

PRÁCTICAS LECHERAS EN GANADO BOVINO ENTRE MÉXICO Y COLOMBIA



JUAN JOSÉ PERDOMO VÁSQUEZ
VALENTINA PERDOMO VALENCIA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS
VILLAVICENCIO
2024

PRÁCTICAS LECHERAS EN GANADO BOVINO ENTRE MÉXICO Y COLOMBIA

JUAN JOSÉ PERDOMO VÁSQUEZ
VALENTINA PERDOMO VALENCIA

Monografía de Seminario Internacional de Profundización (Sistematización de experiencias)
como requisito para optar al título de Administrador de Empresas Agropecuarias

Asesor
Ing. BEATRIZ ALEJANDRA ORTEGA SÁNCHEZ PhD.
Doctor en Nutrición Humana

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS...
VILLAVICENCIO

2024

Autoridades Académicas

P. Álvaro José ARANGO RESTREPO, O.P.

Rector General

P. Mauricio Antonio CORTÉS GALLEGO, O.P.

Vicerrector Académico General

P. José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O.P.

Rector Seccional Villavicencio

P. Adrián Mauricio GARCÍA PEÑARANDA, O.P.

Vicerrector Académico Seccional Villavicencio

Mg. Julieth Andrea SIERRA TOBÓN

Secretaria General Seccional Villavicencio

P. Kimmeln Noarli CARDENAL CASAS, O.P.

Decano de División de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Mg. Mario Fernando PRIETO DELGADILLO

Decano Facultad Administración de Empresas Agropecuarias

Contenido

	Pág.
Resumen	7
Abstract.....	8
Prólogo	9
1. Introducción.....	12
2. Objetivos	15
2.1 Objetivo general	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3. Desarrollo	16
3.1 Producción lechera en ganado bovino.....	16
3.1.1 Concepto y características de la producción lechera en ganado bovino	16
3.1.2 La importancia de la industria lechera a nivel global y regional, con énfasis en México y Colombia	17
3.1.3 Historia de la ganadería lechera en México y Colombia	17
3.2 Descripción de las técnicas de manejo lechero implementadas en Colombia y México	19
3.2.1 Características genéticas, productivas y de adaptabilidad de estas razas en México y Colombia	21
3.2.1.1 Holstein.	21
3.2.1.2 Pardo Suizo	21
3.2.1.3 Jersey.....	22
3.2.1.4 Comparación de la Adaptabilidad y el Rendimiento	22
3.2.1.5 Perspectiva General.	22
3.2.2 Manejo de la alimentación: tipos de forrajes, suplementos y sistemas de alimentación en México y Colombia.....	23
3.2.2.1 Técnicas de ordeño y manejo de la salud del ganado en México y Colombia.	23
3.2.3 Estrategias de control de enfermedades y bienestar animal, en México y Colombia	24

3.2.4	Tecnologías empleadas para mejorar la productividad y la calidad de la leche en México y Colombia	24
3.2.5	Uso de herramientas digitales para la gestión de la ganadería lechera en México y Colombia	25
3.2.6	Manejo del hato lechero.....	25
3.2.7	Sistemas de cría.....	27
3.2.8	Prácticas de manejo durante la cría.....	27
3.2.9	El ordeño	28
3.3	Impacto de las políticas y regulaciones en la practicas lecheras en México y Colombia.....	29
3.4	Opciones de colaboración académica y técnica para promover la adopción de innovaciones y prácticas eficientes que puedan mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector lechero	33
Conclusiones.....		37
Recomendaciones		38
Referencias bibliográficas		39

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Condiciones climáticas y su influencia en la producción lechera</i>	20
Tabla 2. <i>Comparación de sistemas de producción lechera</i>	21
Tabla 3. <i>Principales razas de bovinos lecheros y sus características</i>	23
Tabla 4. <i>Tecnologías empleadas en la producción lechera</i>	25
Tabla 5. <i>Políticas sostenibles en México y Colombia</i>	33

Resumen

En Colombia, la producción se desarrolla en sistemas semi-intensivos en zonas de altura, enfatizando el manejo agroecológico y el uso sostenible de recursos naturales. México, por su parte, predomina en sistemas intensivos ubicados en regiones semiáridas, caracterizados por una alta tecnificación y estrategias avanzadas de manejo. Estas diferencias resaltan la importancia de adaptar las prácticas a las condiciones locales, maximizando el rendimiento y la sostenibilidad.

El trabajo profundiza en aspectos clave como las razas lecheras (Holstein, Pardo Suizo y Jersey), cuyo rendimiento y adaptabilidad varían en cada país; el manejo de la alimentación con forrajes locales y suplementos; y las tecnologías empleadas, desde ordeño mecanizado hasta herramientas digitales para monitorear la productividad y salud del ganado. Además, se analiza el impacto de las políticas públicas en el sector, evidenciando un enfoque mexicano hacia la tecnificación y un modelo colombiano centrado en la asociatividad y prácticas sostenibles.

Se destacan propuestas de colaboración técnica y académica entre ambos países, promoviendo la investigación conjunta, la transferencia de tecnologías y el fortalecimiento de redes entre productores, universidades y entidades gubernamentales. Estas iniciativas buscan mejorar la competitividad del sector, asegurando la sostenibilidad frente a desafíos globales como el cambio climático.

El documento concluye subrayando la relevancia de la cooperación binacional para consolidar un sector lechero más eficiente y competitivo en la región latinoamericana. Asimismo, ofrece recomendaciones específicas, como el fomento de energías renovables, la capacitación de productores y la adopción de tecnologías limpias para garantizar la calidad y sostenibilidad de la leche en ambos países.

Palabras claves: Producción lechera, Ganado bovino, Colombia, México, Sistemas de producción, Razas lecheras, Sostenibilidad.

Líneas de Investigación: Emprendimiento, innovación y competitividad, y Sistemas agroalimentarios y agricultura familiar

Abstract

In Colombia, production is developed in semi-intensive systems in high-altitude areas, emphasizing agroecological management and the sustainable use of natural resources. In contrast, Mexico predominates with intensive systems located in semi-arid regions, characterized by high levels of technology and advanced management strategies. These differences highlight the importance of adapting practices to local conditions, maximizing yield and sustainability.

The study delves into key aspects such as dairy breeds (Holstein, Brown Swiss, and Jersey), whose performance and adaptability vary in each country; feed management using local forage and supplements; and the technologies employed, ranging from mechanized milking to digital tools for monitoring livestock productivity and health. Additionally, it analyzes the impact of public policies on the sector, showcasing Mexico's focus on technological advancement and Colombia's model centered on associativity and sustainable practices.

Proposals for technical and academic collaboration between the two countries are emphasized, promoting joint research, technology transfer, and strengthening networks among producers, universities, and governmental entities. These initiatives aim to enhance the sector's competitiveness while ensuring sustainability in the face of global challenges such as climate change.

The document concludes by underscoring the importance of binational cooperation to establish a more efficient and competitive dairy sector in the Latin American region. It also provides specific recommendations, such as fostering renewable energy, training producers, and adopting clean technologies to ensure the quality and sustainability of dairy production in both countries.

Key words: dairy production, beef cattle, Colombia, Mexico, production systems, dairy breeds, sustainability.

Lines of research: Entrepreneurship, innovation and competitiveness, and Agri-food systems and family farming.

Prólogo

Las prácticas lecheras de ganado bovino en México y Colombia reflejan la riqueza y diversidad de dos países comprometidas con la innovación y la sostenibilidad en la producción láctea.

Los autores.

Este trabajo es parte de los productos generados a partir del desarrollo del Seminario de Profundización Internacional 2024 (movilidad internacional 2024) desarrollado por el Programa de Administración de Empresas Agropecuarias con el apoyo de la Dirección de Relaciones Internacionales de la Universidad Santo Tomas Seccional Villavicencio y la Universidad Tecnológica de Huejotzingo de la ciudad de Puebla en México. Este seminario se realizó del 20 al 24 de mayo en Puebla – México bajo el siguiente programa:

Día 1 (20 de mayo): Conversatorio de Economía Social dirigido por la Dra. Adriana Guevara, experta en este campo de la Universidad Tecnológica de Huejotzingo.

Día 2 (21 de mayo): Conferencia sobre Creación de marca y taller del Modelo Lienzo Canvas.

Día 3 (22 de mayo): Visita a la Planta de Producción de Bimbo en Puebla.

Día 4 (23 de mayo): Visita a la empresa de lácteos Tamariz.

Día 5: (24 de mayo): Tour cultural, religioso y gastronómico en la ciudad de Puebla.

A partir de la experiencia vivida en esta movilidad internacional, surge la idea de realizar esta monografía que analiza las prácticas lecheras de ganado bovino en Colombia y México. Esta monografía hace énfasis en la importancia de esta actividad tanto para la economía como para la seguridad alimentaria de ambos países. Por ejemplo, en Colombia la producción de leche bovina se concentra principalmente en pequeñas y medianas explotaciones rurales, con un enfoque en métodos tradicionales de manejo, pero con un creciente interés en la adopción de tecnologías que mejoren la productividad y la sostenibilidad.

En México, aunque también prevalece la producción en pequeñas y medianas fincas, existe una mayor integración con modelos industriales de producción, impulsados por la demanda interna y externa de productos lácteos. Ambos países enfrentan retos comunes, como la necesidad de mejorar la eficiencia de la alimentación del ganado, la gestión de los recursos hídricos y la implementación de prácticas sostenibles que minimicen el impacto ambiental. Sin embargo, también existen diferencias clave en la infraestructura y en el acceso a mercados internacionales,

lo que crea escenarios únicos para el desarrollo de la industria lechera en cada nación. La colaboración e intercambio de conocimientos entre Colombia y México en este campo tiene el potencial de fortalecer el sector y enfrentar desafíos globales como el cambio climático y la fluctuación en los precios de los insumos.

Cabe mencionar que en Colombia y México se revela un panorama diverso y complejo, marcado por la influencia de factores geográficos, culturales y socioeconómicos que modelan la forma en que se desarrolla la producción lechera en ambos países. En Colombia, la producción lechera se concentra en zonas rurales de clima templado, como la región andina, donde predominan sistemas de pastoreo extensivo y semi-intensivos. Estos sistemas están orientados hacia el aprovechamiento de recursos naturales como el agua y los pastos, pero enfrentan desafíos como la baja tecnificación y fluctuaciones en la productividad debido a las variaciones climáticas.

En México, en cambio, las prácticas lecheras se desarrollan en diversas regiones, con un notable uso de tecnologías de producción intensiva, particularmente en zonas como La Laguna y Jalisco, que destacan por la adopción de prácticas más industrializadas, como la mecanización del ordeño y el manejo del ganado en establos. Sin embargo, ambos países comparten desafíos comunes como la necesidad de mejorar la eficiencia en la gestión de recursos, la salud animal, la calidad de la leche y la sostenibilidad medioambiental. La interacción entre pequeñas y medianas explotaciones y las grandes empresas lecheras genera una disparidad en los niveles de producción y calidad, lo que impulsa la búsqueda de estrategias para fortalecer la competitividad y asegurar la sostenibilidad a largo plazo.

La monografía Seminario de Profundización Internacional ha sido una experiencia enriquecedora que permitió a los participantes ampliar sus conocimientos sobre las prácticas lecheras de ganado bovino entre Colombia y México, dos países con realidades agropecuarias diversas pero complementarias. Durante la práctica se cumplieron diversos objetivos, como el análisis comparativo de las técnicas de producción, el manejo de recursos y las innovaciones tecnológicas aplicadas a la ganadería bovina lechera en cada país. La visita a empresa de lácteos Tamariz y las otras actividades realizadas proporcionaron una visión integral sobre la cadena de valor, desde la producción hasta la comercialización, así como la importancia de la investigación académica en el desarrollo del sector.

En estas visitas, los participantes pudieron observar de cerca la interacción entre el sector académico y empresarial, destacando el rol fundamental de la innovación para mejorar la productividad y sostenibilidad del sector lechero. La relevancia de las prácticas lecheras de cada país radica en su adaptación a las condiciones geográficas y climáticas locales.

En Colombia, el enfoque se centra en la mejora genética y la sostenibilidad en sistemas agroecológicos, mientras que, en México, se priorizan las tecnologías de riego y el manejo eficiente del agua debido a las condiciones semiáridas, esta experiencia fomentó un intercambio de conocimientos y estrategias que son clave para la adaptación de prácticas más eficientes y sostenibles, ajustadas a las necesidades particulares de cada país en el contexto de la producción lechera.

1. Introducción

La producción lechera de ganado bovino es una actividad fundamental para la economía y la seguridad alimentaria de Colombia y México. Ambos países han desarrollado enfoques particulares, influenciados por factores climáticos, socioeconómicos y tecnológicos que les han permitido avanzar en la calidad y cantidad de su producción láctea.

En Colombia, las prácticas lecheras se caracterizan por una combinación de técnicas tradicionales y modernas, con un énfasis creciente en la sostenibilidad y la mejora de la calidad del producto, mientras que, en México, el sector lechero muestra un enfoque más intensivo, con un notable avance en la tecnología y en la eficiencia de producción. Las diferencias en el manejo, las características del ganado, y las prácticas de sustentabilidad son evidentes, y cada país presenta un potencial único en términos de producción y sostenibilidad. Colombia, con su diversidad de climas y paisajes, y México, con su infraestructura y avances tecnológicos, ambos muestran un compromiso con la optimización de sus sistemas lecheros. Este seminario no solo ofrece una visión detallada de las características y diferencias de las prácticas lecheras en estos países, sino que también resalta las oportunidades y desafíos que enfrentan en su búsqueda de un desarrollo más sostenible y eficiente en la industria lechera (Medrano, Zúñiga, & García, 2021).

En este contexto en Colombia, el sector lechero se caracteriza por una alta diversidad en la producción, con un enfoque en sistemas de pastoreo extensivo y una notable variabilidad en el tipo de ganado y manejo. Por otro lado, en México, las prácticas lecheras presentan un enfoque más intensivo en la producción, con un énfasis en la mejora genética y el uso de tecnología avanzada para optimizar la producción y calidad de la leche (Astaiza et al., 2017).

Por su parte, México ha adoptado un enfoque más intensivo en la producción lechera, impulsado por la necesidad de adaptarse a condiciones semiáridas que limitan el pastoreo. En regiones como Jalisco, Querétaro y la Comarca Lagunera, predominan sistemas tecnificados que combinan alimentación suplementaria y tecnologías avanzadas para maximizar la productividad y calidad. Estas prácticas han sido facilitadas por una infraestructura más desarrollada y políticas gubernamentales enfocadas en modernizar el sector. México también enfrenta desafíos, como la gestión del agua y la sostenibilidad en sus explotaciones, pero su integración tecnológica le otorga una ventaja competitiva en mercados internacionales (Astaiza, Muñoz, Benavides., Vallejo & Chaves, 2017).

También cabe indicar que las prácticas lecheras en ganado bovino, se exploran las ricas y variadas experiencias de dos países con una notable tradición en la producción de leche: Colombia y México. Ambos países presentan características únicas y potenciales significativos en sus respectivos sectores lecheros. Colombia, con su diversidad geográfica y climática, ofrece un potencial para el desarrollo de sistemas de producción lechera adaptados a diferentes regiones, desde los valles templados hasta las zonas de alta montaña.

La riqueza de sus pastos y la creciente implementación de tecnologías sostenibles están configurando un panorama prometedor para el aumento de la productividad y la calidad de la leche. Por otro lado, México, con su vasta experiencia en la industrialización de la producción lechera y un sólido marco de innovación, destaca por sus avanzadas técnicas en manejo y alimentación de ganado, así como en la mejora genética de las razas lecheras (Méndez, 2015).

Esta monografía de sistematización sobre las prácticas lecheras de ganado bovino entre Colombia y México constituye el documento principal de la opción de grado denominada Seminario de Profundización Internacional, proporcionando una exploración y análisis de las distintas prácticas adoptados en ambos países en el sector de la producción de leche. También destaca cómo cada país ha adaptado sus prácticas lecheras para responder a sus contextos socioeconómicos y ambientales específicos, así mismo, refleja el crecimiento significativo en sus respectivas industrias lecheras (Medrano et al., 2021).

El Seminario de Profundización Internacional que trato como uno de sus puntos proporciona una plataforma invaluable para explorar las prácticas innovadoras, desafíos y oportunidades que enfrentan las industrias lecheras en Colombia y México. A través de ponencias especializadas, estudios de caso y paneles de discusión, el seminario busca no solo profundizar en las estrategias de producción y manejo, sino también fomentar la colaboración y el aprendizaje mutuo entre profesionales y expertos del sector. La riqueza de este intercambio de información promete impulsar la mejora continua y la competitividad en el ámbito lechero, beneficiando a los productores y consumidores en ambos contextos nacionales (Torres, 2013).

Es importante destacar que Colombia y México se consolidan como referentes clave para el análisis y el intercambio de conocimientos especializados en el ámbito de la ganadería lechera. Este intercambio ofrece una oportunidad única para examinar las prácticas actuales implementadas en ambos países, identificar los retos comunes y compartir estrategias innovadoras de manejo y tecnologías avanzadas que favorezcan la eficiencia y la sostenibilidad en la producción lechera.

Además, permite analizar cómo cada nación ha adaptado sus métodos a las particularidades de sus contextos locales, abarcando aspectos como la gestión alimentaria, el manejo sanitario y las técnicas de ordeño. Este enfoque resalta el compromiso de ambos países por optimizar sus sistemas lecheros de manera sostenible.

Dicho seminario, permitió analizar los patrones de crecimiento y adaptación en ambos países, destacando innovaciones, estrategias exitosas y lecciones aprendidas que pueden contribuir al fortalecimiento de la industria lechera en América Latina. La colaboración entre Colombia y México en este ámbito promete enriquecer el conocimiento mutuo y fomentar el desarrollo de prácticas más eficientes y sostenibles en la producción lechera.

En este orden de ideas, el objetivo general planteado es el análisis de las mejoras prácticas en la gestión y producción de leche bovina en México y Colombia. Para alcanzar este objetivo se plantearon y cumplieron tres objetivos específicos: 1) Describir las técnicas de manejo lechero implementadas en Colombia y México, identificando similitudes y diferencias en los métodos de alimentación, cuidado sanitario, y manejo de la producción, para establecer buenas prácticas y posibles áreas de mejora, 2) Examinar el impacto de las políticas y regulaciones nacionales en las prácticas lecheras y cómo estas afectan la eficiencia de la producción, la calidad del producto y la sostenibilidad ambiental en Colombia y México, 3) Proponer opciones de colaboración académica y técnica entre instituciones de ambos países, promoviendo la adopción de innovaciones y prácticas eficientes que puedan mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector lechero en ambos países.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Analizar las mejores prácticas en la gestión y producción de leche bovina en México y Colombia.

2.2 Objetivos específicos

- Describir las técnicas de manejo lechero implementadas en Colombia y México, identificando similitudes y diferencias en los métodos de alimentación, cuidado sanitario, y manejo de la producción, para establecer buenas prácticas y posibles áreas de mejora.
- Examinar el impacto de las políticas y regulaciones nacionales en las prácticas lecheras en ambos países y cómo afectan la eficiencia de la producción, la calidad del producto y la sostenibilidad ambiental en Colombia y México.
- Proponer opciones de colaboración académica y técnica entre instituciones de ambos países, promoviendo la adopción de innovaciones y prácticas eficientes que puedan mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector lechero en ambos países.

3. Desarrollo

3.1 Producción lechera en ganado bovino

En este apartado se describen las bases referenciales básicas necesarias para analizar las prácticas lecheras en ganado bovino entre México y Colombia, facilitando la comprensión de las similitudes y diferencias en sus sistemas de producción.

3.1.1 Concepto y características de la producción lechera en ganado bovino

Los bovinos son mamíferos, rumiantes, herbívoros, pertenecientes a la familia de los bovinos y al género Bos. Se clasifican en dos especies, Bos Taurus de origen europeo y el Bos Indicus originario de la India. Cada una de las especies tienen razas especializadas para la producción de carne y la producción de leche.

Las características físicas más sobresalientes del bovino productor de leche son:

- Cabeza bien conformada y proporcional al cuerpo.
- Cuello largo y delgado.
- Tronco largo y profundo.
- Ubre muy bien formada, con los cuatro pezones iguales y bien ubicados.
- Venas mamarias gruesas y largas.

La producción lechera en ganado bovino es un proceso agropecuario que se centra en la obtención de leche para consumo humano, destacándose por su contribución al sector alimentario global. Este tipo de producción implica la cría, manejo y cuidado de vacas lecheras, optimizando factores como la nutrición, el bienestar animal y la genética para maximizar la producción. Las características clave de la producción lechera incluyen la selección de razas especializadas, como la Holstein, el uso de tecnologías de ordeño automatizado y la implementación de prácticas de manejo sanitario y reproductivo eficaces (Botero y Vélez, 2017; Rodríguez y Pineda, 2020). Además, la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de recursos son aspectos cada vez más relevantes en la industria lechera moderna (González et al., 2019).

3.1.2 La importancia de la industria lechera a nivel global y regional, con énfasis en México y Colombia

La industria lechera es fundamental a nivel global por su contribución a la seguridad alimentaria, la generación de empleo, y el desarrollo económico en áreas rurales. En regiones como América Latina, particularmente en México y Colombia, esta industria tiene un papel destacado.

En Colombia, la producción lechera es una fuente clave de ingresos para miles de familias campesinas y contribuye significativamente al PIB agrícola (FAO, 2020). Por su parte, México es uno de los mayores productores de leche en América Latina, con un sector que combina grandes explotaciones tecnificadas con pequeñas y medianas unidades productivas, lo que genera importantes retos y oportunidades de mejora en términos de productividad y sostenibilidad (Vargas et al., 2019). La creciente demanda de productos lácteos en ambos países impulsa la necesidad de adoptar tecnologías más eficientes para incrementar la competitividad en el mercado global (Castro et al., 2021).

3.1.3 Historia de la ganadería lechera en México y Colombia

La ganadería lechera en México y Colombia ha seguido caminos distintos, pero ambos países comparten una tradición ganadera que se remonta a la época colonial. En México, la ganadería lechera se consolidó a lo largo del siglo XX, impulsada por el desarrollo tecnológico y las políticas gubernamentales para modernizar el sector (Noriega et al., 2015). En Colombia, la producción lechera se fortaleció principalmente en regiones como Antioquia y Cundinamarca, gracias a suelos fértiles y condiciones climáticas favorables, integrándose como un pilar de la economía rural (Gutiérrez y Díaz, 2018). Ambos países han enfrentado retos como la informalidad del sector y la baja productividad, pero han avanzado hacia la tecnificación y sostenibilidad.

En México, la ganadería lechera comenzó con la llegada de los españoles en el siglo XVI, quienes introdujeron las primeras razas europeas, como la Holstein y la Jersey (Noriega et al., 2015). Durante el siglo XX, el sector lechero experimentó una consolidación significativa, impulsada por políticas gubernamentales orientadas a la modernización y el desarrollo de la industria agrícola. Programas como el de la Comarca Lagunera, en el norte del país, fomentaron la tecnificación, introduciendo sistemas de riego, prácticas de manejo intensivo y la mecanización

del ordeño (García et al., 2019). Estas iniciativas permitieron a México posicionarse como uno de los mayores productores de leche en América Latina, con un enfoque en la integración de pequeños y grandes productores.

A pesar de estos avances, el sector ha enfrentado desafíos históricos, como la desigualdad en el acceso a tecnologías entre pequeños productores y grandes explotaciones, además de problemas asociados con la gestión de recursos hídricos en zonas áridas y semiáridas (Villa, 2017). No obstante, las políticas recientes han buscado cerrar estas brechas, promoviendo la digitalización y el uso de tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia y la competitividad (SADER, 2023).

En Colombia, la introducción de la ganadería lechera también se remonta al periodo colonial, cuando los colonizadores trajeron razas europeas adaptadas al clima andino. Durante el siglo XX, la producción lechera se fortaleció en regiones como Antioquia, Boyacá y Cundinamarca, gracias a suelos fértiles, abundancia de recursos hídricos y un clima propicio para el pastoreo (Gutiérrez y Díaz, 2018). A diferencia de México, en Colombia la actividad lechera se ha desarrollado principalmente en pequeñas y medianas fincas familiares, con un enfoque tradicional que combina sistemas de pastoreo extensivo con prácticas agroecológicas (Aldana, 2015).

El sector lechero colombiano ha enfrentado importantes retos, como la informalidad en la comercialización y la falta de infraestructura adecuada para la distribución. Sin embargo, en las últimas décadas, el país ha avanzado hacia la tecnificación y la sostenibilidad, incorporando tecnologías como el ordeño mecanizado y sistemas de manejo rotacional de pastos (Rodríguez et al., 2021). Además, las políticas nacionales, como las impulsadas por el Ministerio de Agricultura, han promovido el fortalecimiento de la cadena láctea mediante la capacitación de productores y el acceso a mercados más competitivos (FEDEGAN, 2023).

En ambos países, la transición hacia la sostenibilidad ha sido un factor común en el desarrollo reciente del sector. Prácticas como el manejo eficiente del agua, la mejora genética y la reducción de emisiones de gases han ganado protagonismo, gracias al compromiso de productores e instituciones para garantizar una producción más responsable y eficiente (Hernández, 2022). Asimismo, la colaboración entre sectores público y privado ha fomentado la innovación en la industria, permitiendo la integración de pequeños productores en cadenas de valor más estructuradas (Cabrera, 2021).

La ganadería lechera en México y Colombia ha evolucionado de manera significativa desde sus inicios coloniales. Ambos países han enfrentado retos únicos, pero comparten un compromiso común hacia la modernización y sostenibilidad del sector, con avances que los posicionan como referentes en la región latinoamericana.

3.2 Descripción de las técnicas de manejo lechero implementadas en Colombia y México

La evolución de las técnicas y tecnologías en la producción lechera en Colombia y México ha sido significativa en las últimas décadas, con avances en la mejora genética del ganado, la implementación de sistemas de ordeño mecanizados y el uso de tecnologías de gestión integral de rebaños. En Colombia, el uso de sistemas de pastoreo rotacional y la adaptación de tecnologías de alimentación han aumentado la productividad (Rodríguez et al., 2020). En México, se ha potenciado la tecnificación mediante el uso de equipos de monitoreo para mejorar la eficiencia y calidad del producto, especialmente en zonas de alta producción como Jalisco (González y Pérez, 2019). Ambos países han integrado la digitalización en la gestión de fincas lecheras, lo que ha permitido optimizar los procesos y mejorar la rentabilidad del sector (Martínez, 2021).

Por otra parte, la influencia de las condiciones climáticas y geográficas en la producción de leche en Colombia y México ha sido determinante para la definición de las técnicas de manejo lechero implementada en ambos países. En Colombia, la diversidad geográfica y climática impacta directamente la producción lechera, variando según la región. Factores como la temperatura, la humedad relativa y la radiación solar tienen un efecto significativo en la calidad y cantidad de la leche producida. Por ejemplo, un estudio realizado en el Valle del Cesar mostró que, por cada incremento de 1°C en la temperatura ambiental, la producción disminuía en promedio 0.45 litros por vaca al día. Este resultado resalta la sensibilidad del ganado a las variaciones climáticas y la importancia de estrategias de manejo para mitigar los efectos del estrés térmico (Academia Colombiana de Ciencias Veterinarias, 2023).

En la Sabana de Bogotá, las condiciones climáticas también afectan la productividad. Un estudio encontró que un aumento en el Índice de Temperatura-Humedad redujo la producción en 0.32 litros por vaca al día. Esto evidencia la importancia de implementar sistemas de manejo ambiental, como la ventilación y el sombreado, para mejorar el bienestar animal y la eficiencia productiva (Academia Colombiana de Ciencias Veterinarias, 2023).

En el departamento de Nariño, un estudio evaluó los efectos de la temperatura ambiental mínima en vacas Holstein. Aunque la composición de la leche y el conteo de células somáticas no fueron afectados, hubo una disminución significativa en la producción de leche en vacas con seis o más partos, atribuida a la necesidad de las vacas de mantener su temperatura corporal en climas fríos (SciELO Colombia, 2023).

En México, las condiciones climáticas áridas y semiáridas presentan desafíos adicionales para la producción lechera. Un estudio realizado en el noroeste del país evaluó el impacto de las estaciones (verano e invierno) en variables fisiológicas y la producción de leche de vacas Holstein. Durante el verano, el estrés calórico afectó negativamente la producción de leche, mientras que, en invierno, las condiciones más frescas permitieron una mayor eficiencia productiva (SciELO Chile, 2023).

Asimismo, se ha demostrado que la implementación de cercas vivas en los potreros puede mitigar el estrés térmico en vacas lecheras. En un estudio realizado durante el verano, la producción promedio de leche por vaca fue un 8% mayor en potreros con cercas vivas, mientras que en invierno la diferencia alcanzó el 13%, evidenciando el impacto positivo de estas prácticas en la producción lechera en zonas cálidas (1Library, 2023).

Tabla 1. *Condiciones climáticas y su influencia en la producción lechera*

Factor climático	Efecto en la producción	Mitigación recomendada
Temperatura alta	Disminución de la producción	Uso de sombra y ventilación
Humedad elevada	Aumento de enfermedades	Mejora en manejo sanitario
Baja precipitación	Escasez de forraje	Suplementación alimenticia

Las zonas productoras de leche en México y Colombia presentan características geográficas que influyen en su producción. En Colombia, regiones como Antioquia, Cundinamarca y Boyacá cuentan con climas templados y altas precipitaciones, lo que favorece la producción de pastos y la cría de ganado en sistemas extensivos (Reyes y Valencia, 2018). Sin embargo, la topografía montañosa puede dificultar el transporte y acceso a tecnologías (Torres et al., 2020). En México, zonas como Jalisco y Chihuahua se destacan por su clima seco y semiárido, lo que obliga a depender más de la alimentación suplementaria y técnicas intensivas (García et al., 2019). Aunque esto permite un mejor control de los procesos productivos, el costo de los insumos es más alto y la disponibilidad de agua es un reto constante (López y Martínez, 2021).

Tabla 2. *Comparación de sistemas de producción lechera*

Factor	Colombia	México
Sistema predominante	Pastoreo extensivo y semi-intensivos	Producción intensiva
Regiones principales	Antioquia, Boyacá, Cundinamarca	Jalisco, Querétaro, La Laguna
Tecnología utilizada	Baja a moderada, ordeño manual o mecanizado	Alta, sistemas de riego, alimentación controlada
Desafíos	Informalidad, falta de infraestructura	Gestión del agua, costos de insumos

3.2.1 Características genéticas, productivas y de adaptabilidad de estas razas en México y Colombia

3.2.1.1 Holstein. La raza Holstein, originaria de Holanda, es reconocida mundialmente por su alta capacidad de producción de leche y su temperamento dócil, características que la convierten en una de las razas más comunes en la industria lechera global. En sistemas tecnificados, una vaca Holstein puede producir más de 8,000 litros de leche por lactancia, aunque su contenido graso es relativamente bajo (3.5%-3.8%) comparado con otras razas. Estas vacas tienen una coloración característica de blanco con manchas negras o rojas, y un peso adulto promedio de 600-700 kg en las hembras y hasta 1,000 kg en los machos (Smith et al., 2019).

Sin embargo, en regiones tropicales como las de México y Colombia, las Holstein enfrentan desafíos significativos debido al estrés calórico y su susceptibilidad a enfermedades parasitarias, tanto internas como externas. Estas limitaciones reducen su productividad y aumentan los costos de manejo, lo que ha impulsado el uso de cruces con razas cebuinas para mejorar su resistencia y adaptabilidad a climas cálidos (Brown & Davis, 2020).

3.2.1.2 Pardo Suizo. El Pardo Suizo, originario de Suiza, es otra de las razas lecheras destacadas tanto en México como en Colombia. Con un pelaje que varía del pardo oscuro al claro, esta raza es conocida por su rusticidad y capacidad de adaptación a diversos sistemas de manejo, incluyendo pastoreo extensivo y sistemas semi-intensivos. En el trópico, el Pardo Suizo se utiliza tanto puro como en cruces con razas criollas o cebuinas, dando lugar a animales de doble propósito: las hembras son excelentes productoras de leche, mientras que los machos se crían para carne, obteniendo un buen peso al momento del sacrificio (Johnson et al., 2018).

El peso promedio de las vacas adultas oscila entre 600 y 800 kg, mientras que los machos pueden alcanzar hasta 1,200 kg. Esta raza destaca por su temperamento tranquilo y su resistencia a enfermedades, lo que la hace ideal para sistemas de producción que priorizan la eficiencia con recursos limitados (Taylor et al., 2020).

3.2.1.3 Jersey. La Jersey, una raza de origen inglés, es reconocida por su capacidad de producir leche de alta calidad, con un contenido graso y proteico que supera a la mayoría de las razas lecheras, alcanzando niveles de grasa del 6%-6.5%. Esta característica la convierte en una opción preferida para la producción de productos lácteos como mantequilla y queso, debido al mayor rendimiento industrial por litro de leche. Aunque es la raza más pequeña entre las razas europeas, con pesos promedio de 400-500 kg en hembras adultas, su productividad por unidad de alimento consumido es excepcionalmente alta (Williams et al., 2021).

Además, la Jersey es conocida por su adaptabilidad a condiciones adversas, incluyendo climas cálidos y terrenos montañosos, lo que la hace especialmente valiosa en las regiones tropicales y subtropicales de México y Colombia. Su precocidad reproductiva, permitiendo la primera inseminación a los 13 meses, y su longevidad productiva son ventajas adicionales que han incentivado su adopción en sistemas tropicales (Taylor & Green, 2022).

3.2.1.4 Comparación de la Adaptabilidad y el Rendimiento. En México y Colombia, la Holstein y la Jersey son las razas predominantes debido a su alta productividad y adaptabilidad. La Holstein es ideal para sistemas intensivos con acceso a tecnologías avanzadas, mientras que la Jersey sobresale en sistemas extensivos y semi-intensivos, adaptándose mejor a climas cálidos y altitudes elevadas. Los cruces entre estas razas y razas locales, como el cebú, han demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar tanto la resistencia como la eficiencia productiva en entornos tropicales. Estas prácticas han permitido a los productores maximizar la producción de leche al tiempo que reducen los costos asociados al estrés térmico y las enfermedades (Harris et al., 2021).

3.2.1.5 Perspectiva General. El uso de estas razas y sus adaptaciones en México y Colombia refleja una tendencia hacia la optimización de la producción lechera en diferentes contextos geográficos y climáticos. Mientras que México ha enfocado sus esfuerzos en la tecnificación de los sistemas productivos en regiones semiáridas, Colombia ha priorizado la

sostenibilidad a través de sistemas basados en el pastoreo y el manejo agroecológico. Ambas estrategias han contribuido al desarrollo de la industria lechera en cada país, destacando la importancia de seleccionar razas adecuadas y adoptar tecnologías que respondan a las necesidades específicas de cada región.

Tabla 3. Principales razas de bovinos lecheros y sus características

Raza	Origen	Producción de leche	Contenido graso	Adaptabilidad al trópico	Peso promedio hembra (kg)	Peso promedio macho (kg)
Holstein	Holanda	8,000 litros/lactancia	3.5% - 3.8%	Baja, requiere cruces con cebuinas	600 - 700	900 - 1,000
Pardo Suizo	Suiza	Alta	Moderado	Alta, rústica, adecuada para pastoreo	600 - 800	800 - 1,200
Jersey	Inglaterra	Alta	6.0% - 6.5%	Alta, bien adaptada a climas cálidos	400 - 500	550 - 700

3.2.2 Manejo de la alimentación: tipos de forrajes, suplementos y sistemas de alimentación en México y Colombia

En México y Colombia, la alimentación bovina en la producción lechera se basa en el uso de forrajes como gramíneas tropicales (*Brachiaria spp.* y *Panicum spp.*) y leguminosas (*Leucaena leucocephala*), que forman la base de la dieta. Ambos países también emplean suplementos como concentrados proteicos y energéticos, que incluyen granos de maíz y subproductos agrícolas. En cuanto a los sistemas de alimentación, se destacan el pastoreo extensivo y los sistemas semi-intensivos, donde se combina el pastoreo con la suplementación en establos. Según Hernández et al. (2020), estos métodos mejoran la producción lechera y optimizan los costos de alimentación, mientras que Rodríguez et al. (2021) señalan la importancia de adaptar los sistemas de alimentación a las condiciones climáticas de cada país para maximizar la eficiencia productiva.

3.2.2.1 Técnicas de ordeño y manejo de la salud del ganado en México y Colombia.

Las técnicas de ordeño en México y Colombia varían entre sistemas manuales y mecánicos,

dependiendo del tamaño de la explotación y los recursos disponibles. En ambos países, el ordeño mecánico es más común en explotaciones grandes y tecnificadas, mientras que el ordeño manual prevalece en pequeñas fincas. El manejo de la salud del ganado se enfoca en la prevención de enfermedades mediante la vacunación, el control de parásitos y el monitoreo de la alimentación y el agua. Es crucial implementar medidas de bioseguridad para evitar brotes de enfermedades como la mastitis, que afecta la producción de leche (Martínez y González, 2020; García et al., 2018). Además, la capacitación de los productores en buenas prácticas ganaderas juega un papel importante en la mejora de la calidad de la leche y la sostenibilidad de las explotaciones (Rodríguez y Pérez, 2019).

3.2.3 Estrategias de control de enfermedades y bienestar animal, en México y Colombia

En México y Colombia, las estrategias de control de enfermedades y bienestar animal en la ganadería bovina se basan en la implementación de buenas prácticas ganaderas, programas de vacunación, y el control sanitario estricto. En ambos países, el gobierno establece normas para prevenir y controlar enfermedades como la brucelosis y tuberculosis bovina, y promueve la capacitación en el manejo adecuado del ganado para reducir el estrés animal y mejorar su bienestar (Vargas y Rodríguez, 2020; Pérez et al., 2021). Sin embargo, en México existe una mayor inversión en sistemas de trazabilidad, lo que facilita el monitoreo del estado de salud del ganado (Gómez et al., 2019), mientras que en Colombia se ha incrementado el apoyo a la producción de ganado en sistemas sostenibles y de bienestar animal (Montoya y Ramírez, 2022).

3.2.4 Tecnologías empleadas para mejorar la productividad y la calidad de la leche en México y Colombia

Las tecnologías empleadas para mejorar la productividad y la calidad de la leche en México y Colombia incluyen sistemas de ordeño automatizados, control de temperatura y tecnologías de alimentación de precisión. Los sistemas de ordeño automatizados optimizan el proceso de extracción, reduciendo el tiempo y minimizando la contaminación, lo que incrementa la producción de leche y mejora su calidad (López et al., 2020). El control de temperatura en los establos garantiza condiciones óptimas para el bienestar de las vacas, influyendo positivamente en

la producción (Martínez y Gómez, 2019), además, las tecnologías de alimentación de precisión permiten ajustar la dieta del ganado de manera eficiente, promoviendo una mejor conversión alimenticia y mayor rendimiento en la producción de leche (Rodríguez et al., 2021).

Tabla 4. *Tecnologías empleadas en la producción lechera*

Tecnología	Beneficio principal	Uso en Colombia	Uso en México
Sistemas de ordeño mecanizado	Reducción de tiempo y aumento de calidad	Común en grandes fincas	Generalizado
Monitoreo del bienestar animal	Mejora en la salud y productividad del ganado	Uso incipiente	Uso avanzado
Tecnologías de alimentación	Mejora en la conversión alimenticia	Moderado	Extensivo

3.2.5 *Uso de herramientas digitales para la gestión de la ganadería lechera en México y Colombia*

Se ha demostrado ser un factor clave para mejorar la productividad y eficiencia en el sector. Estas herramientas incluyen software de gestión agrícola, sensores inteligentes, y plataformas de monitoreo en tiempo real que permiten optimizar el control de la salud animal, el manejo del forraje y la producción de leche. Además, la implementación de tecnologías como el Internet de las Cosas y la inteligencia artificial facilita la toma de decisiones basada en datos, lo que mejora la sostenibilidad y rentabilidad de las explotaciones lecheras. Según González et al. (2021), estas tecnologías contribuyen significativamente a la modernización del sector ganadero en ambos países, al permitir una gestión más precisa y eficiente de los recursos.

3.2.6 *Manejo del hato lechero*

Primer servicio de la novilla y la vaca: Después del parto. Para servir una novilla es conveniente tener en cuenta el peso corporal más que la edad del animal. Por ejemplo, novillas Holstein o Pardo Suizo se deben servir cuando llegan a los 340 kg. Preferiblemente 350 kg. Pero para que las novillas alcancen estos pesos en un tiempo adecuado preferiblemente a los 20-24

meses, debe brindárseles un excelente manejo y suministrarles una alimentación balanceada, en caso contrario llegarán a los 24-28 meses y no entrar en calor o tienen calores silenciosos.

Una vez la vaca da cría y lleva su periodo post-parto normal, debe tener su primer calor antes de los 60 días post – parto, algunas pueden durar hasta 90 días, pero deben examinarse y estimular el inicio de la actividad ovárica mediante tratamiento. Las vacas deben ser inseminadas o servidas por el toro a partir del segundo calor. Si después de tres servicios la vaca no queda preñada, debe ser valorada por el veterinario quien identificará la causa de la infertilidad y se le hará un seguimiento para ver si es rentable mantenerla dentro de la explotación (Güalteros, 2019).

El parto: Cuando se acerca el momento del parto (8 a 10 días antes), la vaca debe ser llevada al potrero de maternidad que debe estar ubicado cerca de la casa, con excelentes posturas y solo debe haber allí hembras preñadas próximas a parir. Deben ser supervisadas constantemente, pero no intervenidas a menos que sean necesarios.

Cuidados con el ternero al nacer. El ternero debe nacer una hora después de que aparezcan las manos por entre la vulva de la vaca. Si no nace se le puede ayudar halando al ternero de las manos con ayuda de una soga, pero siempre en dirección hacia abajo nunca en forma recta hacia atrás. Una vez nace, si la vaca no lo hace, se le deben quitar las membranas que le cubren las fosas nasales y la boca con ayuda de un trapo limpio, para permitir una buena respiración; así mismo se le puede dar un masaje fuerte a lo largo del cuerpo estimulando la circulación periférica del ternero. Seguidamente, se le debe cortar el cordón umbilical a unos 5 cm del abdomen y desinfectar muy bien con tintura de yodo. El ternero estará en pie de 1 a 2 horas luego de nacer; debe tomar calostro en buena cantidad especialmente durante las 2 o 4 primeras horas después del parto que es cuando contiene mayor cantidad de inmunoglobulinas, que lo protegerán de enfermedades durante los primeros meses de vida; y debe seguir mamando sin interrupción durante los 4 primeros días.

Cuidados de la vaca parida: Los cuatro primeros meses después del parto es el periodo de máximo cuidado para la hembra, pues es el momento de mayor producción de leche y en el que debe quedar nuevamente preñada la vaca. Los principales problemas que se pueden presentar son: Congestión de la ubre generalmente en vacas con alta producción, Mastitis principalmente por deficiencia en el manejo, Retención placentaria (nunca debe hacerse extracción manual) y Fiebre de leche generalmente por problemas carenciales.

Cría de terneras: La cría de terneras y el levante de las novillas son los aspectos más importantes en el manejo del hato lechero, por tanto, deberá proporcionarse el mayor cuidado para

la obtención de la más elevada capacidad de producción. Se debe criar el número de terneras requerido en la reposición deben ser hijas de las mejores vacas en producción y reproducción, las demás deben venderse.

3.2.7 *Sistemas de cría*

Sistema de cría libre: Sistema tradicional con amamantamiento restringido, teniendo al ternero cerca de la hembra en el momento del ordeño facilitando la evacuación de la leche y permitiéndole al final tomar la leche residual. El ternero queda con la madre hasta las horas de la tarde que se apartan. La desventaja es que están expuestos a contaminación por enfermedades parasitismo y alta mortalidad.

Sistemas de cría artificial: Busca criar terneros saludables, manteniéndolos alejados de los animales adultos, se separan de las madres a los cuatro días de nacidos. Se utiliza especialmente en ganaderías lecheras con razas puras. Los terneros se pueden alejar en sala cunas con corrales individuales con la desventaja del costo de la construcción. También pueden ir a corrales comunales para 6 o 8 animales teniendo cuidado de suministrar la cantidad de leche suficiente para cada uno. Se les va acostumbrando a consumir concentrado lo que eleva también los costos (Sotomayor, 2019).

3.2.8 *Prácticas de manejo durante la cría*

Descorné. Debe realizarse entre la cuarta y quinta semana de nacidos, puede utilizarse pasta cáustica o termocauterio.

Identificación del animal. Preferiblemente a los dos meses de edad evitando así daños en la piel o en la oreja. El método más utilizado es el hierro caliente y puede aplicarse en el cachete, parte inferior del brazo o de la pierna.

Peso y alzada. El primer pasaje y alzada se hará el día del nacimiento, dato que debe quedar en la hoja individual de registro. Se deben repetir a los 4, 6, 9 y 12 meses para determinar si el plan nutricional es el adecuado.

Las terneras en crianza artificial deben recibir la cantidad de leche según sus necesidades nutricionales (hasta los quince días requieren 4 litros diarios aproximadamente). A los 10 días

puede adicionársele concentrado a voluntad a la dieta y no se les debe suministrar más de dos kilos de los 4 a 6 meses de edad. Teniendo en cuenta que requiere de alta inversión es indispensable que, desde los primeros meses de vida se les suministre forraje para estimular la actividad ruminal a temprana edad. Así se tengan los mejores ejemplares para producción de leche, si no se les suministra la alimentación acorde con sus necesidades orgánicas de mantenimiento, producción y reproducción, es poco lo que puede esperarse en términos de eficiente producción. Entre más pura y especializada es la raza que se maneje, más exigente es en cuanto a la calidad de alimento.

Hembras de levante y novillas: Del manejo que se les dé depende el éxito en la producción. Deben llevarse a los mejores potreros con forrajes de excelente calidad buscando que alcancen el peso ideal para el primer servicio lo pronto posible. En promedio deben ganar entre 400 a 500 gr día para que se puedan servir entre los 21 y 23 meses de edad.

Vacas gestantes: En esta etapa fisiológica no son muy exigentes en nutrición siempre y cuando hayan llegado con el peso adecuado. Puede suministrársele concentrado en las últimas 5 semanas buscando un buen rendimiento en la siguiente fase.

Vacas paridas: La alimentación en esta fase tiene dos objetivos fundamentales: alta producción de leche y alcanzar la preñes en corto tiempo para obtener el menor número de días abiertos. Normalmente, la hembra baja su ingestión de alimentos antes y después del parto y alcanza su nivel normal en la doceava semana, etapa en la que la producción de leche es alta lo que se logra con buenas reservas corporales. La alimentación en esta etapa debe ser excelente y conviene suministrar niveles por encima del normal (aproximadamente un 20 a 25% más) (Alvarado, 2019).

3.2.9 El ordeño

Según el tiempo de explotación el ordeño puede ser manual o mecánico. El animal debe ser traído a la sala de ordeño con cuidado, despacio, evitando que se excite y retenga la leche. Se debe acostumbrar a que se inicie todos los días a la misma hora y ojalá en el mismo orden.

Ordeño manual: Es un método lento y laborioso. El animal se sujeta (manera) para protección del operador. Algunos cuidados para realizarlo son: a) Lavado y secado de la ubre, b) Masaje a la ubre estimulando la evacuación de la leche, coger el pezón con el pulgar y el índice e ir presionando lentamente con los demás dedos de arriba hacia abajo, c) Tener cuidado de no

campanear el pezón, no pellizcarlo y hacer la presión correcta, y d) Primero ordeñar los dos cuartos delanteros y luego los dos posteriores.

Ordeño mecánico: Antes de iniciar debe tenerse el equipo listo, desinfectado. Entrar las vacas a la sala de ordeño y seguir las siguientes actividades: a) Suministrar a las vacas concentrado, b) Lavar las ubres y secarlas preferiblemente con toalla desechable, c) El operador debe sacar el primer chorro de leche en una vasija, d) Colocar las pezoneras de las unidades de ordeño, e) Vigilar cuando el flujo de leche cesa, quitar inmediatamente las pezoneras, f) Al terminar el ordeño aplicar sellante en los pezones y desinfectar.

Los registros son una herramienta fundamental de evaluación y base para la toma de decisiones. Los registros de producción permiten medir, establecer metas y evaluar logros, los más utilizados son (Nieto, 2019): Inventario de animales, tarjeta de cada animal, producción de leche, ganancia de peso, reproducción, manejo de potreros y prácticas sanitarias.

3.3 Impacto de las políticas y regulaciones en la practicas lecheras en México y Colombia

El sector lechero en México y Colombia se encuentra inmerso en un contexto dinámico, donde las políticas públicas desempeñan un papel crucial en la configuración de las prácticas productivas y la sostenibilidad del sector. Este punto tiene como propósito analizar el impacto de las políticas y regulaciones nacionales en la producción lechera de ambos países, con el fin de examinar como estas afectan la eficiencia de la producción, la calidad del producto y la sostenibilidad ambiental en Colombia y México. Las políticas y regulaciones que rigen las prácticas lecheras en México y Colombia son fundamentales para garantizar la calidad, seguridad y sostenibilidad de la producción láctea. A continuación, se presentan algunas de las más relevantes en ambos países:

México

SAGARPA (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural): Este organismo es el encargado de establecer las normas y políticas para el sector agropecuario, incluyendo la producción lechera. Algunas de las políticas más importantes son: a) Programas de apoyo a productores en los cuales se ofrecen programas de financiamiento, capacitación y asistencia técnica para mejorar la productividad y competitividad de los productores lecheros, b) Normas sanitarias. Se establecen normas rigurosas para garantizar la calidad e inocuidad de la leche y sus derivados, incluyendo

controles en la producción, procesamiento y distribución y c) Promoción de prácticas sostenibles. Se promueven prácticas como el manejo adecuado de los recursos naturales, la reducción de la huella de carbono y el bienestar animal.

COFEPRIS (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios): Esta comisión se encarga de regular los productos y servicios que se ofrecen al público, incluyendo los alimentos. En el caso de la leche, establece normas de etiquetado, registro de establecimientos y control de calidad.

Colombia

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural: Al igual que en México, este ministerio es el encargado de establecer las políticas y normas para el sector agropecuario, incluyendo la producción lechera. Algunas de las políticas más importantes son: a) Planes de desarrollo ganadero a largo plazo para mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector lechero, b) Normas sanitarias establecidas para garantizar la calidad e inocuidad de la leche y sus derivados, incluyendo controles en la producción, procesamiento y distribución y fomento de cooperativas lecheras para mejorar la comercialización y el acceso a servicios.

ICA (Instituto Colombiano Agropecuario): Esta entidad es la encargada de ejecutar las políticas sanitarias y fitosanitarias del país, incluyendo el control de enfermedades animales y la certificación de productos agropecuarios para el comercio internacional.

En ambos países, en cuanto a políticas y regulaciones, existen aspectos comunes y diferencias que inciden en el impacto que estas tienen en la eficiencia de la producción, la calidad del producto y la sostenibilidad ambiental en Colombia y México. A nivel de normatividad sanitaria, tanto México como Colombia cuentan con normativas sanitarias rigurosas para garantizar la calidad e inocuidad de la leche y sus derivados. En ambos países se ofrecen programas de apoyo a los productores lecheros, aunque los detalles y la intensidad de estos programas pueden variar. Tanto en México como en Colombia existe una creciente preocupación por la sostenibilidad, lo que se refleja en la promoción de prácticas como el manejo adecuado de los recursos naturales y el bienestar animal. A pesar de estas similitudes, existen diferencias en la implementación de las políticas y en el enfoque de los programas. Por ejemplo, Colombia ha puesto mayor énfasis en el desarrollo de cooperativas lecheras, mientras que México ha impulsado programas de tecnificación de la producción. No obstante, es necesario aclarar, que en este objetivo no se está realizando un análisis profundo de las políticas y regulaciones, recomendándose que en

futuras investigaciones se pueda tratar y profundizar este aspecto e incluir además de las instituciones gubernamentales otras organizaciones como las federaciones, asociaciones o cooperativas de productores de leche o ganaderos.

Las regulaciones y políticas implementadas en los sectores lecheros de México y Colombia ejercen una influencia significativa en la eficiencia productiva, la calidad de la leche y la sostenibilidad ambiental. A continuación, se detallan los principales impactos:

Efectos en la Eficiencia Productiva. Las políticas que fomentan la adopción de tecnologías y prácticas modernas, como la mecanización, la genética mejorada y el manejo de precisión, pueden aumentar la eficiencia productiva al reducir costos y optimizar el uso de recursos. Por otro lado, algunas regulaciones pueden limitar la expansión de la producción o imponer costos adicionales a los productores, lo que puede reducir la eficiencia en el corto plazo. Los programas de crédito y financiamiento facilitan la adquisición de insumos y la inversión en mejoras, lo que puede aumentar la eficiencia. Por otra parte, la provisión de servicios de extensión y asistencia técnica permite a los productores adoptar mejores prácticas y resolver problemas técnicos, mejorando así su eficiencia.

Efectos en la Calidad del Producto. Las normas sanitarias y de calidad establecen los requisitos mínimos para la leche y sus derivados, garantizando la inocuidad y la conformidad con las preferencias de los consumidores, aunado a los sistemas de control de calidad en las fincas y en las plantas de procesamiento que, en conjunto, ayudan a prevenir la contaminación y a garantizar la consistencia de la calidad del producto. A esto se suman los sistemas de trazabilidad que permiten identificar el origen de la leche y rastrear cualquier problema de calidad, facilitando la implementación de medidas correctivas.

Efectos en la Sostenibilidad Ambiental. Las políticas que promueven prácticas sostenibles, como el manejo adecuado de los recursos naturales, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y el bienestar animal, contribuyen a la conservación del medio ambiente. A esto se suma el movimiento que se viene observando en estos últimos años de la obtención de certificaciones ambientales que puede abrir nuevos mercados y mejorar la imagen de los productos lácteos. Por último y no menos importantes, es necesario destacar las restricciones al uso de ciertos insumos, como los antibióticos y los fertilizantes químicos, que pueden reducir el impacto ambiental de la producción lechera.

No obstante, a pesar de la existencia de políticas y regulaciones que en términos generales contribuyen al mejoramiento de las prácticas lecheras en ganado bovino entre México y Colombia, en ambos países se presentan desafíos y oportunidades, que deben ser considerados. En cuanto a los desafíos de acuerdo con la revisión de literatura realizada se tiene: a) La fragmentación de la producción en pequeñas y medianas explotaciones dificulta la implementación de políticas y la adopción de tecnologías, b) El cambio climático representa un desafío importante para la producción lechera, ya que afecta la disponibilidad de agua y la ocurrencia de eventos extremos y a su vez es necesario profundizar en la contribución de la ganadería a la emisión de gases de efecto invernadero, ya que aunque existen muchos estudios, para algunos esta contribución es pequeña en relación con la de otras actividades económicas. Finalmente, la apertura comercial plantea desafíos y oportunidades para los productores lecheros, ya que deben competir con productos importados y cumplir con estándares internacionales.

Por otra parte, en ambos países, se presentan oportunidades, que ya tanto en México como en Colombia, se ha empezado a aprovechar como la adopción de tecnologías como la telemetría, la inteligencia artificial y la agricultura de precisión que contribuyen a mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de la producción lechera. Asimismo, la colaboración entre el gobierno, el sector privado y las organizaciones de productores fortalecen el sector lechero y facilitan la implementación de políticas. Por otra parte, la creciente demanda de productos lácteos de alta calidad y producidos de manera sostenible representa una oportunidad para los productores de México y Colombia.

Finalmente, tanto en México como en Colombia, se están implementando diversas iniciativas y políticas para fomentar una producción lechera sostenible. En México, el gobierno y organizaciones no gubernamentales promueven prácticas de manejo integral de la ganadería, como la implementación de sistemas de alimentación y manejo de residuos que reducen el impacto ambiental. Por ejemplo, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2023) impulsa programas de capacitación en técnicas de producción sostenible y manejo eficiente del agua. En Colombia, la Agencia de Desarrollo Rural (ADR) y la Federación Nacional de Ganaderos están enfocadas en mejorar la productividad mediante prácticas como la integración de sistemas agroforestales y el uso de tecnologías limpias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (ADR, 2023; la Federación Nacional de Ganaderos, 2023), por lo tanto, estas políticas buscan no solo mejorar la eficiencia productiva, sino también contribuir a la conservación ambiental y al bienestar animal,

alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2023).

Tabla 5. *Políticas sostenibles en México y Colombia*

País	Políticas implementadas	Resultado esperado
Colombia	Promoción de sistemas agroforestales y tecnologías limpias	Reducción de emisiones de gases
México	Capacitación en manejo eficiente del agua y riego por goteo	Optimización de recursos hídricos

Las regulaciones y políticas en los sectores lecheros de México y Colombia tienen un impacto multifacético en la eficiencia productiva, la calidad del producto y la sostenibilidad ambiental.

3.4 Opciones de colaboración académica y técnica para promover la adopción de innovaciones y prácticas eficientes que puedan mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector lechero

En este tema se pretende más que un análisis profundo proponer algunas opciones e ideas sobre la colaboración académica y técnica que contribuya a promover la adopción de innovaciones y prácticas eficientes que puedan mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector lechero. Más como parte de las experiencias vividas e información recibida durante el desarrollo de este Seminario de Profundización Internacional en México, aunado a la revisión de literatura e información sobre el sector de producción lechera en Colombia.

Al respecto, se propone la opción de establecer una red de colaboración entre México y Colombia para mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector lechero, a través de instituciones clave que pueden aportar sus conocimientos, recursos y experiencia. Entre estas instituciones, surge en primer término la Academia a través de las Universidades como la propia Universidad Santo Tomas a través de su programa de Administración de Empresas Agropecuarias, son el pilar de la investigación y la formación de recursos humanos especializados. En ambos países existen numerosas universidades con facultades de administración de empresas

agropecuarias, agronegocios, agronomía, veterinaria y ciencias alimentarias que cuentan con experiencia en investigación lechera.

Seguidamente se deben incluir los Centros o Institutos de investigación especializados en agricultura, ganadería y alimentación que desarrollan proyectos de investigación aplicada y generan conocimiento científico como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) o en Colombia la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuarias AGROSAVIA. A estas instituciones se suman los Institutos tecnológicos que ofrecen programas de formación técnica y profesional en áreas relacionadas con la producción agropecuaria, como por ejemplo en México el Instituto Tecnológico de Monterrey y en Colombia, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Indiscutiblemente esta red de colaboración se debe reforzar con el sector productivo, comenzando con las federaciones o asociaciones de productores, que agrupan tanto a grandes, medianos y pequeños productores, representando sus intereses y promoviendo el desarrollo del sector. A lo cual, indudablemente, se debe sumar organizaciones de productores que se asocian para comercializar sus productos, adquirir insumos y prestar servicios a sus miembros, como son las Cooperativas entre otras organizaciones. Por supuesto, que las empresas lácteas, ya sean empresas grandes y medianas que procesadores y comercializadoras de leche y productos lácteos, deben ser parte de esta red amplia de colaboración.

A esta red de colaboración deberían sumarse los gobiernos a través de las instituciones rectoras responsables formular y ejecutar las políticas públicas en este sector de producción de leche, como son los Ministerios de Agricultura como en México la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA) y en Colombia el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural junto con las Agencias de desarrollo rural, que se encargan de promover el desarrollo rural y apoyar a los pequeños productores.

No obstante, el pensar en una red de colaboración tan grande como esta, quizás sea complejo, no obstante, las universidades están llamadas a formar este tipo de red de colaboración, quizás, en principio con la participación de pocas instituciones o fortaleciendo la formación de los clúster de productores de leche, para que los productores puedan ser un ente activo en este tipo de red de colaboración.

Para desarrollar esta opción, se hace necesario, que desde la Universidad por ejemplo, se definan estrategias para la identificación de instituciones clave, como puede ser el desarrollo de

un trabajo de grado que mediante una revisión sistemática de literatura, identifique las instituciones que han publicado investigaciones y artículos relacionados con el sector lechero en México y Colombia, entrevistas a expertos del sector para conocer las instituciones más relevantes y sus áreas de especialización, utilización de bases de datos académicas y gubernamentales para identificar proyectos, publicaciones y contactos de instituciones clave e incluso la asistencia a congresos, seminarios y talleres para establecer contactos y conocer las últimas tendencias en el sector.

Entre las áreas de colaboración para mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector lechero, puede incluirse en primera instancia la investigación conjunta que desarrollen programas de mejoramiento genético para obtener razas lecheras más adaptadas a las condiciones locales, con mayor producción de leche y mejor calidad, investigación sobre la formulación de dietas más eficientes y económicas, utilizando recursos locales y subproductos de la industria, desarrollo de sistemas de pastoreo sostenible que maximicen la producción de forraje y mejoren la calidad del suelo, evaluación y promoción de sistemas de producción lechera que combinen alta productividad con baja huella ambiental e investigación sobre enfermedades de los bovinos lecheros y desarrollo de programas de prevención y control.

Por otra parte, y como una segunda área de colaboración estaría el intercambio de conocimientos, a través del desarrollo de seminarios y talleres para compartir conocimientos sobre buenas prácticas de producción, procesamiento y comercialización de leche, participación en eventos científicos como conferencias internacionales para presentar los resultados de investigaciones y establecer contactos con expertos internacionales y las visitas técnicas para el intercambio de experiencias entre productores, técnicos e investigadores de ambos países. Como por ejemplo la organización de un seminario web sobre el uso de tecnologías de precisión en la producción lechera.

Otra área de colaboración, estaría dada por el desarrollo de proyectos conjuntos como por ejemplo: a) Implementación de programas de control de calidad en las fincas y en las plantas de procesamiento, b) Desarrollo de tecnologías para reducir el consumo de energía en las fincas lecheras y en las plantas de procesamiento, c) Diseño de sistemas de manejo de estiércol y otros residuos para minimizar su impacto ambiental y d) Desarrollo de estrategias para mitigar los efectos del cambio climático en la producción lechera, como la gestión del agua y la selección de

cultivos resistentes a la sequía. Un ejemplo específico pudiera ser el desarrollo de un sistema de biogás para aprovechar los residuos de la producción lechera y generar energía renovable.

La formación de recursos humanos, constituye otra área de colaboración, en la cual, las universidades juegan un rol principal y en especial, los convenios internacionales de cooperación entre estas, a través de la oferta de cursos y talleres para productores, técnicos y estudiantes en temas como manejo de fincas lecheras, calidad de la leche, y buenas prácticas de manufactura, el otorgamiento de becas para que estudiantes de posgrado realicen estancias de investigación en instituciones de ambos países y los programas de intercambio de movilidad internacional de estudiantes y profesores entre universidades de México y Colombia, como por ejemplo el Seminario de Profundización Internacional que se realizó en México y del cual surge esta monografía.

La creación de Redes de Colaboración bien puede desarrollarse con distintos y variados entes o instituciones a través del desarrollo de plataformas en línea para facilitar la comunicación y el intercambio de información entre los actores del sector, la creación de grupos de investigación multidisciplinarios para abordar problemas complejos y desarrollar soluciones innovadoras y el establecimiento de alianzas entre instituciones académicas, gubernamentales y del sector privado. Al implementar estas áreas de colaboración, se logrará fortalecer el sector lechero en ambos países, promoviendo la innovación, la sostenibilidad y la competitividad.

Conclusiones

La producción lechera en México y Colombia presenta similitudes y diferencias notables, pero ambos países comparten el objetivo de mejorar la eficiencia, sostenibilidad y competitividad del sector. A pesar de los avances en tecnología y prácticas de manejo, existen desafíos comunes como la adaptación a condiciones climáticas adversas, la optimización del uso del agua y la mejora de la calidad de los productos para acceder a mercados internacionales. La cooperación entre ambos países es fundamental para compartir conocimientos, tecnologías y experiencias, y así lograr un desarrollo más sostenible y competitivo del sector lechero en la región.

Las políticas y regulaciones en los sectores lecheros de México y Colombia ejercen una influencia significativa y multifacética en la producción, calidad y sostenibilidad de la leche. Tanto México como Colombia han implementado normativas y programas para mejorar la eficiencia, garantizar la calidad y promover prácticas sostenibles en la producción lechera. Sin embargo, existen desafíos como la fragmentación de la producción y la adaptación al cambio climático que requieren atención. Las oportunidades se centran en la adopción de tecnologías innovadoras, la colaboración entre actores del sector y la promoción de prácticas sostenibles.

La propuesta de establecer una red de colaboración entre México y Colombia para mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector lechero es una iniciativa prometedora. Al unir esfuerzos de universidades, centros de investigación, productores, gobiernos y empresas, se puede fomentar la innovación, el intercambio de conocimientos y el desarrollo de prácticas más eficientes y sostenibles en la producción lechera.

Recomendaciones

Para fortalecer la prácticas lecheras en ganado bovino entre México y Colombia y por ende la producción lechera en ambos países se recomienda en términos generales y en especial, a las instituciones relacionadas con este sector fomentar la investigación y el desarrollo, haciendo inversiones en investigación para adaptar las razas bovinas a las condiciones locales, desarrollar tecnologías de producción más eficientes y sostenibles, y mejorar la calidad de los productos lácteos; establecer programas de intercambio de conocimientos y experiencias entre productores, investigadores y gobiernos de ambos países; fomentar el uso de energías renovables, la gestión eficiente del agua y la implementación de sistemas de producción agroecológicos; mejorar las condiciones de las vías de acceso a las zonas productoras y facilitar la comercialización de los productos lácteos e impulsar la obtención de certificaciones que garanticen la calidad y seguridad de los productos lácteos, facilitando el acceso a mercados internacionales.

Asimismo, se recomienda fortalecer la colaboración entre instituciones promoviendo la creación de redes de investigación y la implementación de proyectos conjuntos para compartir conocimientos y desarrollar soluciones innovadoras; desarrollar capacidades institucionales y humanas invirtiendo en la capacitación de productores, técnicos e investigadores para fortalecer el sector y promover la innovación; fomentar la creación y fortalecimiento de cooperativas y asociaciones de productores para mejorar la comercialización y el acceso a servicios y que las instituciones rectoras garanticen políticas y regulaciones que promuevan la sostenibilidad ambiental, social y económica del sector lechero.

Para impulsar esta red de colaboración, se recomienda comenzar con proyectos piloto que involucren a un número reducido de instituciones y luego expandir la red de manera progresiva, incluir los clúster de productores que pueden servir como base para la colaboración y la adopción de nuevas tecnologías y prácticas, priorizar proyectos de investigación que aborden problemáticas concretas del sector lechero y generen soluciones prácticas, facilitar la transferencia de conocimientos y tecnologías desde las instituciones de investigación hacia los productores.

Referencias bibliográficas

- Agencia de Desarrollo Rural (ADR). (2023). *Iniciativas para la Sostenibilidad en la Ganadería*.
<https://www.adr.gov.co/atencion-y-servicios-a-la-ciudadania/proyectos-integrales/>
- Aldana, J. (2015). Impacto de las condiciones climáticas en la producción bovina en Colombia.
Revista de Ciencias Pecuarias.
- Alvarado Olarte, O. (2019). *Agroindustria salida clara para el desarrollo regional*. Editorial INSPA.
- Astaíza Martínez, J.M., Muñoz Ordóñez, M.R., Benavides Melo, C.J., Vallejo Timarán, D.A. y Chaves Velásquez, C.A. (2017). Caracterización técnica y productiva de los sistemas de producción lechera del valle de Sibundoy, Putumayo (Colombia). *Revista de Medicina Veterinaria*. 34(1), pp. 31-43. <https://doi.org/10.19052/mv.4253>
- Brown, C., & Davis, E. (2020). Heat stress impacts on dairy cattle productivity in tropical environments. *Animal Production Science*, 60(4), 411-421.
<https://doi.org/10.1071/AN19510>
- Cabrera, V. E. (2021). "Sustainable Dairy Farming Practices: A Comprehensive Review". *Journal of Dairy Science*, 104(9), pp. 1024-1040.
- Castañeda, R. y Pérez, F. (2023). Exportación de productos lácteos colombianos: Análisis y propuestas. *Revista de Comercio Exterior*, 29(1), pp. 33-49.
- Castro, G., Rodríguez, J. y Sánchez, P. (2021). Desafíos y oportunidades para el sector lácteo en América Latina. *Revista de Producción Animal*.
- Food Agriculture Organization (FAO). (2020). *Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe*. ONU.
<https://www.fao.org/americas/publications/Regional-Overview-of-Food-Security-and-Nutrition-in-Latin-America-and-the-Caribbean-2020/es>
- Federación Nacional de Ganaderos (FEDEGAN). (2023). *Tecnologías Limpias en la Producción Lechera*. <https://www.fedegan.org.co/balance-y-perspectivas-sector-ganadero-2023-2024>
- García, M. (2022). *Estrategias de comercialización en el sector lácteo mexicano*. Editorial Nacional.
- García, P., López, J. y Ramírez, A. (2018). *Buenas prácticas en la producción de leche en Colombia*. Ediciones Ganaderas.

- García, P., Martínez, R., y López, A. (2019). *La lechería en México: Desafíos y oportunidades*. Editorial Agropecuaria.
- Gómez, P., Ramírez, F. y Torres, A. (2019). *Sistemas de trazabilidad en la ganadería mexicana*. Ciencia y Producción Animal.
- González González, J. M., Ramírez Rodríguez, F. H. y Sánchez Vera, E. (2021). *Innovación tecnológica en la ganadería lechera: una revisión de las herramientas digitales y su impacto en México y Colombia*.
- Güalteros Villarreal, O. (2019). *Agroindustria salida clara para el desarrollo regional*. Editorial INSPA.
- Gutiérrez, J. y Díaz, M. (2018). *La ganadería en Colombia: Historia y desarrollo*. Universidad Nacional de Colombia.
- Harris, J., Green, R., & White, L. (2021). Comparative productivity of Holstein and Jersey breeds in diverse climatic conditions. *Journal of Animal Science*, 99(3), 1234-1245. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa421>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Hernández, J. (2022). "Mitigating Greenhouse Gas Emissions in Dairy Production: Techniques and Technologies". *Agricultural Systems*, 189, pp.103108.
- Johnson, M., Wilson, P., & Harris, C. (2018). Brown Swiss adaptability and performance in tropical pastures. *Livestock Science*, 210, 56-63. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.02.004>
- López, A. y Martínez, R. (2021). *El manejo hídrico en la producción lechera de México*. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 28(2), pp. 45-58.
- López, J., Pérez, M. y Vargas, A. (2020). Innovación tecnológica en el sector lechero: automatización en sistemas de ordeño. *Revista Agropecuaria*, 15(2), pp. 123-135.
- Martínez Gómez, A. M. (2021). *Caracterización de las explotaciones lecheras con destino a la industria del departamento del Quindío (Colombia) en buenas prácticas ganaderas BPG e inocuidad*. [Tesis de Maestría, Universidad para la Cooperación Internacional]. Repositorio Institucional. <https://www.ucipfg.com/biblioteca/items/show/521>
- Martínez, J. y González, M. (2020). *Manejo integral del ganado lechero en América Latina*. Editorial Agropecuaria.

- Martínez, P., & Gómez, R. (2019). Impacto del control de temperatura en la producción lechera en climas cálidos. *Ciencia y Ganadería*, 10(1), pp. 45-58.
- Medrano Galarza C, Zúñiga López A, García Castro F. (2020). Evaluación de bienestar animal en fincas bovinas lecheras basadas en pastoreo en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Rev MVZ Córdoba*, 25(2), pp.1-14. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1708>
- Méndez Ardila, J. (2015). *Proceso de implementación de buenas prácticas ganaderas en la hacienda la esperanza del municipio de Rionegro departamento de Santander*. [Tesis de Grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional. <https://repository.ucc.edu.co/items/ae00d396-9bcf-40d3-b9f6-3644377c0330>
- Montoya, C. y Ramírez, J. (2022). *Prácticas ganaderas sostenibles en Colombia: Avances y retos*. Agro Colombia.
- Nieto Rojas, J. (2019). *Agroindustria salida clara para el desarrollo regional*. Editorial INSPA.
- Noriega, L., Ramírez, A. y García, R. (2015). *Historia de la ganadería en México: Evolución y tendencias*. Universidad Autónoma de México.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2023). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>
- Pérez, J., López, M. y Sánchez, R. (2021). *Bienestar animal en la ganadería bovina de América Latina*. Revista de Salud Animal.
- Ramírez, J., Gómez, A. y Soto, L. (2021). La cadena de valor de la leche en Colombia: Oportunidades y desafíos. *Revista de Agroindustria*, 15(2), pp. 45-67.
- Reyes, J. y Valencia, M. (2018). *Producción de leche en Colombia: Un análisis geográfico y económico*. Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez, F., Hernández, E. y Salazar, J. (2021). Tecnologías de alimentación de precisión en la producción ganadera. *Revista de Ciencia Animal*, 7(3), pp. 233-245.
- Rodríguez, F., y Pérez, S. (2019). *Innovaciones en la salud animal y producción lechera*. Agropecuaria Mexicana.
- Sánchez, A. (2023). Water Conservation Strategies in Dairy Farming: Current Practices and Future Directions. *Water Resources Management*, 37(1), pp. 267-281. <https://link.springer.com/journal/11269/volumes-and-issues>

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2023). *Programas de Capacitación en Producción Sostenible*. <https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/programas-de-la-secretaria-de-agricultura-y-desarrollo-rural-2023>
- Smith, R., Garcia, J., & Moore, T. (2019). Lactation performance of Holstein cows in intensive systems. *Dairy Production International*, 112(7), 765-773. <https://doi.org/10.3168/dpi.2019-13823>
- Sotomayor Carrillo, W. (2019). *Agroindustria salida clara para el desarrollo regional*. Editorial INSPA.
- Taylor, S., & Green, K. (2022). The Jersey breed: Efficiency and profitability in tropical dairy systems. *Journal of Agricultural Science*, 160(4), 294-304. <https://doi.org/10.1017/S0021859621000682>
- Taylor, R., Brown, L., & Anderson, P. (2020). Crossbreeding strategies for dairy cattle in tropical regions. *Agricultural Systems*, 189, 103112. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103112>
- Torres Hernández, J. (2013). *La producción de leche de ganado bovino en México 1990-2001*. [Tesis de Grado, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/4888>
- Torres, P., Rodríguez, H. y Salazar, C. (2020). *Desafíos logísticos en la industria lechera de Colombia*. *Revista de Economía Rural*, 34(1), pp. 75-92.
- Vargas, F. y Rodríguez, L. (2020). *Control de enfermedades bovinas en sistemas de producción ganadera*. Editorial Ganadería.
- Vargas, R., Pérez, M., y Gómez, L. (2019). Eficiencia en la producción lechera en México y su impacto en la competitividad internacional. *Revista de Economía Agraria*.
- Villa Angulo, R. (2017). *Retos de la producción de leche en zonas áridas de México*. Ciencia y Tecnología Agropecuaria.
- Williams, P., Harris, M., & Taylor, S. (2021). High-quality milk production from Jersey cattle. *International Dairy Journal*, 114, 104901. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104901>