

GANADERÍA SOSTENIBLE

en Tenango de Doria:
Guía Técnica para el Control
Sanitario en bovinos

Héctor Tecumshé Mojica Zárate
Dulce María Lezama Juárez
José Gervasio Partida Sedas
Francisco Javier López García
Sebastián Antonio Hurtado





GANADERÍA SOSTENIBLE

en Tenango de Doria:

Guía Técnica para el Control
Sanitario en bovinos

Héctor Tecumshé Mojica Zárate
Dulce María Lezama Juárez
José Gervasio Partida Sedas
Francisco Javier López García
Sebastián Antonio Hurtado



CENIDERCAFE

Dirección Editorial: PhD. Jorge Luis León-González
Diseño de portada y edición: DI. Yunisley Bruno-Díaz

ISBN: 978-1-968794-01-9

DOI: <https://doi.org/10.64092/CDII3740>

© Héctor Tecumshé Mojica Zárate, 2025. All rights reserved

© Dulce María Lezama Juárez, 2025. All rights reserved

© José Gervasio Partida Sedas, 2025. All rights reserved

© Francisco Javier López García, 2025. All rights reserved

© Sebastián Antonio Hurtado, 2025. All rights reserved

La evaluación científica y metodológica de la obra se realizó a partir del método de Revisión por Pares Abierta (Open Peer Review).

Este libro es una publicación de acceso abierto con los principios de Creative Commons Attribution 4.0 International License, que permite el uso, intercambio, adaptación, distribución y transmisión en cualquier medio o formato, siempre que dé el crédito apropiado al autor, origen y fuente del material gráfico. Si el uso del material gráfico excede el uso permitido por la normativa legal deberá tener permiso directamente del titular de los derechos de autor.



SOPHIA EDITIONS

8404 N Rome Ave, Tampa,
Florida, USA

Email: contact@sophiaeditions.com

Phone: +1 (813) 699-2557

<https://sophiaeditions.com/>

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo financiero para la realización del proyecto a la Dirección General de Investigación, Posgrado y Servicio (DGIPS).

Proyecto registrado en el Sistema de Gestión para Proyectos de Investigación (SGPI), con clave 24004-DTT2-87; bajo el título “Estrategias de combate a enfermedades del ganado bovino en Tenango de Doria, Hidalgo”.

Se agradece al Centro Académico Regional Sede Huatusco las facilidades brindadas para la realización del proyecto.

Un profundo agradecimiento a la MVZ Julieta y a la comunidad de San Isidro, La Laguna en especial a los productores de la localidad de Tenango de Doria por las expresiones de atención y disposición para atender las sugerencias que en este manual de prácticas se sugieren.

COMITÉ

EDITORIAL

PhD. Adalia Liset Rojas-Valladares, Universidad Metropolitana, Ecuador

PhD. Adrian Abreus-González, Universidad de Cienfuegos, Cuba

PhD. Adrian Ludet Arévalo-Salazar, Western University, Canadá

PhD. Alejandro Rafael Socorro-Castro, Universidad Metropolitana, Ecuador

PhD. Alina Rodríguez-Morales, Universidad de Guayaquil, Ecuador

PhD. Farshid Hadi, Islamic Azad University, Irán

PhD. Héctor Tecumshé-Mojica-Zárate, Centro Regional Universitario Oriente- Universidad Autónoma Chapingo, México

PhD. Esther Vega-Gea, Universidad de Córdoba, España

PhD. Hugo Freddy Torres-Maya, Universidad de Cienfuegos, Cuba

PhD. Juan G. Rivera-Ortiz, Ana G. Mendez University, USA

Dr. C. Ngo Hong Diep, Thudaumot University, Vietnam

PhD. Lázaro Salomón Dibut-Toledo, Universidad del Golfo de California, México

PhD. Luis Lizasoain-Hernández, Universidad del País Vasco, España

PhD. José Gervasio Partida-Seda, Centro Regional Universitario Oriente- Universidad Autónoma Chapingo, México

PhD. Luisa Morales-Maure, Universidad de Panamá, Panamá

PhD. Marily Rafaela Fuentes-Águila, Universidad Metropolitana, Ecuador

PhD. Maritza Librada Cáceres-Mesa, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

PhD. Marta Linares-Manrique, Universidad de Granada, España

Dr. C. Seyyed Nasser Mousavi, Islamic Azad University, Irán

PhD. Mikhail Benet-Rodríguez, Fundación Universitaria Cafam, Colombia

PhD. Julio Cabero-Almenara, Universidad de Sevilla, España

PhD. Raúl Rodríguez-Muñoz, Universidad de Cienfuegos, Cuba

PhD. Rolando Medina-Peña, Universidad Metropolitana, Ecuador

PhD. Samuel Sánchez-Gálvez, Universidad de Guayaquil, Ecuador

PhD. Yadir Torres Hernández, Universidad de Sevilla, España

Prólogo7
Introducción9

01. Actualidad y alternativas técnicas para la ganadería en Tenango de Doria

1.1. Actualidad de la ganadería de Tenango de Doria13
1.2. Alternativas técnicas para disminuir el riesgo en la producción basada en la ganadería15
1.3. Uso de suplementación mineral para la mejora de la producción ganadera21
1.4. Manejo integrado de forraje y suelo para una producción sostenible37



02. Salud animal y manejo sostenible en la ganadería de Tenango de Doria

2.1. Patologías asociadas a deficiencias minerales en la producción ganadera40
2.2. Uso de remezclas: Una herramienta clave para la alimentación equilibrada del ganado ...49
2.3. Prácticas agroecológicas y zootécnicas para la prevención de enfermedades52
2.4. Enfermedades en el ganado bovino causadas por falta de sanidad y buen manejo.....55
2.5. Manejo integral de potreros para la salud animal y la ganadería sostenible63
2.6. Manejo estratégico del recurso hídrico en sistemas bovinos70
2.7. Protocolos sanitarios para la prevención de enfermedades en el ganado73
2.8. Suplementación mineral como estrategia complementaria en el control de ectoparásitos ..
..... 80
2.9. Ganadería regenerativa: Un enfoque sostenible y restaurativo82



CONTENIDO

Conclusiones	87
Referencias Bibliográficas	88

PRÓLOGO

El Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras (CENIDERCAFE) de la Universidad Autónoma Chapingo tiene una trayectoria de 23 años, desde su creación, el 24 de febrero de 2001 se determinó que su ámbito de estudio se vinculara con diversos actores del sector agropecuario con el que se han desarrollado proyectos de diferente índole, como tal se retoma una vertiente como lo es la producción ganadera en Tenango de Doria, Hidalgo, México.

Con ello, contribuye con investigación de acuerdo con lo que establece la Ley que crea la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), en el sentido de “*desarrollar la investigación científica, básica y tecnológica, ligada a la docencia para obtener el mejor aprovechamiento económico y social de los recursos agropecuarios*”.

El CENIDERCAFE está conformado por profesores – investigadores que, a través de un esfuerzo conjunto, desarrollan proyectos orientados a generar soluciones viables para los desafíos técnicos, productivos, sociales, económicos, culturales y ecológicos del medio rural de México.

Esto se logra mediante procesos de vinculación e intercambio de saberes a través de tres líneas de investigación principales. La primera se enfoca en el desarrollo tecnológico sostenible, priorizando la gestión eficiente de los recursos naturales. La segunda aborda las cadenas productivas de las regiones cafetaleras, integrando cada etapa del proceso, desde la producción hasta el consumo.

Finalmente, la tercera línea de investigación se centra en la diversificación productiva como una estrategia clave para fortalecer la resiliencia de las comunidades cafetaleras ante los cambios económicos y climáticos.

Actualmente, el CENIDERCAFE retoma en su proyecto dos estrategias mencionadas en el Plan de Desarrollo Institucional de la UACH: a) fortalecer la capacidad de generación de conocimiento mediante la promoción de la investigación básica para el desarrollo tecnológico, y b) asegurar que la investigación se oriente prioritariamente en el desarrollo científico, tecnológico y sostenible, para coadyuvar a la solución de problemas del medio rural.

A través de la integración de nuevas perspectivas y enfoques metodológicos, se busca fortalecer y estimular el surgimiento de nuevas iniciativas de investigación. Además, se promueve un enfoque de sistemas complejos que fomenten la participación activa entre diferentes sectores clave

Atentamente

Los Autores.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina representa uno de los pilares fundamentales de la actividad agropecuaria en México. Esta actividad no solo garantiza el abastecimiento de alimentos esenciales como la leche y la carne, con un alto valor biológico, sino que también impulsa el desarrollo económico en zonas rurales, proporciona empleo directo e indirecto y contribuye a la soberanía y seguridad alimentaria del país. En la actualidad, la producción ganadera nacional enfrenta importantes retos derivados de los efectos del cambio climático, el rezago tecnológico en ciertas regiones, las enfermedades emergentes y reemergentes, así como la presión constante por producir en condiciones de sustentabilidad ambiental y bienestar animal.

En este contexto, el estado de Hidalgo ocupa un lugar relevante en la producción pecuaria, con regiones que históricamente han basado su economía local en la cría de bovinos bajo sistemas de pastoreo extensivo y, en menor proporción, en unidades de engorda en corral. El municipio de Tenango de Doria, ubicado en la región Otomí-Tepehua del estado, es uno de esos territorios donde la ganadería representa no solo una actividad económica, sino una forma de vida y sustento para cientos de familias campesinas e indígenas. Sin embargo, la actividad se desarrolla en condiciones de alta vulnerabilidad productiva y sanitaria, derivada de múltiples factores estructurales.

Entre los principales desafíos identificados en esta región se encuentran: el limitado acceso a servicios veterinarios especializados, la escasa tecnificación en el manejo del hato, la falta de programas sistemáticos de prevención y control sanitario, y el desconocimiento o subvaloración de los riesgos asociados a las enfermedades infecciosas y parasitarias. Todo ello se traduce en bajas tasas de productividad, alta mortalidad en animales jóvenes, pérdidas económicas recurrentes, y en algunos casos, en riesgos para la salud pública.

Esta guía técnica parte de un estudio observacional y de diagnóstico sanitario realizado en el núcleo ganadero de San Isidro, en el municipio de Tenango de Doria, Hidalgo. A través de visitas de campo, entrevistas a productores, y la observación directa de las condiciones de manejo, se logró identificar la presencia de patologías que afectan principalmente el sistema nervioso y digestivo del ganado bovino, destacando entre ellas la rabia paralítica bovina, una zoonosis de alta letalidad, transmitida por murciélagos hematófagos, que genera graves

pérdidas productivas y representa un riesgo sanitario tanto para los animales como para la población humana.

Asimismo, se documentó una elevada incidencia de parasitosis externas causadas por garrapatas y moscas hematófagas, las cuales no solo afectan la salud y el bienestar del ganado, sino que también actúan como vectores de enfermedades infecciosas como la anaplasmosis, la babesiosis y la dermatosis nodular contagiosa. La falta de planes integrales de desparasitación y de manejo integrado de plagas ha contribuido a la expansión de estos agentes patógenos en el territorio. Adicionalmente, se identificaron deficiencias en la nutrición animal, en el acceso a agua limpia, y en el resguardo adecuado de los animales, factores que incrementan su susceptibilidad a enfermarse y disminuyen su rendimiento productivo.

Frente a este panorama, se vuelve imprescindible fortalecer las capacidades locales en el ámbito del manejo sanitario y productivo del hato bovino. Esta guía propone un conjunto de estrategias mínimas prácticas y accesibles, adaptadas a las condiciones de la región, que buscan reducir los factores de riesgo sanitario, mejorar la salud animal, aumentar la productividad y contribuir a la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina en pastoreo. Las recomendaciones aquí contenidas están orientadas a productores con bajos recursos, autoridades locales y técnicos extensionistas, y se basan en un enfoque integral que combina el conocimiento técnico-científico con la experiencia empírica y las prácticas culturales de los productores.

El contenido de este documento se estructuró a partir del trabajo de campo llevado a cabo con productores locales en San Isidro, quienes compartieron sus conocimientos, experiencias, inquietudes y prioridades respecto a la salud de sus animales. Este ejercicio permitió construir una propuesta técnica participativa y contextualizada, con énfasis en la prevención de enfermedades, el fortalecimiento de las buenas prácticas de manejo, y la mejora de las condiciones generales de sanidad animal.

La presente guía no pretende sustituir el acompañamiento profesional veterinario, sino servir como una herramienta de apoyo para la toma de decisiones y la aplicación de medidas sanitarias básicas que puedan ser implementadas por los propios productores de manera autónoma o en articulación con actores institucionales del sector pecuario. Al mismo tiempo, busca contribuir a la reflexión colectiva sobre la importancia de una ganadería saludable, responsable y sostenible como base del bienestar económico, social y ambiental de las comunidades rurales del estado de Hidalgo.



01.

ACTUALIDAD Y ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA LA GANADERÍA EN TENANGO DE DORIA

1.1. Actualidad de la ganadería de Tenango de Doria

Tenango de Doria, ubicado en la región Otomí-Tepehua del estado de Hidalgo, se caracteriza por una profunda riqueza cultural y una geografía diversa que ha moldeado su forma de vida y de producción agropecuaria. El municipio forma parte de la Sierra Madre Oriental y presenta un relieve predominantemente montañoso, con altitudes que oscilan entre los 1,200 y 2,400 metros sobre el nivel del mar. Estas condiciones geográficas le otorgan un clima templado-húmedo, con una marcada estacionalidad en las lluvias, lo que favorece, aunque también condiciona, las actividades agrícolas y ganaderas.



La economía de Tenango de Doria es multifuncional: combina saberes ancestrales y prácticas tradicionales, como la elaboración de bordados típicos conocidos mundialmente como “tenangos”, con labores del campo como la agricultura de temporal y la ganadería en sistemas extensivos y semi-intensivos. Dentro del ámbito pecuario, predomina la cría de ganado bovino de doble propósito (carne y leche), aunque también existen unidades de producción con cerdos, caprinos, ovinos y aves de traspatio, que contribuyen a la seguridad alimentaria de las familias y al ingreso complementario de los hogares.

En cuanto a la gestión del ganado, se utilizan principalmente pastizales naturales y potreros comunales, donde los animales pastorean en libertad, con alimentación complementaria en épocas de escasez. Sin embargo, esta modalidad enfrenta importantes limitaciones asociadas a la topografía accidentada, la dependencia del régimen climático y la limitada mecanización de las labores rurales. La falta de acceso a tecnologías modernas, como sistemas de riego, infraestructura sanitaria o insumos de calidad, restringe el potencial productivo y la capacidad de respuesta ante brotes de enfermedades.

En los últimos años, la región ha enfrentado períodos prolongados de sequía, que han afectado gravemente la disponibilidad de agua y forraje, lo cual se traduce en pérdida de peso del ganado, disminución de la producción láctea y menor rendimiento cárnico. A esto se suma la aparición y persistencia de enfermedades infecciosas, entre las que destaca la rabia parálitica bovina, transmitida por murciélagos hematófagos, y la bronconeumonía bovina (histofilosis), que afectan la salud del hato y generan pérdidas económicas significativas para los pequeños productores. La baja cobertura veterinaria y la poca aplicación de esquemas preventivos incrementan la vulnerabilidad sanitaria del ganado.

A pesar de estos retos, en el municipio se han empezado a desarrollar iniciativas institucionales y comunitarias

orientadas al fortalecimiento de la actividad ganadera. Programas de capacitación técnica, mejoramiento genético, financiamiento rural y manejo sanitario básico buscan mejorar las condiciones de producción, incrementar la productividad y promover prácticas más sostenibles (Reuters, 2025). Algunas organizaciones locales y actores institucionales están promoviendo también la adopción de estrategias agroecológicas, el uso responsable de recursos naturales, y la articulación entre el conocimiento tradicional y la innovación técnica como ejes para enfrentar el cambio climático y los desafíos sanitarios.

La ganadería en Tenango de Doria no solo representa una actividad económica estratégica, sino también un pilar de identidad comunitaria y resiliencia rural. Fortalecerla implica no solo mejorar la rentabilidad del sector, sino también proteger los medios de vida de las familias rurales, preservar el equilibrio ambiental del territorio y fomentar un modelo productivo que conjugue eficiencia, salud animal y sostenibilidad social.

1.2. Alternativas técnicas para disminuir el riesgo en la producción basada en la ganadería

Las opciones técnico-productivas para disminuir el riesgo de producción en los potreros consisten en un buen manejo del pastoreo rotacional que permita la recuperación de los potreros y reduzca el riesgo de sobrepastoreo, la degradación de los suelos y que cause afectaciones en la productividad a largo plazo.

La diversificación de cultivos forrajeros es una estrategia clave para aumentar la disponibilidad de alimento durante todo el año, minimizando el impacto de sequías o variaciones climáticas, esto aunado del uso de cercas vivas y sistemas silvopastoriles que integran árboles, pastos y ganado, incrementando la resiliencia del sistema productivo mejorando el área de pastoreo, y mitiguen los efectos del cambio climático y la diversificación de ingresos (Figura 1.1).





Figura 1. 1. Uso de la agroforestería y la diversificación forrajera.

La selección genética del ganado, selección de razas o líneas genéticas adaptadas a condiciones de la región, reducen el riesgo de pérdidas por enfermedades, baja productividad o sensibilidad a cambios climáticos, la **implementación de sistemas de captación y uso eficiente del agua**, sistemas como reservorios de agua de lluvia y bebederos automáticos contribuyen a garantizar la disponibilidad de agua en temporadas críticas, **el control integrado de plagas y enfermedades**, el monitoreo constante y la implementación de programas de vacunación y control integrado de plagas sin químicos minimizan las pérdidas económicas por enfermedades.

La capacitación continua de los productores, formación y actualización en buenas practicas ganaderas resilientes que permita a los productores adaptarse rápidamente a nuevas tecnologías y métodos de manejo.

Reducir el riesgo en la producción ganadera en Tenango de Doria, Hidalgo, implica implementar estrategias enfocadas en la gestión sostenible, la diversificación y la adaptación a las condiciones locales. Algunas sugerencias de técnicas son:

- Bebederos eficientes: Instalar bebederos automáticos para minimizar el desperdicio de agua (Figura 1.3).



Figura 1. 3. Notorio un bebedero sin eficiencia aún y tenga disponibilidad de agua.

- Conservación del Suelo y Agua: Implementar técnicas como terrazas y barreras vivas para reducir la erosión y mejorar la retención de agua.
- Espacios para albergar a los semovientes por la noche en lugares secos y ventilados (Figura 1.4).



Figura 1.4. Espacios para el resguardo del ganado.

3. Mejorar la sanidad animal.

Los principales factores para la prevención y mejora de la salud animal se determinan a partir de:

1. Una vacunación y Desparasitación Regular: Seguir un calendario sanitario riguroso para prevenir enfermedades comunes en la región.
2. Un monitoreo Constante: Revisar frecuentemente al ganado para detectar enfermedades o lesiones tempranas.
3. Un adecuado ejercicio de control de plagas y vectores: Aplicar métodos integrados para manejar garrapatas y otros vectores que puedan afectar la salud del ganado.

4. Diversificación de actividades.

- Aprovechamiento de Subproductos: Utilizar el estiércol para la producción de biogás o composta.
- Producción Alternativa: Incorporar la cría de otras especies como cerdos, aves, cabras u ovejas para diversificar ingresos (Figura 1.5).



Figura 1. 5. La porcicultura como parte de las actividades productivas alternativas.

- Transformación de Productos: Producir queso, yogurt o carne procesada para aumentar el valor agregado.

5. Adoptar tecnologías y capacitación.

- Tecnología en Manejo Ganadero: Usar sistemas de identificación animal (aretes o microchips) para registrar peso, edad y salud de cada animal.

- Capacitación: Participar en talleres y cursos organizados por instituciones locales (Figura 1. 6).



Figura 1. 6. Concientización de los productores de ganado bovino en Tenango de Doria, Hidalgo.

- Monitoreo Climático: Utilizar aplicaciones o estaciones meteorológicas locales para anticiparse a cambios climáticos adversos.

6. Manejo de recursos genéticos.

- Mejoramiento Genético: Introducir razas o cruzas adaptadas al clima y resistentes a enfermedades.
- Manejo Reproductivo: Usar técnicas como inseminación artificial para mejorar la calidad del hato.

7. Colaboración en asociaciones y oportunidades técnicas para el desarrollo.

- Cooperativas Ganaderas: Unirse a asociaciones locales para obtener mejores precios, acceso a mercados y recursos compartidos.
- Colaboración con Instituciones: Aprovechar programas gubernamentales enfocados en el desarrollo rural y el manejo técnico del hato (Figura 1.7).





Figura 1.7. El uso de la inseminación artificial aumenta la posibilidad de mejorar las características del hato.

1.3. Uso de suplementación mineral para la mejora de la producción ganadera

El uso de **suplementación mineral** es una práctica clave para mejorar las condiciones de la producción ganadera, ya que asegura que los animales reciban los nutrientes esenciales para su salud, crecimiento y productividad. La carencia de minerales puede limitar el rendimiento de los animales (Du et al., 1996) incluso si disponen de suficiente alimento en términos de energía y proteínas.

1. Beneficios de la suplementación mineral en la producción ganadera.

La suplementación mineral en la producción ganadera es un componente esencial para garantizar el crecimiento óptimo, la salud y la productividad. Los minerales, tanto macro como microelementos, cumplen funciones vitales en procesos fisiológicos como la formación ósea, la reproducción, el metabolismo energético y la respuesta inmunológica.





En sistemas de pastoreo, como los que predominan en regiones rurales de México, los forrajes suelen ser deficientes en minerales clave como fósforo, calcio, magnesio, zinc y cobre, lo que puede provocar trastornos metabólicos, disminución en la ganancia de peso y reducción en la eficiencia reproductiva. La incorporación estratégica de suplementos minerales balanceados permite corregir estas deficiencias, mejorar el aprovechamiento de los nutrientes, fortalecer la resistencia a enfermedades y, en última instancia, aumentar la rentabilidad del sistema productivo.

- Mejora el rendimiento productivo: Incrementa la ganancia de peso, la producción de leche y la calidad de la carne, reduce los problemas reproductivos asociados con deficiencias minerales, como bajas tasas de concepción y partos problemáticos. Por ejemplo, la suplementación con fósforo y calcio mejora la formación ósea y la producción láctea en vacas

- Fortalecimiento del sistema inmunológico: minerales como el zinc, el cobre y el selenio son fundamentales para mantener un sistema inmunológico estable y reduce la incidencia de enfermedades.

- Reducción de enfermedades metabólicas: previene trastornos metabólicos como la hipocalcemia (fiebre de leche) o la deficiencia de magnesio, común en sistemas intensivos.

- Optimización de la reproducción: Minerales como el selenio y el yodo son esenciales para mejorar la fertilidad y evitar problemas como abortos y retención placentaria.

Mayor aprovechamiento de los forrajes: La inclusión de minerales ayuda a maximizar la digestibilidad y la conversión de los alimentos ingeridos, especialmente en sistemas extensivos donde los forrajes suelen ser pobres en nutrientes.

2. Estrategias de suplementación mineral.

Los bloques y sales minerales colocados en áreas accesibles para los animales son una solución práctica para sistemas extensivos como los que se dan en la región de Tenango y sus alrededores (Figura 1. 8).



Figura 1.8. La colocación de bloques debe ubicarse en sitios estratégicos que sean accesibles al ganado.

Estos bloques deben incluir en principio mezclas balanceadas de macro y microelementos que se determinan a partir de la calidad del forraje. Incluso a partir de las deficiencias del suelo. La suplementación mineral puede hacerse a partir de otras estrategias

- **Suplementación en alimentos:** Se mezcla con raciones concentradas o forrajes, asegurando una distribución uniforme.

- **Suplementación inyectable:** Para corregir deficiencias agudas o en situaciones donde los animales no consumen suficiente mineral por vía oral.

Las necesidades minerales varían según la calidad del suelo y los pastos locales. Es importante realizar análisis de suelos y forrajes para identificar carencias específicas (Tabla 1.1).

Tabla 1.1. Funciones y síntomas de deficiencias minerales esenciales para el ganado bovino.

MINERAL	FUNCIÓN PRINCIPAL	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA
CALCIO (Ca)	Formación de huesos, producción de proteínas de la leche, aportación al desarrollo del feto, coagulación sanguínea, actividad enzimática, funcionamiento cardíaco	Huesos endebles, fiebre de leche, desequilibrio electrolítico, disminución en el metabolismo del glucógeno, parálisis, muerte





FÓSFORO (P)	Energía celular, promotor de altas tasas de reproducción, determina el celo y la fertilidad, metaboliza carbohidratos, grasas y sintetiza proteínas, influye en el desarrollo del microbiota del rumen	Baja tasa de fertilidad, reducción de peso, riesgo de fracturas, debilidad, cojera, falta de celo y crecimiento deficiente
MAGNESIO (Mg)	Absorción y movilización del calcio en huesos, contracción muscular, transmisión de impulsos nerviosos, mantiene pH ruminal óptimo, previene la hipomagnesemia o tetania de los pastos	Espasmos musculares, alteración del sistema nervioso, muerte súbita, disminuye la ingesta de alimento, afecta la producción de leche, aumenta el riesgo de abortos
ZINC (Zn)	Sistema epitelial en condiciones favorables. Reforzamiento del sistema inmunológico, aumento de la fertilidad en machos	Pelo quebradizo, baja fertilidad en machos, lesiones frecuentes, ruptura de mucosas
COBRE	Metaboliza el hierro, forma glóbulos rojos, tejido conectivo saludable, sistema nervioso activo, producción de energía	Principalmente anemia, huesos porosos, insuficiencia en el desarrollo del cerebro y tejido conectivo
SELENIO	Evita el daño celular, mantiene fuerte el sistema inmunológico, mantiene condiciones para la reproducción	Causa retención de placenta, abortos, desarrollo de quistes, reduce incidencia de mastitis, retraso en el crecimiento de terneros

3. El Diagrama de Mulder para premezclas. Antagonismo o sinergia.

El Diagrama de Mulder es una herramienta visual utilizada en agronomía y nutrición vegetal para analizar las interacciones entre los nutrientes esenciales en el suelo y en las plantas. Ayuda a identificar deficiencias, antagonismos y sinergias entre los elementos, facilitando la toma de decisiones en la fertilización (Figura 1.9).

DIAGRAMA DE MULDER

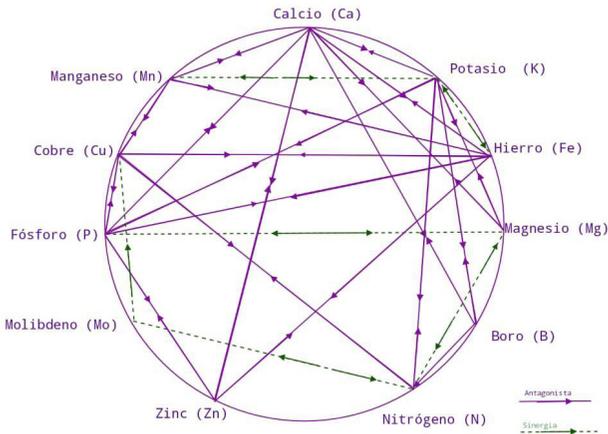


Figura 1.9. Diagrama de Mulder.

4. Minerales estructurales.

Los minerales estructurales en el ganado bovino, como el calcio, fósforo y magnesio, son esenciales para el buen desarrollo y funcionamiento del organismo (Tabla 1.2).

- Calcio en el ganado bovino

El calcio es un mineral fundamental en la formación y mantenimiento de los huesos y dientes, además de tener un papel importante en la contracción muscular y la coagulación sanguínea.

Fuentes de Calcio:

- Forrajes (heno y pasto)
- Harinas de hueso
- Carbonato de calcio
- Suplementos minerales

Tabla 1.2. Funciones del calcio.

Formación ósea y dental:	Es un componente principal de los huesos y dientes.
Contracción muscular:	Es crucial para la función muscular, incluyendo la contracción del músculo cardíaco.
Coagulación sanguínea:	Participa en la formación de coágulos sanguíneos.



Transmisión nerviosa:	Facilita la señalización entre células nerviosas.
-----------------------	---

Enfermedades Metabólicas Relacionadas con el Calcio:

Hipocalcemia (fiebre de la leche): Común en vacas lecheras, especialmente después del parto. Se caracteriza por niveles bajos de calcio en la sangre, lo que provoca debilidad muscular, dificultad para moverse y, en casos graves, puede ser fatal.

Osteomalacia: Se caracteriza por un debilitamiento de los huesos debido a deficiencia de calcio, derivado de un trastorno metabólico (Figura 1.10).



Figura 1.10. La osteomalacia es una enfermedad derivada de una mineralización deficiente presente bajo condiciones de agostadero.

- Fósforo en el ganado bovino

El fósforo es otro mineral esencial para la formación de huesos y dientes, ya que juega un papel importante en la energía celular y el metabolismo.

Fuentes de Fósforo:

- Piensos de alta calidad (granos, leguminosas).
- Heno y pasto.
- Harinas de hueso.
- Suplementos minerales.

Funciones del fósforo:

- **Formación ósea y dental:** Como el calcio, el fósforo es fundamental para la formación de los huesos y dientes.
 - **Metabolismo energético:** El fósforo está involucrado en la formación de ATP, la principal fuente de energía celular.
 - **Regulación de la acidosis ruminal:** Ayuda a mantener el equilibrio ácido-base en el rumen.
 - Enfermedades Metabólicas Relacionadas con el Fósforo:
 - **Deficiencia de fósforo:** Puede causar problemas de crecimiento, debilidad ósea y en los casos severos, deformaciones en los huesos.
 - **Osteodistrofia fibrótica:** Es una enfermedad en la que los huesos se deforman debido a la falta de fósforo.
 - **Pica:** Comportamiento en el cual el animal consume tierra u otros objetos debido a la deficiencia de fósforo.
- **Magnesio en el ganado bovino**

El magnesio es necesario para la función muscular y nerviosa, y juega un papel importante en el metabolismo energético.

Fuentes de Magnesio:

Pasto (especialmente cuando es de buena calidad)

Heno

Suplementos minerales con magnesio

Tabla 1.3. Funciones del Magnesio.

Contracción muscular y función nerviosa:	Es crucial para la actividad muscular, incluyendo la relajación después de la contracción.
Metabolismo de carbohidratos:	Participa en la síntesis de proteínas y la conversión de alimentos en energía.
Equilibrio mineral:	Ayuda a regular los niveles de calcio y fósforo en el organismo.

Enfermedades Metabólicas Relacionadas con el Magnesio:

Tetania de pastoreo: También conocida como “bajo contenido de magnesio en sangre”, se presenta típicamente



en vacas lecheras en pastoreo. Los síntomas incluyen temblores, rigidez muscular y, en casos graves, convulsiones.

Hipomagnesemia: Deficiencia de magnesio que puede causar debilidad, pérdida de apetito, temblores y, en casos graves, la muerte (Figura 1.11).



Figura 1.11. Muerte por hipomagnesemia.

Prevención y Manejo de Deficiencias:

Es fundamental monitorear y garantizar una adecuada ingesta de estos minerales. Las deficiencias pueden corregirse mediante la inclusión de suplementos minerales específicos en la dieta, y un manejo adecuado del pasto y forraje.

Como, por ejemplo:

1. Proporcionar una dieta balanceada rica en estos minerales esenciales.
2. Monitorear el comportamiento de los animales para detectar signos tempranos de deficiencias.
3. Consultar con un veterinario para realizar análisis de sangre y ajustar las dietas según sea necesario.

El calcio, fósforo y magnesio son esenciales para la salud ósea, la contracción muscular y el metabolismo energético de los bovinos. Su deficiencia puede causar una variedad de enfermedades metabólicas que afectan el bienestar de los animales, pero se pueden prevenir con una gestión adecuada de la alimentación y la suplementación.



5. *Minerales electrolíticos*

La función de los minerales electrolíticos como el sodio, potasio y cloro son fundamentales para mantener el equilibrio hídrico y la función celular en los animales, incluidos los bovinos.

- **Sodio**

El sodio es un mineral esencial que juega un papel clave en la regulación del equilibrio de líquidos y la transmisión de señales nerviosas.

Funciones del Sodio:

- **Regulación del equilibrio hídrico:** El sodio es crucial para el mantenimiento del equilibrio de fluidos en el cuerpo, ya que atrae agua hacia el espacio extracelular y ayuda a mantener la presión osmótica.
- **Transmisión nerviosa:** Participa en la transmisión de impulsos eléctricos en las células nerviosas, permitiendo la comunicación entre las células.
- **Equilibrio ácido-base:** El sodio juega un papel importante en la regulación del pH en el organismo, contribuyendo al balance de los fluidos corporales.
- **Función muscular:** Ayuda en la contracción muscular, ya que influye en el potencial eléctrico de las células musculares.

Fuentes de Sodio:

- Sal común (cloruro de sodio)
- Forraje y pasto
- Suplementos minerales con sodio
- Deficiencia de Sodio:

La deficiencia de sodio en el ganado puede provocar deshidratación, debilidad muscular, disminución en la producción de leche y pérdida de apetito. En casos graves, puede causar desorientación y coma.

- **Potasio**

El potasio es otro mineral fundamental que se encuentra en mayor concentración dentro de las células. Es esencial para



la función nerviosa y muscular, así como para el equilibrio de los líquidos en el cuerpo.

Funciones del Potasio:

- **Regulación del equilibrio hídrico y ácido-base:** El potasio es vital para equilibrar los fluidos y el pH en el interior de las células.
- **Contracción muscular:** Al igual que el sodio, el potasio está involucrado en la contracción muscular, ya que es esencial para el impulso eléctrico en las células musculares.
- **Transmisión nerviosa:** Participa en la conducción de los impulsos nerviosos, lo cual es fundamental para la comunicación entre las células nerviosas y el cerebro.
- **Síntesis de proteínas y metabolismo celular:** El potasio juega un rol en la síntesis de proteínas y en la conversión de nutrientes en energía dentro de las células.

Fuentes de Potasio:

- A) Pasto y forraje fresco
- B) Granos y vegetales
- C) Suplementos minerales

Deficiencia de Potasio:

La deficiencia de potasio puede causar debilidad muscular, disminución en la producción de leche, arritmias cardíacas, y un aumento en la susceptibilidad a enfermedades. Los animales pueden experimentar pérdida de apetito y fatiga.

- Cloro

El cloro es el principal anión en los líquidos extracelulares del cuerpo y trabaja en estrecha colaboración con el sodio para mantener el equilibrio de fluidos y la regulación de los procesos metabólicos.

Funciones del Cloro:

- **Regulación del equilibrio de líquidos y ácido-base:** El cloro es fundamental para mantener el equilibrio de líquidos entre los compartimentos extracelulares e intracelulares. Además, colabora en la regulación del pH en la sangre.



- **Digestión:** El cloro es un componente principal del ácido clorhídrico en el estómago, necesario para la digestión de alimentos y la activación de enzimas gástricas.
- **Función nerviosa:** Junto con el sodio y el potasio, el cloro ayuda en la transmisión de señales nerviosas.
- **Defensa inmunológica:** El cloro está involucrado en la destrucción de patógenos en el cuerpo, ya que el ácido clorhídrico en el estómago actúa como una barrera de defensa.

El cloro puede ser adquirido en:

- A) Sal común (cloruro de sodio)
- B) Forraje y pasto
- C) Suplementos minerales

Deficiencia de Cloro:

La deficiencia de cloro puede causar desequilibrios en los líquidos corporales, lo que puede llevar a deshidratación, letargo, debilidad muscular y pérdida de apetito. También puede interferir con la digestión.

Los tres minerales son esenciales para mantener el equilibrio de fluidos en el cuerpo. El sodio y el cloro trabajan en conjunto para mantener la presión osmótica, mientras que el potasio está involucrado en el equilibrio de líquidos dentro de las células.

Función muscular y nerviosa: Juntos, estos electrolitos permiten la contracción muscular y la transmisión de impulsos nerviosos, garantizando que el ganado pueda moverse, comer y producir adecuadamente.

Manejo y Prevención de Deficiencias:

El suministro adecuado de estos minerales electrolíticos es esencial para evitar problemas relacionados con el equilibrio de fluidos y la función nerviosa. Las deficiencias se pueden corregir a través de una dieta equilibrada y suplementos específicos que contengan sodio, potasio y cloro. Asegurarse de que los animales tengan acceso constante a agua potable, ya que la hidratación es clave para mantener el equilibrio de estos minerales. Incorporar sal común (cloruro de sodio) en la dieta, especialmente durante períodos de alta producción de leche o cuando los animales están expuestos a calor.



Realizar análisis nutricionales periódicos para ajustar la dieta de acuerdo con las necesidades de los animales.

6. **Minerales traza**

Los minerales traza son elementos esenciales que el ganado bovino necesita en cantidades muy pequeñas pero que son cruciales para su salud y bienestar.

- Azufre

El azufre es un mineral traza importante para la síntesis de proteínas, el metabolismo de los aminoácidos y la salud general de los tejidos.

Funciones del Azufre:

- **Componente de aminoácidos:** El azufre es necesario para la síntesis de aminoácidos esenciales como la metionina y la cisteína, que son cruciales para la formación de proteínas.
- **Formación de tejidos conectivos:** El azufre participa en la formación de colágeno y cartílago, esenciales para la salud de los huesos y las articulaciones.
- **Depuración:** El azufre ayuda en la eliminación de toxinas del cuerpo.

Fuentes de Azufre:

- Forraje y pasto
- Harinas de semilla de soja
- Suplementos minerales

Deficiencia de Azufre:

- Crecimiento reducido
- Debilidad muscular
- Pérdida de apetito
- Reducción en la producción de leche y carne

- Cobalto

El cobalto es esencial para la formación de vitamina B12, la cual es crucial para el metabolismo celular y la producción de glóbulos rojos.



Funciones del Cobalto:

- **Síntesis de vitamina B12:** El cobalto es un componente esencial de la vitamina B12, que juega un papel clave en la producción de glóbulos rojos y en la función del sistema nervioso.
- **Metabolismo de carbohidratos y proteínas:** Ayuda en la conversión de nutrientes en energía y la síntesis de proteínas.

Fuentes de Cobalto:

- Pastos y forrajes ricos en cobalto
- Suplementos minerales

Deficiencia de Cobalto:

- Anemia
- Reducción en el apetito
- Crecimiento deficiente
- Reducción en la producción de leche

- Cobre

El cobre es esencial para la formación de hemoglobina, la función enzimática, la pigmentación de los pelos y la salud del sistema inmunológico.

Funciones del Cobre:

- **Formación de hemoglobina:** El cobre es crucial para la formación de hemoglobina en los glóbulos rojos.
- **Metabolismo de hierro:** Facilita la absorción y utilización del hierro.
- **Función enzimática:** El cobre es un cofactor en varias enzimas importantes para el metabolismo celular.
- **Salud del sistema inmunológico:** Ayuda a mantener un sistema inmunológico saludable.

Fuentes de Cobre:

- Forrajes de buena calidad
- Granos y vegetales
- Suplementos minerales con cobre





Deficiencia de Cobre:

- Anemia
- Problemas en el sistema nervioso
- Pérdida de pelo o pelaje de mala calidad
- Deficiencias en el crecimiento y desarrollo

- Hierro

El hierro es vital para la formación de hemoglobina y la transferencia de oxígeno en la sangre.

Funciones del Hierro:

- **Formación de hemoglobina:** El hierro es esencial para la formación de hemoglobina, que transporta oxígeno a los tejidos.
- **Metabolismo celular:** Participa en la respiración celular, permitiendo que las células generen energía.
- **Salud inmunológica:** Juega un papel en la función del sistema inmunológico.

Fuentes de Hierro:

- Forrajes, especialmente los que contienen leguminosas
- Granos
- Suplementos minerales

Deficiencia de Hierro:

- Anemia
- Fatiga
- Crecimiento lento
- Palidez en las mucosas

- Manganeso

El manganeso es un mineral traza esencial para el metabolismo óseo, la formación de tejido conectivo y la función enzimática.

Funciones del Manganeso:

- **Formación ósea y cartílago:** Es necesario para el desarrollo de huesos y tejidos conectivos fuertes.

- **Antioxidante:** Ayuda a proteger las células del daño oxidativo.
- **Metabolismo:** Participa en la síntesis de proteínas y la conversión de nutrientes en energía.

Fuentes de Manganeso:

- Pastos de alta calidad
- Granos y vegetales
- Suplementos minerales

Deficiencia de Manganeso:

- Problemas en la formación ósea
- Reducción en la fertilidad
- Crecimiento deficiente

- Selenio

El selenio es un mineral antioxidante que protege las células del daño, apoya el sistema inmunológico y mejora la fertilidad.

Funciones del Selenio:

- **Antioxidante:** Protege a las células contra el daño causado por los radicales libres.
- **Salud reproductiva:** El selenio es esencial para la función reproductiva y la fertilidad.
- **Función inmune:** Ayuda a mantener un sistema inmunológico saludable.

Fuentes de Selenio:

- Forrajes (aunque la cantidad varía según el suelo)
- Suplementos minerales

Deficiencia de Selenio:

- Deficiencias en el sistema inmune
- Enfermedades musculares (miopatías)
- Problemas reproductivos
- Mortalidad neonatal





- Yodo

El yodo es esencial para la función de la glándula tiroidea y la regulación del metabolismo.

Funciones del Yodo:

- **Producción de hormonas tiroideas:** El yodo es necesario para la producción de hormonas tiroideas, que regulan el metabolismo del ganado.
- **Desarrollo del cerebro y el sistema nervioso:** Es crucial para el desarrollo fetal y el crecimiento del sistema nervioso.

Fuentes de Yodo:

- Sal yodada
- Forrajes de zonas con suelos deficientes en yodo

Deficiencia de Yodo:

- Hipotiroidismo
- Crecimiento deficiente
- Problemas reproductivos

- Zinc

El zinc es esencial para la función enzimática, la salud de la piel y el sistema inmune.

Funciones del Zinc:

- **Metabolismo celular:** Participa en la función de numerosas enzimas en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos.
- **Salud de la piel:** Es crucial para la reparación y crecimiento celular de la piel, los huesos y el sistema reproductivo (Figura 1.12).
- **Función inmune:** Ayuda en la respuesta inmune del cuerpo.



Figura 1.12. Ejemplares suplementados con zinc.

Fuentes de Zinc:

- Forrajes y granos
- Suplementos minerales

Deficiencia de Zinc:

- Piel áspera o escamosa
- Crecimiento deficiente
- Sistema inmunológico debilitado
- Problemas reproductivos.

Cada uno de estos minerales traza es vital para el metabolismo y la salud del ganado bovino. La deficiencia o el exceso de estos minerales puede afectar la producción, la salud reproductiva y la capacidad de los animales para resistir enfermedades. La inclusión de estos minerales en la dieta de manera equilibrada, a menudo a través de suplementos minerales, es clave para garantizar el bienestar y la productividad de los bovinos.

1.4. Manejo integrado de forraje y suelo para una producción sostenible

El manejo Integrado del forraje y del suelo no solo representa una solución ambiental, sino también una alternativa técnica de alto valor para mejorar la productividad y sostenibilidad de los sistemas ganaderos. Implementar estrategias que mejoren la calidad del forraje y la salud del suelo es clave (Augarten et al., 2023) para lograr una producción animal



eficiente y resiliente al cambio climático y sobre todo regenerativa.

1. El manejo del forraje.

El forraje es el alimento principal del ganado en sistemas de producción sobre todo extensivos, y su gestión adecuada es esencial para garantizar una alimentación constante y nutritiva.

Las pasturas perennes aportan raíces profundas y persistentes, lo que mejora la estructura del suelo, incrementa la infiltración de agua y prolonga el acceso al forraje todo el año. Al tener un crecimiento constante las especies perennes permiten:

- Menor dependencia de suplementos.
- Mayor producción en épocas críticas.
- Estabilización de ciclos de carbono y nitrógeno.

Las pasturas con perennes manejadas adecuadamente presentan niveles superiores de biomasa, diversidad vegetal y eficiencia en el uso de nutrientes, en comparación con cultivos anuales.

2. Manejo del suelo.

El suelo es el recurso base sobre el cual se construye cualquier sistema productivo. Su degradación, erosión o compactación reduce la capacidad del ecosistema para sostener la producción ganadera. Un buen manejo busca conservar y regenerar el suelo mediante el uso de prácticas adaptadas al contexto local (Sher et al., 2024).

Los sistemas pastoriles gestionados de una buena manera presentan ventajas claras en términos de salud del suelo, los potreros con pastoreo controlado nos presentan:

- Más carbono mineralizable.
- Un aporte mayor de materia orgánica en el suelo.
- Niveles superiores de proteína microbiana y nitrógeno disponible.

Estos indicadores biológicos reflejan:

- Mayor presencia de actividad microbiana.



- Aporte constante de residuos orgánicos a través de estiércol y raíces.
- Mejora en la estructura y aireación del suelo.
- Mayor capacidad de retención de agua y nutrientes.

En cambio, sistemas de uso intensivo sin descanso ni manejo adecuado muestran pérdida progresiva de fertilidad, compactación y reducción de materia orgánica.

3. Rol del ganado como reciclador de nutrientes.

En un sistema productivo el ganado no es un degradador, sino un regenerador del suelo, Su presencia activa nos contribuye a:

- Incorporación de residuos orgánicos a través del estiércol y la orina.
- Estimulación del crecimiento vegetal por mordida controlada.
- Movilización de nutrientes entre áreas.

4. Impacto del manejo del forraje y suelo en la productividad y el ambiente.

El manejo integrado de estos dos aspectos nos produce beneficios simultáneos en lo económico, lo ambiental y lo productivo:

Mayor eficiencia productiva

- Incremento en la ganancia de peso por animal.
- Reducción en el uso de suplementos alimenticios.
- Extensión de la vida útil de los potreros.
- Mayor resiliencia ante sequías o eventos externos, al contar con un mejor manejo en suelos y vegetación densa.

Mitigación del cambio climático

El buen manejo del pastoreo incrementa la entrada de carbono al suelo (Ritchie, 2020), tanto por residuos vegetales como por estiércol:

- Aumenta el secuestro de carbono orgánico del suelo.
- Reduce la necesidad de fertilizantes químicos.





02.

SALUD ANIMAL Y MANEJO SOSTENIBLE EN LA GANADERÍA DE TENANGO DE DORIA

2.1. Patologías asociadas a deficiencias minerales en la producción ganadera

Las deficiencias minerales en la dieta del ganado representan una causa significativa de patologías en los sistemas de producción bovina, especialmente en regiones como Tenango de Doria, Hidalgo, donde predominan los sistemas de pastoreo extensivo y el suelo presenta limitaciones en su capacidad nutricional.

En estas condiciones, los forrajes disponibles suelen carecer de niveles adecuados de minerales esenciales como calcio, fósforo, magnesio, zinc, cobre y selenio, lo que expone al hato a una variedad de trastornos clínicos. Entre las patologías más comunes se encuentran la hipocalcemia (fiebre de leche), la osteomalacia, la tetania hipomagnésica, la anemia nutricional y alteraciones

reproductivas como baja tasa de concepción o retención placentaria.

Estas enfermedades no solo reducen la productividad del ganado, sino que incrementan los costos veterinarios, prolongan los periodos de recuperación y afectan directamente la economía de los pequeños productores locales. En este contexto, se vuelve imprescindible implementar programas de suplementación mineral estratégica, adaptados al análisis del suelo y del forraje regional, con el objetivo de prevenir enfermedades carenciales, mejorar el bienestar animal y fortalecer la rentabilidad de la ganadería en comunidades rurales como San Isidro y zonas aledañas de Tenango de Doria. Dentro de las principales enfermedades que afectan la producción ganadera en la región se encuentran:

- Hipocalcemia o Fiebre de leche.

La fiebre de leche, también conocida como hipocalcemia puerperal, es un trastorno metabólico que afecta principalmente a vacas lecheras de alta producción en el período posparto. Esta enfermedad es causada por una disminución abrupta en los niveles de calcio en sangre, lo que afecta la función neuromuscular y puede poner en riesgo la vida del animal.

El calcio es un mineral esencial para la contracción muscular, la coagulación sanguínea y diversas funciones metabólicas. Durante el parto y el inicio de la lactancia, las vacas experimentan una demanda extrema de calcio para la producción de leche. Si el metabolismo del animal no es capaz de movilizar suficiente calcio de los huesos o absorberlo de la dieta, se produce hipocalcemia. Factores como la edad, la genética, la alimentación inadecuada y el manejo nutricional en el período seco pueden aumentar el riesgo de esta enfermedad (Figura 2.1).





Figura 2.1. Vaca con deficiencia de calcio, administrado en forma de suero.

Los síntomas de la fiebre de leche se presentan en tres etapas. En la primera, la vaca muestra inquietud, temblores musculares y falta de coordinación. En la segunda fase, el animal es incapaz de mantenerse de pie, presenta debilidad y una postura característica con las patas recogidas. En la tercera etapa, hay pérdida de consciencia, una disminución peligrosa de la temperatura corporal y, si no se trata, puede llevar a la muerte. El diagnóstico se basa en la observación clínica y la medición de los niveles de calcio en sangre.

La fiebre de leche representa una amenaza económica significativa para los productores. Las vacas afectadas tienen una mayor susceptibilidad a otras enfermedades como la retención de placenta, mastitis y desplazamiento de abomaso. Además, se observa una reducción en la producción de leche y problemas reproductivos posteriores. La mortalidad en casos graves puede ocasionar pérdidas directas y afectar la rentabilidad de la unidad productiva (Figura 2.2).



Figura 2.2. La fiebre de la leche puede reducir la capacidad de nutrir a los neonatos.

Para prevenir la fiebre de leche, es fundamental una alimentación balanceada en el período seco, asegurando un adecuado balance de calcio y fósforo. La administración de dietas que incluyan minerales ayuda a mejorar la movilización del calcio antes del parto. En casos de vacas con antecedentes de hipocalcemia, se recomienda la suplementación con calcio oral o inyectable en el posparto inmediato. El tratamiento de emergencia consiste en la administración intravenosa de calcio bajo supervisión veterinaria para evitar complicaciones cardíacas.

- Enfermedad del Músculo Blanco por de selenio en bovinos.

La ganadería bovina enfrenta diversos desafíos relacionados con la nutrición y la salud animal. Entre las enfermedades nutricionales, la deficiencia de selenio es un problema significativo, ya que puede causar la Enfermedad del Músculo Blanco (EMB), una condición degenerativa que afecta el tejido muscular y compromete la productividad del hato.

La EMB es causada por la deficiencia de selenio y, en algunos casos, de vitamina E. Esta deficiencia ocurre en regiones con suelos pobres en selenio, lo que afecta la calidad del forraje y, por ende, la nutrición del ganado. Además, ciertos factores agravan el problema, como el consumo de dietas ricas en grasas poliinsaturadas, la ingestión de forrajes de baja calidad y la presencia de sustancias antagonistas que reducen la absorción de selenio.





La EMB afecta principalmente a terneros jóvenes y se presenta en dos formas:

1. **Forma aguda o cardíaca:** Se caracteriza por debilidad extrema, dificultad para respirar, arritmias y muerte repentina debido a insuficiencia cardíaca.
2. **Forma subaguda o esquelética:** Provoca rigidez muscular, debilidad generalizada, dificultad para moverse y problemas en la locomoción. Los animales pueden mostrar dolor al caminar y adoptar posturas anormales.

El diagnóstico de la EMB se basa en la evaluación clínica, la histopatología de tejidos musculares y la medición de los niveles de selenio y vitamina E en sangre. La presencia de lesiones blancas o calcificadas en los músculos afectados es un signo característico de la enfermedad. Además, se pueden realizar pruebas enzimáticas para detectar el daño muscular, como el aumento de la creatina quinasa (CK) y el lactato deshidrogenasa (LDH).

La prevención de la EMB implica estrategias de suplementación adecuadas. Las principales medidas incluyen:

1. **Suplementación con selenio** a través de sales minerales, inyecciones de selenio o en la dieta balanceada.
2. **Uso de vitamina E** para mejorar la absorción de selenio y prevenir el estrés oxidativo en los tejidos musculares.
3. **Monitoreo de suelos y forrajes**, asegurando que la alimentación del ganado contenga niveles adecuados de selenio.
4. **Manejo adecuado de la nutrición**, evitando el consumo excesivo de grasas insaturadas que pueden interferir en la absorción de selenio.

En cuanto al tratamiento, los animales afectados pueden recibir inyecciones de selenio y vitamina E para mejorar su condición. Sin embargo, en casos graves, la recuperación puede ser limitada y algunos animales pueden no sobrevivir.

La retención de placenta en bovinos es un problema reproductivo que puede afectar la salud y productividad del hato. Se define como la incapacidad de expulsar las membranas fetales dentro de las 12 a 24 horas posteriores

al parto. Uno de los factores que influyen en su aparición es la deficiencia de selenio y vitamina E.

La función del Selenio en la salud reproductiva actúa como un antioxidante esencial que protege las células contra el daño oxidativo, mejora la función inmunológica y participa en la producción de enzimas clave para el metabolismo, que junto con la vitamina E, contribuye a la integridad de las membranas celulares, incluyendo la placenta, favoreciendo su desprendimiento tras el parto.

Las vacas con deficiencia de selenio tienen menor capacidad para expulsar la placenta debido a una respuesta inmune insuficiente, la falta de selenio aumenta la inflamación y el estrés celular, lo que debilita el útero y la separación de la placenta. Se requiere un buen tono muscular para la expulsión eficiente de la placenta, algo que el selenio favorece indirectamente (Figura 2.3).



Figura 2.3. Retención placentaria producto de la deficiencia de selenio.

Para reducir la incidencia de retención de placenta asociada a la deficiencia de selenio, se recomienda:

1. Suplementación con selenio y vitamina E en vacas gestantes, especialmente en el último trimestre de la gestación.



2. Uso de sales minerales enriquecidas con selenio de libre acceso.
3. Inyecciones de selenio y vitamina E en zonas con suelos deficientes en este mineral.
4. Dieta balanceada con forrajes y concentrados que contengan niveles adecuados de selenio.
5. Monitoreo del estado de salud de las vacas preparto, reduciendo factores de estrés y garantizando un buen manejo nutricional.

El selenio es un mineral esencial en la nutrición de los borregos, ya que participa en diversas funciones metabólicas y en la prevención de enfermedades. Su aplicación en ovinos es importante por las siguientes razones:

I. Prevención de la enfermedad del Músculo Blanco.

1. Al igual que en bovinos, la deficiencia de selenio en borregos puede causar Enfermedad del Músculo Blanco (EMB), afectando los músculos esqueléticos y cardíacos.
2. Los síntomas incluyen debilidad muscular, dificultad para caminar y muerte súbita en casos graves.

II. Refuerzo del sistema inmunológico.

1. El selenio es un antioxidante clave que protege las células contra el daño oxidativo.
2. Borregos con suficiente selenio presentan mayor resistencia a enfermedades infecciosas.

III. Mejora de la Reproducción.

1. En ovejas gestantes, la deficiencia de selenio puede provocar abortos, partos de corderos débiles o con baja viabilidad.
 2. En machos reproductores, mejora la fertilidad y calidad del semen.
- Raquitismo y osteomalacia en bovinos por deficiencia de fósforo.

La nutrición mineral es un factor fundamental en la salud y productividad del ganado bovino. Entre los minerales

esenciales, el fósforo juega un papel crucial en el desarrollo óseo, la producción láctea y la reproducción. Sin embargo, su deficiencia puede generar enfermedades metabólicas graves como el raquitismo en animales jóvenes y la osteomalacia en adultos, lo que impacta negativamente en la ganadería.

El fósforo es un componente clave de los huesos, dientes y procesos metabólicos energéticos. Su insuficiencia en la dieta bovina se debe a la calidad deficiente de los forrajes, suelos pobres en este mineral y dietas mal balanceadas. La falta de fósforo conduce a la reducción del crecimiento, debilidad general, disminución en la producción de leche y problemas reproductivos.

- Raquitismo en terneros.

El raquitismo es una enfermedad metabólica que afecta a los terneros en crecimiento cuando hay una deficiencia severa de fósforo. Se caracteriza por:

1. Crecimiento retardado.
2. Deformaciones óseas (patas arqueadas, costillas ensanchadas).
3. Dolor al caminar o dificultad para moverse.
4. Pérdida de apetito y baja ganancia de peso.

Los terneros afectados presentan huesos blandos y frágiles debido a la deficiente mineralización del tejido óseo. Esto puede comprometer el desarrollo y la futura productividad del animal.

- Osteomalacia en bovinos adultos.

En los bovinos adultos, la osteomalacia es una consecuencia de la reabsorción ósea debido a la falta de fósforo en la dieta. Sus manifestaciones incluyen:

1. Cojera y debilidad en las extremidades.
2. Huesos frágiles y propensos a fracturas.
3. Disminución de la producción láctea.
4. Problemas reproductivos, como anestro y baja tasa de concepción.





En vacas en lactancia, la demanda de fósforo es mayor, por lo que su deficiencia puede afectar directamente la productividad y el bienestar del animal.

Para evitar estas enfermedades, es fundamental implementar estrategias de suplementación mineral adecuadas:

1. Uso de **sales mineralizadas** que contengan fósforo.
 2. Inclusión de **forrajes de calidad** y balanceados con concentrados ricos en fósforo.
 3. **Evaluación periódica del suelo y forrajes** para determinar la disponibilidad del mineral.
 4. Control y seguimiento de los animales para detectar tempranamente signos de deficiencia.
- Hipotiroidismo o bocio por deficiencia de yodo en bovinos.

El hipotiroidismo o bocio en bovinos es una afección causada principalmente por la deficiencia de yodo en la dieta. Esta enfermedad afecta el funcionamiento de la glándula tiroides, comprometiendo el metabolismo, el crecimiento y la reproducción del ganado. La escasez de yodo en los suelos y pastizales es un problema común en muchas regiones, lo que hace necesario el monitoreo y la suplementación adecuada para evitar impactos negativos en la producción ganadera.

El yodo es un mineral esencial para la síntesis de hormonas tiroideas, como la tiroxina (T4) y la triyodotironina (T3), responsables del metabolismo energético y el desarrollo corporal. Su deficiencia genera un agrandamiento de la glándula tiroides, conocido como bocio, lo que es una respuesta del organismo para compensar la falta de hormonas tiroideas.

Los signos clínicos del hipotiroidismo en bovinos incluyen crecimiento lento, infertilidad, partos con terneros débiles o muertos, letargo y problemas en la calidad del pelaje. En terneros recién nacidos, puede presentarse bocio visible en la región del cuello, lo que indica una alteración grave en la función tiroidea. En casos extremos, la deficiencia de yodo puede causar la muerte neonatal y reducción en la tasa de supervivencia del hato.

Las principales causas de la deficiencia de yodo en bovinos incluyen suelos pobres en este mineral, consumo de forrajes (como algunas crucíferas) y dietas mal balanceadas. Los bovinos que dependen exclusivamente de pastos con baja concentración de yodo están en mayor riesgo de desarrollar hipotiroidismo, especialmente durante la gestación y lactancia, cuando las demandas metabólicas aumentan.

Para prevenir esta deficiencia, se recomienda la suplementación con sal yodada, el uso de inyecciones de yodo en casos críticos y la administración de suplementos minerales en la alimentación diaria. Además, el monitoreo constante del estado nutricional del hato y la evaluación de los niveles de yodo en el agua y en los alimentos son estrategias clave para garantizar un adecuado aporte de este nutriente.

2.2 Uso de remezclas: Una herramienta clave para la alimentación equilibrada del ganado

Las **premezclas** son mezclas de ingredientes nutricionales que se agregan a la dieta de los animales para asegurar que reciban los nutrientes esenciales en las cantidades adecuadas. En el caso del ganado bovino, las premezclas suelen contener vitaminas, minerales, aminoácidos y otros ingredientes que, si se administran por separado, podrían ser difíciles de balancear o dosificar correctamente.

- **Diseño de Premezclas para ganado bovino.**

El diseño de una premezcla debe tener en cuenta las necesidades nutricionales específicas de los bovinos según su fase de producción (por ejemplo, vacas lecheras, terneros en crecimiento, vacas de engorde). Para esto, se debe considerar:

- **Edad y etapa de desarrollo del animal.**

Terneros en crecimiento: Necesitan una premezcla que favorezca el desarrollo óseo y muscular, rica en minerales como calcio, fósforo y magnesio, además de proteínas.

Vacas lecheras: Requieren una premezcla con un enfoque en la salud ósea (calcio), el equilibrio mineral (fósforo, magnesio), y el apoyo en la producción de leche (vitaminas A, D, E, y selenio).





Vacas en engorde: Las premezclas para vacas de engorde deben promover el aumento de peso, con una mezcla equilibrada de energía, proteínas, y minerales.

Requerimientos específicos de minerales y vitaminas:

Las premezclas deben incluir minerales traza como zinc, cobre, manganeso, cobalto, yodo y selenio, así como vitaminas como la A, D, E y B12, que son esenciales para el metabolismo del ganado.

El diseño de las premezclas también puede verse influenciado por factores ambientales. Por ejemplo, en zonas con climas cálidos, los animales pueden tener mayores necesidades de sales minerales (sodio y potasio) para reponer los electrolitos perdidos a través de la transpiración.

En la producción de carne las premezclas deben apoyar el desarrollo muscular, promover la ganancia de peso y optimizar la conversión alimenticia. También, la producción de leche se debe priorizar con suplementación de minerales como el calcio y fósforo para la salud ósea y la producción de leche de calidad. A continuación se relacionan los componentes más comunes en una premezcla para bovinos es la integración de:

- a) **Minerales:** Calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, zinc, cobre, manganeso, selenio, cobalto, yodo.
- b) **Vitaminas:** Vitaminas A, D, E, y B12.
- c) **Aminoácidos:** Para promover el crecimiento y la síntesis de proteínas, como la metionina y la lisina.
- d) **Ácidos grasos:** Para promover la salud de la piel, el pelo y las funciones metabólicas.
- e) **Enzimas:** Para mejorar la digestibilidad de los ingredientes en la dieta.
- f) **Prebióticos:** Para mejorar la salud digestiva y la eficiencia de la conversión alimenticia.

Las premezclas se utilizan principalmente en la formulación de las dietas para asegurar una distribución precisa y balanceada de nutrientes. Las premezclas se incorporan a las raciones de los animales, por ejemplo:

Dosis recomendada: Las premezclas se incluyen en la ración diaria de los bovinos en dosis que van desde el 1-3% del total de la ración, dependiendo de la formulación y las necesidades nutricionales. La cantidad exacta depende de los ingredientes específicos en la premezcla y de la cantidad de ración que se está proporcionando.

Mezcla con otros ingredientes: Las premezclas generalmente se combinan con otros ingredientes de la dieta, como forrajes, granos y subproductos, para proporcionar una ración completa. Es importante asegurarse de que la premezcla se mezcle uniformemente con el resto de la dieta para garantizar que todos los animales reciban los nutrientes adecuados.

Monitorización del consumo: La cantidad de premezcla en la dieta debe ser cuidadosamente monitorizada. El consumo de ración de los bovinos puede verse influenciado por factores como la palatabilidad, la disponibilidad de agua y el estado de salud del animal. Si se observa que los animales no consumen la cantidad adecuada de ración, puede ser necesario ajustar la cantidad de premezcla.

Suplementación en condiciones específicas:

En situaciones de **estrés** (como el calor o el transporte), las premezclas pueden contener más electrolitos (sodio, potasio) y vitaminas para ayudar al animal a adaptarse.

Para animales en **fase de transición** (por ejemplo, vacas lecheras cercanas al parto), las premezclas pueden incluir ingredientes que promuevan la salud metabólica y la prevención de enfermedades como la hipocalcemia (bajos niveles de calcio en sangre).

- **Premezclas líquidas vs. premezclas secas.**

Premezclas secas: Son las más comunes y se mezclan con ingredientes secos como el heno o el silo. Son fáciles de manejar, pero es fundamental asegurarse de que la mezcla sea homogénea.

Premezclas líquidas: Se utilizan cuando se incorporan a líquidos o se mezclan con la ración húmeda (por ejemplo, en sistemas de alimentación en comederos automáticos).



Ventajas del uso de premezclas en la dieta del ganado bovino

Precisión nutricional: Las premezclas aseguran que los bovinos reciban los nutrientes en las proporciones adecuadas, evitando deficiencias o excesos de ciertos minerales y vitaminas.

Mejora de la salud animal: Contribuyen a la prevención de enfermedades metabólicas como la deficiencia de calcio, fósforo o magnesio, y mejoran el sistema inmunológico.

Mejor rendimiento productivo: En animales en producción de carne o leche, las premezclas contribuyen a mejorar la tasa de ganancia de peso, la producción de leche y la eficiencia alimenticia.

Facilidad de uso: Las premezclas simplifican la preparación de las raciones, ahorrando tiempo y esfuerzo en la formulación de dietas complejas.

2.3. Prácticas agroecológicas y zootécnicas para la prevención de enfermedades

La prevención de enfermedades en la producción ganadera no depende únicamente de tratamientos médicos, sino también de la aplicación de prácticas agroecológicas y zootécnicas que fortalezcan la salud del hato de forma integral y sostenible (Reuters, 2025). Las prácticas agroecológicas como la rotación de potreros, el manejo adecuado del estiércol, la diversificación de especies forrajeras y el uso de cercas vivas, contribuyen a mantener suelos sanos, reducir la presión parasitaria y mejorar la disponibilidad nutricional del forraje.

Por su parte, las prácticas zootécnicas, como el control periódico del estado corporal de los animales, la implementación de calendarios sanitarios, el acceso constante a agua limpia y la selección genética de animales más resistentes permiten anticiparse a la aparición de enfermedades, reduciendo la dependencia de antibióticos y medicamento (Touza-Otero et al., 2024).

En regiones como Tenango de Doria, Hidalgo, donde el manejo extensivo es predominante y los recursos son limitados, integrar estas prácticas resulta clave para aumentar la resiliencia del sistema ganadero, mejorar el



bienestar animal y garantizar una producción más saludable y rentable en el largo plazo.

El uso de buenas prácticas agroecológicas y zootécnicas para la prevención de enfermedades son fundamentales para garantizar la salud, la productividad y el bienestar del ganado, así como para la sostenibilidad de la actividad agropecuaria. A continuación, te describo cómo implementar estas prácticas en un contexto relacionado con la rabia parálítica, las necesidades nutricionales del ganado y otros aspectos clave para el manejo eficiente del ganado.

I. Prácticas agroecológicas:

Las prácticas agroecológicas están enfocadas en la sostenibilidad, la eficiencia en el uso de recursos naturales y la protección del medio ambiente. En el contexto de la ganadería, incluyen:

- Rabia parálítica en la zona:

La rabia parálítica es una enfermedad viral transmitida por la mordedura de animales infectados, como murciélagos o perros. Es importante adoptar estrategias para prevenir su propagación:

1. **Control de vectores:** Reducir la exposición del ganado a vectores como los murciélagos mediante medidas preventivas, como el cierre adecuado de las instalaciones de los animales.
2. **Vacunación:** La vacuna antirrábica es crucial para proteger al ganado. Es importante incluir la rabia en el **calendario de vacunación** del ganado.
3. **Educación comunitaria:** Informar a los productores sobre la importancia de vacunar tanto al ganado como a los perros domésticos para evitar la transmisión.
4. **Monitoreo y control:** Identificar rápidamente casos sospechosos y proporcionar tratamiento inmediato bajo la supervisión veterinaria.

Prácticas agroecológicas generales:

1. **Manejo agroecológico del suelo:** Utilizar técnicas que mantengan la salud del suelo y fomenten la biodiversidad (como el uso de abonos orgánicos, rotación de cultivos, etc.).



2. **Diversificación de cultivos:** Integrar cultivos forrajeros que puedan mejorar la calidad del pasto disponible para el ganado y reducir la dependencia de insumos externos.

II. Prácticas zootécnicas:

1. **Disponibilidad de agua y alimento:** Una adecuada provisión de **agua** y **alimento** es fundamental para mantener la salud y el rendimiento productivo del ganado:
2. **Acceso constante a agua limpia:** El ganado debe tener acceso libre y constante a agua potable. En regiones secas, es recomendable usar sistemas de almacenamiento y distribución eficiente de agua.
3. **Mejoramiento del forraje:** Incluir especies forrajeras de alta calidad y resistentes al clima local. Se puede optar por especies perennes que mantengan una buena calidad nutricional durante todo el año.
4. **Manejo eficiente del pastoreo:** Implementar sistemas de pastoreo rotacional para evitar el sobrepastoreo y mejorar la regeneración del pasto. Esto mejora la calidad del forraje disponible y la salud del suelo.

- **Mejoramiento genético y reproducción:**

El **mejoramiento genético** es clave para obtener animales más productivos, resistentes y adaptados a las condiciones locales:

1. **Selección genética:** Seleccionar animales con características deseables, como alta producción de leche, crecimiento rápido, resistencia a enfermedades y adaptabilidad a las condiciones locales.
2. **Reproducción controlada:** Implementar programas de inseminación artificial o monta controlada para asegurar la genética de los animales. Es importante realizar un seguimiento veterinario para asegurar el éxito de los programas reproductivos.
3. **Mejoramiento en la fertilidad:** Mantener registros precisos de la fertilidad de las vacas, haciendo ajustes en la alimentación y el manejo para mejorar las tasas de concepción.



4. **Suplementación mineral según necesidades:** La **suplementación mineral** es esencial para evitar deficiencias que puedan afectar la salud y la productividad del ganado:
5. **Evaluación de la dieta:** Analizar las necesidades nutricionales de los animales según su edad, etapa reproductiva y nivel de producción. Esto permitirá ofrecer la cantidad adecuada de minerales como calcio, fósforo, magnesio, zinc, selenio, entre otros.
6. **Suplementos minerales:** Los suplementos deben ser administrados en la forma adecuada, ya sea en la alimentación (mezclados con el concentrado o forraje) o en forma de bloques de sal mineral.
7. **Manejo del suelo y forrajes:** La calidad del forraje influye en la necesidad de suplementación. En áreas con suelos pobres en ciertos minerales, la suplementación será crucial.
8. **Sanidad del ganado:** Mantener un **programa de sanidad** adecuado es fundamental para prevenir enfermedades y mantener la productividad:
9. **Calendario de vacunación:** Establecer un **calendario de vacunación** que incluya vacunas esenciales como las de fiebre aftosa, brucelosis, rabia paralítica, paratuberculosis, entre otras. Las vacunaciones deben realizarse a tiempo para prevenir brotes de enfermedades.
10. **Control de parásitos internos y externos:** Realizar desparasitación regular y usar estrategias de manejo como el pastoreo controlado para minimizar la carga parasitaria.
11. **Prevención de enfermedades metabólicas:** Implementar prácticas para prevenir problemas como la hipocalcemia en vacas lecheras y la acidosis ruminal en animales de engorde.

2.4. Enfermedades en el ganado bovino causadas por falta de sanidad y buen manejo

La salud del ganado bovino está directamente relacionada con las prácticas de sanidad y manejo que se implementan en las unidades productivas. La ausencia o deficiencia de medidas sanitarias adecuadas, así como el manejo





inadecuado de los animales y sus recursos, favorecen la aparición y propagación de diversas enfermedades (Avila-Granados et al., 2019) que afectan tanto el bienestar animal como la productividad.

Enfermedades comunes en sistemas extensivos, como infecciones parasitarias, enfermedades respiratorias, y afecciones bacterianas y virales, pueden prevenirse mediante una gestión responsable que incluya programas de vacunación, control de parásitos, manejo higiénico de los potreros y alimentación balanceada (Parkins y Holmes, 1989).

Por el contrario, la falta de atención a estos aspectos incrementa los riesgos sanitarios, genera pérdidas económicas por mortalidad, disminución en la producción de carne y leche, y limita el desarrollo sostenible de la ganadería. Este apartado analiza las principales enfermedades que surgen como consecuencia de la falta de sanidad y manejo adecuado, y destaca la importancia de fortalecer estas prácticas para garantizar la salud y productividad del hato bovino. Dentro de estas enfermedades se encuentran:

- Carbón sintomático.

El **carbón sintomático** es una enfermedad infecciosa grave que afecta al ganado, se caracteriza por:

1. Afectar principalmente bovinos juveniles (de 3 a 24 meses) en buen estado corporal.
2. Síntomas como fiebre elevada, anorexia, inflamación dolorosa en músculos, principalmente miembros, con edema y crepitación.
3. Necrosis de tejidos, toxemia severa y muerte rápida en un lapso de 12 a 24 horas.

Para evitar esta enfermedad se deben tomar en consideración las siguientes prácticas:

1. **Control de acceso al pastoreo:** Evitar que el ganado pastoree en zonas donde haya tierra contaminada o animales muertos con la enfermedad.
2. **Desinfección de instalaciones:** Mantener limpias y desinfectadas las instalaciones y los equipos de manejo del ganado.

3. **Educación y monitoreo constante:** Entrenar al personal para reconocer los signos de la enfermedad y actuar rápidamente en caso de brotes.
4. **Administración y Capacitación:** Una buena administración es clave para el éxito de cualquier sistema ganadero.
5. **Capacitación continua:** Ofrecer capacitación sobre las mejores prácticas de manejo, nutrición, sanidad, y reproductividad. La educación en **manejo sostenible** y la **agroecología** son esenciales para mejorar la productividad de manera responsable.
6. **Monitoreo constante:** Realizar auditorías regulares del estado de salud, productividad y manejo del ganado para identificar áreas de mejora.
7. **Uso de tecnología:** Implementar herramientas tecnológicas como registros electrónicos de datos de vacunación, reproducción y salud, lo que facilitará la toma de decisiones.
8. **Lotificación del ganado y asistencia técnica:**
9. **Lotificación del ganado:** Dividir el ganado en lotes según características como edad, sexo, estado de salud y etapa de producción (lecheras, engorde, crías, etc.) mejora el manejo de los animales.
10. **Lotes de vacas en producción:** Separar las vacas lecheras de las vacas de engorde para ajustar su alimentación y cuidados específicos.
11. **Lotes de animales jóvenes:** Los terneros y novillos pueden requerir un manejo separado para asegurar su crecimiento y desarrollo adecuados.
12. **Asistencia técnica:** La asistencia técnica constante es necesaria para mejorar la gestión del ganado:
13. **Veterinarios y nutricionistas:** Contar con profesionales que asesoren sobre la salud animal, nutrición y genética.
14. **Entrenamiento del personal:** Capacitar a los trabajadores para manejar adecuadamente los animales, identificar signos de enfermedades, y aplicar las prácticas agroecológicas y zootécnicas.



- Mastitis.

Morales-Ubaldo et al. (2023); y Pathak et al. (2024), refieren que la mastitis bovina como una de las enfermedades más prevalentes y económicamente impactantes en la producción lechera a nivel mundial. Los autores destacan que, además de afectar directamente el bienestar del ganado y la calidad de la leche, esta enfermedad representa un desafío creciente debido al desarrollo de resistencia antimicrobiana por parte de los patógenos involucrados, como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Esta situación compromete la eficacia de los tratamientos tradicionales y genera preocupación por el posible impacto en la salud pública. Ante este panorama, el estudio subraya la necesidad urgente de adoptar enfoques alternativos y sostenibles para el control de la mastitis, entre los cuales se encuentran el uso de fitobióticos, aceites esenciales, probióticos, inmunoestimulantes y vacunas. Estas estrategias no solo reducen la dependencia de antibióticos, sino que también promueven prácticas más seguras y responsables en la producción ganadera. Asimismo, los autores hacen hincapié en la importancia de implementar un enfoque preventivo y multidisciplinario, basado en buenas prácticas de manejo, higiene adecuada en el ordeño, detección temprana y monitoreo constante. En conjunto, este trabajo aporta una visión actualizada y propositiva sobre cómo enfrentar los desafíos sanitarios que representa la mastitis bovina, en el marco de una ganadería más resiliente y comprometida con la salud animal, humana y ambiental.

La mastitis bovina es una inflamación de la glándula mamaria que afecta principalmente a vacas en producción lechera, se puede caracterizar por:

1. Su presencia en forma clínica: Signos visibles como inflamación de la ubre, calor, dolor, fiebre y cambios en la leche (grumos, color anormal, disminución en la producción)
2. Presencia subclínica: No presenta síntomas evidentes, pero hay un aumento en las células somáticas y reduce la calidad de la leche.



Para prevenir eficazmente la mastitis, se recomienda implementar las siguientes practicas:

1. Limpieza y desinfección de pezones antes de ordeño: Usar soluciones antisépticas como el yodo o clorhexidina para reducir la carga bacteriana.
 2. Secado individual de pezones con toallas desechables o limpias por animal.
 3. Uso de guantes limpios por el ordeñador: Disminuye el riesgo de transmitir bacterias entre animales.
 4. Revisión del primer chorro de leche (test de fondo negro): Ayuda a detectar mastitis clínica en su fase inicial.
 5. Ordeño adecuado y completo: Evita la retención de leche que favorece el crecimiento bacteriano.
 6. Desinfección postordeño: Es clave para cerrar el pezón y evitar que ingresen microorganismos.
 7. Mantenimiento de camas limpias, secas y bien aireadas: La humedad y materia orgánica son focos de bacterias ambientales.
 8. Evitar el hacinamiento y favorecer el descanso en áreas secas y limpias.
 9. Manejo cuidadoso del ganado para evitar lesiones en las ubres.
 - 10.Registro y segregación de vacas infectadas: Para evitar que animales con mastitis contagiosa pasen primero por la zona de ordeño.
 - 11.Tratamiento de vacas secas: Aplicación de antibióticos intramamarios al secado para eliminar infecciones subclínicas.
- Diarrea viral bovina.

La diarrea viral bovina es una enfermedad virar altamente contagiosa que compromete la salud reproductiva e inmune del ganado (Gómez et al., 2017). Lanyón et al. (2014), ofrecen un análisis profundo sobre la patogénesis y diagnóstico de la diarrea viral bovina, una enfermedad de gran impacto en la salud y productividad del ganado bovino a nivel mundial. Los autores detallan los mecanismos patológicos mediante



los cuales el virus afecta al sistema inmunológico y a diversos órganos del animal, lo que contribuye a la manifestación clínica y a la persistencia del virus en los rebaños.

Además, se destaca la importancia del diagnóstico temprano y preciso, enfatizando técnicas moleculares y serológicas que permiten identificar infecciones agudas y persistentes, fundamentales para implementar programas de control efectivos. El artículo también aborda las complicaciones asociadas con diferentes cepas del virus y su impacto en la epidemiología de la enfermedad. En conjunto, esta revisión proporciona un marco integral que facilita la comprensión del comportamiento del virus y apoya el desarrollo de estrategias más eficientes para la prevención y control de la BVD, contribuyendo así a la mejora de la salud animal y la rentabilidad en la producción bovina.

Atendiendo estas aportaciones la diarrea bovina se caracteriza por:

1. Su forma aguda (Transitoria): Fiebre, diarrea, secreción nasal, caída en el consumo de alimento.
2. Forma persistente (PI): Ocurre cuando los animales se infectan en el útero; estos animales actúan como portadores silenciosos y son la principal fuente de diseminación.
3. Eventualmente desarrollan signos de desgaste crónico: Pelo opaco, diarreas recurrentes, inmunosupresión severa.

Para prevenir la diarrea viral bovina se recomienda seguir las siguientes practicas:

1. Cuarentena para animales nuevos.
2. Uso de jeringas, agujas y palpadores desechables o esterilizados por animal.
3. Desinfección regular de instalaciones, mangas, comederos y bebederos.
4. Evitar el contacto con animales de origen desconocido, especialmente en ferias, remates o servicios de campo.
5. Realizar pruebas de detección en terneros, novillas y vacas con historial reproductivo anormal.



6. Aplicar vacunas vivas modificadas o inactivas, según el calendario veterinario.
 7. Eliminación de animales PI del hato, ya que no pueden curarse y son altamente contagiosos.
 8. Vacunar antes del servicio a vaquillas y vacas gestantes para prevenir infecciones transplacentarias.
 9. Monitorear la fertilidad del hato y registrar datos reproductivos (abortos, terneros débiles, repeticiones).
- Enfermedad respiratoria bovina.

Taylor et al. (2010); Cummings et al. (2022); Pratelli y Padalino (2022), proporcionan un análisis detallado sobre el complejo de enfermedades respiratorias bovinas en terneros lecheros jóvenes, una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en la producción lechera. Los autores identifican factores predisponentes como el estrés por transporte, el manejo inadecuado y los cambios ambientales que aumentan la susceptibilidad de los animales a infecciones respiratorias.

Además, resaltan la importancia de implementar estrategias preventivas integrales que incluyen la vacunación adecuada, prácticas de manejo óptimas y medidas de bioseguridad para reducir la incidencia de la enfermedad. El estudio también enfatiza la necesidad de un diagnóstico temprano y preciso, que permita una intervención oportuna y efectiva, mejorando así la salud animal y reduciendo pérdidas económicas. En conjunto, esta revisión aporta un enfoque actualizado y práctico para el control y manejo de las enfermedades respiratorias en el ganado bovino, contribuyendo a la mejora de la productividad y el bienestar animal en la industria láctea.

La enfermedad respiratoria bovina es una de las principales causas de enfermedad y muerte en bovinos, especialmente en terneros en engorda, animales recién destetados o transportados, se caracteriza principalmente por:

1. Síntomas respiratorios: Tos frecuente y seca, secreción nasal clara o mucopurulenta, dificultad respiratoria (jadeo, movimientos abdominales al respirar), ruidos pulmonares anormales.



2. Síntomas generales: Fiebre persistente, disminución del consumo de alimento, pérdida rápida de condición corporal, aislamiento del resto del grupo.
3. Casos avanzados o crónicos: Neumonía grave con daño pulmonar, abscesos pulmonares, muerte si no hay intervención oportuna.

Para poder prevenir esta enfermedad se recomienda tomar en cuenta las siguientes prácticas:

1. Reducir el estrés por transporte y manejo brusco: Transportar animales en grupos pequeños, sin hacinamiento, transportar animales en grupos pequeños, sin hacinamiento, evitar movimientos en horas de calor extremo o frío severo.
2. Proporcionar un ambiente limpio, seco y bien ventilado: Evitar corrales húmedos o con acumulación de amoníaco, los galpones deben tener ventilación cruzada o natural adecuada.
3. Aplicar vacunas contra virus respiratorios: IBR (Herpesvirus bovino), BVD, PI3, BRSV (Virus sincitial respiratorio bovino).
4. Vacunar también contra bacterias respiratorias comunes con vacunas combinadas.
5. Iniciar vacunación en animales jóvenes, reforzar antes del destete o traslado.
6. Separar animales recién llegados para observación.
7. Limpieza y desinfección de equipos de alimentación, bebederos y corrales.
8. Evitar la mezcla de animales de distintas procedencias sin pruebas sanitarias.
9. Monitoreo diario de signos tempranos: tos, fiebre, aislamiento.
10. Uso responsable de antibióticos en animales con signos claros, según diagnóstico y prescripción veterinaria.
11. Registro de casos para identificar lotes más vulnerables y ajustar el plan preventivo.



2.5. Manejo integral de potreros para la salud animal y la ganadería sostenible

El manejo integral de potreros constituye un pilar fundamental para garantizar la salud del ganado y promover la sostenibilidad en los sistemas ganaderos. Este enfoque implica no solo la correcta gestión del recurso forrajero y la conservación del suelo, sino también la implementación de prácticas que favorezcan el bienestar animal y reduzcan el impacto ambiental. Un manejo adecuado de los potreros (Shrestha et al., 2020) contribuye a mantener pastizales saludables, controlar la carga animal, prevenir la erosión y limitar la propagación de enfermedades a través de la rotación estratégica de áreas de pastoreo y el mantenimiento de condiciones higiénicas.

En regiones como Tenango de Doria, donde predomina la ganadería extensiva y las condiciones naturales presentan desafíos particulares, aplicar un manejo integral resulta clave para asegurar la productividad y la resiliencia del sistema. Este apartado aborda los principios y prácticas esenciales para un manejo eficiente de potreros, orientado a mejorar la salud animal y fomentar una ganadería que respete y conserve el entorno natural. Algunas acciones a tener en cuenta para garantizar un manejo integral de potreros para la salud animal y la ganadería sostenible son:

- Pastoreo rotacional controlado.

Se divide el área en potreros más pequeños y se rota el ganado, permitiendo períodos de descanso para que las plantas se recuperen. Mejora la cobertura vegetal, reduce el sobrepastoreo y previene la erosión del suelo.

- Control de carga animal.

Mantener una densidad de animales adecuada al potencial del potrero para evitar la degradación de los pastos. Reduce el estrés de las plantas, asegura una disponibilidad constante de forraje y minimiza la compactación del suelo.

- Diversificación de especies forrajeras.

Sembrar mezclas de pastos y leguminosas para incrementar la calidad del forraje y la biodiversidad. Mejora la calidad nutricional del pasto, fija nitrógeno al suelo y reduce la necesidad de fertilizantes químicos.





- Uso de prácticas de conservación de forrajes.

Implementar técnicas como el ensilaje y el henificado para almacenar forraje durante épocas de abundancia. Garantiza la disponibilidad de alimento durante la temporada seca o en condiciones climáticas adversas.

- Sistemas agroforestales y silvopastoriles.

Incorporar árboles y arbustos en los potreros mejora la calidad del forraje, reduce la temperatura del suelo y aumenta la biodiversidad.

El manejo adecuado del forraje y el suelo en los potreros es una estrategia fundamental para garantizar la sostenibilidad, productividad y resiliencia de los sistemas ganaderos. Implementar prácticas como el pastoreo rotacional, el control de carga animal, la diversificación forrajera y la conservación del suelo permite maximizar el uso de los recursos naturales, preservar la fertilidad del suelo y garantizar la disponibilidad de alimento de calidad para el ganado.

A nivel productivo, estas estrategias se traducen en mayores rendimientos, menores costos operativos y un impacto ambiental reducido. Además, el enfoque sostenible de estas prácticas promueve la resiliencia del sistema frente a desafíos como el cambio climático, la degradación del suelo y la escasez hídrica.

Un manejo eficiente del forraje y el suelo se traduce en:

- Mayor disponibilidad y calidad de pastos.
- Reducción de costos al depender menos de alimentos concentrados y fertilizantes químicos.
- Incremento en la sostenibilidad y resiliencia del sistema frente al cambio climático.

En la región de Tenango de Doria, Hidalgo, caracterizada por su topografía montañosa, clima templado-húmedo y suelos con limitaciones en fertilidad, la elección de especies forrajeras adaptadas es un factor clave para el éxito de los sistemas ganaderos. Una selección adecuada de forrajes permite no solo mejorar la alimentación del ganado y su productividad, sino también conservar los suelos, aumentar la cobertura vegetal y reducir los efectos de la erosión, especialmente en pendientes pronunciadas.

Dentro de las especies más recomendadas para esta región se encuentran gramíneas resistentes como *Brachiaria decumbens*, *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), y *Panicum maximum*, que se adaptan bien a suelos ácidos y zonas húmedas. Estas especies ofrecen buen rendimiento en materia seca, aceptable valor nutritivo y tolerancia al pastoreo. También pueden considerarse leguminosas forrajeras como *Stylosanthes guianensis*, *Desmodium* spp. y *Centrosema* spp., que no solo mejoran la calidad proteica de la dieta del ganado, sino que también fijan nitrógeno en el suelo, favoreciendo la fertilidad de los potreros.

La diversificación forrajera, combinada con prácticas de rotación de pastoreo y manejo de la carga animal, permite mantener la oferta forrajera a lo largo del año y enfrentar mejor las épocas críticas de sequía o baja disponibilidad. Promover el establecimiento de bancos forrajeros, sistemas silvopastoriles y la conservación de forraje (ensilado o henificación) son también estrategias importantes para fortalecer la resiliencia de los sistemas ganaderos en esta zona.

Adaptar el manejo forrajero a las condiciones ecológicas de Tenango de Doria es fundamental no solo para mejorar la salud y el rendimiento del ganado, sino también para fomentar una ganadería sostenible, rentable y compatible con el entorno natural y las prácticas tradicionales de la comunidad.

1. Especies forrajeras apta para Tenango de Doria, Hidalgo.

El clima de la región influye directamente en la selección de especies forrajeras para la alimentación del ganado. Por ello, es fundamental elegir forrajes que estén adaptados a las particularidades climáticas, altitudinales y pluviométricas de la zona. Las especies seleccionadas deben ser capaces de desarrollarse adecuadamente en terrenos con pendientes, temperaturas moderadas y niveles de precipitación variables, garantizando así una producción forrajera estable y nutritiva a lo largo del año (Figura 2.4).





Figura 2.4. Algunas especies de pastos de corte en Tenango de Doria.

Algunas especies recomendadas son:

1. **King grass (*Pennisetum purpureum*)**: Es una de las mejores opciones en zonas cálidas y templadas, resistente y de alto rendimiento. Proporciona alta cantidad de forraje en épocas de lluvia.
2. ***Bromus inermis***: Resistente a las sequías moderadas y de buen valor nutritivo.
3. ***Zoysia (Zoysia spp.)***: Apta para suelos más secos, ofrece buena calidad nutricional y es resistente al pastoreo constante.
4. **Tifton 85 (*Cynodon spp.*)**: Es resistente al pastoreo intensivo y tiene buen rendimiento durante la temporada cálida.
5. *Cynodon nlenfuensis*: El pasto estrella es una excelente alternativa para la alimentación de bovinos en pastoreo debido a su **alta producción forrajera, calidad nutricional y resistencia al manejo intensivo**. Su adecuado manejo y complementación con minerales y proteínas adicionales pueden mejorar significativamente la productividad ganadera, optimizando el rendimiento en la producción de carne y leche.



6. **Leguminosas forrajeras: Leucaena (Leucaena leucocephala).** Una leguminosa que se adapta bien a las zonas templadas, rica en proteínas y de alta digestibilidad.
7. **Trébol (Trifolium spp.):** Es ideal en suelos de alta calidad, mejora la fertilidad del suelo y aporta proteínas.

Mezcla de pastos y leguminosas:

Una combinación de gramíneas (como el King grass) y leguminosas (como Leucaena) puede mejorar la calidad nutricional y la productividad del forraje, además de mejorar la fijación de nitrógeno en el suelo.

2. Determinación de época y método de establecimiento.

• Época de establecimiento.

La época de establecimiento debe coincidir con las temporadas de lluvia, generalmente durante la **primavera y principios de verano** (de mayo a julio), para garantizar que las especies tengan suficiente humedad para germinar y desarrollarse adecuadamente.

Para pastos de corte: El mejor momento para sembrar es al inicio de la temporada de lluvias, para aprovechar la humedad del suelo.

Para leguminosas: También es preferible sembrarlas al inicio de la temporada de lluvias, aunque algunas leguminosas pueden tolerar períodos más secos una vez establecidas.

• Métodos de establecimiento.

Siembra directa: Es común para pastos como el King grass. Requiere un terreno bien preparado, con un buen nivel de fertilidad, preferentemente con un sistema de riego en caso de que las lluvias sean insuficientes.

Establecimiento por esquejes o estacas: Este método es recomendado para especies como Leucaena y King grass, que se desarrollan rápidamente a partir de esquejes.

Hidro siembra: Si se tiene acceso a equipos especializados, la hidro siembra puede ser efectiva en pastos de alta productividad.





3. Período de entrada a los potreros.

El **período de entrada a los potreros** depende de varios factores, como el estado de la pastura, la estación del año y las condiciones climáticas. Para evitar el sobrepastoreo y promover la regeneración del pasto, se recomienda:

Evitar el pastoreo temprano: En el inicio de la temporada de crecimiento, las pasturas deben tener tiempo para establecerse sin ser pastoreadas. Generalmente, deben esperar entre 30 a 60 días después de la siembra para permitir que las especies se desarrollen adecuadamente.

Rotación de potreros: Para prevenir el sobrepastoreo, se debe permitir que los potreros tengan períodos de descanso. Implementar el pastoreo rotacional es clave, especialmente cuando los potreros son pequeños.

4. Carga animal.

La carga animal se refiere a la cantidad de ganado que puede ser mantenida en una determinada área de terreno sin afectar la calidad del forraje y la salud del ecosistema. En Tenango de Doria, donde las condiciones de suelo y agua pueden ser limitantes, se debe calcular cuidadosamente la carga animal para evitar la sobreexplotación de los pastos (Figura 2.5).



Figura 2.5. La carga animal correcta mantiene un grado de calidad de pasto y del suelo.

Carga recomendada: En áreas de pastoreo mejoradas con especies forrajeras de alto rendimiento, se puede mantener una carga de **1 animal por cada 2-3 hectáreas**, dependiendo

de la calidad del pasto y la temporada. En suelos menos fértiles o en épocas secas, la carga debe reducirse para evitar el sobrepastoreo.

Monitoreo constante: Es importante revisar regularmente la condición corporal del ganado, la disponibilidad de forraje y el estado de los pastos para ajustar la carga animal.

5. Sistema de Pastoreo.

El **sistema de pastoreo** se debe adaptar a las características del terreno, el tipo de ganado y las especies forrajeras. En zonas con áreas más pequeñas de pastoreo, el **sistema de pastoreo rotacional** es particularmente efectivo.

• **Pastoreo rotacional:**

Este sistema consiste en dividir el área en potreros más pequeños y hacer rotar al ganado entre ellos. Los beneficios incluyen:

1. **Mejor recuperación de los pastos:** Los potreros rotados tienen tiempo suficiente para regenerarse, lo que mejora la productividad a largo plazo.
2. **Mayor control sobre la calidad del pasto:** Permite administrar mejor las especies forrajeras y evitar que el ganado haga sobrepastoreo en áreas específicas.
3. **Mejor manejo de la carga animal:** Al dividir el área en potreros pequeños, es más fácil ajustar la cantidad de ganado que entra en cada uno.
4. En áreas más grandes o con menos recursos para dividir el terreno, puede usarse el pastoreo continuo, aunque esto puede ser menos eficiente para el manejo de los pastos a largo plazo.
5. Si el área disponible es pequeña, el pastoreo rotacional es altamente beneficioso, ya que asegura la salud del forraje, optimiza el uso del espacio y ayuda a mejorar la calidad del suelo.
6. **Especies forrajeras:** Optar por pastos de corte como King grass y Bromus, y leguminosas como Leucaena para mejorar la calidad nutricional del pasto.
7. **Método de establecimiento:** Sembrar al inicio de la temporada de lluvias, utilizando siembra directa o esquejes.



8. **Pastoreo rotacional:** En áreas pequeñas, es recomendable implementar un sistema de pastoreo rotacional para maximizar la productividad y la regeneración del pasto.
9. **Carga animal:** Asegurarse de calcular la carga animal según la calidad del pasto disponible y monitorear regularmente la salud del ganado.

Estas prácticas deben ser adaptadas y ajustadas según las condiciones climáticas y del terreno.

2.6. Manejo estratégico del recurso hídrico en sistemas bovinos

La disponibilidad de agua es esencial para la salud y el rendimiento del ganado bovino. En zonas como Tenango de Doria, Hidalgo, donde las condiciones topográficas y climáticas pueden afectar el acceso a fuentes de agua, es crucial contar con un sistema eficiente de abastecimiento de agua para garantizar que los animales tengan acceso a ella en todo momento.

1. Disponibilidad de agua en todo momento.

Es esencial que el ganado tenga acceso constante a agua limpia y potable. Los animales necesitan agua para mantener su salud, facilitar la digestión de los alimentos y mejorar su rendimiento productivo. El ganado bovino consume grandes cantidades de agua, especialmente durante la temporada calurosa o cuando está en lactancia (Figura 2.6).



Figura 2.6. La disponibilidad de “Ad libitum” es una condición necesaria para evitar enfermedades.

Para asegurar la disponibilidad de agua en todo momento:

1. **Instalar sistemas de almacenamiento de agua:** Usar cisternas, tanques o depósitos adecuados para almacenar agua de fuentes cercanas. Esto permite contar con agua disponible en épocas de sequía o cuando las fuentes naturales de agua pueden escasear.
2. **Distribución continua de agua:** Asegúrate de que los animales tengan acceso a agua en el momento que la necesiten, instalando bebederos accesibles y fáciles de llenar, especialmente si el ganado está disperso en diferentes áreas.

II. Uso de agua en la zona más alta para distribuirla.

Si la zona donde se encuentra la fuente de agua está en un nivel más bajo, pero se desea distribuirla a áreas más altas (donde se encuentra el ganado), se puede aprovechar la gravedad para lograr una distribución eficiente.

Almacenamiento en la zona más alta: Instalar un sistema de almacenamiento de agua en una zona más alta o de fácil acceso a la fuente natural de agua, como una fuente o río. Esto puede ser un tanque elevado que aproveche la gravedad para distribuir el agua a los diferentes potreros.

Red de tuberías: Desde este tanque o depósito elevado, se pueden usar tuberías que lleven el agua a las zonas más bajas o directamente a los bebederos ubicados en diferentes puntos del terreno, asegurando que los animales tengan acceso sin necesidad de recorrer largas distancias.

III. Camino del animal al bebedero.

El diseño de los caminos para que el ganado llegue a los bebederos también es muy importante, ya que influye en la eficiencia del manejo y la salud de los animales:

Minimizar el esfuerzo del ganado: Los animales no deben recorrer distancias excesivas ni estar expuestos a terrenos difíciles. Los caminos deben ser rectos y bien delimitados, con un buen drenaje para evitar charcos y lodo.

Evitar el estrés: Si el ganado tiene que caminar largas distancias para beber agua, puede generarles estrés térmico



o reducir su productividad. Intenta ubicar los bebederos a una distancia razonable de las áreas de pastoreo o las zonas donde el ganado suele estar.

Acceso constante y distribuido: En caso de contar con varios potreros o áreas de pastoreo, es recomendable tener varios bebederos distribuidos, permitiendo que los animales puedan acceder al agua de forma equitativa, sin necesidad de hacer largos recorridos.

IV. Método de bombeo: Uso del ariete hidráulico.

El ariete hidráulico es una tecnología económica y eficiente para bombear agua, especialmente útil en zonas rurales o alejadas de redes eléctricas. Este método aprovecha la energía cinética del agua que fluye para elevarla sin necesidad de energía eléctrica, lo cual lo hace muy adecuado en áreas donde la electricidad es limitada o costosa.

• Funcionamiento del ariete hidráulico:

Energía del flujo de agua: El ariete hidráulico utiliza el agua que fluye por una pendiente (río o arroyo) para generar la presión necesaria que impulsa el agua hacia un depósito ubicado en una zona más alta (Figura 2.7).



Figura 2.7. Sistema de ariete para asegurar agua en el potrero, condición necesaria en Tenango de Doria, Hidalgo.

Proceso: El agua fluye a través de una tubería hasta el ariete, donde, gracias a un mecanismo de válvulas y émbolos, se produce un golpe de ariete que eleva el agua hasta una

altura significativa. El ariete funciona sin electricidad, solo con la fuerza del agua que entra por la tubería.

Ventajas:

1. **Eficiencia energética:** No requiere electricidad ni combustible, lo que lo hace muy económico y adecuado para zonas remotas.
2. **Bajo mantenimiento:** Los arietes hidráulicos tienen pocos componentes móviles y requieren poco mantenimiento.
3. **Funciona de manera continua:** Siempre y cuando haya un flujo continuo de agua en el sistema, el ariete puede funcionar 24/7 para proveer agua al ganado.

• Instalación y Mantenimiento

1. **Ubicación adecuada:** Para que el ariete funcione correctamente, es necesario que haya un caudal suficiente de agua en la fuente (río o arroyo) y una pendiente adecuada en el sistema de tuberías.
2. **Mantenimiento básico:** Los arietes necesitan chequeos periódicos para asegurar que las válvulas y otros componentes estén funcionando correctamente. Sin embargo, su mantenimiento es relativamente sencillo y económico.
3. **Acceso constante a agua:** Asegúrate de que el ganado tenga acceso a agua en todo momento, utilizando sistemas de almacenamiento eficientes.
4. **Distribución eficiente:** Ubicar el depósito de agua en una zona alta permite distribuir el agua por gravedad, facilitando la distribución en diferentes áreas del terreno.
5. **Camino del animal:** Minimiza las distancias y proporciona caminos adecuados para que los animales lleguen fácilmente a los bebederos, evitando el estrés.

El ariete es una excelente opción en zonas rurales donde no se cuenta con energía eléctrica. Aprovecha el flujo natural de agua para bombearla hacia las zonas más altas, utilizando esta tecnología económica y eficiente.

2.7. Protocolos sanitarios para la prevención de enfermedades en el ganado

La implementación de protocolos sanitarios adecuados es esencial para prevenir enfermedades y asegurar la salud





del hato bovino, especialmente en sistemas de producción extensiva como los que predominan en Tenango de Doria, Hidalgo. Estos protocolos incluyen prácticas sistemáticas como la vacunación periódica, la desparasitación interna y externa, el monitoreo clínico regular y la aplicación de medidas de bioseguridad básicas. Su correcta ejecución permite reducir significativamente la incidencia de enfermedades infecciosas, parasitarias y zoonóticas, que pueden comprometer la productividad, el bienestar animal y la rentabilidad de las unidades pecuarias.

En regiones con condiciones ambientales particulares como altitudes elevadas, humedad persistente y variaciones térmicas es necesario adaptar los calendarios sanitarios a las enfermedades prevalentes de la zona. Por ejemplo, en Tenango de Doria se ha reportado la presencia de enfermedades como la rabia parálítica bovina, transmitida por murciélagos hematófagos, así como casos de bronconeumonía y altos niveles de infestación por garrapatas y moscas hematófagas, que pueden actuar como vectores de patógenos.

Establecer un calendario sanitario adaptado, en coordinación con médicos veterinarios y técnicos locales, permite planificar la aplicación de vacunas obligatorias y estratégicas (como contra la rabia, clostridiosis o pasteurelosis), así como definir las épocas más adecuadas para los tratamientos antiparasitarios, considerando el ciclo de vida de los parásitos y las condiciones climáticas. Asimismo, la capacitación de los productores en la detección temprana de síntomas, aislamiento de animales enfermos y limpieza de instalaciones refuerza la eficacia de cualquier programa sanitario. La prevención, en este contexto, no solo es una práctica recomendable, sino una necesidad para garantizar la sostenibilidad sanitaria, económica y social de la ganadería en la región.

El **calendario de vacunación y desparasitación** es fundamental para mantener la salud del ganado y prevenir enfermedades que puedan afectar la productividad. En regiones como **Tenango de Doria**, donde las condiciones ambientales, como la altitud y el clima, pueden influir en las enfermedades prevalentes, es importante adaptar el calendario a las condiciones locales.

I. Calendario de vacunación y desparasitación.

Vacunación en bovinos:

El calendario de vacunación puede variar ligeramente dependiendo de las enfermedades prevalentes en la zona y el tipo de ganado.

- **Becerras: A los 30 días (1 mes):**

Vacuna contra la Diarrea Viral Bovina (BVD): La diarrea viral bovina es común en todas las regiones y puede afectar la salud de los becerros y causar pérdidas económicas.

- **A los 60 días (2 meses):**

Vacuna contra el Carbón Sintomático (Antrax): En áreas rurales, como Tenango de Doria, donde la ganadería es frecuente, la vacuna contra el carbunco es crucial, pues la enfermedad es endémica en algunas regiones.

Vacuna contra la Leptospirosis: La leptospirosis es una enfermedad zoonótica y de fácil transmisión, especialmente en ambientes con alta humedad.

- **A los 90 días (3 meses):**

Vacuna contra la Brucelosis: Es importante vacunar a los becerros a esta edad para prevenir la brucelosis, una enfermedad que afecta la fertilidad de los animales y puede ser transmitida a los humanos.

- **Refuerzo anual (cada 12 meses):**

Vacuna contra la Fiebre Aftosa: Esta vacuna debe ser aplicada anualmente, ya que la fiebre aftosa es una de las enfermedades más comunes que afecta al ganado en muchas regiones, incluido Hidalgo.

Vacuna contra el Clostridium (Tétanos, Toxinas Clostridiales): Es importante prevenir estas infecciones bacterianas que pueden ser mortales.

Vacunación de Adultos:

- **Cada 6 meses:**

Vacunación contra la rabia (si está presente en la región).

Refuerzos de la vacuna contra la brucelosis y otras enfermedades comunes en la región.





II. Desparasitación.

La desparasitación es crucial para prevenir infestaciones de parásitos internos y externos. La frecuencia de desparasitación dependerá del clima y de las condiciones de pastoreo.

Desparasitación interna (gusanos y parásitos intestinales):

1. **A los 60 días (2 meses):** Desparasitar a los becerros con un antiparasitario de amplio espectro.
2. **A los 180 días (6 meses):** Realizar una segunda desparasitación interna, especialmente si los animales pastan en zonas donde hay riesgo de infestación parasitaria.

Desparasitación externa (garrapatas, moscas, etc.):

1. **Cada 3 meses:** Realizar tratamientos para control de garrapatas y moscas. Las garrapatas pueden transmitir enfermedades como la **Theileriosis** y **Babesiosis**, comunes en regiones cálidas.

Desparasitación continua: Si los animales pastorean en suelos húmedos o zonas con alta carga de parásitos, es recomendable aplicar desparasitación de manera continua.

III. Suplementación de becerros lactantes.

La **suplementación de los becerros** es clave para asegurar su desarrollo adecuado. En Tenango de Doria, la suplementación debe ser específica según la etapa de crecimiento del becerro y la disponibilidad de pasto. Aquí tienes algunos puntos importantes:

Becerras lactantes:

Acceso libre a la leche materna: Durante las primeras semanas, los becerros deben tener **acceso libre** a la leche materna, pues esta es su fuente principal de nutrientes y defensas inmunológicas.

Cantidad máxima de suplemento de concentrado: No se debe ofrecer más de **2 kg** de concentrado por día a los becerros lactantes, ya que el consumo excesivo de concentrados puede interferir con el consumo de leche y afectar la digestión.

Comportamiento de los becerros lactantes:

Desarrollo de la capacidad ruminal: A partir de los 70 días, el sistema digestivo de los becerros empieza a desarrollarse para poder consumir forraje. Sin embargo, no deben ser alimentados con forraje antes de los 70 días. Esto porque el sistema digestivo aún no está completamente desarrollado y no pueden aprovechar bien la fibra de los pastos.

Suplementación:

Forraje: Después de los 70 días, puedes comenzar a introducir el forraje de buena calidad en pequeñas cantidades. Este debe ser de fácil digestión y fresco, como alfalfa o pasto de corte. En esta etapa, los becerros pueden empezar a comer forraje, pero debe ser gradual y no debe ser la fuente principal de alimentación en esta etapa.

Suplementos minerales: Asegúrate de que los becerros tengan acceso a premezclas de minerales (como calcio, fósforo y magnesio) para asegurar un buen desarrollo óseo y general.

Concentrado adicional: Puedes complementar la dieta con concentrados balanceados que contengan proteínas y energía para apoyar el crecimiento del becerro, especialmente en períodos de bajo pastoreo.

Pautas para la alimentación:

Durante los primeros días, los becerros deben tener acceso libre a la leche y suplementos líquidos como electrolitos, especialmente en climas cálidos.

Después de los 2 meses, introduce **poco a poco** el forraje, pero siempre mantén la leche como principal fuente de alimentación, pero sin exceder los 2 kg de suplemento concentrado para evitar interferir con el consumo de leche.

Vacunación: Asegurarse de aplicar las vacunas recomendadas para diarrea viral bovina, brucelosis, leptospirosis, y carbón sintomático en las edades adecuadas, y refuerza las vacunas anualmente.

Desparasitación: Realizar desparasitación interna y externa con frecuencia, especialmente en zonas con alta humedad.

Suplementación (suplemento postdestete): Control biológico para la garrapata y también suplementación mineral

IV. Suplementación postdestete en ganado bovino.

El postdestete es una etapa crítica en el crecimiento de los becerros, ya que deben adaptarse a nuevas fuentes de nutrición, generalmente de forraje y concentrados. La suplementación adecuada durante esta fase asegura el crecimiento, la salud y el rendimiento del ganado.

• **Suplemento alimenticio postdestete:**

Forraje de calidad: Después del destete, el becerro debe tener acceso a forraje de buena calidad como alfalfa o pastos de alta digestibilidad (ej. gramíneas de alta calidad como el pasto estrella o zacate Bermuda). Estos forrajes deben ser frescos y bien conservados.

• **Concentrados:**

Se recomienda comenzar a incorporar concentrados balanceados con un alto contenido de proteínas y energía para apoyar el desarrollo de los becerros después del destete.

El concentrado debe contener proteínas de fácil digestión como la soja, maíz, harina de alfalfa o aceites vegetales.

Un suplemento proteico de alrededor del 16-18% de proteína es ideal durante los primeros 2-3 meses postdestete.

• **Suplementación mineral:**

A esta edad, es esencial que los becerros reciban una premezcla mineral que contenga calcio, fósforo, magnesio, zinc, cobre, yodo, selenio, y manganeso. Esto garantiza el correcto desarrollo óseo y metabólico.

Sales minerales para animales de postdestete también ayudan a mejorar la digestibilidad del forraje y asegurar un buen equilibrio nutricional.

• **Vitaminas:**

Asegúrate de proporcionar suplementos vitamínicos que incluyan vitamina A, D y E, especialmente si la dieta está basada en pastoreo, ya que los forrajes pueden carecer de estas vitaminas, que son esenciales para el sistema inmune y la salud en general.

A) Agua potable:



La disponibilidad continua de agua limpia es esencial durante todo el postdestete. El agua debe ser fresca, y los becerros deben tener acceso constante, especialmente en períodos de calor o estrés.

B) Control del estrés nutricional postdestete:

Evitar cambios bruscos en la dieta durante el destete. Si es posible, realiza una transición gradual de la leche a concentrados y forraje, para evitar problemas digestivos o trastornos de crecimiento.

C) Carga animal postdestete

Mantener un número adecuado de animales por hectárea para evitar el sobrepastoreo y asegurar que cada animal tenga suficiente alimento de calidad. La carga animal debe ser ajustada para la disponibilidad de pasto y forraje en la finca.

V. Control biológico para garrapatas

Las garrapatas son uno de los parásitos más comunes que afectan al ganado bovino, transmitiendo enfermedades como Theileriosis, Babesiosis y Fiebre Q. El control biológico es una estrategia para manejar la infestación sin recurrir exclusivamente a productos químicos, lo que puede ayudar a prevenir la resistencia y proteger el medio ambiente.

• Métodos de control biológico para garrapatas:

1. **Uso de predadores naturales:** Se pueden utilizar predadores naturales de garrapatas como acaricidas biológicos o entomopatógenos, que son organismos vivos que atacan específicamente las garrapatas. Un ejemplo es el **hongo *Metarhizium anisopliae***, que actúa como biocontrol para garrapatas al infectarlas y matarlas. Este hongo se puede aplicar en el pasto o áreas de pastoreo.
2. **Nematodos parasitarios:** Existen ciertos nematodos (gusanos microscópicos) que atacan a las larvas de garrapatas. Estos nematodos pueden aplicarse en el pasto como parte de una estrategia de control biológico, ayudando a reducir la población de garrapatas.
3. **Acaricidas naturales:** Aceites esenciales de plantas como eucalipto, menta, geranio o azadirachta (neem) pueden tener efectos repelentes o tóxicos sobre las



garrapatas. Se pueden utilizar como tratamientos tópicos en los animales o en los lugares donde el ganado se encuentra.

4. Rotación de pastores y manejo sanitario: La rotación de potreros es una estrategia importante para interrumpir el ciclo de vida de las garrapatas. Al mover al ganado a diferentes áreas de pastoreo, se reduce la carga de garrapatas en el terreno.

También es fundamental mantener un manejo sanitario adecuado, que incluya el uso ocasional de acaricidas químicos en combinación con control biológico, sobre todo si las infestaciones son graves.

2.8. Suplementación mineral como estrategia complementaria en el control de ectoparásitos

El control de ectoparásitos, especialmente de garrapatas, representa uno de los mayores desafíos sanitarios en la producción ganadera, debido al impacto directo que tienen sobre la salud, el bienestar y la productividad del ganado bovino.

Estos parásitos no solo causan irritación, anemia y pérdida de peso, sino que también son vectores de enfermedades graves como la anaplasmosis y la babesiosis. Las garrapatas representan una de las principales amenazas para la salud del hato, afectando directamente su rendimiento zootécnico. Tradicionalmente, el control de estos ectoparásitos se ha basado en el uso de acaricidas químicos, pero su aplicación indiscriminada ha generado resistencia en las poblaciones de parásitos, además de impactos negativos sobre el ambiente, los suelos, las fuentes de agua y los propios animales.

En este contexto, la suplementación mineral específica surge como una estrategia complementaria eficaz para mejorar la resistencia natural del ganado frente a las infestaciones parasitarias, al promover un sistema inmunológico más eficiente y una piel más saludable, que actúe como barrera protectora. El estado nutricional del bovino juega un papel determinante en su capacidad para resistir ataques de parásitos externos, y diversos estudios indican que



animales deficientes en ciertos minerales presentan mayor susceptibilidad a infestaciones severas.

Minerales como el cobre (Cu), el zinc (Zn) y el selenio (Se) cumplen funciones esenciales en la inmunidad innata y adquirida, en la regeneración de tejidos dérmicos, y en la actividad antioxidante celular. Su adecuada presencia en la dieta contribuye a reducir la carga parasitaria y a mejorar la capacidad de recuperación del animal.

En regiones como Tenango de Doria, Hidalgo, donde las condiciones climáticas y de vegetación favorecen la proliferación de ectoparásitos, integrar la suplementación mineral al programa sanitario general representa una vía viable y sostenible para reforzar la sanidad del hato y disminuir la dependencia de tratamientos químicos.

Aparte de los suplementos tradicionales (como calcio, fósforo y magnesio), existen ciertos minerales que pueden ayudar a fortalecer el sistema inmunológico del ganado y ayudar a combatir las infecciones o parásitos.

El zinc tiene propiedades antioxidantes y ayuda a la regeneración de la piel y al sistema inmunológico, lo que es esencial cuando el ganado está expuesto a parásitos como las garrapatas. Contribuye a la regeneración celular y la cicatrización de heridas, evitando infecciones secundarias causadas por las picaduras y, además, participa en la regulación de respuestas inmunológicas innatas.

El selenio es un mineral que también juega un papel crucial en la protección celular y el sistema inmune del ganado. La suplementación adecuada de selenio puede reducir la susceptibilidad del ganado a las infecciones parasitarias. Actúa en conjunto con la vitamina E como antioxidante, reduciendo el estrés oxidativo generado por la respuesta inflamatoria ante la presencia de garrapatas. Su deficiencia puede disminuir la capacidad del animal para combatir parásitos externos

El cobre también es importante para mantener la salud del sistema inmunológico, y se ha demostrado que ayuda a reducir la infestación de parásitos al reforzar las defensas naturales del ganado. Esencial para la síntesis de enzimas antioxidantes que fortalecen el sistema inmunológico y



mejoran la resistencia del bovino a las infecciones inducidas por las garrapatas.

2.9. Ganadería regenerativa: Un enfoque sostenible y restaurativo

La ganadería regenerativa representa una alternativa innovadora y prometedora dentro de los sistemas de producción animal, que busca no solo mantener la productividad, sino también restaurar y mejorar la salud de los ecosistemas donde se desarrolla. Este enfoque se basa en prácticas que promueven la regeneración del suelo (Sherwood y Uphoff, 2000), la biodiversidad y el ciclo natural del agua, contribuyendo a la mitigación del cambio climático y a la resiliencia ambiental. A diferencia de los modelos convencionales, que en ocasiones degradan los recursos naturales, la ganadería regenerativa integra principios agroecológicos y de manejo holístico, buscando un equilibrio entre la producción ganadera y la conservación del entorno.

En regiones como Tenango de Doria, Hidalgo, donde la ganadería es una actividad tradicional y fundamental para la economía local, la adopción de prácticas regenerativas puede significar una oportunidad para mejorar la productividad sostenible a largo plazo, proteger la biodiversidad local y fortalecer la seguridad alimentaria de las comunidades. Este apartado explora los fundamentos y beneficios de la ganadería regenerativa, así como las técnicas aplicables para avanzar hacia un modelo más responsable y restaurativo.

La regeneración se refiere a la recuperación de procesos vitales de los ecosistemas. Implica cobertura del suelo, erosión cero, aumentar producción primaria. La ganadería regenerativa es un enfoque innovador que busca mejorar la salud del suelo, aumentar la biodiversidad y optimizar la producción ganadera de manera sostenible. Dentro de sus principios fundamentales se encuentra la integración de la defoliación, un proceso natural que ocurre cuando el ganado consume el forraje en el potrero. Manejar adecuadamente la defoliación permite regenerar los ecosistemas pastoriles, mejorar la fertilidad del suelo y garantizar la productividad a largo plazo.

La defoliación controlada es una herramienta clave en la ganadería regenerativa, ya que influye en la regeneración



de las pasturas y en la salud del suelo. Cuando el ganado se alimenta de los pastos, se produce una pérdida parcial de la biomasa vegetal, pero si este proceso se gestiona correctamente, se pueden obtener beneficios significativos. La clave es permitir períodos adecuados de descanso para que las plantas puedan recuperarse y fortalecer su sistema radicular.

Uno de los principales beneficios de la defoliación bien manejada es la mejora en la estructura del suelo. Al permitir que el pasto se recupere antes de un nuevo pastoreo, se estimula un crecimiento más vigoroso, lo que contribuye a la captura de carbono y la retención de humedad. Además, el pisoteo controlado del ganado ayuda a la integración de materia orgánica en el suelo, favoreciendo la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes.

Otro aspecto clave es el aumento de la biodiversidad en los potreros. Una rotación adecuada del ganado favorece la presencia de diversas especies de plantas, evitando la degradación del pastizal y promoviendo un ecosistema equilibrado. Esto también beneficia a la fauna local, proporcionando hábitats para insectos polinizadores y microorganismos del suelo esenciales para la regeneración natural.

Además, la integración de la defoliación en la ganadería regenerativa ayuda a reducir la erosión del suelo. Los pastos bien manejados generan una cobertura vegetal constante, protegiendo la capa superficial del suelo de la acción del viento y la lluvia. De esta manera, se minimizan las pérdidas de nutrientes y se garantiza un ambiente productivo y sostenible para el ganado.

Por otro lado, este enfoque regenerativo también tiene implicaciones económicas positivas. Al mejorar la calidad del suelo y la disponibilidad de forraje, se reduce la necesidad de insumos externos, como fertilizantes y suplementos alimenticios. Esto permite una producción más eficiente y rentable, beneficiando tanto a los productores como al medio ambiente.

La ganadería regenerativa basada en la integración de la defoliación es una estrategia sostenible que optimiza el uso de los recursos naturales y promueve la resiliencia de los





ecosistemas pastoriles. Mediante un manejo adecuado del pastoreo, se pueden mejorar la fertilidad del suelo, aumentar la biodiversidad y reducir la erosión, garantizando una producción ganadera eficiente y en armonía con el medio ambiente.

La regeneración de potreros es un enfoque clave en la ganadería sostenible, que busca recuperar la fertilidad del suelo y mejorar la calidad del forraje. Este proceso implica la implementación de prácticas de manejo que permiten la recuperación de la vegetación y la optimización del ecosistema, garantizando la producción ganadera a largo plazo.

Uno de los principios fundamentales de la regeneración de potreros es el manejo del pastoreo. A través de la rotación del ganado y el establecimiento de períodos de descanso, se permite la recuperación del pasto y el fortalecimiento de sus raíces. Esto mejora la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes, reduciendo la erosión y promoviendo la biodiversidad.

Además, la integración de especies forrajeras nativas y el uso de enmiendas orgánicas contribuyen a la recuperación de suelos degradados. La regeneración de potreros no solo incrementa la producción de alimento para el ganado, sino que también ayuda a mitigar el impacto ambiental de la actividad ganadera.

Ser regenerativo implica adoptar un enfoque que no solo busca la sostenibilidad, sino que también promueve la restauración y mejora de los ecosistemas. A diferencia de los modelos tradicionales de producción, la regeneración busca fortalecer los sistemas naturales, aumentando su resiliencia y su capacidad de proveer recursos a largo plazo.

La regeneración se aplica en distintos ámbitos, como la agricultura, la ganadería y la gestión ambiental. En el caso de la ganadería, un sistema regenerativo implica prácticas como la rotación de potreros, la reforestación, el uso de abonos orgánicos y la reducción de insumos químicos. Estas acciones favorecen la biodiversidad, mejoran la calidad del suelo y optimizan la retención de agua.

Además, ser regenerativo implica un cambio de mentalidad, en el que se prioriza la armonía con la naturaleza y el bienestar

a largo plazo sobre la explotación intensiva. Requiere un compromiso con la innovación y la implementación de métodos basados en la observación y el conocimiento de los ciclos naturales.

La regeneración de los ecosistemas es un enfoque clave para garantizar la sostenibilidad ambiental y la productividad a largo plazo. Dentro de este paradigma, la promoción de la biodiversidad, la mejora de la fertilidad del suelo mediante procesos fúngicos, la implementación de sistemas silvopastoriles y el fortalecimiento del ciclo del carbono desempeñan un papel fundamental. Estos elementos trabajan en conjunto para restaurar la salud del suelo, mejorar la calidad de los ecosistemas y mitigar el cambio climático.

Uno de los principales pilares de la regeneración es la promoción de la biodiversidad. Un ecosistema diverso es más resiliente y capaz de soportar cambios ambientales extremos. La integración de diferentes especies vegetales y animales en sistemas productivos no solo mejora la estabilidad del ecosistema, sino que también enriquece la oferta de recursos para el suelo y la fauna.

Los suelos fúngicos, en particular, desempeñan un papel crucial en la fertilidad y salud de los ecosistemas. Los hongos micorrícicos establecen relaciones simbióticas con las raíces de las plantas, facilitando la absorción de nutrientes y mejorando la estructura del suelo. Este proceso permite un mejor almacenamiento de carbono, incrementando la fertilidad del suelo y reduciendo la erosión.

Otro componente esencial de la regeneración es la implementación de sistemas silvopastoriles, que combinan árboles, pastos y animales en un mismo espacio productivo. Estos sistemas no solo incrementan la biodiversidad, sino que también contribuyen a mejorar el microclima, proporcionar sombra y refugio para el ganado, y reducir la degradación del suelo. Además, los árboles actúan como sumideros de carbono, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.

El propósito de la regeneración es hacer funcionar la “bomba de carbono”, un proceso mediante el cual los ecosistemas naturales capturan y almacenan carbono en la biomasa vegetal y en el suelo. La materia orgánica que se



acumula en los suelos y las raíces de las plantas permite una mayor retención de humedad y nutrientes, favoreciendo el crecimiento de nuevas especies y mejorando la capacidad productiva del ecosistema.

Al potenciar este proceso mediante prácticas regenerativas, se puede reducir significativamente la cantidad de carbono en la atmósfera, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático. La ganadería regenerativa busca considerar ese ecosistema en el ámbito social ambiental y económico. Mejora la rentabilidad y económica, así como la calidad de las personas.



CONCLUSIONES

La ganadería en Tenango de Doria se encuentra focalizada en el pastoreo extensivo, presenta como principal limitante a la producción, la falta de un manejo adecuado del ganado desde el punto de vista sanitario. A lo anterior es evidente una falta de inclusión de técnicas que van desde la gestión del agua para el consumo animal, la inclusión de alternativas que deriven en un mejor uso del forraje combinado con el cuidado del suelo, así como la existencia de un programa asistencial para la producción, principalmente la derivada para el combate de enfermedades, es por ello la realización de esta guía técnica donde menciona algunas alternativas preventivas y de combate encaminadas no solo a la producción bovina, sino que también a la porcícola, estas recomendaciones sugieren implementar un manejo preventivo en la nutrición combinada con suplementación mineral, adecuado uso del forraje para permitir la mejora de la salud y productividad del hato.

El trabajo a realizar requiere de mayores prácticas para identificar a plenitud cuales son las causas que perjudican la región y nos dé una opción para dar respuesta, esos estudios requieren análisis de sangre en la población bovina, así como también en la población de murciélagos causantes de la rabia. Sin duda es una tarea difícil pero no imposible de tratar para dar solución ya que la ganadería no solo contribuye a la economía local, sino que también proporciona alimentos y empleos para las familias de la zona.



- Augarten, A. J., Rehkamp, K. J., Hlubik, W. T., Rieke, E. L., & Liebman, M. (2023). Cropping systems with perennial vegetation and livestock integration promote soil health. *Agricultural & Environmental Letters*, *8*, e20100. <https://doi.org/10.1002/ael2.20100>
- Avila-Granados, L. M., Garcia-Gonzalez, D. G., & Zambrano-Varon, J. L. (2019). Brucellosis in Colombia: Current status and challenges in the control of an endemic disease. *Frontiers in Veterinary Science*, *6*, 321. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00321>
- Cummings, D. B., Meyer, N. F., & Step, D. L. (2022). Bovine respiratory disease considerations in young dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, *38*(1), 93–105. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2021.11.007>
- Du, Z., Hemken, R. W., Jackson, J. A., & Trammell, D. S. (1996). Utilization of copper in copper proteinate, copper lysine, and cupric sulfate using the rat as an experimental model. *Journal of Animal Science*, *74*(7), 1657–1663. <https://doi.org/10.2527/1996.7471657x>
- Gómez-Romero, N., Basurto-Alcántara, F. J., Verdugo-Rodríguez, A., Bauermann, F. V., & Ridpath, J. F. (2017). Genetic diversity of bovine viral diarrhoea virus in cattle from Mexico. *Journal of veterinary diagnostic investigation: official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc*, *29*(3), 362–365. <https://doi.org/10.1177/1040638717690187>
- Heinke, J., Lannerstad, M., Gerten, D., Havlík, P., Herrero, M., Notenbaert, A. M. O., Hoff, H., & Müller, C. (2020). Water use in global livestock production—Opportunities and constraints for increasing water productivity. *Water Resources Research*, *56*(11). <https://doi.org/10.1029/2019WR026995>
- Lanyón, S. R., Hill, F. I., Reichel, M. P., & Brownlie, J. (2014). Diarrea viral bovina: Patogénesis y diagnóstico. *La Revista Veterinaria*, *199*(2), 201–209. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1090023313003614?via%3Dihub>

- Morales-Ubaldo, A. L., Rivero-Perez, N., Valladares-Carranza, B., Velázquez-Ordoñez, V., Delgadillo-Ruiz, L., & Zaragoza-Bastida, A. (2023). Bovine mastitis, a worldwide impact disease: Prevalence, antimicrobial resistance, and viable alternative approaches. *Veterinary and animal science*, 21, 100306. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2023.100306>
- Parkins, J. J., & Holmes, P. H. (1989). Effects of gastrointestinal helminth parasites on ruminant nutrition. *Nutrition research reviews*, 2(1), 227–246. <https://doi.org/10.1079/NRR19890016>
- Pathak, S., Parekh, B., Desai, R., & Parmar, K. (2024). Sustainable mastitis management in dairy cattle: A review and commentary focused on countries that use ethnoveterinary medicine and validation strategies. *Discover Plants*, 1, 72. <https://doi.org/10.1007/s44372-024-00082-3>
- Pratelli, A., & Padalino, B. (2022). Editorial: Evolving prospects of bovine respiratory diseases and management in feedlot cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.854844>
- Reuters. (2025). Why agribusiness depends on keeping animals healthy. Reuters Sustainability. <https://www.reuters.com/sustainability/land-use-biodiversity/comment-why-agribusiness-depends-keeping-animals-healthy-2025-02-24/>
- Ritchie, M. E. (2020). Grazing management, forage production and soil carbon dynamics. *Resources*, 9(4), 49. <https://doi.org/10.3390/resources9040049>
- Sher, A., Li, H., Ullah, A., Hamid, Y., Nasir, B., & Zhang, J. (2024). Importance of regenerative agriculture: Climate, soil health, biodiversity and its socioecological impact. *Discover Sustainability*, 5, 462. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00662-z>
- Sherwood, S., & Uphoff, N. (2000). Soil health: Research, practice and policy for a more regenerative agriculture. *Applied Soil Ecology*, 15(1), 85–97. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(00\)00072-9](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00072-9)

- Shrestha, B. M., Bork, E. W., Chang, S. X., Carlyle, C. N., Ma, Z., Döbert, T. F., Kaliaskar, D., & Boyce, M. S. (2020). Adaptive Multi-Paddock Grazing Lowers Soil Greenhouse Gas Emission Potential by Altering Extracellular Enzyme Activity. *Agronomy*, *10*(11), 1781. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111781>
- Taylor, J. D., Fulton, R. W., Lehenbauer, T. W., Step, D. L., & Confer, A. W. (2010). The epidemiology of bovine respiratory disease: What is the evidence for predisposing factors? *The Canadian Veterinary Journal*, *51*(10), 1095–1102. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21197200/>
- Touza-Otero, L., Landin, M., & Diaz-Rodriguez, P. (2024). Fighting antibiotic resistance in the local management of bovine mastitis. *Biomedicine & pharmacotherapy*, *170*, 115967. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.115967>



Héctor Tecumshé Mojica Zárate

Catedrático Profesor Investigador de Tiempo Completo, Adscrito al CAR Sede Huatusco – Universidad Autónoma Chapingo. SNII, Nivel Candidato. Egresado del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, Maestro en Administración Integral del Ambiente por COLEF - CICESE. Especialista en Cuencas Hidrológicas, por El Colegio de Sonora y Doctor en Ciencias Técnicas por La Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Cuba. Línea de investigación en Gestión Estratégica Integrada de los Recursos Naturales con enfoque de Sistemas Complejos Adaptativos. Participante en la formación de capital humano académico y científico, en la vinculación con la comunidad local, ganaderos, productores diversos, usuarios de los recursos naturales en los nodos agroproductivos. Colaborador con la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, La Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE), el Ministerio de Agricultura; y el de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), así como con el Centro de Estudios y Servicios Ambientales (CESAM) de Cuba. Participante predoctoral en el International Center for Development and Decent Work (ICDD), Kassel, Alemania. Ponente en simposio en Turquía y en Basel, Suiza. Instructor en cursos, talleres, agente activo promotor de estadías profesionales y convenios interinstitucionales para el intercambio de profesores e investigadores para el desarrollo de la ciencia, la formación académica, la vinculación y servicio a la comunidad local. Evaluador de proyectos de investigación, cultivos orgánicos

ante instancias internacionales. Vínculo con productores locales introduciendo la uva como cultivo alternativo al cambio climático en zonas aledañas a Huatusco, México.



Dulce María Lezama Juárez

Estudiante del segundo semestre de sexto año de la carrera Ingeniero Agrónomo. Especialista en Zootecnia por la Universidad Autónoma Chapingo. Alumna de Intercambio en la Universidad de Cundinamarca, Colombia. Actualmente trabaja con temas de investigación que versan sobre los “Principios terapéuticos de la equino terapia: un enfoque integral para niños con autismo y otras dificultades de aprendizaje”. Integrante del Programa de Formación de Nuevos Investigadores con el proyecto: Estrategias de combate a enfermedades del ganado bovino en Tenango de Doria, Hidalgo.



José Gervasio Partida Sedas

Ingeniero Agroindustrial por la Universidad Autónoma Chapingo de México (1993), Diplomado en Calidad y Responsabilidad Social en el Agro por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y la Universidad Nacional de San Juan de Argentina, Máster en Ingeniería Aplicada a la Cooperación para el Desarrollo por la Universitat Oberta de Catalunya, España (2007); y Doctor en Ciencias Agrícolas y Medioambientales por la Universidad de Santiago de Compostela, España y la Universidad de San Carlos de Guatemala (2018). Es catador de café de la Specialty Coffee Association, certificado Q grader por el Coffee Quality Institute de USA desde 2010. De 1993 a 2001 trabajó como técnico de organizaciones sociales de cafeticultores de México en temas de procesamiento poscosecha y certificaciones de sustentabilidad. En 2001 ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) como catedrático en el Centro Regional Universitario Oriente (en Huatusco, Veracruz). Es profesor de la Ingeniería en Gestión de Redes Agroalimentarias, imparte las asignaturas sobre Análisis del procesamiento de alimentos, Gestión de la calidad agroalimentaria y Análisis prospectivo de redes agroalimentarias. Es coordinador del Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras de la UACH. Trabaja la línea de investigación en cadenas productivas de las regiones cafetaleras en temas de agregación de valor, alimentos artesanales soberanía alimentaria y energética. Pertenece a la Red de Investigación Iberoamericana sobre Agricultura y Medio Ambiente para el Desarrollo, a la Sociedad Mexicana de Agroecología, a la Asociación de Especialistas en Energía Renovables para la Conservación de Alimentos y a la Asociación Nacional de Energía Solar, con quienes realiza actividades y proyectos conjuntos multidisciplinarios. Ha publicado libros, capítulos de libro y artículos científicos en temas sobre cafecultura y agricultura para el buen vivir de las regiones cafetaleras.



Francisco Javier López García

Ingeniero agrónomo por la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Veracruzana, Maestría en Agroecología, Sociología y Desarrollo Rural Sustentable en la Universidad Internacional de Andalucía en Baeza, España y doctorado en Agroecología Sociología y Desarrollo Rural Sustentable en la Universidad de Córdoba, España.



Sebastián Antonio Hurtado

Estudiante del tercer semestre de la Ingeniería en Gestión de Redes Agroalimentarias en la Universidad Autónoma Chapingo, en el Centro Académico Universitario sede Huatusco. Previamente cursó sus estudios en la Preparatoria Agrícola de la misma universidad, donde inició su formación en el ámbito agropecuario. Actualmente, complementa su formación profesional con prácticas de campo vinculadas al análisis, desarrollo y fortalecimiento de cadenas agroalimentarias, con enfoque en la producción, comercialización y sostenibilidad del sector agrícola.

Este libro constituye una contribución fundamental para la mejora de la sanidad y sostenibilidad en la producción ganadera bovina en sistemas de pastoreo, específicamente en la región de Tenango de Doria, Hidalgo. Desarrollado en el marco del proyecto “Estrategias de combate a enfermedades del ganado bovino en Tenango de Doria, Hidalgo” de la Universidad Autónoma Chapingo, este trabajo ofrece un análisis riguroso y una propuesta técnica integral para enfrentar los principales desafíos sanitarios que afectan la productividad y el bienestar animal. A lo largo de la obra se integran conocimientos sobre suplementación mineral estratégica, manejo sostenible de recursos forrajeros y suelos, así como prácticas agroecológicas y zootécnicas orientadas a la prevención eficaz de enfermedades. La guía enfatiza la implementación de protocolos sanitarios adaptados a las condiciones ambientales y epidemiológicas locales, incluyendo programas de vacunación, desparasitación y control integral de ectoparásitos, factores determinantes para garantizar la salud del hato. Además, se aborda la gestión estratégica del recurso hídrico y el manejo integral de potreros, elementos clave para optimizar la productividad en un contexto de condiciones climáticas y geográficas adversas. El enfoque innovador de ganadería regenerativa propuesto promueve la restauración de los ecosistemas, generando un equilibrio dinámico entre producción y conservación ambiental. Dirigido a productores, técnicos y especialistas, este texto se posiciona como un recurso indispensable para la toma de decisiones informadas y la implementación de prácticas sostenibles que aseguren la rentabilidad y resiliencia de la ganadería bovina en Tenango de Doria.



CENIDERCAFE



SOPHIA
EDITIONS

ISBN:978-1-968794-01-9



9 781968 794019 >