

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
INGENIERO AGROPECUARIO**

**“Articulación de los sistemas ganaderos tradicionales con la propuesta de
ganadería 4.0” en el Carmen**

AUTORA: Caicedo Farfán María Mercedes

TUTOR: Ing. Francel Xavier López Mejía, PhD

El Carmen, agosto del 2026

	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 II de 71

CERTIFICACIÓN

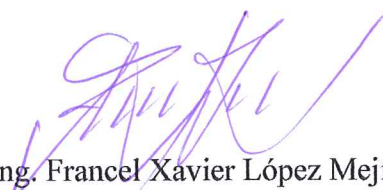
En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **María Mercedes Caicedo Farfán**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2026 (1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Articulación de los sistemas ganaderos tradicionales con la propuesta de ganadería 4.0” en el Carmen**

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 del mismo, 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, 3 de agosto del 2026.


 Ing. Francel Xavier López Mejía, PhD.
Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

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

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

“Articulación de los sistemas ganaderos tradicionales con la propuesta de ganadería 4.0” en el Carmen

AUTORA: María Mercedes Caicedo Farfán

TUTOR: Ing. Francel Xavier López Mejía, PhD.

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

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO _____

Mg. Kleber Fernando Mejía Chanaluiza

MIEMBRO _____

Mg. Vera Bravo David Napoleón

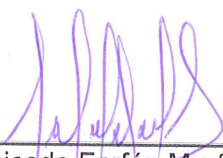
MIEMBRO _____

Mg. Nivelá Morante Pedro Eduardo

DECLARACIÓN DEL AUTORIA

Yo, Caicedo Farfán María Mercedes, portadora de la cédula de identidad N.º 1313291039, egresada de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, declaro bajo juramento que el presente trabajo de investigación titulado "Articulación de los sistemas ganaderos tradicionales con la propuesta de ganadería 4.0" en el Carmen ha sido desarrollado de manera original y constituye un trabajo propio.

Asimismo, manifiesto que los datos, resultados, análisis y conclusiones presentados en esta investigación son producto exclusivo del trabajo realizado, y que toda información proveniente de fuentes bibliográficas, documentos técnicos o aportes de otros autores ha sido debidamente citada y referenciada conforme a las normas académicas vigentes.



Caicedo Farfán María Mercedes
C.I. 1313291039

DEDICATORIA

“El futuro pertenece a quienes creen en la belleza de sus sueños.” — **Verónica Tugaleva**

Me dedico este logro como reconocimiento a mi esfuerzo, valentía y perseverancia, por haber confiado en mis capacidades aun en los momentos más difíciles. Con profundo amor, dedico este trabajo de titulación a mis hijos, Juan José, Damaris y Asher, quienes constituyen mi mayor inspiración y la fuerza que me impulsa a seguir adelante. A mi esposo, Hernán Vera, por acompañarme y formar parte de este importante proceso.

A mis padres, Divino Caicedo y Fanny Farfán, por su apoyo, sus enseñanzas y por haber contribuido a mi formación personal y profesional.

De manera especial, dedico este logro a la memoria de mi abuela, Bella del Carmen Franco Cedeño, quien fue una de las personas que siempre me motivó a continuar. Aunque ya no se encuentra físicamente a mi lado, sus consejos, su ejemplo y sus palabras de aliento permanecen presentes en mi vida y me impulsaron a convertirme en la profesional que hoy soy.

Gracias por acompañarme durante este camino y por ser parte esencial de este sueño cumplido

María Mercedes Caicedo Farfán

AGRADECIMIENTO

“Una mujer con voz es, por definición, una mujer fuerte. Pero la búsqueda para encontrar esa voz puede ser notablemente difícil.” — Melinda Gates

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por concederme cada día la oportunidad de comenzar nuevamente, fortalecerme ante las dificultades y permitirme alcanzar esta importante meta académica y personal.

Expreso mi gratitud a todos los docentes que, a lo largo de mi formación académica, compartieron sus conocimientos y me enseñaron que los logros se construyen mediante el esfuerzo, la constancia y la perseverancia.

A la Ing. Alexandra Mendoza, de quien tuve la dicha de ser alumna durante el último semestre, por ser una profesional y una persona excepcional. Al Ing. Ángel Macay, por su arduo trabajo, dedicación y paciencia con sus estudiantes. Asimismo, agradezco al Ing. Paul González por su aporte durante mi preparación académica.

De manera especial, agradezco a mi tutor de tesis, Ing. Francel Xavier López Mejía, PhD, por su orientación y acompañamiento durante el desarrollo de este trabajo de titulación.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, me ofrecieron su apoyo, confianza y palabras de ánimo para alcanzar esta meta. Cada consejo, enseñanza y gesto recibido fue valioso y significativo durante este camino académico y personal.

Agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, me ofrecieron su apoyo, palabras de ánimo y confianza para alcanzar esta meta. Cada gesto recibido fue valioso en este camino académico y personal.

María Mercedes Caicedo Farfán

ÍNDICE

TRIBUNAL DE TITULACIÓN	III
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE ANEXO	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT	XV
CAPITULO I	1
TÍTULO.....	1
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
OBJETIVOS	3
HIPÓTESIS	3
METODOLOGÍA.....	5
1.1 Localización de la unidad experimental	5
1.2 Caracterización climatológica de la zona	5
1.3 Materiales y Equipos	6
1.4 Población y muestra	6
1.5 Variables.....	7
1.5.1 Variables independientes.....	7
1.5.2 Variable dependiente	7
1.6 Métodos	8
1.6.1 Método empírico	8
1.6.2 Método experimental.....	8
1.7 Métodos estadístico	¡Error! Marcador no definido.
1.8 Análisis estadístico	8

1.9	Manejo del experimento	9
2	CAPÍTULO II	10
2.	MARCO TEÓRICO.....	10
2.1	Sistemas ganaderos tradicionales	10
2.2	Componentes de los sistemas ganaderos tradicionales.....	11
2.2.1	<i>Componente sanitario</i>	11
2.2.2	<i>Componente reproductivo</i>	12
2.2.3	<i>Componente pasturas</i>	12
2.3	Concepto de ganadería 4.0.....	13
2.3.1	<i>Evolución de la Ganadería 4.0</i>	13
2.3.2	<i>Tecnologías aplicadas a la Ganadería 4.0</i>	14
2.3.3	<i>Tecnologías aplicadas a la Ganadería 4.0</i>	14
2.3.4	<i>Beneficios de la Ganadería 4.0</i>	15
3	CAPÍTULO III.....	17
3.1	INVESTIGACIONES A FINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	17
	CAPITULO IV	19
	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	19
4.1	Descripción del sistema	19
4.2	Diseño y selección de tecnologías a implementar	19
4.3	Plan de implementación.....	20
	CAPITULO V	21
	RESULATDOS Y DISCUSIÓN	21
5.1.	Relación entre el género y las variables de estudio	21
5.2.	Relación entre la edad de los productores y las dimensiones de productividad, sostenibilidad y competitividad	23
5.3.	Relación entre el tamaño de la finca y las dimensiones de productividad, sostenibilidad y competitividad	25
5.4.	Asociación entre el nivel educativo y las dimensiones de productividad, sostenibilidad y competitividad en los sistemas ganaderos	26

5.5. Productividad.....	29
5.6. Competitividad	33
5.7. Sostenibilidad	39
CAPÍTULO IV	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
CONCLUSIONES.....	44
RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	XXXV
ANEXOS	XXXV

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Características climatológicas de la localidad</i>	6
Tabla 2. <i>Participación de la superficie plantada de pastos en Ecuador, 2023</i>	10
Tabla 3. <i>Existencia de ganado vacuno, vacas ordeñadas y producción de leche, según región, Ecuador, 2023</i>	10
Tabla 4. <i>Ventajas y limitaciones de la ganadería tradicional</i>	12
Tabla 5. <i>Asociación significativa entre el género y las dimensiones de productividad, sostenibilidad y competitividad en los sistemas ganaderos</i>	22
Tabla 6. <i>Asociación entre la edad de los productores y las dimensiones de productividad, sostenibilidad y competitividad en los sistemas ganaderos del cantón El Carmen</i>	24
Tabla 7. <i>Asociación entre el tamaño de la finca y las dimensiones de productividad, sostenibilidad y competitividad</i>	26
Tabla 8. <i>Asociación entre el nivel educativo y las dimensiones de productividad, sostenibilidad y competitividad en los sistemas ganaderos</i>	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de proyecto de investigación	5
Figura 2. Monitoreo de indicadores productivos.....	29
Figura 3. Percepción sobre la productividad actual.....	30
Figura 4. <i>Nivel de control de alimentación y conversión alimenticia</i>	30
Figura 5. <i>Utilización de registros en la finca</i>	30
Figura 6. <i>Tipo de registro utilizado</i>	31
Figura 7. <i>Satisfacción con los resultados productivos</i>	31
Figura 8. <i>Conocimiento de herramientas tecnológicas para la reproducción</i>	32
Figura 9. <i>Disposición para incorporar sistemas automáticos</i>	32
Figura 10. <i>Principales factores que limitan la productividad</i>	33
Figura 11. <i>Percepción del incremento productivo mediante Ganadería 4.0</i>	33
Figura 12. <i>Competitividad frente a otros productores</i>	34
Figura 13. <i>Importancia de la innovación tecnológica</i>	34
Figura 14. <i>Uso de herramientas tecnológicas para comercialización</i>	35
Figura 15. <i>Limitación competitiva de la ganadería tradicional</i>	35
Figura 16. <i>Digitalización y fortalecimiento de la trazabilidad</i>	36
Figura 17. <i>Disposición para recibir capacitación</i>	36
Figura 18. <i>Evaluación y reducción de los costos productivos</i>	37
Figura 19. <i>Valoración de productos según la gestión tecnológica</i>	37
Figura 20. <i>Adaptación a nuevas tendencias tecnológicas</i>	38
Figura 21. <i>Articulación de sistemas tradicionales y Ganadería 4.0</i>	38
Figura 22. <i>Aplica prácticas sostenibles en su sistema ganadero</i>	39
Figura 23. <i>Cree que la tecnología puede ayudar a reducir el impacto ambiental de la ganadería</i>	39
Figura 24. <i>Utiliza métodos para medir el consumo de agua y energía en su finca</i>	40
Figura 25. <i>Considera importante implementar herramientas digitales para controlar la huella ambiental</i>	40
Figura 26. <i>Qué tan preparado se siente para aplicar prácticas sostenibles apoyadas en tecnología</i>	41
Figura 27. <i>Estaría dispuesto a adoptar sistemas inteligentes para optimizar el uso de pasturas y forrajes</i>	41
Figura 28. <i>Considera que la ganadería tradicional genera impactos ambientales significativos</i>	42
Figura 29. <i>Conoce sistemas de monitoreo para evaluar la salud del suelo y la vegetación</i> ...	42

Figura 30. *Qué tan dispuesto está a invertir en tecnologías que mejoren la sostenibilidad a largo plazo.....*43

Figura 31. *Considera que la Ganadería 4.0 contribuye a un manejo responsable de los recursos naturales*43

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Relación entre el género y el monitoreo de indicadores productivos del sistema ganadero.....	XXXV
Anexo 2. Resultados de la prueba de Chi-cuadrado entre la edad y el monitoreo de indicadores productivos.	XXXV
Anexo 3. Aplicación de encuestas a los productores ganaderos participantes en la investigación	XXXV
Anexo 4. Instrucción: marque con una X la alternativa que corresponda. La información será utilizada exclusivamente con fines académicos.	XXXVI

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo analizar la articulación entre los sistemas ganaderos tradicionales y la propuesta de Ganadería 4.0 en el cantón El Carmen, Manabí. El estudio fue descriptivo, de campo y no experimental; se aplicaron encuestas a 71 productores ganaderos. Los datos fueron procesados mediante estadística descriptiva, prueba de Chi-cuadrado de Pearson y V de Cramer. Los resultados evidenciaron que el género se asoció con factores que limitan la productividad ($p = 0,0357$), inversión en tecnologías sostenibles ($p = 0,0061$) e innovación tecnológica ($p = 0,0110$). La edad se relacionó con control alimenticio ($p = 0,0181$), sistemas automáticos de seguimiento ($p = 0,0015$), manejo responsable de recursos naturales ($p = 0,0134$) y competitividad ganadera ($p = 0,0023$). El tamaño de finca presentó asociación con tecnologías para comercialización ($p = 0,0241$) y percepción de limitación competitiva de la ganadería tradicional ($p = 0,0360$). El nivel educativo mostró relación con tecnologías digitales ($p = 0,0055$), reproducción ($p = 0,0017$), monitoreo ambiental ($p < 0,0001$) y adaptación tecnológica ($p = 0,0087$). Se concluye que la articulación entre ganadería tradicional y Ganadería 4.0 representa una alternativa viable para modernizar el sector sin desplazar los saberes locales. Además, permite fortalecer la toma de decisiones, mejorar el manejo productivo, optimizar recursos naturales y elevar la competitividad de pequeños y medianos productores.

Palabras clave: ganadería, tecnología, productividad, sostenibilidad, competitividad

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the integration of traditional livestock production systems with the Livestock 4.0 approach in the canton of El Carmen, Manabí, Ecuador. The research followed a descriptive, field-based, and non-experimental design, involving a survey administered to 71 livestock producers. Data were analyzed using descriptive statistics, Pearson's Chi-square test, and Cramer's V coefficient. The results revealed that gender was significantly associated with factors limiting productivity ($p = 0.0357$), investment in sustainable technologies ($p = 0.0061$), and technological innovation for competitiveness ($p = 0.0110$). Age was significantly related to feeding management ($p = 0.0181$), the adoption of automated livestock monitoring systems ($p = 0.0015$), responsible management of natural resources ($p = 0.0134$), and the competitiveness of livestock production systems ($p = 0.0023$). Farm size showed significant associations with the use of technologies for marketing ($p = 0.0241$) and the perception that traditional livestock farming limits competitiveness ($p = 0.0360$). Educational level was associated with the adoption of digital technologies ($p = 0.0055$), reproductive management technologies ($p = 0.0017$), environmental monitoring ($p < 0.0001$), and technological adaptation ($p = 0.0087$). It was concluded that Livestock 4.0 represents a viable strategy to strengthen productivity, sustainability, and competitiveness by promoting technological innovation and improving decision-making in livestock production systems.

Keywords: livestock, technology, productivity, sustainability, competitiveness.

CAPITULO I

TÍTULO

Articulación de los sistemas ganaderos tradicionales con la propuesta de ganadería 4.0 en
el Carmen

INTRODUCCIÓN

El estudio desarrollado por Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2023) destaca que la ganadería constituye una de las principales actividades económicas del sector agropecuario, debido a su aporte a la producción de alimentos, la generación de empleo y el desarrollo de las comunidades rurales (FAO et al., 2023). Sin embargo, el incremento de la demanda de productos pecuarios exige sistemas de producción más eficientes, sostenibles y tecnificados, capaces de optimizar el uso de los recursos y responder a las exigencias de competitividad del mercado (Onofre et al., 2025). La incorporación de herramientas tecnológicas representa una oportunidad para fortalecer la productividad y mejorar la gestión integral de las explotaciones ganaderas (Valenzuela-García et al., 2022).

La investigación realizada por Costa et al. (2023) señala que la Ganadería 4.0 surge como una evolución de la ganadería de precisión, integrando tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), sensores inteligentes, sistemas de monitoreo, dispositivos electrónicos e inteligencia artificial para registrar información en tiempo real sobre el comportamiento, alimentación, salud y productividad del ganado. Estas herramientas facilitan la toma de decisiones basada en datos, optimizan los procesos productivos y contribuyen a mejorar la trazabilidad, el bienestar animal y la rentabilidad de las unidades de producción pecuaria (Abbasi et al., 2022).

El trabajo elaborado por Yadav et al. (2022) sostiene que la transformación digital del sector ganadero permite automatizar actividades que tradicionalmente demandaban una elevada inversión de tiempo y mano de obra. Tecnologías como drones, collares inteligentes, sensores ambientales, robots y plataformas digitales favorecen el monitoreo permanente de los animales, reducen costos operativos y fortalecen la eficiencia en la administración de los sistemas productivos (Belhadi et al., 2025). Asimismo, estas innovaciones permiten disminuir el uso indiscriminado de medicamentos, optimizar la alimentación del hato y generar información útil para mejorar la planificación técnica y económica de las explotaciones ganaderas (Sharma et al., 2022).

La evidencia científica presentada por Roy & De (2022) manifiesta que la incorporación de tecnologías digitales no busca reemplazar los sistemas ganaderos tradicionales, sino complementarlos mediante herramientas que permitan modernizar la gestión de las fincas sin perder las prácticas productivas adaptadas a cada territorio. En este sentido, la articulación entre el conocimiento empírico de los productores y las tecnologías emergentes favorece procesos de innovación orientados a incrementar la productividad, mejorar el bienestar animal y promover una producción ambientalmente responsable, aspectos indispensables para fortalecer la competitividad del sector ganadero (Belhadi et al., 2025; Roy & De, 2022; Scuderi et al., 2022).

La investigación desarrollada por Costamagna (2018) explica que la inteligencia artificial, el análisis masivo de datos y la interconexión de dispositivos digitales constituyen la base de la cuarta revolución tecnológica aplicada al sector agropecuario. Bajo este enfoque, la presente investigación analiza la articulación de los sistemas ganaderos tradicionales con la propuesta de Ganadería 4.0, con el propósito de identificar oportunidades que contribuyan a modernizar la actividad pecuaria, fortalecer la sostenibilidad y mejorar la competitividad de las explotaciones ganaderas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estudio realizado por señala que la ganadería ecuatoriana se ha desarrollado históricamente bajo sistemas tradicionales, sostenidos por prácticas extensivas, pastoreo en grandes superficies y conocimientos transmitidos de generación en generación. Aunque este modelo ha contribuido al sustento de las familias rurales, en la actualidad presenta limitaciones relacionadas con baja productividad, escasa tecnificación, uso poco eficiente de los recursos y dificultades para responder a las nuevas exigencias del mercado ganadero (Onofre et al., 2025).

Estudios realizados por Encalada & Villacorta (2024) evidencia que la demanda mundial de carne y leche continuará creciendo, lo que exige sistemas pecuarios más eficientes, sostenibles y capaces de garantizar trazabilidad, inocuidad y bienestar animal. En Ecuador, la productividad ganadera aún se mantiene por debajo de otros países de la región, situación que afecta la rentabilidad de pequeños y medianos productores y reduce su capacidad para competir en mercados más exigentes (Sharma et al., 2022). Esta realidad refleja la necesidad de incorporar herramientas tecnológicas que fortalezcan la toma de decisiones y mejoren la eficiencia productiva sin desplazar las prácticas tradicionales (Vásquez et al., 2023).

La investigación desarrollada por FAO et al. (2023) plantea que la Ganadería 4.0 integra tecnologías como sensores, Internet de las Cosas, inteligencia artificial, automatización y monitoreo en tiempo real para mejorar el manejo del ganado. Sin embargo, en el contexto

ecuatoriano, muchos productores aún presentan dificultades para articular estas innovaciones con sus sistemas tradicionales, debido a limitaciones económicas, falta de capacitación, escaso acceso tecnológico y resistencia al cambio (Onofre et al., 2025). Esto genera una brecha entre la producción ganadera convencional y las nuevas demandas de sostenibilidad, productividad y competitividad (Belhadi et al., 2025).

Ramírez et al. (2022) sostienen que la modernización ganadera debe orientarse hacia prácticas sostenibles que reduzcan la degradación del suelo, optimicen el uso de recursos y disminuyan el impacto ambiental. En este sentido, el problema central radica en la limitada articulación entre los sistemas ganaderos tradicionales y la propuesta de Ganadería 4.0, lo que impide aprovechar plenamente las tecnologías disponibles para mejorar la producción, la rentabilidad, el bienestar animal y la sostenibilidad del sector.

Frente a esta situación, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se articulan los sistemas ganaderos tradicionales con la propuesta de Ganadería 4.0?

OBJETIVOS

i) Objetivo general

- Analizar la articulación entre los sistemas ganaderos tradicionales y la propuesta de Ganadería 4.0 en el cantón El Carmen, provincia de Manabí.

ii) Objetivos específicos

- Diagnosticar las características técnicas, económicas y socioambientales de los sistemas ganaderos tradicionales del cantón El Carmen, provincia de Manabí.
- Identificar los elementos de la Ganadería 4.0 que pueden ser aplicados a las condiciones productivas de los pequeños y medianos productores ganaderos del cantón El Carmen.
- Conocer las diferencias entre sistemas ganaderos tradicionales y los de Ganadería 4.0, en el cantón El Carmen.

HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa (H_a)

La articulación de los componentes de la Ganadería 4.0 con los sistemas ganaderos tradicionales contribuirá a identificar oportunidades de mejora en los ámbitos técnico, económico y socioambiental de los pequeños y medianos productores del cantón El Carmen, provincia de Manabí.

Hipótesis nula (H_0):

La articulación de los componentes de la Ganadería 4.0 con los sistemas ganaderos tradicionales no contribuirá a identificar oportunidades de mejora en los ámbitos técnico, económico y socioambiental de los pequeños y medianos productores del cantón El Carmen, provincia de Manabí.

CAPÍTULO I

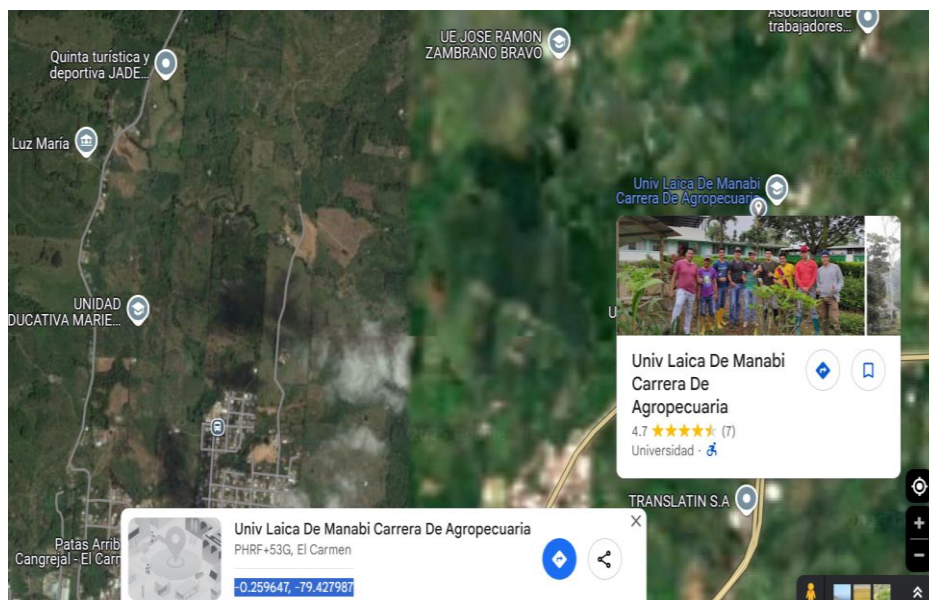
METODOLOGÍA

1.1 Localización de la unidad experimental

El estudio se desarrolló en el cantón El Carmen, ubicado al noreste de la provincia de Manabí. Este territorio limita al norte y este con la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, al sur con la provincia del Guayas y al oeste con el cantón Flavio Alfaro. Geográficamente, se localiza a $0^{\circ}16'11''$ de latitud sur y $79^{\circ}25'26''$ de longitud oeste. El cantón se caracteriza por una importante actividad agropecuaria, especialmente ganadera, lo que lo convierte en una zona relevante para el abastecimiento de carne y leche en la región (GAD El Carmen, 2022).

Además, El Carmen presenta condiciones favorables para la producción bovina, debido a sus suelos fértiles, clima tropical húmedo y disponibilidad de recursos hídricos. Estas características permiten el desarrollo de pastizales naturales y cultivados, esenciales para la alimentación del ganado. Su ubicación estratégica dentro de la Zona 4 facilita también la movilización de productos pecuarios hacia provincias cercanas como Santo Domingo, Los Ríos y Pichincha (INEC, 2020).

Figura 1. Localización de proyecto de investigación



Nota. Tomado de Google Maps, (2025).

1.2 Caracterización climatológica de la zona

A continuación, algunas características agroclimáticas del cantón:

Tabla 1. *Características climatológicas de la localidad*

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

Nota: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022)

1.3 Materiales y Equipos

Materiales	Equipos	Recursos digitales
Cuaderno de campo	Computadora portátil	Microsoft Excel
Guía de encuesta	Teléfono celular	Infostad versión 2021
Ficha de observación	Grabadora de audio	Google Forms
Esferos	GPS o aplicación de ubicación	Base de datos estadística
Carpetas	Cámara fotográfica	Documentos del MAG
Hojas de registro	Impresora	Información del GAD e INEC
Consentimiento informado	Calculadora	Repositorios académicos

1.4 Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por 3.527 productores ganaderos del cantón El Carmen, de acuerdo con la información proporcionada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2023). Esta población está integrada principalmente por pequeños y medianos productores que desarrollan actividades ganaderas bajo sistemas tradicionales, con distintos niveles de tecnificación.

Para la determinación del tamaño muestral, la literatura propone la fórmula para poblaciones finitas:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra.
- N = tamaño de la población (3.527 productores).
- Z = nivel de confianza (1,96 para un 95 %).
- p = probabilidad de éxito (0,50).

- q = probabilidad de fracaso (0,50).
- e = error muestral.

No obstante, para el desarrollo de esta investigación se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a la accesibilidad y disponibilidad de los participantes. En consecuencia, la muestra estuvo conformada por 71 productores ganaderos, quienes participaron voluntariamente y proporcionaron la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

1.5 Variables

Las variables consideradas en la investigación son productividad, sostenibilidad y competitividad, debido a que permiten analizar la articulación entre los sistemas ganaderos tradicionales y la propuesta de Ganadería 4.0. La productividad se relaciona con la eficiencia en la producción de carne y leche.

La sostenibilidad comprende las prácticas orientadas al uso responsable de los recursos naturales, manejo de pasturas y bienestar animal. La competitividad hace referencia a la capacidad del productor para mejorar sus procesos, incorporar tecnología y acceder a mejores mercados.

Variable	Indicadores
Productividad	Monitoreo productivo, alimentación, registros, genética, sanidad, rendimiento, uso de tecnología.
Sostenibilidad	Prácticas sostenibles, manejo de pasturas, bienestar animal, consumo de agua y energía, impacto ambiental.
Competitividad	Innovación, comercialización, trazabilidad, costos de producción, capacitación, acceso a mercados.

1.5.1 Variables independientes

- Sistemas ganaderos tradicionales.

Corresponde a las prácticas productivas, técnicas, económicas y socioambientales utilizadas actualmente por los ganaderos del cantón El Carmen.

1.5.2 Variable dependiente

- Ganadería 4.0.

Se refiere a la incorporación de tecnologías, digitalización, monitoreo, trazabilidad e innovación para mejorar la productividad, sostenibilidad y competitividad del sistema ganadero.

1.6 Métodos

1.6.1 Método empírico

Se utilizó el método empírico para recolectar información directamente de los productores ganaderos del cantón El Carmen, mediante encuestas y observación de campo. Este método permitió conocer las condiciones reales de los sistemas ganaderos tradicionales, el nivel de tecnificación, el uso de registros productivos, las prácticas sostenibles y la disposición de los productores para incorporar herramientas asociadas con la Ganadería 4.0.

1.6.2 Método experimental

Se aplicó el método analítico para examinar las variables productividad, sostenibilidad y competitividad, identificando sus principales indicadores dentro de los sistemas ganaderos tradicionales. Este método permitió interpretar cómo se relacionaron las características de los productores, como nivel educativo, edad y tamaño de finca, con la aceptación o aplicación de tecnologías vinculadas a la Ganadería 4.0.

1.7 Métodos estadísticos

Se empleó el método estadístico para procesar los datos obtenidos en las encuestas aplicadas a los productores ganaderos. La información fue organizada en una base de datos y analizada mediante frecuencias, porcentajes, prueba de Chi-cuadrado y análisis multivariado de conglomerados.

1.8 Análisis estadístico

Los datos obtenidos mediante las encuestas fueron procesados en Infostad. Primero, se aplicó estadística descriptiva mediante tablas de frecuencia, porcentajes y gráficos, con el propósito de caracterizar a los productores ganaderos según género, edad, nivel educativo, tamaño de finca y nivel de adopción de prácticas relacionadas con la Ganadería 4.0 (Encalada & Villacorta, 2024).

Posteriormente, se utilizó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson para determinar la asociación entre las características sociodemográficas y productivas de los ganaderos con las variables productividad, sostenibilidad y competitividad. Para interpretar la fuerza de asociación se consideró el coeficiente V de Cramer. Además, se aplicó un análisis multivariado

de conglomerados para clasificar a los productores en grupos con características similares (Pilamunga et al., 2024).

1.9 Manejo del experimento

El manejo metodológico se desarrolló mediante la aplicación de encuestas semiestructuradas y observación directa a productores ganaderos del cantón El Carmen, con el propósito de recopilar información sobre las prácticas tradicionales de producción y su posible articulación con la Ganadería 4.0. Durante el trabajo de campo se realizaron recorridos por las unidades productivas, donde se observaron aspectos relacionados con el manejo de pastos, alimentación del ganado, infraestructura, registros productivos, sanidad animal y uso de herramientas tecnológicas. Esta información permitió identificar las condiciones reales en las que se desarrolla la actividad ganadera.

Además, se utilizaron fichas de observación para registrar datos cualitativos sobre la percepción de los productores frente a la adopción de tecnologías aplicables al sector pecuario. La información recopilada sirvió como base para analizar la relación entre los sistemas ganaderos tradicionales y los principios de la Ganadería 4.0.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Sistemas ganaderos tradicionales

El estudio realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023) señala que la ganadería constituye una de las actividades agropecuarias con mayor impacto en la seguridad alimentaria, la generación de empleo y el desarrollo económico de las zonas rurales. En numerosos países latinoamericanos, los sistemas ganaderos tradicionales continúan representando la principal forma de producción pecuaria, debido a que dependen del aprovechamiento de recursos locales, la utilización de pastizales naturales y la experiencia acumulada por los productores durante varias (Castro et al., 2025). Estas características han permitido mantener la producción bovina en territorios donde la incorporación de tecnologías aún es limitada, convirtiendo a este sistema en un componente esencial del desarrollo rural (Muñoz-Rengifo et al., 2025).

Tabla 2. *Participación de la superficie plantada de pastos en Ecuador, 2023*

Tipo de pasto	Participación (%)
Saboya	35,4
Pasto mixto	29,4
Otros pastos	20,1
Brachiaria	7,7
Pasto miel	7,4

Nota. Tomado de ESPAC, (2024)

Según la investigación desarrollada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2023), Ecuador registró aproximadamente 3,7 millones de cabezas de ganado bovino, distribuidas principalmente entre pequeños y medianos productores. Esta estructura productiva evidencia que una proporción significativa del sector continúa utilizando sistemas tradicionales, caracterizados por el pastoreo extensivo, el empleo de mano de obra familiar y la limitada incorporación de herramientas tecnológicas para el control de la producción (ESPAC, 2024).

Tabla 3. *Existencia de ganado vacuno, vacas ordeñadas y producción de leche, según región, Ecuador, 2023*

Región	Número de cabezas	Número de vacas ordeñadas	Producción de leche
Nacional	3.723.196	841.529	5.581.133
Sierra	2.039.677	564.662	4.339.952
Costa	1.363.680	236.835	1.019.113
Amazonía	318.957	39.958	221.566
Zonas no delimitadas	882	73	502

Nota. Tomado de ESPAC, (2024)

Los sistemas ganaderos tradicionales presentan fortalezas asociadas al conocimiento empírico del productor y a la adaptación de las prácticas pecuarias a las condiciones ambientales de cada territorio (Guzmán et al., 2024). Sin embargo, también identifica limitaciones relacionadas con la escasa disponibilidad de información productiva, el monitoreo ocasional del estado sanitario del ganado y la toma de decisiones basada principalmente en la observación directa (Encalada & Villacorta, 2024). Estas condiciones dificultan mejorar la eficiencia productiva y responder oportunamente a problemas sanitarios o reproductivos, especialmente en explotaciones de pequeña escala (Encalada & Villacorta, 2024; Muñoz-Rengifo et al., 2025).

De acuerdo con los aportes de Belhadi et al. (2025) los sistemas ganaderos tradicionales continúan desempeñando un papel estratégico en el sostenimiento económico de miles de familias rurales latinoamericanas, debido a que generan empleo, dinamizan las economías locales y contribuyen al abastecimiento de alimentos de origen animal. No obstante, las nuevas exigencias relacionadas con sostenibilidad, trazabilidad, bienestar animal y competitividad hacen necesaria la incorporación progresiva de procesos de innovación que permitan fortalecer estos sistemas sin perder las prácticas productivas que caracterizan a cada territorio (Andrade et al., 2023; Muñoz-Rengifo et al., 2025).

2.2 Componentes de los sistemas ganaderos tradicionales

El estudio realizado por Guzmán et al. (2024) señala que el manejo alimenticio constituye uno de los componentes centrales de los sistemas ganaderos, debido a que influye directamente en la condición corporal, productividad y bienestar del animal. En los sistemas tradicionales, la alimentación suele depender del pastoreo, la disponibilidad de forrajes y el manejo empírico del productor, lo que puede generar variaciones en la producción de carne o leche cuando no existe control sobre consumo, calidad nutricional o suplementación estratégica (do Amaral et al., 2024; Macay-Anchundía et al., 2024).

2.2.1 Componente sanitario

En cuanto al manejo sanitario, la investigación de sostiene que la ganadería tradicional suele depender de la observación directa para detectar signos visibles de enfermedad, lo que puede retrasar la atención oportuna del animal (Guzmán López & Tello Diaz, 2025). Esta limitación evidencia la necesidad de fortalecer el control sanitario mediante registros, monitoreo frecuente y prácticas preventivas que permitan reducir pérdidas productivas, mejorar el bienestar bovino y disminuir riesgos económicos para el productor (Pinedo et al., 2026).

2.2.2 *Componente reproductivo*

La investigación desarrollada a sobre sistemas de producción ganadera evidencia que el manejo reproductivo tradicional se basa principalmente en monta natural, con limitada aplicación de programas de selección genética y escasa planificación reproductiva (Novillo Vélez & Romero Rivera, 2025). Esta situación puede afectar la eficiencia del hato, debido a que reduce el control sobre preñez, intervalo entre partos y mejoramiento genético, aspectos fundamentales para elevar la productividad ganadera (Guzmán López & Tello Díaz, 2025).

2.2.3 *Componente pasturas*

Respecto al manejo de pasturas, el estudio sobre la relación suelo-planta-animal en ganadería bovina destaca que la calidad nutricional del pasto influye en la salud, productividad y eficiencia alimenticia del ganado (Palma et al., 2024). En los sistemas tradicionales, el manejo de potreros depende en gran medida de la disponibilidad natural de forraje, por lo que la baja calidad de los pastizales puede ocasionar alimentación deficiente, menor conversión productiva y reducción del rendimiento animal (Macay-Anchundia et al., 2024).

Tabla 4. *Ventajas y limitaciones de la ganadería tradicional*

Aspecto	Ventajas	Limitaciones
Manejo productivo	Se basa en la experiencia del productor y en prácticas adaptadas al territorio.	Presenta bajo uso de registros, indicadores y herramientas técnicas para controlar la producción.
Alimentación	Aprovecha pastos naturales y recursos disponibles en la finca.	Depende de la disponibilidad estacional de forrajes y puede afectar la productividad.
Sanidad animal	Permite identificar problemas visibles mediante observación directa.	Puede retrasar la detección temprana de enfermedades por falta de monitoreo continuo.
Reproducción	Utiliza métodos conocidos por los productores, como la monta natural.	Limita el mejoramiento genético y el control reproductivo del hato.
Costos	Requiere menor inversión inicial en tecnología.	Puede generar pérdidas por baja eficiencia, enfermedades o baja producción.
Sostenibilidad	Mantiene prácticas rurales y conocimientos locales.	Puede provocar sobrepastoreo, degradación del suelo y uso poco eficiente de recursos.
Comercialización	Conserva canales de venta tradicionales y relaciones locales.	Tiene menor acceso a mercados exigentes en trazabilidad, calidad e inocuidad.
Competitividad	Sostiene la economía familiar rural.	Presenta dificultades para competir con sistemas tecnificados y digitalizados.

Nota. Elaboración propia con base en Cisneros-Saguilán et al. (2024) e INEC (2024).

2.3 Concepto de ganadería 4.0

La ganadería 4.0 surge como parte de la transformación digital del sector agropecuario. Este enfoque integra tecnologías como Internet de las Cosas (IoT), sensores, automatización, análisis de datos, inteligencia artificial, trazabilidad digital y monitoreo remoto para optimizar procesos productivos y administrativos (Encalada & Villacorta, 2024). Su propósito central es convertir datos en decisiones más precisas para mejorar la eficiencia, el bienestar animal y la sostenibilidad del sistema productivo (Valenzuela-García et al., 2022).

2.3.1 Evolución de la Ganadería 4.0

El estudio realizado por Encalada y Villacorta (2024) señala que la evolución de la ganadería ha estado estrechamente vinculada al desarrollo tecnológico aplicado al sector agropecuario. Inicialmente, los sistemas de producción se caracterizaron por el predominio del trabajo manual y la experiencia empírica de los productores; posteriormente, la mecanización permitió mejorar algunas labores relacionadas con la alimentación y el manejo del ganado (Elichiribehety & Fernandez, 2025). En la actualidad, la denominada Ganadería 4.0 representa una nueva etapa de transformación digital, donde la conectividad, la automatización y el análisis de datos permiten optimizar la toma de decisiones en tiempo real (Belhadi et al., 2025).

Según la investigación desarrollada por Fajardo et al. (2024) la incorporación de tecnologías digitales ha modificado la manera en que se administran las explotaciones pecuarias. Herramientas como sensores inteligentes, dispositivos de identificación electrónica, Internet de las Cosas (IoT) y plataformas de monitoreo permiten recopilar información permanente sobre el comportamiento, alimentación, reproducción y estado sanitario del ganado, favoreciendo una gestión más eficiente de los recursos productivos (Baraja & Bonilla, 2023).

Los aportes publicados por Belhadi et al. (2025) destacan que la evolución de la Ganadería 4.0 no depende únicamente de la incorporación de equipos tecnológicos, sino también de la capacidad para interpretar grandes volúmenes de información mediante técnicas de ciencia de datos. El procesamiento de estos datos facilita la predicción de eventos productivos, la detección temprana de enfermedades y la planificación de estrategias que incrementan la eficiencia del sistema ganadero (Elichiribehety & Fernandez, 2025).

En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023) considera que la transformación digital constituye una oportunidad para fortalecer la sostenibilidad de la producción pecuaria, especialmente en los países en desarrollo. La adopción gradual de tecnologías inteligentes permite mejorar la productividad,

reducir el impacto ambiental y fortalecer la competitividad de los pequeños y medianos productores, contribuyendo al desarrollo sostenible del sector agropecuario (FAO, 2023).

2.3.2 Tecnologías aplicadas a la Ganadería 4.0

La investigación realizada por Aranda et al. (2021) establece que la Ganadería 4.0 integra diversas tecnologías digitales destinadas a optimizar el manejo de las explotaciones pecuarias. Entre las principales herramientas destacan el Internet de las Cosas (IoT), sensores electrónicos, dispositivos GPS, drones, sistemas de identificación animal y plataformas digitales de monitoreo, las cuales permiten obtener información continua sobre las condiciones productivas y ambientales del sistema ganadero (Aranda et al., 2021).

De acuerdo con Balzarini et al. (2023), la ciencia de datos y la inteligencia artificial constituyen tecnologías fundamentales dentro de la Ganadería 4.0, debido a que permiten procesar grandes cantidades de información obtenida mediante sensores y dispositivos inteligentes. Estas herramientas facilitan la identificación de patrones productivos, el análisis del comportamiento animal y la generación de modelos predictivos que apoyan la toma de decisiones técnicas y administrativas (Balzarini et al., 2023).

Los resultados expuestos por Encalada y Villacorta (2024) indican que la implementación de tecnologías de monitoreo remoto favorece el seguimiento permanente de variables relacionadas con alimentación, reproducción, salud y bienestar animal. Además, la automatización de procesos reduce tiempos de trabajo, mejora la eficiencia operativa y fortalece la trazabilidad de los productos pecuarios, aspectos cada vez más valorados por los mercados nacionales e internacionales (Ortega-Santos & Diaz-Bayona, 2024).

Finalmente, la FAO (2023) sostiene que la incorporación de tecnologías digitales en la producción ganadera debe desarrollarse de manera gradual y adaptarse a las condiciones económicas y productivas de cada territorio. En este sentido, la Ganadería 4.0 no pretende reemplazar los sistemas tradicionales, sino complementarlos mediante herramientas que permitan mejorar la productividad, fortalecer la sostenibilidad ambiental e incrementar la competitividad de las explotaciones pecuarias (Carrasco et al., 2025).

2.3.3 Tecnologías aplicadas a la Ganadería 4.0

La investigación realizada por Aranda et al. (2021) establece que la Ganadería 4.0 integra diversas tecnologías digitales destinadas a optimizar el manejo de las explotaciones pecuarias. Entre las principales herramientas destacan el Internet de las Cosas (IoT), sensores electrónicos, dispositivos GPS, drones, sistemas de identificación animal y plataformas

digitales de monitoreo, las cuales permiten obtener información continua sobre las condiciones productivas y ambientales del sistema ganadero (Aranda et al., 2021).

De acuerdo con Ortega-Santos & Diaz-Bayona (2024) la ciencia de datos y la inteligencia artificial constituyen tecnologías fundamentales dentro de la Ganadería 4.0, debido a que permiten procesar grandes cantidades de información obtenida mediante sensores y dispositivos inteligentes. Estas herramientas facilitan la identificación de patrones productivos, el análisis del comportamiento animal y la generación de modelos predictivos que apoyan la toma de decisiones técnicas y administrativas (Carrasco et al., 2025).

Los resultados expuestos por Encalada y Villacorta (2024) indican que la implementación de tecnologías de monitoreo remoto favorece el seguimiento permanente de variables relacionadas con alimentación, reproducción, salud y bienestar animal. Además, la automatización de procesos reduce tiempos de trabajo, mejora la eficiencia operativa y fortalece la trazabilidad de los productos pecuarios, aspectos cada vez más valorados por los mercados nacionales e internacionales (Encalada & Villacorta, 2024).

Finalmente, la FAO (2023) sostiene que la incorporación de tecnologías digitales en la producción ganadera debe desarrollarse de manera gradual y adaptarse a las condiciones económicas y productivas de cada territorio. En este sentido, la Ganadería 4.0 no pretende reemplazar los sistemas tradicionales, sino complementarlos mediante herramientas que permitan mejorar la productividad, fortalecer la sostenibilidad ambiental e incrementar la competitividad de las explotaciones pecuarias (FAO, 2023).

2.3.4 Beneficios de la Ganadería 4.0

La investigación desarrollada por Encalada y Villacorta (2024) señala que la Ganadería 4.0 representa una estrategia de modernización orientada a mejorar la eficiencia de los sistemas pecuarios mediante la incorporación de tecnologías digitales. La integración de herramientas como sensores, Internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial y análisis de datos permite optimizar la toma de decisiones, fortalecer el bienestar animal y promover una producción más sostenible.

Estas innovaciones generan beneficios económicos, productivos, sociales y ambientales, favoreciendo una gestión más eficiente de las explotaciones ganaderas y aumentando su competitividad frente a las nuevas exigencias del mercado (Encalada & Villacorta, 2024; FAO, 2023).

Los principales beneficios de la Ganadería 4.0 son:

- Incremento de la productividad. Permite mejorar la producción de carne y leche mediante el monitoreo permanente de indicadores productivos y la optimización del manejo del ganado (Aranda et al., 2021).
- Mejor bienestar animal. Facilita la detección temprana de enfermedades, cambios de comportamiento y condiciones de estrés mediante sensores y sistemas inteligentes, favoreciendo una atención oportuna (Encalada & Villacorta, 2024).
- Uso eficiente de los recursos. Optimiza el aprovechamiento del agua, las pasturas, los suplementos alimenticios y la energía, reduciendo desperdicios y costos de producción (FAO, 2023).
- Fortalecimiento de la sostenibilidad ambiental. Disminuye el impacto ambiental mediante un manejo más eficiente de los recursos naturales, la reducción de emisiones y la implementación de prácticas productivas sostenibles (FAO, 2023).
- Mayor trazabilidad. Permite registrar y controlar toda la información relacionada con la producción, sanidad y movilización del ganado, garantizando transparencia durante toda la cadena productiva (Aranda et al., 2021).
- Apoyo en la toma de decisiones. El análisis de datos en tiempo real facilita la planificación de actividades productivas y administrativas, reduciendo la incertidumbre y mejorando la eficiencia del sistema (Balzarini et al., 2023).
- Incremento de la competitividad. Favorece el cumplimiento de estándares nacionales e internacionales de calidad, inocuidad y bienestar animal, ampliando las oportunidades de acceso a mercados especializados (Encalada & Villacorta, 2024).

CAPÍTULO III

3.1 INVESTIGACIONES A FINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En Ecuador, Encalada y Villacorta (2024) desarrollaron la investigación titulada Tendencias tecnológicas con Internet de las Cosas (IoT) aplicadas en la Ganadería 4.0 en Ecuador, cuyo objetivo fue analizar, mediante un estudio bibliométrico, las tendencias tecnológicas asociadas al Internet de las Cosas aplicadas a la Ganadería 4.0 y su contribución a la eficiencia productiva, el bienestar animal y la sostenibilidad del sector pecuario ecuatoriano. La metodología correspondió a una investigación documental con enfoque bibliométrico, basada en la revisión y análisis de literatura científica relacionada con IoT, inteligencia artificial, automatización y transformación digital en la ganadería. Entre los resultados, los autores identificaron que la adopción de tecnologías digitales en la ganadería ecuatoriana aún es limitada debido a restricciones de infraestructura, escasa capacitación y reducido acceso a herramientas tecnológicas en las zonas rurales. No obstante, evidenciaron un creciente interés de los productores por incorporar soluciones basadas en IoT para optimizar el monitoreo del ganado, mejorar la productividad y fortalecer la sostenibilidad de las explotaciones pecuarias. Concluyeron que la Ganadería 4.0 representa una oportunidad para incrementar la competitividad del sector ganadero ecuatoriano; sin embargo, su implementación requiere fortalecer las políticas públicas.

El estudio sobre tecnologías 4.0 en el sector lácteo tuvo como objetivo identificar las tecnologías implementadas en esta industria y analizar su aplicabilidad en los distintos eslabones de la cadena de valor. La metodología se basó en una revisión documental de investigaciones localizadas en Google Scholar y bases de datos como ScienceDirect, Taylor & Francis y ProQuest, considerando estudios relacionados con tecnología 4.0 y producción láctea. Los resultados evidenciaron que estas herramientas se aplican principalmente en el monitoreo animal, alimentación, seguridad, control de humedad, temperatura, tiempo de procesamiento, almacenamiento y trazabilidad del producto. Como conclusión, se determinó que la adopción de tecnologías 4.0 contribuye a reducir pérdidas de tiempo, materia prima y desperdicios; sin embargo, requiere inversión económica y capacitación especializada del personal (Velásquez-Garzón & Rodríguez-Velásquez, 2024).

La investigación sobre monitoreo de ganado vacuno con tecnología LoRa tuvo como objetivo determinar la mejora significativa del monitoreo bovino mediante un sistema basado en aplicación web y móvil. La metodología fue aplicada, con diseño descriptivo-longitudinal simple, ejecutada durante tres meses en una hacienda ganadera de Madre de Dios, Perú; la

muestra estuvo conformada por 5000 registros obtenidos mediante sensores IoT y tecnología LoRa. Los resultados demostraron una precisión de geolocalización con margen de error promedio de ± 4 metros, además de estabilidad operativa bajo condiciones climáticas adversas. Como conclusión, el sistema superó las expectativas de diseño y rendimiento, constituyéndose en una alternativa eficiente para el monitoreo ganadero en zonas de difícil acceso (Ventura-Flores & Huaman-Coaquira, 2026).

El artículo desarrollado por Viteri Guzmán et al. (2024) tuvo como objetivo proponer dos prototipos de collares inteligentes para el monitoreo de salud animal en el contexto de la Ganadería 4.0 mediante Internet de las Cosas. La metodología fue descriptiva e incluyó revisión de artículos científicos, análisis de tecnologías IoT, encuestas en Google Forms y entrevistas a veterinarios; además, participaron 12 ganaderos de Manabí, Los Ríos y Guayas. Los resultados permitieron identificar variables prioritarias de monitoreo, como temperatura corporal, geolocalización, actividad y pulso cardíaco, integradas mediante sensores DS18B20, MAX30102, MPU6050 y GPS NEO-6M. Como conclusión, el estudio evidenció que los collares inteligentes pueden adaptarse a las necesidades de los productores y aportar al control preventivo de la salud bovina en sistemas ganaderos modernos.

CAPITULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 Descripción del sistema

La propuesta consiste en articular los sistemas ganaderos tradicionales del cantón El Carmen con herramientas básicas de Ganadería 4.0, sin reemplazar las prácticas locales de los productores. El sistema se orienta a fortalecer la productividad, sostenibilidad y competitividad mediante el uso progresivo de registros digitales, monitoreo del ganado, control sanitario, manejo de pasturas, trazabilidad y análisis de información productiva.

Este sistema busca que el productor pase de una gestión basada únicamente en la experiencia a una administración apoyada en datos. Para ello, se propone iniciar con herramientas accesibles, como registros en Excel, aplicaciones móviles, identificación individual del ganado y fichas digitales de control. Posteriormente, podrían incorporarse sensores, GPS, collares inteligentes o plataformas de monitoreo, según la capacidad económica y técnica de cada finca.

4.2 Diseño y selección de tecnologías a implementar

El diseño de la propuesta partió de los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a los ganaderos del cantón El Carmen. Los datos reflejaron debilidades en el uso de registros productivos, control sanitario, seguimiento reproductivo, manejo de pasturas y trazabilidad. Por ello, la selección tecnológica se orientó hacia herramientas de bajo costo, fácil uso y aplicación progresiva en pequeñas y medianas fincas.

Las tecnologías priorizadas fueron registros digitales en Excel o aplicaciones móviles, identificación individual del ganado, fichas sanitarias y reproductivas, control de costos, GPS básico y sensores sencillos para monitoreo animal. Estas alternativas responden a las necesidades detectadas, porque permiten ordenar la información de la finca, reducir decisiones improvisadas y mejorar el control del hato.

La propuesta no plantea sustituir la ganadería tradicional, sino fortalecerla con recursos digitales accesibles. De esta manera, los productores podrán mejorar la productividad, sostenibilidad y competitividad sin cambiar por completo su forma habitual de trabajo.

4.3 Plan de implementación

El plan de implementación se desarrollará por fases. Primero, se realizará un diagnóstico de cada unidad productiva para conocer sus condiciones actuales en alimentación, sanidad, reproducción, infraestructura, registros y uso de tecnología. Luego, se capacitará a los productores en el manejo básico de herramientas digitales y en la importancia de registrar información productiva para mejorar la toma de decisiones.

Después, se aplicarán acciones iniciales como el uso de registros digitales, control de costos, seguimiento sanitario, planificación reproductiva y manejo de pasturas. Finalmente, se evaluarán los avances mediante indicadores de productividad, sostenibilidad y competitividad, con el fin de verificar si la articulación entre la ganadería tradicional y la Ganadería 4.0 contribuye al fortalecimiento del sector ganadero del cantón El Carmen.

CAPITULO V

RESULATDOS Y DISCUSIÓN

5.1. Relación entre el género y las variables de estudio

Con el propósito de determinar si existía asociación entre el género de los productores y las respuestas del cuestionario, se aplicó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson, considerando un nivel de significancia del 5% ($p < 0,05$). Los resultados evidenciaron que la mayoría de los indicadores de las dimensiones productividad, sostenibilidad y competitividad no presentaron diferencias estadísticamente significativas según el género ($p > 0,05$), lo que indica que hombres y mujeres mantienen percepciones similares respecto a la adopción de prácticas y tecnologías relacionadas con la Ganadería 4.0.

En la dimensión productividad, únicamente el ítem 9, correspondiente a los principales factores que limitan la productividad en el sistema ganadero, presentó una asociación significativa con el género ($\chi^2 = 10,30$; $p = 0,0357$). El coeficiente V de Cramer (0,27) evidenció una asociación de magnitud baja. Este resultado indica que hombres y mujeres difieren en la percepción de los factores que afectan la productividad, mientras que los demás indicadores relacionados con monitoreo productivo, control alimenticio, registros, satisfacción productiva, conocimiento tecnológico y disposición para incorporar tecnologías no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$).

Respecto a la dimensión sostenibilidad, únicamente el ítem 19, relacionado con la disposición para invertir en tecnologías que mejoren la sostenibilidad a largo plazo, presentó diferencias significativas entre hombres y mujeres ($\chi^2 = 14,41$; $p = 0,0061$). El valor de V de Cramer (0,32) indicó una asociación de magnitud moderada. En contraste, las preguntas referentes a prácticas sostenibles, uso eficiente de recursos, monitoreo ambiental, manejo de pasturas y percepción del impacto ambiental no evidenciaron asociación con el género ($p > 0,05$).

En la dimensión competitividad se identificaron tres asociaciones significativas. La primera correspondió al ítem 22, relacionado con la importancia de la innovación tecnológica para mejorar la competitividad ($\chi^2 = 13,05$; $p = 0,0110$; V de Cramer = 0,30). La segunda se presentó en el ítem 25, referente a la percepción sobre la contribución de la digitalización al fortalecimiento de la trazabilidad de los productos ganaderos ($\chi^2 = 9,65$; $p = 0,0468$; V de Cramer = 0,26). Finalmente, el ítem 29, relacionado con la importancia de adaptarse a nuevas tendencias tecnológicas para competir en el mercado, también mostró una asociación

significativa ($\chi^2 = 12,78$; $p = 0,0124$; V de Cramer = 0,30). Los demás indicadores de competitividad no presentaron diferencias estadísticas según el género ($p > 0,05$).

En términos generales, los coeficientes V de Cramer, comprendidos entre 0,26 y 0,32, evidenciaron asociaciones de magnitud baja a moderada. Esto permite concluir que el género no constituye un factor determinante en la percepción general de los productores sobre la Ganadería 4.0; sin embargo, sí influye en aspectos específicos relacionados con los factores que limitan la productividad, la disposición para invertir en tecnologías sostenibles y la valoración de la innovación y la digitalización como elementos que fortalecen la competitividad del sector ganadero.

Tabla 5. *Asociación significativa entre el género y las dimensiones de productividad, sostenibilidad y competitividad en los sistemas ganaderos*

Dimensión	Pregunta asociada al género	χ^2 Pearson	p-valor	V de Cramer	Interpretación
Productividad	¿Cuáles son los principales factores que limitan la productividad en su sistema ganadero?	10,3	0,0357	0,27	Asociación baja
Sostenibilidad	¿Qué tan dispuesto está a invertir en tecnologías que mejoren la sostenibilidad a largo plazo?	14,41	0,0061	0,32	Asociación moderada
Competitividad	¿Qué tan importante considera la innovación tecnológica para mejorar su competitividad?	13,05	0,011	0,3	Asociación moderada
Competitividad	¿Qué tanto cree que la digitalización fortalece la trazabilidad de los productos ganaderos?	9,65	0,0468	0,26	Asociación baja
Competitividad	¿Qué tan importante es adaptarse a nuevas tendencias tecnológicas para competir en el mercado?	12,78	0,0124	0,3	Asociación moderada

Este resultados coincide con Encalada y Villacorta (2024), quienes identificaron un creciente interés de los productores ecuatorianos por adoptar tecnologías basadas en Internet de las Cosas para optimizar la gestión del ganado, aunque señalaron limitaciones relacionadas con infraestructura y capacitación. De igual forma, Viteri et al. (2024) concluyeron que los sistemas de monitoreo inteligente representan una alternativa viable para fortalecer el control sanitario y productivo del hato bovino.

5.2. Relación entre la edad de los productores y las dimensiones de productividad, sostenibilidad y competitividad

Con el propósito de establecer la relación entre la edad de los productores ganaderos y las dimensiones evaluadas en la investigación, se aplicó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Los resultados evidenciaron que la edad presentó asociaciones estadísticamente significativas con diversos indicadores relacionados con la productividad, sostenibilidad y competitividad, lo que demuestra que este factor influye en la percepción y disposición de los productores hacia la incorporación de prácticas y tecnologías vinculadas con la Ganadería 4.0.

En la dimensión productividad, se identificaron asociaciones significativas en tres indicadores. La pregunta "¿Qué nivel de control tiene actualmente sobre la alimentación y conversión alimenticia de su ganado?" presentó una asociación significativa ($\chi^2 = 18,45$; $p = 0,0181$; $V = 0,29$), indicando que el nivel de control alimenticio varía según la edad de los productores. Asimismo, la pregunta "¿Estaría dispuesto a incorporar sistemas automáticos para el seguimiento del peso y crecimiento del ganado?" mostró la asociación más alta de esta dimensión ($\chi^2 = 25,13$; $p = 0,0015$; $V = 0,34$), lo que evidencia diferencias entre los grupos etarios respecto a la aceptación de tecnologías para el monitoreo productivo. De igual forma, la pregunta "¿Considera que la implementación de principios de Ganadería 4.0 puede incrementar significativamente su producción?" también presentó diferencias significativas ($\chi^2 = 15,76$; $p = 0,0459$; $V = 0,27$).

Respecto a la dimensión sostenibilidad, la edad mostró asociación significativa con cinco indicadores. Se observaron diferencias en la percepción sobre la capacidad de la tecnología para reducir el impacto ambiental ($\chi^2 = 16,11$; $p = 0,0408$), la importancia de implementar herramientas digitales para controlar la huella ambiental ($\chi^2 = 17,88$; $p = 0,0221$), el nivel de preparación para aplicar prácticas sostenibles apoyadas en tecnología ($\chi^2 = 15,78$; $p = 0,0456$), la disposición para adoptar sistemas inteligentes destinados al manejo de pasturas y forrajes ($\chi^2 = 16,51$; $p = 0,0356$) y la disposición para invertir en tecnologías orientadas a fortalecer la sostenibilidad ($\chi^2 = 17,81$; $p = 0,0227$). Además, la percepción de que la Ganadería 4.0 contribuye al manejo responsable de los recursos naturales presentó una asociación significativa ($\chi^2 = 19,28$; $p = 0,0134$), lo que evidencia diferencias entre los grupos de edad en cuanto a la valoración de los beneficios ambientales de estas tecnologías.

En la dimensión competitividad también se identificaron asociaciones estadísticamente significativas. La pregunta "¿Considera que su sistema ganadero es competitivo frente a otros

productores de la región?" presentó un valor de $\chi^2 = 24,02$ ($p = 0,0023$; $V = 0,34$), indicando diferencias entre los grupos etarios respecto a la percepción de competitividad. Asimismo, la importancia atribuida a la innovación tecnológica para fortalecer la competitividad mostró una asociación significativa ($\chi^2 = 22,56$; $p = 0,0040$; $V = 0,33$). Finalmente, la pregunta "¿Considera que la articulación entre sistemas tradicionales y Ganadería 4.0 aumenta la competitividad del sector?" también presentó diferencias significativas ($\chi^2 = 18,56$; $p = 0,0174$; $V = 0,30$).

En términos generales, los valores del coeficiente V de Cramer, comprendidos entre 0,27 y 0,34, indican asociaciones de magnitud baja a moderada. Estos resultados permiten concluir que la edad constituye una variable que influye en la percepción de los productores respecto al uso de tecnologías digitales, la adopción de prácticas sostenibles y la incorporación de herramientas propias de la Ganadería 4.0, especialmente en aspectos relacionados con el manejo productivo, la sostenibilidad ambiental y el fortalecimiento de la competitividad del sistema ganadero.

Tabla 6. Asociación entre la edad de los productores y las dimensiones de productividad, sostenibilidad y competitividad en los sistemas ganaderos del cantón El Carmen

Dimensión	Indicador evaluado	χ^2 Pearson	p-valor	V de Cramer	Nivel
Productividad	Control de alimentación y conversión alimenticia	18,45	0,0181	0,29	Baja-moderada
Productividad	Disposición para incorporar sistemas automáticos de seguimiento del ganado	25,13	0,0015	0,34	Moderada
Productividad	Percepción sobre el incremento productivo mediante Ganadería 4.0	15,76	0,0459	0,27	Baja
Sostenibilidad	Tecnología para reducir el impacto ambiental	16,11	0,0408	0,28	Baja
Sostenibilidad	Herramientas digitales para controlar la huella ambiental	17,88	0,0221	0,29	Baja-moderada
Sostenibilidad	Preparación para aplicar prácticas sostenibles con tecnología	15,78	0,0456	0,27	Baja

Sostenibilidad	Adopción de sistemas inteligentes para pasturas y forrajes	16,51	0,0356	0,28	Baja
Sostenibilidad	Inversión en tecnologías sostenibles	17,81	0,0227	0,29	Baja-moderada
Sostenibilidad	Ganadería 4.0 y manejo responsable de recursos naturales	19,28	0,0134	0,3	Moderada
Competitividad	Nivel de competitividad del sistema ganadero	24,02	0,0023	0,34	Moderada
Competitividad	Innovación tecnológica para mejorar la competitividad	22,56	0,004	0,33	Moderada
Competitividad	Articulación entre sistemas tradicionales y Ganadería 4.0	18,56	0,0174	0,3	Moderada

La asociación encontrada entre la edad de los productores y el nivel de control sobre la alimentación y conversión alimenticia del ganado coincide con la investigación desarrollada por Ventura-Flores & Huaman-Coaquira (2026), quienes demostraron que la incorporación de herramientas tecnológicas para el monitoreo pecuario mejora el seguimiento de los parámetros productivos y facilita la toma de decisiones oportunas. La investigación desarrollada por Viteri-Guzmán et al. (2024) concluyó que la incorporación de tecnologías 4.0 favorece la reducción de pérdidas, mejora la trazabilidad y fortalece la sostenibilidad de las explotaciones pecuarias.

5.3. Relación entre el tamaño de la finca y las dimensiones de productividad, sostenibilidad y competitividad

La relación entre el tamaño de la finca y las dimensiones evaluadas en el estudio, se aplicó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Los resultados mostraron que el tamaño de la unidad productiva no presentó asociación significativa con la mayoría de los indicadores de productividad y sostenibilidad ($p > 0,05$). Sin embargo, se identificaron asociaciones estadísticas en dos indicadores pertenecientes a la dimensión competitividad, lo que evidencia que la extensión de la finca influye en determinados aspectos relacionados con la incorporación de tecnologías y la percepción de la capacidad competitiva.

La primera asociación significativa se encontró en la pregunta "¿Utiliza herramientas tecnológicas para acceder a mercados o mejorar la comercialización?" ($\chi^2 = 28,97$; $p = 0,0241$;

V de Cramer = 0,29). Este resultado indica que el uso de tecnologías para procesos comerciales varía según el tamaño de la finca, evidenciando diferencias en el acceso y aprovechamiento de herramientas digitales entre los distintos grupos de productores.

Asimismo, la pregunta "¿Considera que la ganadería tradicional limita su capacidad competitiva?" presentó una asociación significativa con el tamaño de la finca ($\chi^2 = 27,53$; $p = 0,0360$; V de Cramer = 0,28). Este hallazgo refleja que la percepción sobre las limitaciones del sistema tradicional cambia de acuerdo con la dimensión de la explotación ganadera.

En términos generales, los valores del coeficiente V de Cramer, comprendidos entre 0,28 y 0,29, evidencian una asociación de magnitud baja a moderada. Estos resultados permiten concluir que el tamaño de la finca no influye de manera general en la productividad ni en la sostenibilidad; sin embargo, sí constituye un factor que incide en aspectos relacionados con la competitividad, particularmente en la adopción de herramientas tecnológicas para la comercialización y en la percepción de las limitaciones del sistema ganadero tradicional.

Tabla 7. Asociación entre el tamaño de la finca y las dimensiones de productividad, sostenibilidad y competitividad

Dimensión	Indicador evaluado	χ^2 de Pearson	p-valor	V de Cramer	Nivel de asociación
Competitividad	Utilización de herramientas tecnológicas para acceder a mercados o mejorar la comercialización	28,97	0,0241	0,29	Baja-moderada
Competitividad	Percepción de que la ganadería tradicional limita la capacidad competitiva	27,53	0,036	0,28	Baja

La investigación desarrollada por Scuderi et al. (2022) sostiene que la digitalización fortalece la competitividad de las empresas agropecuarias al facilitar el acceso a mercados y optimizar la gestión comercial.

El estudio realizado por Muñoz-Rengifo et al. (2025) concluyó que la adopción de tecnologías propias de la Industria 4.0 depende, entre otros factores, de la capacidad productiva y de los recursos disponibles en las explotaciones agropecuarias.

5.4. Asociación entre el nivel educativo y las dimensiones de productividad, sostenibilidad y competitividad en los sistemas ganaderos

la relación entre el nivel educativo de los productores ganaderos y las dimensiones de

productividad, sostenibilidad y competitividad, se aplicó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Los resultados evidenciaron que el nivel de instrucción presentó asociación significativa con un amplio número de indicadores, lo que demuestra que la formación académica influye en la percepción y aceptación de tecnologías vinculadas con la Ganadería 4.0.

En la dimensión productividad, el nivel educativo mostró asociación significativa con el uso de tecnologías digitales para mejorar la eficiencia productiva ($\chi^2 = 33,95$; $p = 0,0055$), el tipo de registro utilizado en la finca ($\chi^2 = 31,67$; $p = 0,0110$), el conocimiento de herramientas tecnológicas para optimizar la reproducción del ganado ($\chi^2 = 37,60$; $p = 0,0017$), la disposición para incorporar sistemas automáticos de seguimiento del peso y crecimiento del ganado ($\chi^2 = 29,06$; $p = 0,0235$) y la percepción sobre los principales factores que limitan la productividad ($\chi^2 = 34,04$; $p = 0,0054$). Estos resultados indican que los productores con diferentes niveles de escolaridad presentan diferencias en el uso y aceptación de tecnologías orientadas al mejoramiento productivo.

En la dimensión sostenibilidad, se identificaron asociaciones significativas con la aplicación de prácticas sostenibles ($\chi^2 = 32,53$; $p = 0,0085$), la disposición para adoptar sistemas inteligentes destinados al manejo de pasturas y forrajes ($\chi^2 = 58,59$; $p < 0,0001$), la percepción sobre los impactos ambientales de la ganadería tradicional ($\chi^2 = 43,85$; $p < 0,0001$), el conocimiento de sistemas de monitoreo para evaluar la salud del suelo y la vegetación ($\chi^2 = 84,78$; $p < 0,0001$), la disposición para invertir en tecnologías sostenibles ($\chi^2 = 33,99$; $p = 0,0055$) y la percepción de que la Ganadería 4.0 contribuye al manejo responsable de los recursos naturales ($\chi^2 = 28,25$; $p = 0,0295$). La mayor intensidad de asociación se observó en el conocimiento de sistemas de monitoreo ambiental (V de Cramer = 0,49), lo que evidencia la importancia del nivel educativo en la adopción de prácticas sostenibles.

Finalmente, en la dimensión competitividad, el nivel educativo presentó asociación significativa con la percepción sobre la competitividad del sistema ganadero ($\chi^2 = 26,53$; $p = 0,0470$), el fortalecimiento de la trazabilidad mediante la digitalización ($\chi^2 = 26,83$; $p = 0,0434$), la disposición para recibir capacitaciones sobre Ganadería 4.0 ($\chi^2 = 26,36$; $p = 0,0491$) y la importancia de adaptarse a nuevas tendencias tecnológicas para competir en el mercado ($\chi^2 = 32,45$; $p = 0,0087$). En conjunto, los coeficientes V de Cramer, comprendidos entre 0,27 y 0,49, indican asociaciones de magnitud baja, moderada y alta, lo que permite concluir que el nivel educativo constituye uno de los factores sociodemográficos con mayor influencia sobre la percepción y aceptación de las tecnologías propias de la Ganadería 4.0 en los sistemas

ganaderos del cantón El Carmen.

Tabla 8. *Asociación entre el nivel educativo y las dimensiones de productividad, sostenibilidad y competitividad en los sistemas ganaderos*

Dimensión	Indicador evaluado	χ^2 de Pearson	p-valor	V de Cramer	Nivel de asociación
Productividad	Uso de tecnologías digitales para mejorar la eficiencia productiva	33,95	0,0055	0,31	Moderada
Productividad	Tipo de registro utilizado en la finca	31,67	0,011	0,27	Baja
Productividad	Conocimiento de herramientas tecnológicas para optimizar la reproducción	37,6	0,0017	0,33	Moderada
Productividad	Disposición para incorporar sistemas automáticos de seguimiento del ganado	29,06	0,0235	0,29	Baja
Productividad	Factores que limitan la productividad del sistema ganadero	34,04	0,0054	0,31	Moderada
Sostenibilidad	Aplicación de prácticas sostenibles	32,53	0,0085	0,3	Moderada
Sostenibilidad	Adopción de sistemas inteligentes para el manejo de pasturas y forrajes	58,59	<0,0001	0,46	Moderada-alta
Sostenibilidad	Percepción del impacto ambiental de la ganadería tradicional	43,85	<0,0001	0,41	Moderada
Sostenibilidad	Conocimiento de sistemas de monitoreo para evaluar suelo y vegetación	84,78	<0,0001	0,49	Alta
Sostenibilidad	Disposición para invertir en tecnologías sostenibles	33,99	0,0055	0,31	Moderada
Sostenibilidad	Ganadería 4.0 y manejo responsable de los recursos naturales	28,25	0,0295	0,28	Baja
Competitividad	Percepción de la competitividad del sistema ganadero	26,53	0,047	0,27	Baja
Competitividad	Percepción sobre el fortalecimiento de la trazabilidad mediante la digitalización	26,83	0,0434	0,27	Baja
Competitividad	Disposición para recibir capacitaciones sobre Ganadería 4.0	26,36	0,0491	0,27	Baja
Competitividad	Importancia de adaptarse a nuevas tendencias tecnológicas para competir	32,45	0,0087	0,3	Moderada

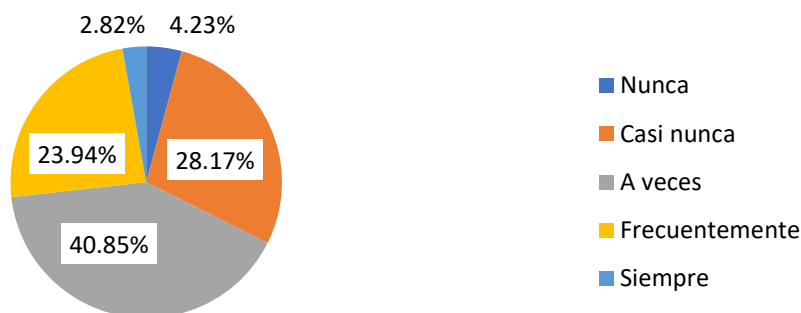
Encalada y Villacorta (2024) evidenció que el nivel de formación de los productores constituye uno de los principales factores que condiciona la adopción de tecnologías asociadas a la Ganadería 4.0, debido a que facilita la comprensión y utilización de herramientas digitales para el monitoreo productivo y la toma de decisiones.

El estudio realizado por Velásquez Garzón et al. (2023) concluyó que la incorporación de tecnologías 4.0 contribuye a fortalecer la sostenibilidad de los sistemas ganaderos mediante un mejor control del uso de los recursos naturales, la optimización del manejo de pasturas y el seguimiento permanente de indicadores ambientales.

La investigación desarrollada por Scuderi et al. (2021) señala que la transformación digital representa un elemento estratégico para incrementar la competitividad de las explotaciones agropecuarias, debido a que fortalece la trazabilidad, mejora el acceso a los mercados y favorece una gestión más eficiente de los procesos productivos.

5.5. Productividad

Figura 2. *Monitoreo de indicadores productivos*

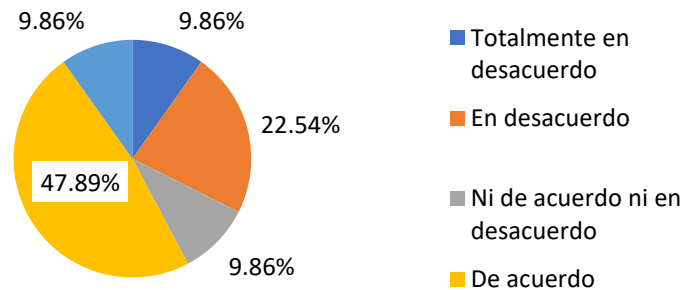


El 40,85 % de los productores había indicado que en algunas ocasiones seguían los indicadores productivos de su sistema ganadero. Siendo el 28,17 % que decían que lo hacían muy poco (etc.), el 23,94 % indicaba que lo hacía muy seguido, el 4,23 que nunca y un 2,82 que lo hacía siempre. Los resultados muestran que prevalece una monitorización esporádica, ya que la categoría “a veces” concentró el mayor porcentaje (Figura 2).

Está claro que el 47,89 % de los productores considera que las tecnologías digitales mejorarán la productividad del rebaño y el 9,86 % piensa que sí muy completamente. No obstante, el 22,54 % manifestó su desacuerdo, el 9,86% está completamente en desacuerdo y

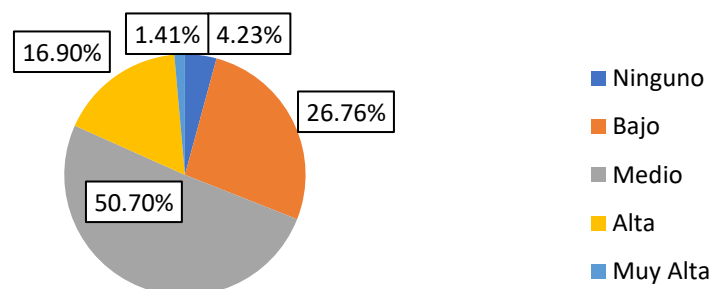
9,86 % prefirió no tomar parte. En general, el 57,75 % percibe un buen escenario en cuanto a la tecnología aplicada a la producción ganadera (Figura 3).

Figura 3. *Percepción sobre la productividad actual*



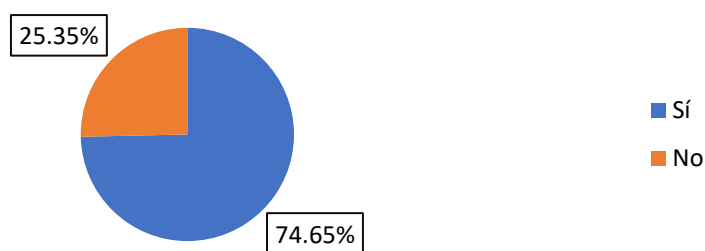
Un 50,7 % de los productores afirmó que disponía de un control medio sobre la alimentación-conversión alimenticia del ganado. El 26,76 % tiene poco, el 16,90 % alto, el 4,23 % nulo y el 1,41 % altísimo. Por consiguiente, se observa un predominio hacia un control medio, y sólo el 16,90 % lleva un control alto o muy alto (Figura 4).

Figura 4. *Nivel de control de alimentación y conversión alimenticia*



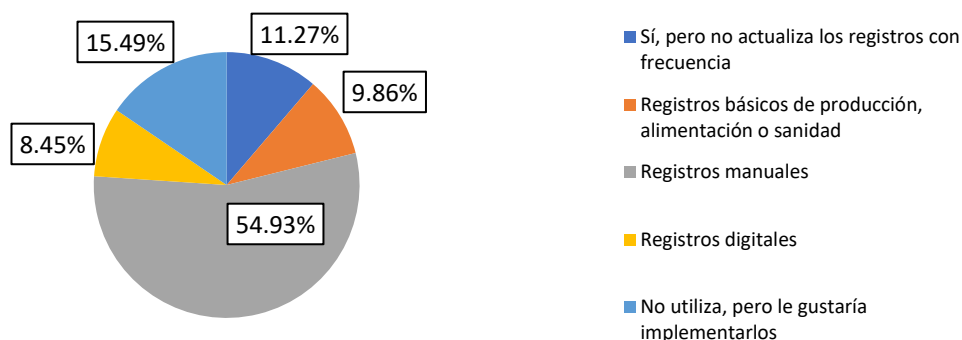
Se encuentra que el 74,65% de los productores registra para el control productivo de la finca y un 25,35 % no lo hace. Esto indica un fuerte predominio en la adopción de registros, pero dicho resultado no nos permite saber si estos se actualizan con frecuencia siendo en formato manual o electrónico (Figura 5).

Figura 5. *Utilización de registros en la finca*



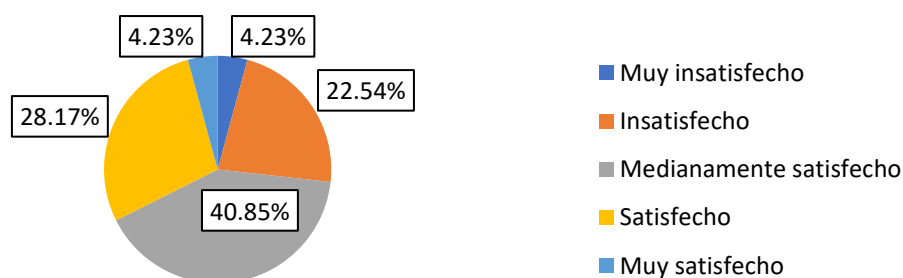
54,93% de los prosumidores usa registros manuales, siendo esta situación la más común. El 15,49 % no tiene registros, pero querría hacerlos; el 11,27 % tiene registros, pero sin actualizarlos demasiado; el 9,86 % cuenta con registros elementales de producción, alimentación o sanidad; y el 8,45 % dispone de registros digitales. Los resultados indican que el registro manual sigue siendo la principal herramienta de control y que todavía es baja la digitalización. (Figura 6).

Figura 6. *Tipo de registro utilizado*



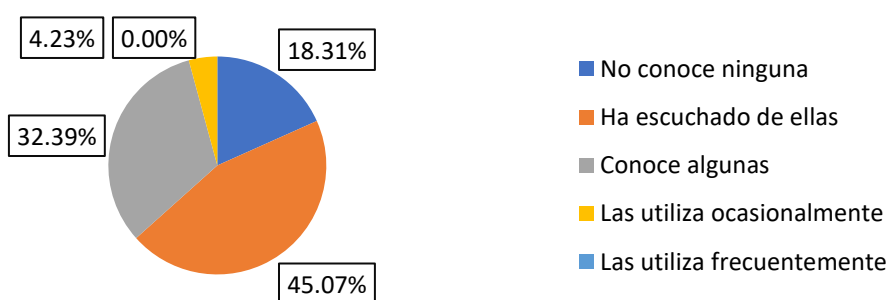
El 40,85 % de los productores está medianamente satisfecho de los productos de su finca. El 28,17 % se declara satisfecho, el 22,54 % insatisfecho, el 4,23 % muy satisfecho y otro 4,23 % muy insatisfecho. Por lo general, prevalece una satisfacción media, lo que denota que los resultados obtenidos para un buen número de productores no son del todo halagüeños (Figura 7).

Figura 7. *Satisfacción con los resultados productivos*



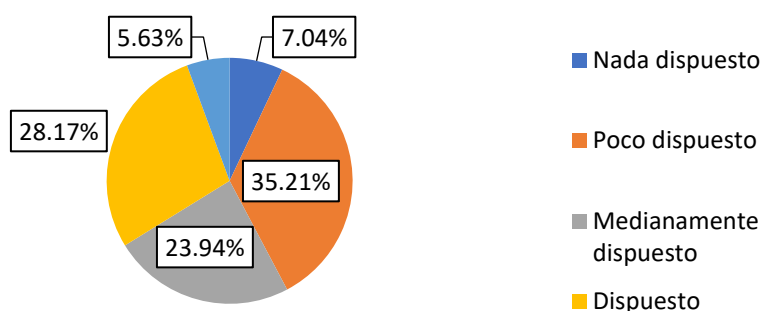
El 45,07% de los productores aseguró que ha oído hablar de herramientas tecnológicas para mejorar la reproducción del ganado. El 32,39 % tiene ciertas, el 18,31 % ninguna y el 4,23 % de los usuarios. Ningún productor dijo que las usan en forma regular. Esto indica que este tipo de herramientas son conocidas a nivel general, pero en la realidad que son aplicadas muy poco (Figura 8).

Figura 8. *Conocimiento de herramientas tecnológicas para la reproducción*



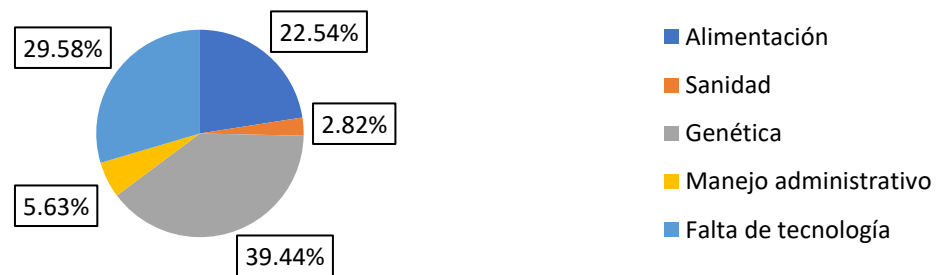
El 35,21 % de los productores está poco dispuesto a incorporar sistemas automáticos para el seguimiento del peso y crecimiento del ganado. El 28,17 % se encuentra dispuesto, el 23,94 % medianamente dispuesto, el 7,04 % nada dispuesto y el 5,63 % muy dispuesto. Los resultados muestran una disposición dividida, aunque predomina la categoría poco dispuesto (Figura 9).

Figura 9. *Disposición para incorporar sistemas automáticos*



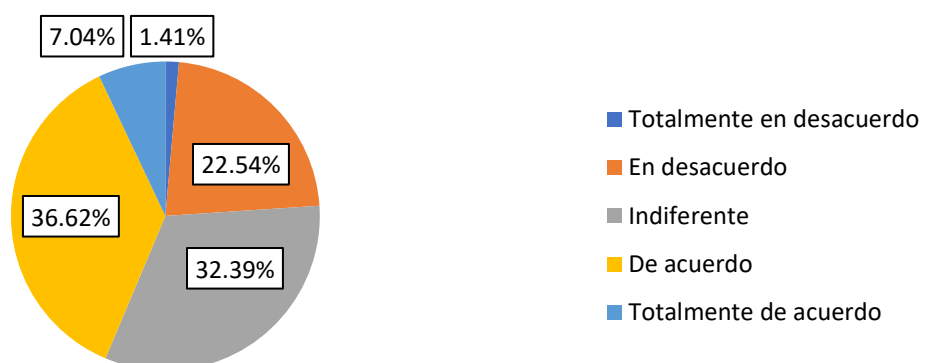
El 39,44% de los productores consideró a la genética como la mayor limitante para la productividad, seguida por la no disponibilidad de tecnología con 29,58% y la alimentación con 22,54%. La administración fue de un 5,63% y la salud del 2,82%. Los resultados revelan que las mayores limitaciones se encuentran en la mejora genética, la adopción tecnológica y la alimentación del ganado (Figura 10).

Figura 10. Principales factores que limitan la productividad



De los productores, el 36,62 % está de acuerdo en que puede aumentar drásticamente su producción en la Ganadería 4.0, mientras que el 7,04 % está completamente de acuerdo. A nivel general, un 43,66% tiene un buen parecer. El 32,39% opta por no pronunciarse, mientras que el 23,95% no está o está totalmente en desacuerdo. Esto indica cierta aceptación, aunque todavía hay una importante masa de productores que dudan de sus beneficios productivos (Figura 11).

Figura 11. Percepción del incremento productivo mediante Ganadería 4.0

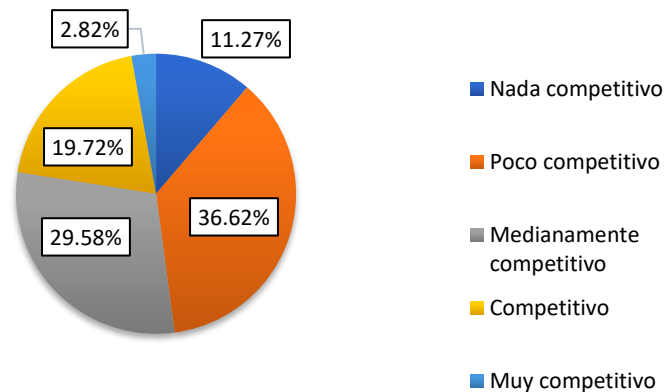


5.6. Competitividad

De los productores, el 36,62 % se considera poco competitivo, mientras que el 2,82 %

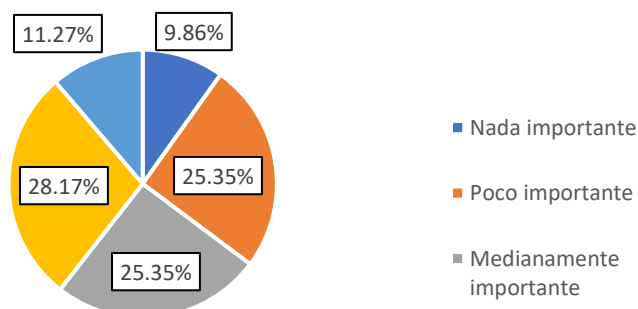
se percibe como muy competitivo. A nivel general, el 22,54 % presenta una valoración competitiva favorable. El 29,58 % se considera medianamente competitivo, mientras que el 47,89 % se ubica entre nada y poco competitivo. Esto evidencia una percepción limitada de la capacidad para competir frente a otros productores (Figura 12).

Figura 12. *Competitividad frente a otros productores*



Entre los productores, el 28,17 % cree que la innovación tecnológica es importante para la mejora de la competitividad y el 11,27 % piensa que lo es mucho. En términos generales, un 39,44 % otorga una valoración positiva. El 25,35 % la considera bastante importante, mientras que el 35,21 % no da o le da muy poca importancia. Esto indica una aceptación moderada de la innovación tecnológica, aun queriendo un grupo importante que no valoraban muy bien si su utilidad (Figura 13).

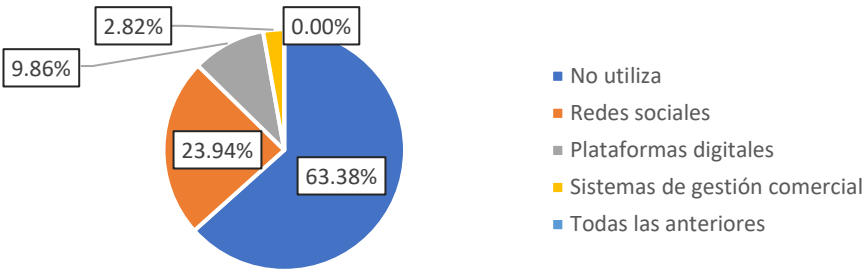
Figura 13. *Importancia de la innovación tecnológica*



Herramientas tecnológicas utilizadas para comercialización De entre los productores, un 63,38 % no se sirve de herramientas tecnológicas para llegar a los mercados o mejorar la comercialización y el 23,94 % sí utiliza redes sociales. Únicamente el 36,62 % hace uso de

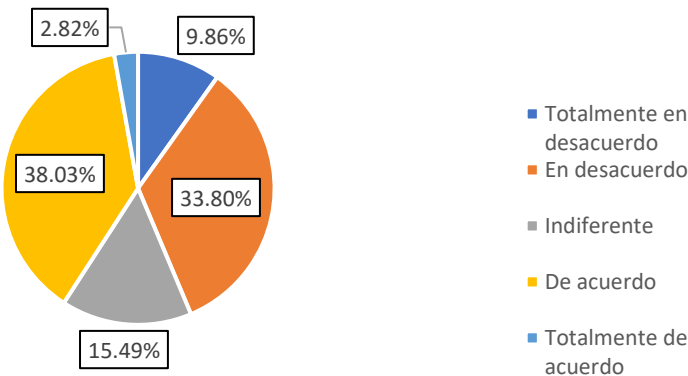
alguna de la citada herramientas tecnológicas a nivel general. El 9,86 % hace uso de plataformas digitales, un 2,82 % de sistemas de gestión comercial y ningún 0,00 % se apoya en todas las opciones. Esto representa un aprovechamiento precario de la tecnología en la comercialización ganadera (Figura 14).

Figura 14. *Uso de herramientas tecnológicas para comercialización*



Al 38,03 % de los canales le parece justo que la ganadería convencional le ponga límites a su competitividad, y un 2,82 % está muy de acuerdo. En conjunto, un 40,85 % opina que sí la limita (la ganadería tradicional). Un 15,49 % no está ni a favor ni en contra, y un 43,66 % no está de acuerdo o no está de acuerdo en absoluto. Refleja una división de opiniones con un cierto temor a que se pueda interpretar como que la ganadería tradicional limita la capacidad competitiva (Figura 15).

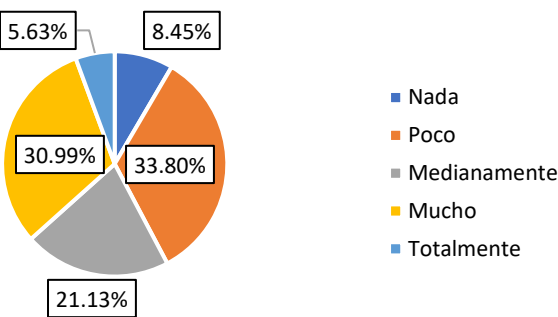
Figura 15. *Limitación competitiva de la ganadería tradicional*



Un 30,99 % de los productores cree que la digitalización fortalece mucho la trazabilidad en productos ganaderos y un 5,63 % que la fortalece totalmente. En términos generales, el 36,62 % la ve con un horno reforzador austenítico. El 21,13 % opina que la fortalece medianamente,

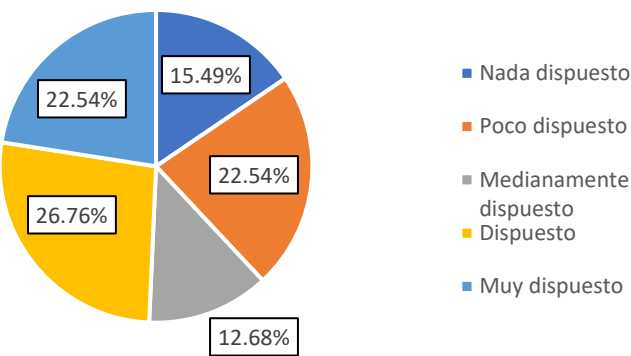
y el 42,25 % que la fortalece poco o nada. Esto muestra que las valoraciones negativas sobre el impacto de la digitalización en la trazabilidad son ligeramente superiores (Figura 16).

Figura 16. *Digitalización y fortalecimiento de la trazabilidad*



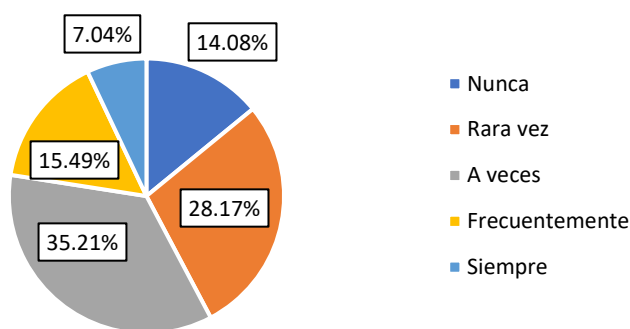
Entre los productores, el 26,76 % mostraba interés por recibir formación en Ganadería 4.0 y el 22,54 % estaba muy interesado. En términos generales, el 49,30 % tiene una disposición positiva. El 12,68 % se halla moderadamente dispuesto, y el 38,03 % no lo está o muy poco. Esto demuestra una inclinación positiva hacia la capacitación, sin embargo, no atañe aún la totalidad de los productores (Figura 17).

Figura 17. *Disposición para recibir capacitación*



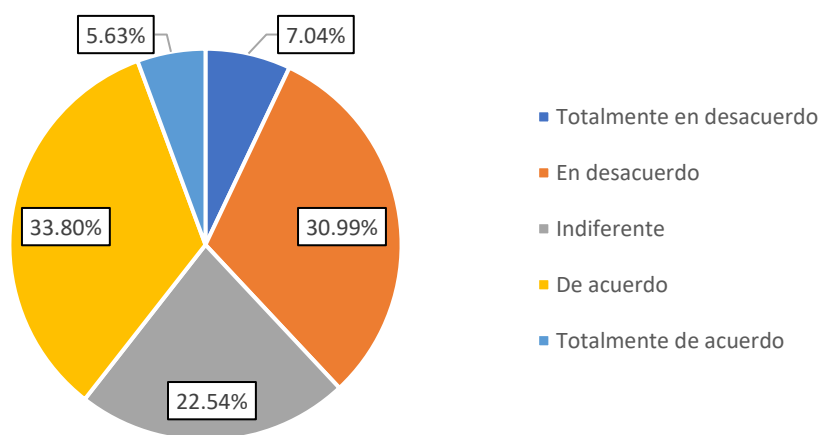
Unidad de negocio que evalúa y disminuye sus costos El 15,49 % de los productores tiene un seguimiento habitual de sus costos de producción, y el 7,04 % se lo aplica siempre. El 35,21 % de ellas realiza un análisis en ocasiones, por otro lado, el 42,25 % no o en muy pocas oportunidades analiza los costos. Esto sugiere que se tiende a una gestión poco figurada de los costos productivos (Figura 18).

Figura 18. *Evaluación y reducción de los costos productivos*



De los productores, el 33,80 % está de acuerdo en que los productos procedentes de sistemas ganaderos tecnificados y sostenibles son mejor valorados, mientras que el 5,63 % está totalmente de acuerdo. A nivel general, el 39,44 % presenta una percepción favorable. El 22,54 % permanece indiferente, mientras que el 38,03 % está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. Esto refleja una opinión equilibrada, con una diferencia mínima a favor de la valoración positiva (Figura 19).

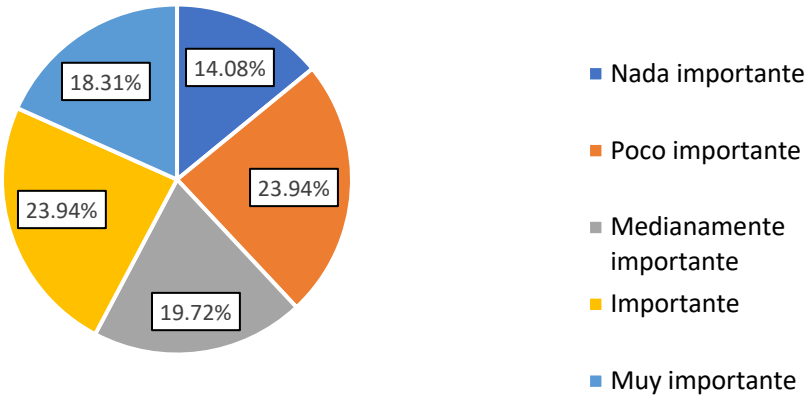
Figura 19. *Valoración de productos según la gestión tecnológica*



De los productores, el 23,94 % considera importante adaptarse a las nuevas tendencias tecnológicas para competir en el mercado, mientras que el 18,31 % lo considera muy importante. A nivel general, el 42,25 % presenta una valoración favorable. El 19,72 % lo considera medianamente importante, mientras que el 38,03 % le atribuye poca o ninguna importancia. Esto evidencia una aceptación moderada de la adaptación tecnológica, aunque

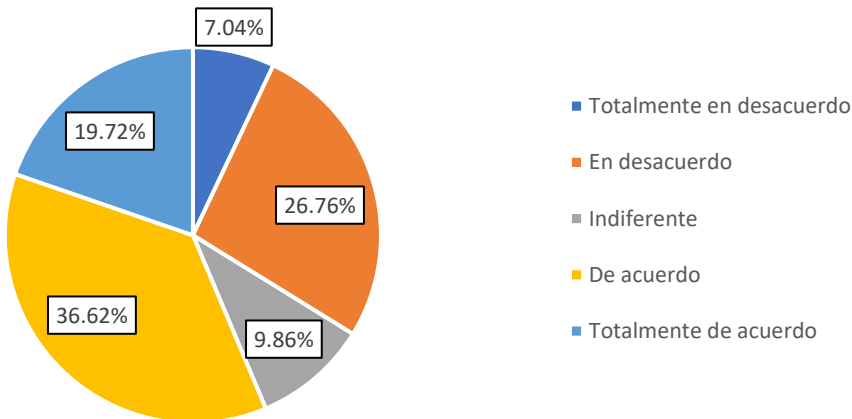
todavía existe una proporción considerable de productores que no reconoce plenamente su importancia competitiva (Figura 20).

Figura 20. *Adaptación a nuevas tendencias tecnológicas*



De los productores, el 36,62 % está de acuerdo en que la articulación entre los sistemas tradicionales y la Ganadería 4.0 puede fortalecer la competitividad del sector, mientras que el 19,72 % está totalmente de acuerdo. A nivel general, el 56,34 % presenta una percepción favorable. El 9,86 % permanece indiferente, mientras que el 33,80 % está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. Esto indica una aceptación mayoritaria de la integración tecnológica, aunque un tercio de los productores todavía mantiene una percepción desfavorable (Figura 21).

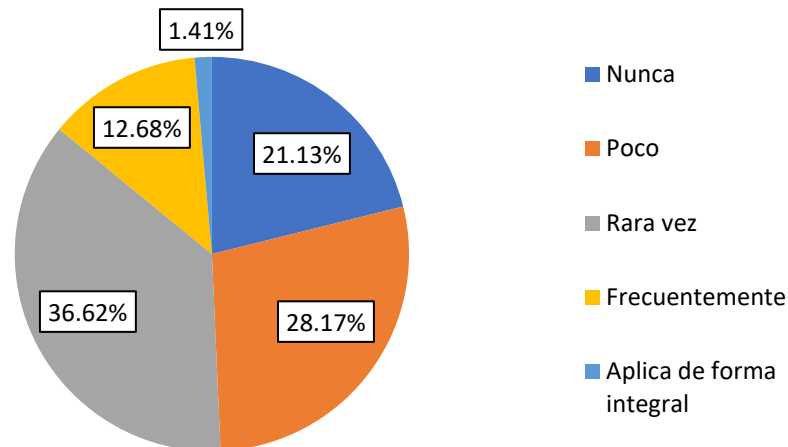
Figura 21. *Articulación de sistemas tradicionales y Ganadería 4.0*



5.7. Sostenibilidad

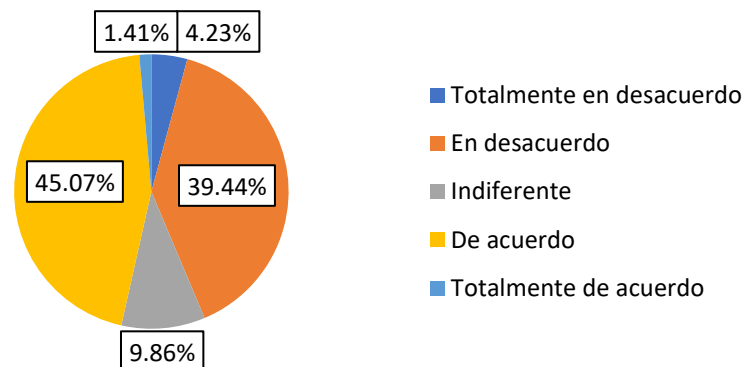
Un 21,13% de los productores opinaba que nunca aplica prácticas sostenibles; un 28,17% que las practica poco; un 36,62% que las practica rara vez; un 12,68% que las usa frecuentemente y solo un 1,41% que las usa en todo el sistema. El 85,92 % suma y sigue en línea de una impracticabilidad absoluta, muy limitada o muy espaciada en el tiempo, y únicamente un 14,09 % se vislumbra con frecuencia o con intensidad (Figura 22).

Figura 22. *Aplica prácticas sostenibles en su sistema ganadero*



Un 4,23% de los productores se muestra totalmente en desacuerdo con que la tecnología pueda mitigar el impacto ambiental de la ganadería; el 39,44% percibe que no; el 9,86% es neutral; el 45,07% es de la opinión contraria, y un 1,41% está totalmente de acuerdo. Sumando respuestas, entre ellas casi favorables, un 46,48 % tiene una percepción positiva, por su parte un 43,67 % le valora negativamente (Figura 23).

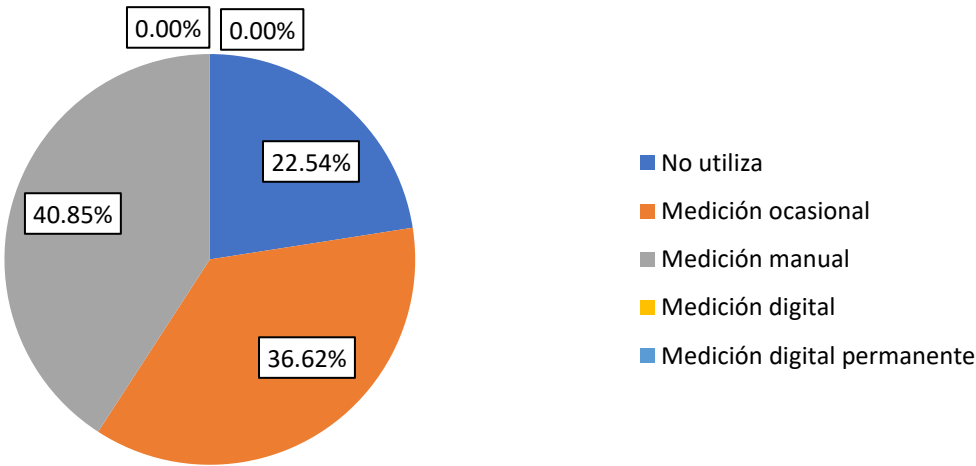
Figura 23. *Cree que la tecnología puede ayudar a reducir el impacto ambiental de la ganadería*



El 22,54 % de los productores indicó que no utiliza ningún método para medir el consumo de agua y energía; el 36,62 % realiza mediciones ocasionales; y el 40,85 % emplea

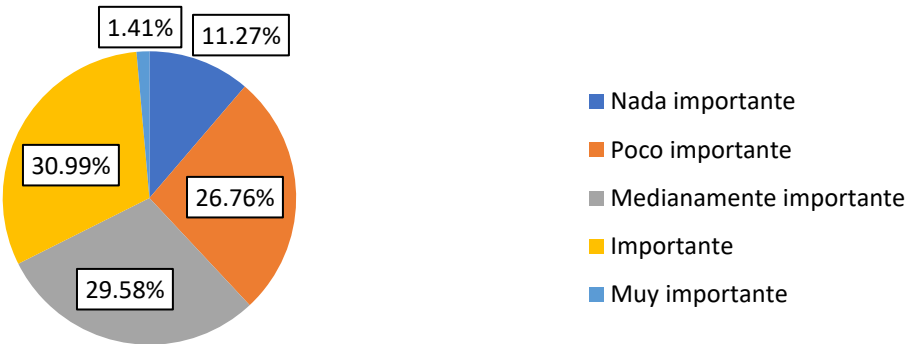
mediciones manuales. Por otra parte, el 0,00 % utiliza medición digital y el 0,00 % dispone de medición digital permanente. En conjunto, el 77,47 % realiza algún tipo de control ocasional o manual; sin embargo, estos procedimientos no corresponden a sistemas automatizados ni continuos (Figura 24).

Figura 24. *Utiliza métodos para medir el consumo de agua y energía en su finca*



El 11,27 % considera que implementar herramientas digitales para controlar la huella ambiental no es nada importante; el 26,76 % lo considera poco importante; el 29,58 % lo califica como medianamente importante; el 30,99 % lo considera importante; y el 1,41 % lo valora como muy importante. De manera agrupada, el 38,03 % presenta una valoración baja, el 29,58 % mantiene una posición intermedia y el 32,40 % expresa una valoración favorable (Figura 25).

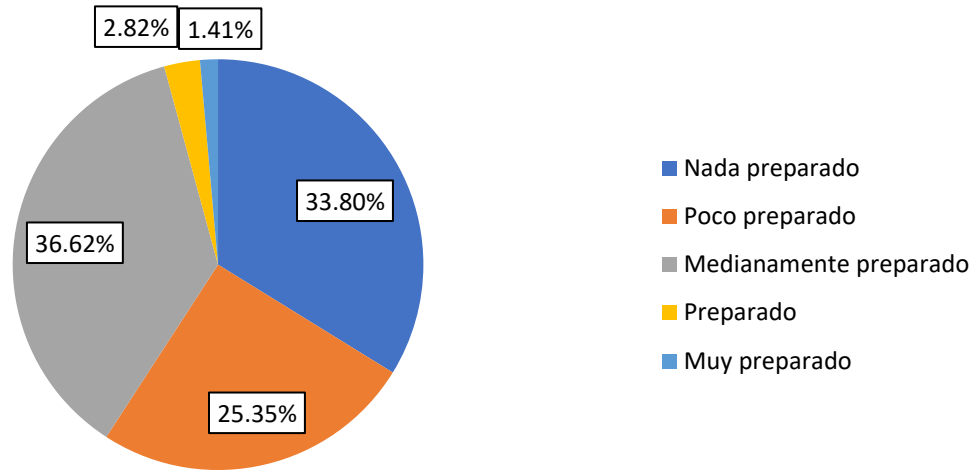
Figura 25. *Considera importante implementar herramientas digitales para controlar la huella ambiental*



El 33,80 % de los productores manifestó no sentirse nada preparado; el 25,35 % se

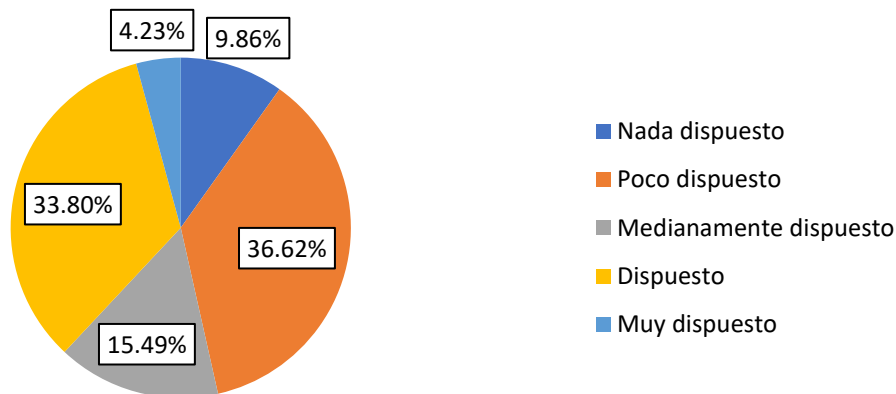
considera poco preparado; el 36,62 %, medianamente preparado; el 2,82 %, preparado; y el 1,41 %, muy preparado. Al agrupar las categorías, el 59,15 % presenta un nivel bajo de preparación, mientras que el 36,62 % se ubica en un nivel intermedio y únicamente el 4,23 % declara encontrarse preparado o muy preparado (Figura 26).

Figura 26. *Qué tan preparado se siente para aplicar prácticas sostenibles apoyadas en tecnología*



El 9,86 % indicó estar nada dispuesto a adoptar sistemas inteligentes; el 36,62 %, poco dispuesto; el 15,49 %, medianamente dispuesto; el 33,80 %, dispuesto; y el 4,23 %, muy dispuesto. En conjunto, el 46,48 % presenta una disposición baja, el 15,49 % mantiene una posición intermedia y el 38,03 % expresa una disposición favorable (Figura 27).

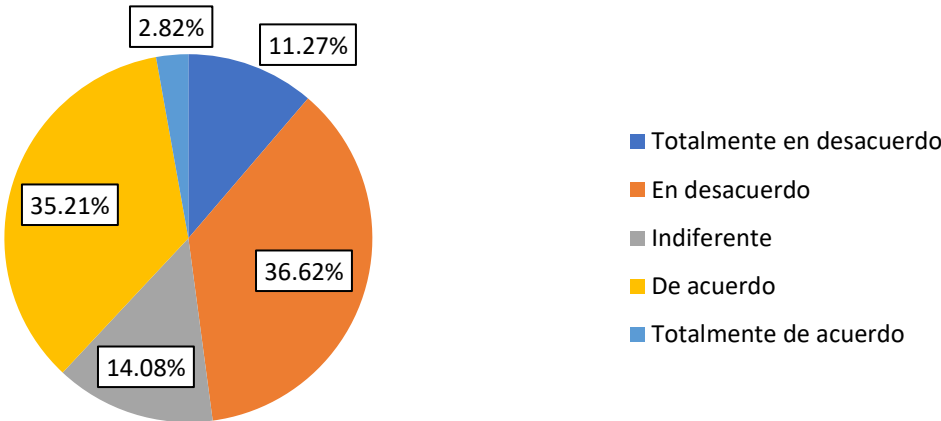
Figura 27. *Estaría dispuesto a adoptar sistemas inteligentes para optimizar el uso de pasturas y forrajes*



El 11,27 % está totalmente en desacuerdo con que la ganadería tradicional genere

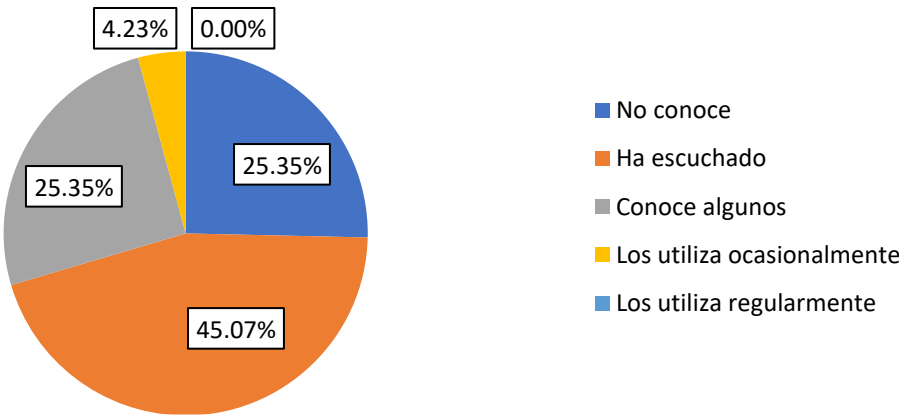
impactos ambientales significativos; el 36,62 % está en desacuerdo; el 14,08 % se mantiene indiferente; el 35,21 % está de acuerdo; y el 2,82 % está totalmente de acuerdo. De manera agrupada, el 47,89 % presenta una percepción desfavorable respecto a la existencia de impactos ambientales significativos, mientras que el 38,03 % mantiene una percepción favorable y el 14,08 % no adopta una posición definida (Figura 28).

Figura 28. *Considera que la ganadería tradicional genera impactos ambientales significativos*



El 25,35 % de los productores manifestó que no conoce sistemas de monitoreo; el 45,07 % señaló que ha escuchado sobre ellos; el 25,35 % indicó conocer algunos; el 4,23 % afirmó utilizarlos ocasionalmente; y el 0,00 % declaró utilizarlos regularmente. En conjunto, el 70,42 % se concentra entre quienes no conocen estos sistemas o únicamente han escuchado sobre ellos. El 29,58 % posee algún nivel de conocimiento o utilización, pero solo el 4,23 % registra una aplicación práctica ocasional y ningún productor reporta un uso regular (Figura 29).

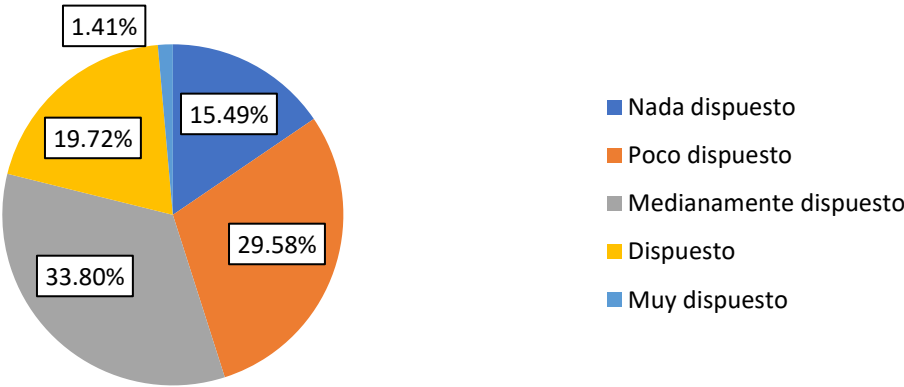
Figura 29. *Conoce sistemas de monitoreo para evaluar la salud del suelo y la vegetación*



El 15,49 % de los productores manifestó estar nada dispuesto a invertir en tecnologías

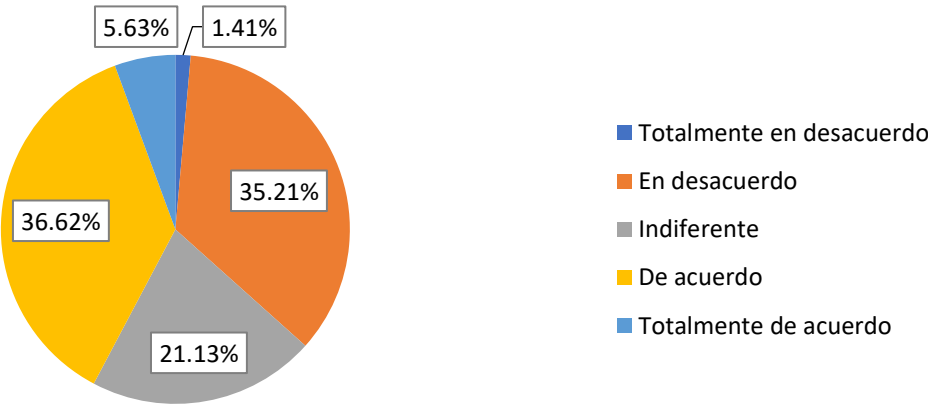
orientadas a mejorar la sostenibilidad; el 29,58 % indicó estar poco dispuesto; el 33,80 % se ubicó como medianamente dispuesto; el 19,72 % señaló estar dispuesto; y únicamente el 1,41 % expresó estar muy dispuesto. Al agrupar las categorías, el 45,07 % presenta una disposición baja, mientras que el 33,80 % mantiene una posición intermedia y el 21,13 % evidencia una disposición favorable (Figura 30).

Figura 30. *Qué tan dispuesto está a invertir en tecnologías que mejoren la sostenibilidad a largo plazo*



El 1,41 % de los productores está totalmente en desacuerdo con que la Ganadería 4.0 contribuya al manejo responsable de los recursos naturales; el 35,21 % está en desacuerdo; el 21,13 % mantiene una posición indiferente; el 36,62 % está de acuerdo; y el 5,63 % está totalmente de acuerdo. De manera agrupada, el 42,25 % presenta una percepción favorable, frente al 36,62 % que expresa una valoración desfavorable; adicionalmente, el 21,13 % no adopta una posición definida (Figura 31).

Figura 31. *Considera que la Ganadería 4.0 contribuye a un manejo responsable de los recursos naturales*



CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El diagnóstico evidenció que los sistemas ganaderos tradicionales del cantón El Carmen se apoyan principalmente en la experiencia del productor; sin embargo, presentan limitaciones en registros, control alimenticio, uso tecnológico y sostenibilidad.
- Frente a ello, los componentes de Ganadería 4.0 más pertinentes son registros digitales, sensores, monitoreo animal, trazabilidad, control de costos, herramientas comerciales digitales y capacitación técnica.
- Las brechas encontradas se relacionan con edad, nivel educativo, tamaño de finca, acceso tecnológico e inversión, por lo que la articulación debe aplicarse de manera gradual, práctica y accesible.

RECOMENDACIONES

- Fortalecer el uso de registros productivos, sanitarios y económicos en las fincas ganaderas del cantón El Carmen, mediante formatos sencillos o herramientas digitales básicas.
- Implementar capacitaciones sobre Ganadería 4.0, priorizando el uso de sensores, trazabilidad, monitoreo animal, control de costos y comercialización digital.
- Promover una adopción tecnológica gradual, acorde con la edad, nivel educativo, tamaño de finca y capacidad económica de los productores.
- Impulsar prácticas sostenibles vinculadas al manejo de pasturas, uso eficiente del agua, bienestar animal y reducción del impacto ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbasi, R., Martinez, P., & Ahmad, R. (2022). The digitization of agricultural industry—a systematic literature review on agriculture 4.0. *Smart Agricultural Technology*, 2, 100042.
- Andrade, G., Andrade, M., Suárez-Usbek, A., Bautista-Espinoza, H., & Haro-Haro, A. (2023). Impacto socioeconómico de la ganadería lechera en comunidades indígenas del Ecuador. *EASI: Engineering and Applied Sciences in Industry*, 2(1), 34-43.
- Baraja, A. J. C., & Bonilla, J. I. C. (2023). Perspectivas y desafíos en la industria 4.0 para el sector agroindustrial de La Maná: Perspectives and challenges in industry 4.0 for the La Maná agroindustrial sector. *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando*, 4(2), 848-869.
- Belhadi, A., Kamble, S. S., Mani, V., Benkhathi, I., & Touriki, F. E. (2025). An ensemble machine learning approach for forecasting credit risk of agricultural SMEs' investments in agriculture 4.0 through supply chain finance. *Annals of Operations Research*, 345(2), 779-807.
- Carrasco, C. A. O., Panchi, D. J. H., Aranda, J. C. P., & Gallo, C. F. G. (2025). Análisis de implementación de Tecnologías de la Información y la Comunicación en la producción pecuaria. *Revista Ciencia Innovadora*, 3(1), 74-85. <https://doi.org/10.64422/rci.v3n1.2025.52>
- Castro, D. P., Puetate, I. G., Reyes, P. P. C., Cobeña, J. Á., Mosquera, S. V., & Celleri, J. E. N. (2025). Fortalecimiento de la Ganadería Ecuatoriana: Manejo Sostenible de Pastos, Forrajes y Sistemas Silvopastoriles para un Futuro Resiliente. *Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(2), 21.
- Cisneros-Saguilán, P., Martínez-Vásquez, J., Rosa-Galindo, A. de la, Candelaria-Martínez, B., & Portillo-Salgado, R. (2024). Caracterización tipológica de la ganadería bovina doble propósito en Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 11(3).
- Costa, F., Frecassetti, S., Rossini, M., & Portioli-Staudacher, A. (2023). Industry 4.0 digital technologies enhancing sustainability: Applications and barriers from the agricultural industry in an emerging economy. *Journal of Cleaner Production*, 408, 137208.
- do Amaral, R. M., dos Reis, C. M., la Cruz, C. G. de, Dorzin, W., & Rodrigues Reis, C. E. (2024). Producción, valor nutricional y características morfológicas de cuatro cultivares de *Megathyrus maximus* en condiciones tropicales húmedas. *Revista de Producción Animal*, 36(2), 77-91.

- Elichiribehety, L., & Fernandez, L. (2025). *Transformación digital en la gestión de la ganadería de precisión*.
- Encalada, Y. A. J., & Villacorta, P. A. R. (2024). Tendencias Tecnológicas con IoT en la Ganadería 4.0 Aplicables en Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 5947-5974.
- ESPAC. (2024). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua-2023*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-2023/>
- Fajardo, B., de Otálora, X. D., MENDEZ, D. A., CALVET, F. S., & ESTELLÉS, F. (2024). GANADERÍA DE PRECISIÓN: Avances tecnológicos para una producción eficiente y sostenible. *EDITORIAL AGRICOLA, VALENCIA*.
- FAO, F. and A. O. of the U., Development, I. F. for A., Fund, U. N. C., Programme, W. F., & Organization, W. H. (2023). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2023: Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum*. Food & Agriculture Org.
- Google Maps. (2025). 0°15'35.0"N 79°25'35.0"W. https://www.google.com.ec/maps/@-0.2621007,-79.443577,2416m/data=!3m1!1e3?entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MDUyNi4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D
- Guzmán, G. K. V., Sánchez, I. H. M., & Vilche, A. E. A. (2024). Tecnología IoT para el monitoreo de la salud animal en el sector ganadero. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 14(1), 60-68.
- Guzmán López, L. J., & Tello Diaz, A. F. (2025). *Desarrollo de un sistema de monitoreo de temperatura corporal y frecuencia respiratoria para ganado bovino*.
- INAMHI. (2022, abril 16). *Anuario metereológico*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.
- Macay-Anchundia, M. Á., Pesantez-Muñoz, M. J., Cevallos-López, V. C., & López-Mejía, F. X. (2024). Caracterización de la producción de *Megathyrus maximus* (Jacq.) BK Simon & SWL Jacobs y *Urochloa decumbens* (Stapf) RD Webster en pastoreo con caprino. *Pastos y Forrajes*, 47.
- Muñoz-Rengifo, J. C., Vivar, J. P., Chumpi, P. I., Navarrete, R. A. T., & Navarrete, B. T. (2025). Evaluación de la Sostenibilidad ganadera en la amazonia ecuatoriana: Casos, El Triunfo y Pablo Sexto. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 12(1), 34-44.

- Novillo Vélez, E. L., & Romero Rivera, F. J. (2025). *Diseño y construcción de un sistema de detección y monitoreo para ganado bovino mediante radiofrecuencia E IoT*.
- Onofre, J. M. C., García, I. H. T., Romero, M. Á. M., Sinchiguano, B. E. O., & García, K. D. R. H. (2025). *Tecnologías Disruptivas en la Agricultura 4.0: IA, IoT, Drones, Economía Circular y Modelación*. Know Press.
- Ortega Santos, J. S., & Diaz Bayona, C. D. (2024). Oportunidades De La Industria 4.0 Para Impulsar La Competitividad Del Sector Cacaotero En Colombia. *LIBRO DE MEMORIAS*, 277.
- Palma, R. P. P., Cevallos, V. C. C., Macay, M. Á., Bermeo, K. A. B., & Pesantez, M. J. (2024). Impacto del Pastoreo Racional Voisin en la respuesta productiva de pastos *Urochloa* y *Megathyrus*. *RELIGACIÓN. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 9(42), e2401247.
- Pilamunga, B. O. C., López, M. B. C., Monar, K. R. G., & Sarango, A. F. H. (2024). Chi Cuadrado y tablas de contingencia aplicado en SPSS. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(E3), 499-513.
- Pinedo, D. A. M., Bernalola, L. R. A., & Lora-Loza, M. G. (2026). Detección de *Fasciola hepatica* en ganado bovino y factores de riesgo en Salud Pública, 2015-2016. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 10(28), 408-425.
- Ramírez, E. A. C., Albarrán, J. C., Mora, L. E. M., & Hernández, M. (2022). Agro 4.0:¿ Una posibilidad de mejora en el campo venezolano o una solución para la agricultura en Venezuela? *Revista agroalimentaria*, 28(55), 213-229.
- Roy, S. K., & De, D. (2022). Genetic algorithm based internet of precision agricultural things (IopaT) for agriculture 4.0. *Internet of Things*, 18, 100201.
- Scuderi, A., La Via, G., Timpanaro, G., & Sturiale, L. (2022). The digital applications of “Agriculture 4.0”: Strategic opportunity for the development of the Italian citrus chain. *Agriculture*, 12(3), 400.
- Sharma, R., Kamble, S., Mani, V., & Belhadi, A. (2022). An empirical investigation of the influence of industry 4.0 technology capabilities on agriculture supply chain integration and sustainable performance. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 12364-12384.
- Valenzuela-García, J. R., de la Peña-Casas, B. E., & Gaytán-Muñoz, T. (2022). Agricultura 4.0. *Agraria*, (SE1), 3-3.
- Vásquez, A. P. C., Vásquez, N. E. C., & Conde, R. U. G. (2023). Impacto del uso de las tecnologías de la información en la agricultura de precisión. *Perfiles de Ingeniería*, 19(20), 201-219.

- Velásquez Garzón, L. M., & Rodríguez Velásquez, O. M. (2024). *Vigilancia tecnológica de la industria 4.0 en el sector lácteo* [Universidad Distrital Francisco José De Caldas]. <http://hdl.handle.net/11349/36738>
- Ventura Flores, L. S., & Huaman Coaquira, L. K. K. (2026). Aplicación web y móvil con tecnología Lora para el monitoreo de ganado vacuno- Puerto Maldonado—2024. *Repositorio Institucional - UNAMAD*. <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/1489>
- Viteri Guzmán, G. K., Monserrate Sánchez, I. H., & Arrese Vilche, A. E. (2024). Tecnología IoT para el monitoreo de salud animal en el sector ganadero: Producción y Salud Animal. *La Técnica. Revista de las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, 14(1), 60-68. <https://doi.org/10.33936/latecnica.v14i1.6234>
- Yadav, V. S., Singh, A. R., Raut, R. D., Mangla, S. K., Luthra, S., & Kumar, A. (2022). Exploring the application of Industry 4.0 technologies in the agricultural food supply chain: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 169, 108304.

ANEXOS

Anexo 1. Relación entre el género y el monitoreo de indicadores productivos del sistema ganadero

Estadístico	Valor	gl	p	Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	5,43	4	0,2459	Chi Cuadrado Pearson	4,3	4	0,367
Chi Cuadrado MV-G2	6,01	4	0,1986	Chi Cuadrado MV-G2	4,24	4	0,3742
Coef.Conting.Cramer	0,2			Coef.Conting.Cramer	0,17		
Coef.Conting.Pearson	0,27			Coef.Conting.Pearson	0,24		

Anexo 2. Resultados de la prueba de Chi-cuadrado entre la edad y el monitoreo de indicadores productivos.

EDAD				
Estadístico	Valor	gl	p	
Chi Cuadrado Pearson	8,57	8	0,3797	
Chi Cuadrado MV-G2	8,22	8	0,4124	
Coef.Conting.Cramer	0,2			
Coef.Conting.Pearson	0,33			

Anexo 3. Aplicación de encuestas a los productores ganaderos participantes en la investigación



Anexo 4. Instrucción: marque con una X la alternativa que corresponda. La información será utilizada exclusivamente con fines académicos.

Nombre:	Genero: 1: ☐ Hombre 2: ☐ Mujer 3: ☐ Otro	Dirección:
Edad: 1: ☐ < 20 años 2: ☐ 20-40 3: ☐ 40-60 4: ☐ >60	Tamaño finca: 1: ☐ < 5 Ha 2: ☐ 5-20 Ha 3: ☐ 20- 100 Ha 4: ☐ > 100 Ha	Instrucción: 1: ☐ Sin instrucción 2: ☐ Escuela 3: ☐ Colegio 4: ☐ Superior 5: ☐ Posgrado

PRODUCTIVIDAD

1. **¿Con qué frecuencia monitorea los indicadores productivos (peso, ganancia diaria, consumo de alimento) en su sistema ganadero?**

- 1 ☐ Nunca
- 2 ☐ Rara vez
- 3 ☐ A veces
- 4 ☐ Frecuentemente
- 5 ☐ Siempre

2. **¿Considera que el uso de tecnologías digitales podría mejorar la eficiencia productiva de su hato?**

- 1 ☐ Totalmente en desacuerdo
- 2 ☐ En desacuerdo
- 3 ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 ☐ De acuerdo
- 5 ☐ Totalmente de acuerdo

3. **¿Qué nivel de control tiene actualmente sobre la alimentación y conversión alimenticia de su ganado?**

- 1 ☐ Ninguno
- 2 ☐ Bajo
- 3 ☐ Medio
- 4 ☐ Alto
- 5 ☐ Muy alto

4. ¿Utiliza registro para el control productivo de su finca? 1 ☐ Sí 2 ☐ No
5. ¿Qué tipo de registro usa? 1 ☐ Sí, pero no actualizo los registros con frecuencia. 2 ☐ registros básicos (producción, alimentación o sanidad). 3 ☐ registros manuales (cuadernos o libretas). 4 ☐ registros digitales (Excel u otro software). 5 ☐ No, pero le gustaría implementar
6. ¿Qué tan satisfecho está con el rendimiento productivo actual de su finca? 1 ☐ Muy insatisfecho 2 ☐ Insatisfecho 3 ☐ Medianamente satisfecho 4 ☐ Satisfecho 5 ☐ Muy satisfecho
7. ¿Conoce herramientas tecnológicas que permitan optimizar la reproducción del ganado? 1 ☐ No conoce ninguna 2 ☐ Ha escuchado de ellas 3 ☐ Conoce algunas 4 ☐ Las utiliza ocasionalmente 5 ☐ Las utiliza frecuentemente
8. ¿Estaría dispuesto a incorporar sistemas automáticos para el seguimiento del peso y crecimiento del ganado? 1 ☐ Nada dispuesto 2 ☐ Poco dispuesto 3 ☐ Medianamente dispuesto 4 ☐ Dispuesto 5 ☐ Muy dispuesto
9. ¿Cuáles son los principales factores que limitan la productividad en su sistema ganadero? 1 ☐ Alimentación 2 ☐ Sanidad 3 ☐ Genética 4 ☐ Manejo administrativo 5 ☐ Falta de tecnología
10. ¿Considera que la implementación de principios de Ganadería 4?0 puede incrementar significativamente su producción? 1 ☐ Totalmente en desacuerdo 2 ☐ En desacuerdo

- 3 ☐ Indiferente
 4 ☐ De acuerdo
 5 ☐ Totalmente de acuerdo

SOSTENIBILIDAD

1. **¿Aplica prácticas sostenibles en su sistema ganadero?**

- 1 ☐ nunca
 2 ☐ poco
 3 ☐ rara vez
 4 ☐ frecuentemente
 5 ☐ Aplica de forma integral

2. **¿Cree que la tecnología puede ayudar a reducir el impacto ambiental de la ganadería?**

- 1 ☐ Totalmente en desacuerdo
 2 ☐ En desacuerdo
 3 ☐ Indiferente
 4 ☐ De acuerdo
 5 ☐ Totalmente de acuerdo

3. **¿Utiliza métodos para medir el consumo de agua y energía en su finca?**

- 1 ☐ No utiliza
 2 ☐ Medición ocasional
 3 ☐ Medición manual
 4 ☐ Medición digital
 5 ☐ Medición digital permanente

4. **¿Considera importante implementar herramientas digitales para controlar la huella ambiental?**

- 1 ☐ Nada importante
 2 ☐ Poco importante
 3 ☐ Medianamente importante
 4 ☐ Importante
 5 ☐ Muy importante

5. **¿Qué tan preparado se siente para aplicar prácticas sostenibles apoyadas en tecnología?**

- 1 ☐ Nada preparado
 2 ☐ Poco preparado
 3 ☐ Medianamente preparado
 4 ☐ Preparado
 5 ☐ Muy preparado

6. **¿Estaría dispuesto a adoptar sistemas inteligentes para optimizar el uso de pasturas y forrajes?**

1 ☐ Nada dispuesto 2 ☐ Poco dispuesto 3 ☐ Medianamente dispuesto 4 ☐ Dispuesto 5 ☐ Muy dispuesto
7. ¿Considera que la ganadería tradicional genera impactos ambientales significativos? 1 ☐ Totalmente en desacuerdo 2 ☐ En desacuerdo 3 ☐ Indiferente 4 ☐ De acuerdo 5 ☐ Totalmente de acuerdo
8. ¿Conoce sistemas de monitoreo para evaluar la salud del suelo y la vegetación? 1 ☐ No conoce 2 ☐ Ha escuchado 3 ☐ Conoce algunos 4 ☐ Los utiliza ocasionalmente 5 ☐ Los utiliza regularmente
9. ¿Qué tan dispuesto está a invertir en tecnologías que mejoren la sostenibilidad a largo plazo? 1 ☐ Nada dispuesto 2 ☐ Poco dispuesto 3 ☐ Medianamente dispuesto 4 ☐ Dispuesto 5 ☐ Muy dispuesto
10. ¿Considera que la Ganadería 4?0 contribuye a un manejo responsable de los recursos naturales? 1 ☐ Totalmente en desacuerdo 2 ☐ En desacuerdo 3 ☐ Indiferente 4 ☐ De acuerdo 5 ☐ Totalmente de acuerdo
COMPETITIVIDAD
1. ¿Considera que su sistema ganadero es competitivo frente a otros productores de la región? 1 ☐ Nada competitivo 2 ☐ Poco competitivo 3 ☐ Medianamente competitivo

4 ☐ Competitivo 5 ☐ Muy competitivo
2. ¿Qué tan importante considera la innovación tecnológica para mejorar su competitividad? 1 ☐ Nada importante 2 ☐ Poco importante 3 ☐ Medianamente importante 4 ☐ Importante 5 ☐ Muy importante
3. ¿Utiliza herramientas tecnológicas para acceder a mercados o mejorar la comercialización? 1 ☐ No utiliza 2 ☐ Redes sociales 3 ☐ Plataformas digitales 4 ☐ Sistemas de gestión comercial 5 ☐ Todas las anteriores
4. ¿Considera que la ganadería tradicional limita su capacidad competitiva? 1 ☐ Totalmente en desacuerdo 2 ☐ En desacuerdo 3 ☐ Indiferente 4 ☐ De acuerdo 5 ☐ Totalmente de acuerdo
5. ¿Qué tanto cree que la digitalización fortalece la trazabilidad de los productos ganaderos? 1 ☐ Nada 2 ☐ Poco 3 ☐ Medianamente 4 ☐ Mucho 5 ☐ Totalmente
6. ¿Estaría dispuesto a recibir capacitaciones sobre Ganadería 4?0? 1 ☐ Nada dispuesto 2 ☐ Poco dispuesto 3 ☐ Medianamente dispuesto 4 ☐ Dispuesto 5 ☐ Muy dispuesto
7. ¿Evalúa regularmente los costos de producción? 1 ☐ Nunca 2 ☐ Rara vez 3 ☐ A veces

4 ☐ Frecuentemente 5 ☐ Siempre
8. ¿Cree que los consumidores valoran productos de sistemas ganaderos tecnificados y sostenibles? 1 ☐ Totalmente en desacuerdo 2 ☐ En desacuerdo 3 ☐ Indiferente 4 ☐ De acuerdo 5 ☐ Totalmente de acuerdo
9. ¿Qué tan importante es adaptarse a nuevas tendencias tecnológicas para competir en el mercado? 1 ☐ Nada importante 2 ☐ Poco importante 3 ☐ Medianamente importante 4 ☐ Importante 5 ☐ Muy importante
10. ¿Considera que la articulación entre sistemas tradicionales y Ganadería 4.0 aumenta la competitividad del sector? 1 ☐ Totalmente en desacuerdo 2 ☐ En desacuerdo 3 ☐ Indiferente 4 ☐ De acuerdo 5 ☐ Totalmente de acuerdo

Mey Calcedo_Copilation 1

ID : b1181b863224ba47454f4570673ffb8845c6a94a

9%
Textos sospechosos

Nombre del fichero : Mey Calcedo_Copilation 1.txt
Tamaño del archivo original : 379.38 kB
Número de palabras : 8559

Depositante : FRANCIEL LOPEZ MEJIA
Fecha de depósito : 30 de julio de 2026
Tipo de carga : interfaz
Fecha de fin de análisis : 30 de julio de 2026

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Similitudes 2%
Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.

Detección de IA 7%
Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.
Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.

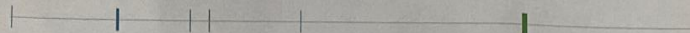
Idiomas no reconocidos <1%
Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.
Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.

No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Textos entre comillas 1%
Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

Fuentes de similitudes (sección 2/2)

Similitudes 2%
Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	 Tesis Jorge Copilato #e15a3c Viene de de mi biblioteca	<1%	
2	 Diseño de arquitectura básica para el corral de manejo y restricció... repository.unad.edu.co/handle/10596/68422	<1%	
3	 repositorio.uleam.edu.ec repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/5154/1/ULEAM-AGRO-0253...	<1%	



Franciel Lopez Mejia