo 3. Selección de la materia prima.....	XXXIX
Anexo 4. Integración de la materia prima en la máquina mezcladora	XXXIX
Anexo 5. Integración de enzimas y más minerales	XL
Anexo 6. Extracción del alimento balanceado finalizado	XL
Anexo 7. Alimentación de bovinos de engorde con el alimento balanceado con enzimas...	XLI
Anexo 8. Enlace de información de la máquina mezcladora toca para ingresar	XLI

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal la implementación de una mezcladora para producir alimento balanceado suplementado con enzimas para bovinos de engorde en la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí – Extensión El Carmen. La iniciativa respondió a la necesidad de optimizar los procesos de alimentación animal, mediante la incorporación de tecnologías que aseguren la homogeneidad en la mezcla y una distribución adecuada de los nutrientes y aditivos funcionales, especialmente enzimas digestivas. El proyecto se desarrolló bajo tres ejes fundamentales: la formulación de raciones balanceadas con enzimas, la evaluación de la homogeneidad y palatabilidad de las raciones, y la capacitación del personal operativo en el manejo técnico de la mezcladora. Para ello, se diseñó una fórmula nutricional que incluyó cereales, fuentes proteicas, fibra, minerales, vitaminas y una mezcla enzimática compuesta por amilasa, proteasa y xilanasas, entre otras. La máquina utilizada mostró un rendimiento óptimo, procesando hasta 100 kg de alimento por hora, con una mezcla uniforme y de alta aceptación por parte del ganado. Los resultados demostraron una mejora significativa en la eficiencia alimentaria y en la ganancia de peso de los bovinos alimentados con el balanceado enzimático, en comparación con aquellos alimentados únicamente con pastura. Además, la capacitación del personal permitió asegurar el uso adecuado y sostenido de la tecnología implementada. En conclusión, este proyecto representó un avance en la modernización del sistema productivo pecuario local, con beneficios técnicos, económicos y ambientales para el desarrollo ganadero sostenible.

Palabras clave: Mezcladora, Enzimas, Bovinos, Tecnología, Modernización

ABSTRACT

This research aimed to implement a feed mixer to produce enzyme-supplemented balanced feed for beef cattle at the Río Suma Experimental Farm of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí – El Carmen Extension. The initiative addressed the need to optimize animal feeding processes through the incorporation of technologies that ensure mixture homogeneity and adequate distribution of nutrients and functional additives, especially digestive enzymes.

The project was developed around three main pillars: the formulation of enzyme-supplemented balanced rations, the evaluation of feed homogeneity and palatability, and the training of operational personnel in the technical management of the mixer. A nutritional formula was designed, including cereals, protein sources, fiber, minerals, vitamins, and an enzymatic blend composed of amylase, protease, and xylanase, among others. The machine used showed optimal performance, processing up to 100 kg of feed per hour, producing a homogeneous mix with high acceptance by the cattle.

Results showed a significant improvement in feed efficiency and weight gain in cattle fed with the enzymatic feed compared to those fed only with pasture. Additionally, staff training ensured the proper and sustained use of the implemented technology. In conclusion, this project marked a step forward in modernizing the local livestock production system, providing technical, economic, and environmental benefits for sustainable cattle farming.

Keywords: Mixer, Enzymes, Bovine, Technology, Modernization

INTRODUCCIÓN

La nutrición animal ha experimentado avances significativos en los últimos años, impulsados por la necesidad de mejorar la eficiencia productiva y garantizar el bienestar animal. En este contexto, la incorporación de tecnologías como las mezcladoras automatizadas para la elaboración de alimentos balanceados ha cobrado especial relevancia. Estas herramientas permiten una distribución homogénea de ingredientes, incluyendo aditivos funcionales como las enzimas, lo que optimiza la absorción de nutrientes y favorece un crecimiento más eficiente en especies de interés pecuario, como los bovinos de engorde. Así, se fortalece un sistema ganadero más tecnificado, sostenible y competitivo a nivel global.

En Ecuador, la ganadería constituye una actividad económica fundamental, especialmente en zonas rurales donde representa una fuente clave de ingresos y seguridad alimentaria. Sin embargo, uno de los principales retos del sector es modernizar los sistemas de alimentación animal, muchas veces caracterizados por prácticas tradicionales con bajo rendimiento. La implementación de tecnologías para la preparación de alimento balanceado con enzimas representa una oportunidad para mejorar la productividad, reducir los costos de alimentación y mitigar el impacto ambiental. En este sentido, el país ha comenzado a explorar nuevas alternativas que favorezcan la innovación en el manejo y la nutrición del ganado.

De manera particular, en la Granja Experimental Río Suma, adscrita a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí – Extensión El Carmen, se ha identificado la necesidad de modernizar los procesos de alimentación del ganado bovino de engorde. Actualmente, la carencia de equipos especializados como una mezcladora automatizada limita la eficiencia en la preparación de dietas balanceadas y dificulta la integración adecuada de enzimas. Esta situación afecta directamente el rendimiento productivo de los animales y encarece los costos operativos. Por ello, la implementación de una mezcladora representa una solución concreta a esta problemática, alineada con los objetivos académicos, investigativos y de transferencia tecnológica de la institución.

CAPÍTULO I

1 PROBLEMÁTICA

El Carmen enfrenta un problema creciente relacionado con la eficiencia nutricional de las pasturas destinadas a la alimentación de bovinos de engorde. La deficiencia de enzimas en la dieta de estos animales limita su capacidad de digestión y absorción de nutrientes, lo cual se traduce en una menor ganancia de peso, mayor tiempo de engorde y costos de producción más elevados. Este problema impacta negativamente tanto en la productividad como en la rentabilidad de la granja, poniendo en evidencia la necesidad de mejorar la calidad de la alimentación para optimizar los resultados.

Para abordar esta situación, se propone la implementación de una mezcladora que permita enriquecer la alimentación balaceada con enzimas de manera uniforme. Esta solución busca mejorar los nutrientes en el alimento, incrementando la eficiencia del proceso de engorde y, a su vez, reduciendo los costos asociados. Con esta tecnología, la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión El Carmen podría establecer un modelo de alimentación más efectivo y económico, ajustado a las exigencias de un mercado ganadero cada vez más competitivo.

2 JUSTIFICACIÓN

La implementación de una mezcladora para producir alimento balanceado con enzimas para bovinos de engorde es una medida necesaria para mejorar la eficiencia productiva y competitividad de la Facultad de Ingeniería Agropecuaria. Actualmente, la falta de enzimas en las pasturas limita la digestión y aprovechamiento de nutrientes en los bovinos, lo que resulta en un proceso de engorde más lento y en altos costos de producción. Esta deficiencia reduce la rentabilidad de la granja al incrementar los recursos requeridos para alcanzar el peso óptimo de los animales.

La inclusión de una mezcladora que permita enriquecer de manera uniforme el alimento balanceado con enzimas solucionaría esta limitación, optimizando la calidad del alimento y favoreciendo una mejor conversión de nutrientes. Esta mejora en la alimentación contribuiría a un crecimiento más eficiente de los animales, reduciendo el tiempo de engorde y, consecuentemente, los costos operativos. Además, esta tecnología facilitaría un manejo más controlado y preciso del balanceado, asegurando un proceso de producción consistente y de calidad.

2.1 Objetivo general

Implementación de mezcladora para producir balanceado con enzimas para bovinos de engorde que beneficien la producción del hato.

2.2 Objetivos específicos

Formular raciones balanceadas suplementadas con enzimas para bovinos de engorde, utilizando la mezcladora implementada, bajo condiciones técnicas de operación.

Evaluar la homogeneidad de las raciones producidas y su efecto sobre la palatabilidad del alimento en bovinos de engorde.

Instruir y asesorar al personal operativo en el manejo óptimo de la mezcladora para la elaboración eficiente de raciones balanceadas con enzimas.

2.3 Hipótesis

Ho. La implementación de la mezcladora para producir balanceado con enzimas para bovinos de engorde tiene una influencia negativa en la capacidad de producción alimentaria en la Granja Experimental Rio Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión El Carmen.

Hi. La implementación de la mezcladora para producir balanceado con enzimas para bovinos de engorde tiene una influencia positiva en la capacidad de producción alimentaria en la Granja Experimental Rio Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión El Carmen.

3 METODOLOGÍA

3.1 UBICACIÓN

El trabajo experimental se realizó en los predios de la Graja Experimental Río Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión el Carmen, localizada en la Provincia de Manabí, Cantón El Carmen, Coordenadas UTM: X = 674967, Y = 9971156 y Z = 266 msnm. Referencias km. 32 Redondel La Virgen de El Carmen, entre la Fábrica “Probalza” y la Unidad Educativa “LICEO CRISTIANO ISRAEL.

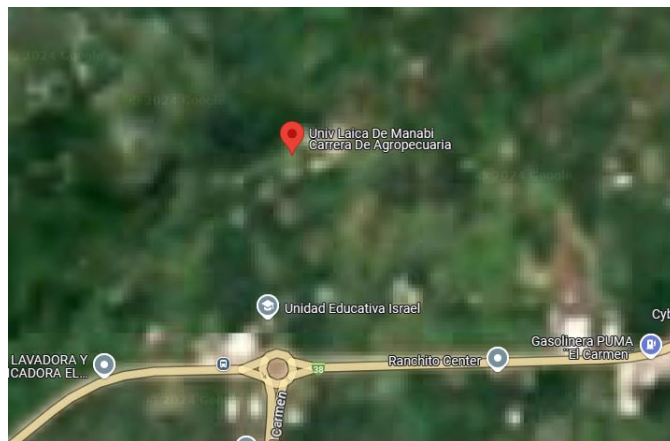


Figura 1. Ubicación de la granja experimental donde estará instalada la máquina mezcladora

3.2 MÉTODOS

El análisis descriptivo es una técnica estadística que permite resumir, organizar y presentar información obtenida de una muestra o población de manera clara y sistemática. Su aplicación en el área de la producción animal, específicamente en la alimentación de bovinos de engorde, resulta de gran utilidad para identificar patrones de respuesta productiva ante diferentes tipos de raciones alimenticias. A través de esta metodología, es posible describir el comportamiento de variables como el consumo de alimento, la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la condición corporal, entre otras (Martínez González, 2019).

En los sistemas de engorde de bovinos, el diseño de dietas balanceadas busca optimizar el crecimiento del animal al menor costo posible, sin comprometer la salud ni la calidad del

producto final. Para ello, se evalúan diversas formulaciones que incluyen forrajes, concentrados, subproductos agroindustriales y aditivos, en proporciones que cubran las necesidades nutricionales del ganado. El análisis descriptivo permite observar cómo responde el grupo animal a estas dietas, utilizando medidas como la media, la mediana, el rango y la desviación estándar (Triola, 2016).

Por ejemplo, al registrar la ganancia diaria de peso (GDP) de un lote de bovinos alimentados con dos tipos de ración una tradicional y otra suplementada con enzimas digestivas—, el análisis descriptivo ayuda a visualizar la tendencia general del comportamiento del grupo. Si el promedio de GDP en el grupo con suplementación es mayor y además muestra menor dispersión entre los individuos, se puede inferir preliminarmente un mejor desempeño, aunque no se haya realizado aún una prueba inferencial (García Pérez, 2020).

Asimismo, la representación gráfica de los datos, como histogramas, diagramas de caja o gráficos de barras, complementa el análisis y facilita la comprensión de los resultados. Estas herramientas permiten detectar valores atípicos, identificar la distribución de los datos y comparar visualmente las diferencias entre tratamientos. Esta etapa es clave antes de aplicar pruebas estadísticas más complejas, ya que brinda una primera visión objetiva del efecto de la dieta sobre los animales (Bampidis, 2021).

En la actualidad, el análisis descriptivo también se emplea como base para tomar decisiones técnicas y económicas en la formulación de dietas comerciales, también nos sirve como guía para decidir si la maquinaria utilizada cumple con los estándares productivos, es decir, si esta puede producir un alimento uniforme que garantice la homogeneidad de éste, asegurando que cada porción de alimento tenga las mismas enzimas y nutrientes ya que al describir el comportamiento productivo de los animales bajo ciertas condiciones alimenticias, se generan indicadores que orientan la adopción de prácticas más eficientes y sostenibles en la ganadería de engorde (Inacio, 2022).

3.3 TÉCNICAS

La técnica de producción seleccionada para este proyecto es el mezclado con máquina, para lo cual se utilizará una mezcladora eléctrica con capacidad de 150 kilos quien en su ficha

técnica dicta lo siguiente “*diseñada para mezclar y homogeneizar diferentes ingredientes utilizados en la producción de alimentos balanceados para animales*”. Esta máquina cuenta con una tolva de carga la cual el punto de entrada donde se depositan los ingredientes como granos, harinas, minerales, vitaminas, entre otros. Un sistema de mezclado que utiliza paletas o espas giratorias que se encargan de agitar y mezclar los ingredientes. Motor eléctrico que proporciona la potencia necesaria para el funcionamiento de la mezcladora, permitiendo el movimiento de las paletas o espas. Un sistema de descarga la cual una vez que la mezcla está lista, se libera a través de una compuerta o abertura en la parte inferior (MAXFARMER, 2020).



Figura 2. Máquina mezcladora para desarrollo de balanceado

Especificaciones Técnicas	
Datos técnicos del motor	
Voltaje	220V a.c,
Corriente	18,6A
Potencia	4kW
RPM Motor	1440
RPM Mezclado	60
Aceite Caja reductora	SAE 80W90

Tabla 1. Especificaciones técnicas de la máquina mezcladora

CAPITULO II

4 MARCO TEÓRICO

4.1 DEFINICIONES

4.1.1 Alimento balanceado con enzimas para bovinos de engorde

El alimento balanceado es una mezcla formulada de ingredientes que proporciona los nutrientes esenciales energía, proteínas, minerales, vitaminas y aditivos en proporciones adecuadas para satisfacer las necesidades fisiológicas de los animales de producción. Su objetivo es mejorar el desempeño productivo, optimizar la conversión alimenticia, reducir los tiempos de engorde y asegurar la salud del ganado (McDonald, 2018).

En el caso específico de los bovinos de engorde, las dietas suelen componerse de forrajes (pasto, heno, silo), concentrados (maíz, soya, afrecho), suplementos minerales y, cada vez más, aditivos funcionales como probióticos, prebióticos y enzimas. Este enfoque responde al desarrollo de la nutrición de precisión, que busca adaptar la dieta a las necesidades metabólicas específicas del animal según su etapa de crecimiento, condición corporal y entorno productivo (Gutiérrez, 2020).

Durante las últimas décadas, la industria pecuaria ha transitado desde sistemas alimentarios tradicionales hacia esquemas más tecnificados. Este cambio ha sido impulsado por la necesidad de mayor eficiencia, trazabilidad y sostenibilidad en la producción cárnica. En este contexto, el uso de enzimas exógenas ha emergido como una herramienta clave para optimizar la biodisponibilidad de los nutrientes (Kellems, 2017).

4.1.2 Enzimas exógenas en la nutrición bovina

Las enzimas exógenas son proteínas catalíticas producidas por microorganismos y adicionadas al alimento para facilitar la degradación de compuestos complejos que el sistema digestivo del bovino no puede procesar completamente. En la alimentación animal, se clasifican según su función en: carbohidrasas (amilasas, xilanasas, celulasas), proteasas, lipasas y fitasas.

Aunque el uso de enzimas ha sido más frecuente en monogástricos como cerdos y aves, estudios recientes han demostrado su eficacia también en rumiantes, particularmente cuando se emplean dietas con elevados niveles de subproductos fibrosos o residuos agroindustriales (Khan, 2019). En bovinos de engorde, estas enzimas complementan la acción microbiana del rumen, mejorando la digestión de fibras, almidones y proteínas no degradables.

Entre las enzimas más utilizadas en bovinos de engorde destacan:

- Xilanasas y celulasas: mejoran la digestión de hemicelulosa y celulosa presentes en forrajes de baja calidad, incrementando la energía disponible.
- Amilasas: favorecen la digestión del almidón en granos como maíz y trigo, reduciendo la pérdida de nutrientes no digeridos.
- Fitasas: liberan fósforo ligado a fitatos en ingredientes vegetales, reduciendo la necesidad de fosfatos inorgánicos.
- Proteasas: facilitan la descomposición de proteínas complejas, lo que mejora el aprovechamiento de la proteína bruta.

La selección de enzimas depende del tipo de dieta, el nivel de inclusión y el objetivo productivo. Es importante considerar que estas enzimas deben ser activas en el pH ruminal o posruminal, y soportar las condiciones de procesamiento del alimento, como el peletizado o la extrusión (Simon, 2024).

4.1.3 Efectos fisiológicos y zootécnicos de las enzimas

La inclusión de enzimas en la dieta de bovinos de engorde genera una serie de efectos positivos en los procesos fisiológicos y zootécnicos. Desde el punto de vista digestivo, las enzimas incrementan la tasa y la extensión de degradación de los nutrientes, lo que se traduce en un mayor suministro de energía y aminoácidos disponibles para el crecimiento muscular.

Esto se refleja directamente en indicadores productivos como:

- Aumento en la ganancia de peso diaria.
- Mejora en el índice de conversión alimenticia (kg alimento/kg peso ganado).

Diversos estudios han demostrado que el uso de enzimas, especialmente combinaciones de carbohidrasas y proteasas, permite mejorar la eficiencia alimentaria en un rango del 5% al 15%, dependiendo del tipo de dieta y del sistema de producción (Vasquez, 2021).

Además, los animales que reciben dietas enzimáticas suelen presentar una mejor salud digestiva, con menor incidencia de acidosis ruminal y mayor estabilidad en el microbiota ruminal. Este efecto puede traducirse en una menor necesidad de tratamientos veterinarios y un incremento en la resiliencia frente a condiciones de estrés térmico o de manejo.

4.1.4 Beneficios económicos y ambientales del uso de enzimas

Desde una perspectiva económica, el uso de enzimas permite reducir los costos por unidad de peso producido, gracias a una mejor utilización de los ingredientes y una mayor eficiencia alimentaria. Al mejorar la digestibilidad, también se abre la posibilidad de utilizar materias primas alternativas o subproductos agroindustriales de menor costo, sin afectar el rendimiento animal.

El retorno sobre la inversión (ROI) del uso de enzimas ha sido documentado en varios estudios, mostrando que incluso con un costo adicional por tonelada de alimento, los beneficios productivos compensan ampliamente dicha inversión, especialmente en sistemas intensivos de engorde.

En el plano ambiental, las enzimas contribuyen a una producción pecuaria más sostenible. Al aumentar la eficiencia digestiva, se reduce la excreción de nutrientes no digeridos particularmente nitrógeno y fósforo que representan una fuente de contaminación ambiental. Asimismo, la mejora en la digestión de carbohidratos estructurales reduce la producción de metano entérico, uno de los principales gases de efecto invernadero asociados a la ganadería.

Según la FAO (2022), la aplicación de tecnologías alimenticias como las enzimas es clave para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), en especial los relacionados con la seguridad alimentaria, el uso eficiente de los recursos naturales y la mitigación del cambio climático.

4.2 TRABAJOS RELACIONADOS

4.2.1 Fundamentos del mezclado en nutrición animal

El proceso de mezclado es una etapa crítica en la elaboración de alimentos balanceados, ya que de él depende la uniformidad con la que los nutrientes y aditivos incluidas las enzimas se distribuyen entre las raciones. Una mezcla homogénea asegura que cada bovino reciba la cantidad adecuada de nutrientes requeridos, evitando deficiencias que podrían afectar su rendimiento productivo o, por el contrario, excesos que generen desequilibrios metabólicos o pérdidas económicas.

En los sistemas modernos de producción, el mezclado debe garantizar no solo la uniformidad, sino también la integridad física del alimento. Es decir, se debe evitar la segregación, compactación o la degradación de ingredientes, especialmente cuando se utilizan productos enzimáticos encapsulados o sensibles a la fricción mecánica. La eficiencia del mezclado puede evaluarse a través de pruebas de coeficiente de variación (CV), siendo deseable un valor inferior al 10% para garantizar calidad en la mezcla final (Castro, 2021)

4.2.2 Tipos de mezcladoras utilizadas en la industria pecuaria

Existen diversas tecnologías de mezclado que varían según su principio de funcionamiento, capacidad, costo y tipo de ingredientes que procesan. A continuación, se describen los más comunes:

- **Mezcladoras horizontales:** Usan paletas, aspas o sinfines rotatorios dentro de un cilindro horizontal. Son ampliamente utilizadas por su capacidad de mezcla rápida y eficiente. Permiten integrar líquidos, polvos y granulados, y son ideales para plantas de producción media y alta.
- **Mezcladoras verticales:** Utilizan un tornillo sinfín vertical para mover los ingredientes desde la base hasta la parte superior del tanque. Aunque su capacidad de mezcla es menor y el proceso es más lento, su bajo costo las hace atractivas para pequeños productores.
- **Mezcladoras de doble eje o ribbon mixers:** Incorporan dos ejes con aspas

entrelazadas que permiten una mezcla rápida y uniforme en menos tiempo. Se utilizan en instalaciones industriales que requieren precisión en la formulación.

- Mezcladoras planetarias y de tambor rotatorio: Menos comunes, pero útiles en formulaciones con líquidos viscosos o pastas.

La selección del tipo de mezcladora debe considerar no solo el volumen de producción, sino también la naturaleza de los ingredientes, la frecuencia de cambio de fórmulas, y el nivel de automatización deseado (Metaltco, 2017).

4.2.3 Diseño técnico y eficiencia operativa

El diseño técnico de una mezcladora incluye variables como la potencia del motor, la capacidad volumétrica, el tiempo de mezcla, los materiales de construcción, y los sistemas de control. Un diseño eficiente debe permitir un mezclado rápido (idealmente entre 3 a 5 minutos por lote), con bajo consumo energético, y mínima generación de calor que pueda afectar los ingredientes termolábiles como algunas enzimas (Vallejo, 2022).

En términos prácticos, una buena mezcladora también debe contar con sistemas de dosificación automáticos, sensores de carga, control de velocidad y, de ser posible, integrarse a un software de gestión de formulaciones. De este modo, se reduce la intervención humana, se mejora la trazabilidad y se garantiza una mayor precisión en la preparación de las raciones (CHULDE, 2020).

Martínez & López (2019), señalan que las fallas más comunes en el uso de mezcladoras son: mezclado insuficiente, tiempos de mezcla inadecuados, cargas excesivas, y la falta de limpieza entre lotes. Estos errores afectan la calidad final del alimento y pueden ocasionar pérdidas productivas o rechazo por parte del ganado.

4.2.4 Innovaciones tecnológicas en mezcladoras pecuarias

La cuarta revolución industrial también ha llegado al sector agropecuario. Actualmente, las mezcladoras más modernas incluyen tecnologías de sensorización avanzada, monitoreo en

tiempo real y control automatizado por sus siglas en ingles PLC (controladores lógicos programables). Estos avances permiten:

- Ajustar la velocidad de mezcla según la fórmula.
- Dosificar ingredientes con precisión milimétrica.
- Registrar datos históricos para cada lote producido.
- Alertar sobre fallas técnicas o desbalance en la carga.

Además, el uso de tecnologías como la inteligencia artificial y el análisis de datos está comenzando a aplicarse para predecir necesidades nutricionales en función del peso, edad y estado fisiológico de los animales, permitiendo ajustar la mezcla de forma dinámica. Esto representa un cambio de paradigma hacia la nutrición de precisión (Tapia, 2006).

4.2.5 Formulación manual o por ecuaciones

La formulación de alimentos balanceados para bovinos es un proceso fundamental en la ganadería, ya que influye directamente en la salud, el crecimiento y la productividad del ganado. Existen dos métodos principales para formular dietas: el manual y el basado en ecuaciones. La formulación manual se apoya en tablas de requerimientos nutricionales y en la experiencia del técnico, permitiendo ajustar raciones según la disponibilidad de insumos locales. Aunque es un método práctico y accesible, puede carecer de precisión si no se realiza con criterios técnicos adecuados (Cerdas Ramírez, 2013).

Por otro lado, la formulación por ecuaciones utiliza cálculos matemáticos basados en los requerimientos nutricionales específicos del animal (según peso, edad, etapa productiva) y en la composición química de los ingredientes disponibles. Este método permite una mayor exactitud en el suministro de energía, proteína, fibra, minerales y vitaminas, optimizando el rendimiento y reduciendo desperdicios. La incorporación de herramientas informáticas ha facilitado la aplicación de este tipo de formulación, permitiendo simular diferentes combinaciones de ingredientes para lograr un alimento eficiente y económicamente viable.

En ambos casos, el objetivo es cubrir las necesidades del bovino de forma equilibrada, maximizando su potencial productivo y garantizando un desarrollo saludable, lo cual es esencial

para una ganadería rentable y sostenible (Cerdas Ramírez, 2013).

4.2.6 Uso de hojas de cálculo

El uso de hojas de cálculo en la elaboración de alimentos balanceados para bovinos de engorde se ha convertido en una herramienta indispensable en la nutrición animal moderna. Estas aplicaciones, como Microsoft Excel o Google Sheets, permiten organizar, calcular y analizar grandes volúmenes de datos de manera rápida y precisa, facilitando la formulación de dietas que cumplan con los requerimientos nutricionales de los animales de forma eficiente y económica (Pérez, 2023).

Mediante hojas de cálculo, es posible ingresar la composición nutricional de los ingredientes disponibles (energía, proteína, fibra, minerales, etc.) y compararla con los requerimientos específicos del ganado en diferentes etapas de crecimiento o producción. A través de fórmulas matemáticas, funciones lógicas y herramientas de optimización, los usuarios pueden ajustar las proporciones de los ingredientes para obtener una ración equilibrada que maximice el rendimiento sin exceder los costos (Elías, 2023).

Además, estas herramientas permiten realizar simulaciones para evaluar distintas combinaciones de materias primas, comparar precios, calcular costos por kilogramo de alimento producido, y mantener un registro histórico de formulaciones. Su uso reduce el margen de error humano en cálculos manuales y mejora la toma de decisiones en la gestión alimenticia del hato (Elías, 2023).

4.2.7 Software especializado

El uso de software especializado para la elaboración de alimentos balanceados para bovinos de engorde ha revolucionado la forma en que se gestionan las dietas en la ganadería moderna. Estos programas están diseñados para formular raciones precisas y equilibradas, tomando en cuenta los requerimientos nutricionales del animal y la composición química de los ingredientes disponibles. A diferencia de los métodos manuales o el uso básico de hojas de cálculo, los softwares especializados ofrecen mayor precisión, rapidez y capacidad de análisis (VALDEZ, 2006).

Herramientas como NRC Dairy, FeedSoft, Brill Formulation, WinFeed o Ruminant Nutrition System (RNS) permiten realizar formulaciones complejas, considerando múltiples variables como la etapa de desarrollo del bovino, el peso corporal, la tasa de ganancia esperada y la disponibilidad de insumos. Estos programas también pueden optimizar las raciones según el costo de los ingredientes, asegurando una alimentación eficiente y económica (VALDEZ, 2006).

Además, estos sistemas incluyen bases de datos integradas, simuladores de respuesta animal, análisis de costos, proyecciones productivas y reportes personalizados. El uso de este tipo de software es especialmente útil en sistemas intensivos de producción, donde una nutrición adecuada puede marcar la diferencia en la rentabilidad (hybrimin, 2020).

4.3 Relación entre la producción y alimentos balanceados con enzimas y máquinas automatizadoras.

El éxito de un sistema de alimentación que utilice enzimas depende en gran medida de la calidad del proceso de mezclado. Si bien las enzimas tienen un enorme potencial para mejorar la digestibilidad y el rendimiento animal, estos efectos solo se manifiestan si están bien distribuidas en la ración. Una mala mezcla puede generar que algunos animales consuman dosis subóptimas y otros excesivas, afectando la uniformidad de crecimiento del lote y la eficiencia general (McKinney, 2020).

Por tanto, la mezcladora actúa como un elemento mediador crucial entre la formulación teórica del alimento y su expresión real en el consumo diario del bovino. Un sistema automatizado, calibrado y mantenido correctamente, garantiza que los beneficios de las enzimas (mejora en la conversión alimenticia, reducción de residuos, uso de ingredientes alternativos) se aprovechen plenamente (García Carranza, 2015).

La relación entre ambas variables también es económica: una mala mezcla desperdicia enzimas costosas, mientras que una buena mezcla potencializa su efecto y reduce el costo por kilo ganado (McKinney, 2020).

4.4 ¿Qué debemos tomar en cuenta para implementar una mezcladora automática?

Para implementar una mezcladora en un sistema de producción bovina, se deben considerar diversos factores técnicos, económicos y operativos:

- Evaluación de la demanda nutricional: Antes de adquirir la mezcladora, es necesario contar con un programa nutricional claro que justifique la inclusión de enzimas y la necesidad de precisión en las mezclas.
- Capacitación del personal: La eficacia del equipo depende en gran medida del manejo técnico. El personal debe conocer los principios de mezclado, la programación de lotes, y los protocolos de limpieza.
- Retorno de inversión (ROI): Aunque una mezcladora automatizada puede tener un costo inicial elevado, su vida útil, la mejora en la calidad del alimento y el ahorro por mejor conversión alimenticia justifican su adopción.
- Mantenimiento y monitoreo: La mezcladora debe estar sujeta a rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo, y los resultados de mezcla deben ser verificados periódicamente mediante análisis de homogeneidad.
- Regulación sanitaria: Todo equipo que entre en contacto con alimentos debe cumplir normas de higiene y calidad, y estar registrado según la normativa local agroalimentaria.

La alimentación balanceada de bovinos de engorde es un componente fundamental para garantizar una producción rentable, eficiente y sostenible. La inclusión de enzimas en la dieta representa una estrategia nutricional avanzada que permite aprovechar mejor los nutrientes, reducir los costos de producción y minimizar el impacto ambiental. Sin embargo, el éxito de esta estrategia depende en gran medida de la calidad del proceso de mezclado (Jiménez, 2023).

La mezcladora de productos balanceados, en su rol como variable independiente, determina la eficacia del alimento enzimático final. Una mezcla homogénea permite una dosificación adecuada de todos los ingredientes, incluidas las enzimas, mientras que una mezcla deficiente puede comprometer los resultados esperados (Metalteco, 2017).

Por tanto, la implementación de una mezcladora adecuada, junto con el uso racional de enzimas en la formulación, constituye una combinación poderosa que puede transformar los sistemas de engorde bovino tradicionales en modelos más modernos, precisos y sostenibles. La revisión de literatura demuestra que esta sinergia contribuye al desarrollo de una ganadería tecnificada, respetuosa con el ambiente y económicamente viable (CHULDE, 2020).

CAPÍTULO III

5 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

5.1.1 Descripción sistema a utilizar

Para la implementación de este sistema de mezclado se utilizó una maquina procesadora de la marca FARMER con capacidad de 150kg, la ficha técnica proporcionada resalta la siguiente declaración *“Una mezcladora de balanceado eléctrica es una máquina diseñada para mezclar y homogeneizar diferentes ingredientes utilizados en la producción de alimentos balanceados para animales. Está compuesta por varios elementos clave que le permiten realizar esta tarea de manera eficiente y precisa”*.

5.1.2 Plan de implementación

Para gestionar la implementación del alimento balanceado utilizando la maquina mezcladora se desarrolló una fórmula que garantiza una adecuada distribución de enzimas, minerales y vitaminas que serán aprovechadas por los bovinos de engorde, por lo que se estableció que por cada 100kg de alimento se utilice la fórmula de la tabla 2.

Ingrediente	% Inclusión	Función principal
Maíz molido	40%	Fuente de energía (almidón digestible)
Torta de soya (44% PB)	20%	Fuente de proteína
Salvado de trigo o arroz	10%	Fuente de fibra y energía
Heno molido (alfalfa, gramínea)	10%	Fibra efectiva, salud ruminal
Melaza	5%	Energía rápida y palatabilidad
Carbonato de calcio	1,5%	Aporte de calcio
Fosfato bicálcico	1,5%	Aporte de fósforo y calcio
Premix vitamínico-mineral	1,0 %	Vitaminas A, D, E y minerales traza
Urea (opcional, solo si se maneja bien)	0,5 – 1,0 %	Fuente no proteica de nitrógeno
Enzimas exógenas	0,5 – 1,0 %	Mejora de digestibilidad

Tabla 2. Fórmula de alimento balanceado con enzimas

5.1.3 Aporte nutricional

Descripción	Aporte
Proteína bruta (PB):	14–16%
Energía metabolizable:	2,6–2,9 Mcal/kg
Fibra Detergente Neutro (FDN):	25–28%
Calcio:	0,7–1,0%
Fósforo:	0,35–0,45%

Tabla 3. Tabla de aportes nutricionales

5.1.4 Enzimas recomendadas y funciones

Enzima	Función principal
Amilasa	Degrada almidones del maíz y cereales, más energía disponible
Proteasa	Hidroliza proteínas, mejor absorción de aminoácidos
Xilanasas	Degrada polisacáridos no amiláceos de la fibra
Celulasa	(opcional) Degrada celulosa, mejora digestión de fibra
Fitasa	(opcional) Libera fósforo ligado en fitatos

Tabla 4. Detalles de las enzimas utilizadas

- La inclusión de urea requiere adaptación y cuidado. Nunca superar el 1% de la ración total seca.
- Enzimas deben mezclarse bien, evitar altas temperaturas (pierden actividad).
- Proveer agua limpia y fresca ad libitum.
- Siempre hacer pruebas de aceptabilidad y adaptación en el lote de animales antes de generalizar.

5.1.5 Resultados de la implementación

Luego de implementar esta fórmula pudimos observar que la máquina mezcladora puede procesar sin dificultad 100kg de alimento en un lapso de una hora, si bien es cierto que la máquina tiene capacidad para procesar y paletizar 150kg de alimento por hora se decidió establecer un parámetro recomendado de 100kg debido a la cantidad del ganado existente. El proceso de mezclado se desarrolló sin dificultades integrando correctamente la materia prima utilizada, garantizando así la implementación de los insumos correctamente balanceadas para los bovinos de engorde existentes, y debido a la cantidad de alimento producido por hora, podemos afirmar que esta máquina mezcladora puede producir un aproximado de 1000kg de alimento en una jornada de 8 horas de trabajo, lo que permite abastecer de alimento balanceado a un conjunto de 67 cabezas de ganado por día, lo cual evidencia una rentabilidad favorable para la escala productiva de una empresa de tamaño mediano.

Falta la información de este objetivo específico



Instruir y asesorar al personal operativo en el manejo óptimo de la mezcladora para la elaboración eficiente de raciones balanceadas con enzimas.

CAPÍTULO IV

6 CONCLUSIONES

Se formuló exitosamente una ración balanceada suplementada con enzimas para bovinos de engorde, utilizando la mezcladora implementada, que cumplió con las especificaciones técnicas y nutricionales requeridas para optimizar la digestibilidad y el rendimiento productivo del ganado.

La evaluación de la homogeneidad de las raciones producidas demostró que la mezcladora garantiza una mezcla uniforme de los ingredientes, lo que influyó positivamente en la palatabilidad del alimento, mejorando el consumo voluntario y el desempeño productivo de los bovinos.

La capacitación y asesoría brindadas al personal operativo sobre el manejo adecuado de la mezcladora permitieron una elaboración eficiente y constante de las raciones balanceadas con enzimas, contribuyendo a la sostenibilidad y éxito del proceso productivo.

7 RECOMENDACIONES

Mantener y fortalecer los programas de capacitación continua para el personal operativo, asegurando el correcto uso y mantenimiento de la mezcladora, con el fin de garantizar la calidad y homogeneidad de las raciones producidas.

Implementar controles periódicos de calidad en la mezcla de ingredientes y en la actividad enzimática del alimento, para asegurar que los bovinos reciban una ración óptima que maximice su rendimiento.

Explorar la inclusión de nuevas enzimas o aditivos nutricionales en futuras formulaciones, así como la adaptación de las raciones según las diferentes etapas de engorde, para optimizar aún más la eficiencia productiva y el bienestar animal.

BIBLIOGRAFÍA

- Bampidis, V. A.-P. (2021). *Nutrition and feeding of beef cattle*. Cham: Springer Nature.
- Castro, R. F. (2021). Homogeneidad de mezclas en la elaboración de alimentos balanceados: implicaciones en la productividad animal. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 13(1), 67–74.
- Cerdas-Ramírez, R. (2013). *Formulación de raciones para carne y leche. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica*. San José: InterSedes.
- CHULDE, M. V. (2020). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA Y DOSIFICADORA DE MASA PARA CONOS DE HELADO*. Ibarra: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- Elías, P. C. (2023). *MANUAL DE LA HOJA DE BALANCE DE ALIMENTOS*. Quito: MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA.
- FAO. (2022). *Ganadería sostenible y tecnologías alimenticias: Manual de buenas prácticas para América Latina*. Roma: Organización de las Naciones Unidas.
- García Carranza, A. A. (2015). *DISEÑO DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTOS CON DIFERENTES FRECUENCIAS. DESTINADA AL GREMIO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE ANIMALES EN EL RECINTO SAN LUIS, DEL CANTÓN MOCACHE 2015*.
- García Pérez, J. (2020). *Fundamentos de estadística aplicada a las ciencias agropecuarias*. Madrid: Editorial Agrícola Española.
- Gutiérrez, A. L. (2020). *Nutrición animal aplicada: Fundamentos y estrategias de alimentación*. Ciudad de Mexico: Trillas.
- hybrimin. (2020). *Software de cálculo de alimentación por expertos para expertos*. Obtenido de Software de cálculo de alimentación por expertos para expertos: <https://hybrimin.de/es/>

- Inacio, E. J. (2022). *Tesis fácil. El arte de dominar el método científico*. Buenos Aires: Analéctica.
- Jiménez, M. G. (2023). *AUTOMATIZACIÓN DE UN PROCESO DE MEZCLADO INDUSTRIAL*. UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE.
- Kellems, R. O. (2017). *Livestock Feeds and Feeding (6th ed.)*. New Jersey: Pearson. Upper Saddle River.
- Khan, R. U. (2019). *Enzyme supplementation in ruminant nutrition: Recent advances*. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Obtenido de Enzyme supplementation in ruminant nutrition: Recent advances. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*: <https://doi.org/10.1111/jpn.13045>
- Martínez González, A. (2019). *Estadística para investigadores: Aplicaciones en ciencias agrarias y biológicas*. Bogotá: Ediciones de la U.
- MAXFARMER. (2020). *FICHA TÉCNICA*.
- McDonald, P. E. (2018). *Animal Nutrition (8th ed.)*. Reino Unido: Pearson Education. Harlow.
- McKinney, K. (2020). *El uso de enzimas en la industria de alimento balanceado: Por qué utilizar las enzimas*. Obtenido de El uso de enzimas en la industria de alimento balanceado: Por qué utilizar las enzimas: <https://www.alltech.com/es-mx/blog/el-uso-de-enzimas-en-la-industria-de-alimento-balanceado-por-que-utilizar-las-enzimas>
- Metalteco. (2017). *MEZCLADORA: TIPOS, VENTAJAS Y FUNCIONAMIENTO (PARTE 1)*. Obtenido de MEZCLADORA: TIPOS, VENTAJAS Y FUNCIONAMIENTO (PARTE 1): <https://metalteco.com/mezcladora-tipos-ventajas-funcionamiento-1/>
- Pérez, A. A. (2023). Principios matemáticos, nutricionales y didácticos del uso de ecuaciones 3×3 con Excel en la formulación de alimentos balanceados y de raciones para animales. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, vol. 24, no. 1, pp. 1-15.
- Simon, A. L. (2024). Inclusion of exogenous enzymes in feedlot cattle diets: Impacts on

physiology, rumen fermentation, digestibility and fatty acid profile in rumen and meat. *science direct*, 3-4.

Tapia, F. H. (2006). *Innovaciones tecnológicas en la agricultura empresarial mexicana. Una aproximación teórica*. Isidro Fabela: Universidad Autónoma del Estado de México.

Triola, M. F. (2016). *Estadística (12.ª ed.)*. Madrid: Pearson Educación.

VALDEZ, R. F. (2006). *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN ORIENTADO A LA FORMULACIÓN DE RACIONES DE MÍNIMO COSTO PARA ANIMALES MONOGÁSTRICOS*. La Paz: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS.

Vallejo, B. A. (2022). *Carlos Andrés Trujillo*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Vasquez, R. G. (2021). *Tecnologías alimenticias aplicadas en sistemas de engorde bovino*. Bogotá: Agropecuarias Andinas.

ANEXOS

Anexo 1. Llegada de la maquina mezcladora



Anexo 2. Recepción de la máquina mezcladora por parte del decano de la Institución



Anexo 3. Selección de la materia prima



Anexo 4. Integración de la materia prima en la máquina mezcladora



Anexo 5. Integración de enzimas y más minerales



Anexo 6. Extracción del alimento balanceado finalizado



Anexo 7. Alimentación de bovinos de engorde con el alimento balanceado con enzimas.



Anexo 8. Enlace de información de la máquina mezcladora toca para ingresar

MAX FARMER

MEZCLADORA DE ALIMENTOS PARA BALANCEADOS

CAPACIDAD: 150 Kg.
CORRIENTE: 220 V.

f @Max Farmer @maxfarmerecuador www.max-farmer.com
0985866458 / 0983691267 | Av. Chone 6-49 y Río Chila
Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador



Cindy Cedeño tesis 2025

7%
Textos sospechosos

3% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
< 1% entre las fuentes mencionadas
4% Idiomas no reconocidos
40% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Cindy Cedeño tesis 2025.docx
ID del documento: d2ebf49b648787fe23168566b211539cd59588a0
Tamaño del documento original: 2.4 MB

Depositante: David Vera Bravo
Fecha de depósito: 11/8/2025
Tipo de carga: interface
Fecha de fin de análisis: 11/8/2025

Número de palabras: 7314
Número de caracteres: 50.302

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Adrian Aray tesis 2025..docx Adrian Aray tesis 2025.. #d4b668 Viene de de mi biblioteca 6 fuentes similares	6%		Palabras idénticas: 6% (437 palabras)
2	Ignacio Menendez tesis 2025.docx Ignacio Menendez tesis 2025.. #b5a0a0 Viene de de mi biblioteca 5 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (313 palabras)
3	Beien Zambrano tesis 2025..docx Beien Zambrano tesis 2025.. #deab06 Viene de de mi biblioteca 3 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (252 palabras)
4	repositorio.utc.edu.ec Manual de funcionamiento, mantenimiento y aplicación... http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8631/6/PC-002249.pdf.txt 5 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)
5	www.alltech.com El uso de enzimas en la industria de alimento balanceado: Pa... https://www.alltech.com/mx/blog/el-uso-de-enzimas-en-la-industria-de-alimento-balanceado... 5 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (31 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	CRISTHIAN ALEXANDER MÁRQUEZ SÁNCHEZ.docx CRISTHIAN ALEXAN... #08385f Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
2	repositorio.utc.edu.ec http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8631/1/PC-002249.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)
3	hybrimn.de Software de cálculo de piensos de expertos - HYBRIMIN® https://hybrimn.de/es/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)
4	metalteco.com Mezcladora: Tipos, Ventajas y Funcionamiento (Parte 1) https://metalteco.com/mezcladora-tipos-ventajas-funcionamiento-1/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)
5	PAT-04-F-001-Plan de Titulación-Proyecto de Investigación (2).pdf PA... #70678f Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)

Fuente mencionada (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1 <https://doi.org/10.1111/jpn.13045>

