

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	Documento F-AC-DBL-007	Código 30-09-2024	Fecha C
	Dependencia DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	Aprobado SUBDIRECTOR ACADEMICO	Pág. 1(1)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Diego Andrés Torres Orozco		
FACULTAD	Ciencias Agrarias y del ambiente		
PLAN DE ESTUDIOS	Zootecnia		
DIRECTOR	Dr. Naudin Alejandro Hurtado Lugo		
CODIRECTOR (si aplica)	No aplica		
TÍTULO DE LA TESIS	Efecto De La Suplementación Con Sales Minerales En Bovinos De Carne Y Sus Implicaciones En Los Parámetros Productivos		
TITULO EN INGLES	Effect Of Mineral Salt Supplementation In Beef Cattle And Its Implications On Productive Parameters		
RESUMEN (70 palabras)			
El efecto de la suplementación mineral sobre los parámetros zootécnicos en bovinos de carne, enfocándose en la optimización del desempeño productivo y reproductivo. Mediante revisión documental, se evidencia que el balance adecuado de macro y microminerales mejora la conversión alimenticia, la ganancia diaria de peso y la eficiencia reproductiva. Además, la integración de tecnologías de monitoreo nutricional favorece la detección temprana de deficiencias minerales, garantizando sistemas de producción bovina sostenibles.			
RESUMEN EN INGLES			
The effect of mineral supplementation on zootechnical parameters in beef cattle focuses on optimizing productive and reproductive performance. Through a literature review, it is evidenced that an adequate balance of macro- and microminerals enhances feed conversion, daily weight gain, and reproductive efficiency. Furthermore, the integration of nutritional monitoring technologies promotes early detection of mineral deficiencies, ensuring sustainable and efficient beef production systems.			
PALABRAS CLAVES	Suplementación, Minerales, Zootecnia, Reproducción, Productividad.		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Supplementation, Minerals, Zootechnics, Reproduction, Productivity.		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 37	PLANOS: 5	ILUSTRACIONES: 7	CD-ROM:



**Efecto de la suplementación con sales minerales en bovinos de carne y sus implicaciones en
los parámetros productivos**

Diego Andrés Torres Orozco

Facultad Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander

Ocaña

Zootecnia

©Dr. Naudin Alejandro Hurtado

Noviembre 2025

Agradecimientos

A Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría, y la oportunidad de estudiar una Carrera que me apasiona y me motiva a ser cada día una mejor persona. A mis padres, quienes con amor, sacrificio y dedicación me ayudaron a cumplir este sueño de ser un profesional, este mérito es tan suyo como mío. A mi abuela Edith, por estar presente en cada etapa de este camino, por sus palabras de ánimo y amor. Finalmente, a mi tutor Cesar Uron y compañeros por su orientación y su compromiso a lo largo de mi carrera, su guía fue fundamental para culminar con éxito este proceso académico, A todos, mis más sinceros agradecimientos



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88
atencionalciudadano@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Índice

Introducción	6
Planteamiento del problema.....	8
Formulación del problema	9
Delimitación del Tema.....	9
Justificación	10
Metodología	12
Población.....	12
Criterios de inclusión	12
Criterios de exclusión	13
Capítulo 1. Industria cárnica en Colombia.	14
Capítulo 2. Importancia en la Suplementación de minerales en la alimentación bovina.	18
Capítulo 3. Clasificación de los minerales utilizados en los bovinos colombianos.....	22
Importancia de los Macrominerales.....	22
Microminerales en la nutrición de bovinos.....	24
Recomendaciones para el uso de las sales minerales.....	26
Capítulo 4. Estrategias de suplementación mineral para optimizar la producción bovina.	29
Forrajes tropicales y las sales minerales	31
Capítulo 5: Innovaciones en el monitoreo nutricional para prevenir deficiencias minerales en bovinos.	34
Reducción del pastoreo tradicional	35
Mayor calidad de productos.....	35
Bienestar del Ganado	35
Conclusión	37
Referencias Bibliográficas	39

Lista de tablas

Tabla 1 Características de los Macrominerales	23
Tabla 2 Características de los Microminerales	24
Tabla 3 Requerimientos de los minerales para ganado de carne.	25
Tabla 4 Niveles máximos recomendados de minerales en el agua de bebida para bovinos	26
Tabla 5 Fuentes minerales recomendadas para ganado de carne.....	27

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Carnes rojas y blancas	16
Figura 2 Funcionamiento de las sales minerales en los bovinos.	18
Figura 3 Bovinos que se alimentan dentro de los corrales.....	20
Figura 4 Forraje y los factores de variación de nutrientes.	21
Figura 5 Síntesis de proteína microbiana a partir del aporte de proteína y energía a nivel rumina.....	29
Figura 6 Síntesis de proteína microbiana a partir del aporte de proteína y energía a nivel rumina.....	30
Figura 7 Problemática nutricional del ganado de carne durante la época seca.....	32
Figura 8 Equipo GPS para monitorear el Ganado.	34

Introducción

La implementación de sales minerales en la alimentación bovina, es una parte crucial en la producción de carne de alta calidad. Dentro de este contexto, los minerales juegan un papel fundamental en la salud y el rendimiento de los animales. Cabe señalar, que la inclusión de sales minerales en la nutrición de los bovinos es fundamental para maximizar la producción de cárnicos. Además, no solo mejora la salud y el bienestar de los animales, sino que también contribuye a la eficiencia y sostenibilidad de los productores que deben tomar como prioridad estos nutrientes para el éxito en sus procesos productivos (Coria, 2020).

En efecto, la nutrición animal es un pilar fundamental en la producción de alimentos, por ello las sales minerales son esenciales en el desarrollo óptimo de los bovinos y su deficiencia puede llevar a problemas de salud que afectan no solo a los animales, sino también a los productores y consumidores. Castillo (2023) señala que existen regiones tropicales donde los pastos no tienen como satisfacer los requerimientos minerales nutricionales en los animales que se encuentran en pastoreo, por causa de las condiciones del clima o el tipo de suelo.

Por lo anterior, los elementos minerales que debe tener el pasto para proveer al ganado señalan Portillo y colaboradores (2021) dicen que para tener un buen nivel productivo y físico según la categoría que tengan los animales es necesario preparar las sales minerales optimas en su calidad para la nutrición en una sola ración ya sea en forraje y concentrados entre los principales. Puesto que según Álvarez (2001) el fosforo representa el 1% del peso del animal, mientras que otro 80% está en

presente en los huesos como fosfato de calcio. Sin embargo, los ácidos nucleicos y el adenosin mono o trifosfato se encuentran entre los componentes en la membrana intracelular (Álvarez, 2001).

Llama la atención la estructura de las células las cuales son elementos muy importantes en la producción según Tolentin y colaboradores (2021) el buen funcionamiento de los órganos está dividido en las necesidades de los Bovinos, entre los macro y micro minerales, Tales como: sodio, calcio, cloro, azufre, potasio, cobre, cobalto, yodo, hierro, zinc, selenio y manganeso. La falta de estos minerales puede ocasionar trastornos en la nutrición del ganado o carencias metabólicas, además de las afectaciones por calcio y fosforo para la buena formación de los huesos. Cabe resaltar, por ejemplo, la falta de magnesio puede ocasionar problemas en la producción y estrés en el animal. También, al no presentar un sistema nutricional balanceado, se puede genera la falta de apetito y como consecuencia directa la pérdida de peso.

Ante lo planteado, el objetivo de esta revisión documental fue: analizar las estrategias de suplementación mineral en bovinos y su importancia en la producción de carne en Colombia. A razón que las sales minerales son el combustible que requiere el ganado para producir carne de calidad y tener un crecimiento fuerte.

Planteamiento del problema

La carne de bovinos alimentados con sales minerales puede aportar nutrientes importantes en la salud animal y humana. Según la FAO (2020). Las sales minerales son fundamentales para alimentar a los bovinos, debido a que mejoran su salud animal y producción. Cabe señalar, que la suplementación mineral en bovinos consiste en proporcionar al animal los minerales que no son obtenidos de su alimentación.

Las sales son necesarias según Coria (2020) cuando el forraje no tiene los nutrientes necesarios o cuando se trata de hembras gestantes o lactantes. Los minerales son importantes para la salud y producción de bovinos, por ayudar a transformar los alimentos en componentes del organismo. Tales como: fósforo, zinc, cobre, manganeso, yodo, azufre y el selenio. En todo caso, la cantidad de sal mineral a suministrar y que se puede mezclarse también con sal blanca dependerá del peso y estado del ganado. Los elementos químicos de los minerales tienen su importancia según los estudios que revelan sus funciones, Los cuales en el pasado eran considerados componentes de menor importancia, Sin embargo, en la actualidad son indispensables para el buen funcionamiento del organismo de los animales (Castillo, 2023).

En los rumiantes, según Álvarez (2001) los minerales son obtenidos de forrajes y puede ser variable su cantidad y calidad nutricional, por lo tanto, debe complementarse con las sales minerales en el suministro de la dieta, debido a que es necesario que exista un balance correcto de los porcentajes en minerales requeridos por los animales. De acuerdo con Garmendia (2020) existen 15

minerales fundamentales para los bovinos que están divididos en mayores (macro) y las trazas que representan los minerales. Los primeros 7 minerales que incluye la dieta del animal los cuales necesitan mayor cantidad de consumo en gramos tales como: Calcio (Ca), sodio (Na), cloro (Cl), potasio (K), magnesio (Mg), azufre (S) y fosforo (P).

En cuanto a la tecnología para la producción del sector ganadero, Garro y Tallarico (2022) mencionan que actualmente se puede alimentar el ganado mediante la robótica, evitando estrés en las personas y los animales, también se puede tener la ubicación exacta, monitoreo de salud y rendimiento a través de la geolocalización. Por todo lo anteriormente planteado, esta investigación pretende revelar datos importantes sobre la importancia de las sales minerales para la producción cárnica de los bovinos.

Formulación del problema

¿Cuál será el efecto de la suplementación con sales minerales en bovinos de carne y sus implicaciones en los parámetros productivos?

Delimitación del Tema

El presente estudio monográfico, se basa en un análisis documental de las sales minerales en la alimentación de los bovinos y la producción cárnica en la ganadería colombiana, del trópico bajo específicamente en el departamento del Cesar. En la actualidad, la nutrición esta direccionada al

consumo de carnes, lácteos y vegetales, lo que promueve mayor cantidad de consumo y por ende su producción. Por lo tanto, se tomarán los referentes teóricos relacionados al tema en estudio a partir del año 2020, utilizando fuentes de información confiables y actualizadas, que permitan cumplir con los objetivos planteados.

Justificación

La alimentación depende de la agricultura en gran magnitud, es por ello que la forma de cultivar, criar, cosechar incide en la salud tanto animal como de la población en general. Estas razones conceptualizan al mineral como un nutriente fundamental en el ámbito de los bovinos, y se considera que puede limitar la producción de lácteos y cárnicos, debido a las diferentes funciones orgánicas del ganado. También, se reconocen casi 17 minerales que brindan nutrición y un correcto funcionamiento en el tracto digestivo y reproductivo (Huerta, 2021).

Sin embargo, señala Huerta (2021) que el manejo de producción agropecuarios de forma alternativa en el agro tradicional tiene algunas ventajas y desventajas en sus características y propiedades que son comparables con el cuidado del ambiente. Considerando las proteínas de origen animal las cuales no son esenciales en la dieta, solo se caracterizan por ser un elemento funcional, especialmente en los países subdesarrollados. Algunos de los alimentos se basan en carbohidratos, raíces, y otros productos que complementan el contenido nutricional de aminoácidos. Llama la atención, para evitar el exceso o déficit de la suplementación al ganado de los minerales, es necesario conocer y balancear la ración reduciendo así los costos de producción. En ese sentido, es importante

conocer cuáles son los requerimientos de minerales según el tipo de explotación del ganado. Aunque, para zonas tropicales no se conocen dichas tablas (Huerta, 2021).

En cuanto a la nutrición del ganado para producir leche, existen componentes que determinan su productividad debida, las proteínas y los minerales entre los principales alimentos como son las pasturas y el concentrado. En la actualidad, se conocen diversas dietas balanceadas para obtener productos de calidad en la ganadería (Sánchez J, 2007). Otra dimensión en la alimentación según Ylla (2023). Es el avance en la tecnología y la innovación para formular dietas adecuadas con base a la ciencia en nutrición animal. Es por ello, que la salud del ganado y el rendimiento dependerá de los suplementos y aditivos nutricionales, los cuales son importantes para favorecer la producción de carne y leche. También, se destaca el uso de la tecnología para monitorear la alimentación automatizada precisa y eficiente, en tiempo real adecuada a cada animal.

El presente estudio monográfico, se basa en un análisis documental de las sales minerales en la alimentación de los bovinos y la producción cárnica en la ganadería colombiana y extranjera. En la actualidad, la nutrición esta direccionada al consumo de carnes, lácteos y vegetales, lo que promueve mayor cantidad de consumo y por ende su producción. También, se busca conocer la intervención tecnológica en un mundo ganadero dimensionado con la tecnología y la innovación. Por lo tanto, se tomarán los referentes teóricos relacionados al tema en estudio a partir del año 2020, utilizando fuentes de información confiables y actualizadas, que permitan cumplir con los objetivos planteados.

Metodología

El presente estudio se realiza mediante una monografía de compilación utilizando el método cuantitativo, el cual busca condensar la información relevante acerca de la alimentación de bovinos con sales minerales y sus efectos en la salud humana. Para lograrlo, se realiza una revisión de documentos desde el año 2020 hasta el año 2024, empleando un diseño metodológico que incluirá la revisión, comprensión y compilación de la información.

Esta monografía tiene como objetivo: realizar una revisión documental sobre las sales minerales en la alimentación de los bovinos y la producción de cárnicos. El diseño metodológico incluye la revisión, análisis y síntesis de la información relevante, con el fin de ofrecer una visión integral y actualizada de la nutrición animal en la ganadería a partir del año 2020 o libros sobre la temática en estudio.

Población

El universo de esta investigación se centra en la literatura sobre el tema, que proviene de fuentes confiables de información tales como: revistas científicas y bibliotecas digitales.

Criterios de inclusión

Se incluyen, toda la literatura referencial sobre las sales minerales y la nutrición de los bovinos para la producción de productos cárnicos.

Criterios de exclusión

Se excluyen, los fundamentos teóricos que no guarden relación con el tema de investigación. Al respecto, el procedimiento metodológico incluye la revisión, análisis y síntesis de la información relevante, con el fin de ofrecer una visión integral y actualizada de la nutrición animal en la ganadería a partir del año 2020, distribuida en 5 capítulos mencionados a continuación:

Capítulo 1. Industria cárnica en Colombia.

Capítulo 2. Importancia en la implementación de los minerales en la alimentación bovina.

Capítulo 3. Clasificación de los minerales utilizados en los bovinos colombianos.

Capítulo 4. Estrategias de suplementación mineral para optimizar la producción bovina.

Capítulo 5: Innovaciones en el monitoreo nutricional para prevenir deficiencias minerales en bovinos.

Capítulo 1. Industria cárnica en Colombia.

El sector industrial para la ganadería en la actualidad, según Lamela (2022) requiere nutrientes fundamentales que deben ser proporcionado a los bovinos en su ingesta garantizando un nivel mayor de productividad en los rebaños. Esta problemática logra gran complejidad, considerando que las gramíneas tropicales presentan una marcada estacionalidad de sus rendimientos en función de las condiciones climáticas. En efecto, el déficit de alimento ocasiona la búsqueda de soluciones para el equilibrio del suministro de nutrientes a los bovinos durante el año, logrando un alto rendimiento en la producción de carne por hectárea (Roncallo, 2020).

Con la utilización de árboles en la alimentación animal, la nutrición de los rumiantes alcanzó una nueva dimensión. Se reconoce el potencial del forraje en los árboles para la alimentación animal porque ofrece una biomasa comestible con alto contenido proteico. Sin embargo, su función fundamental está en enriquecer la dieta con nitrógeno y proporcionar los elementos deficitarios que tienen los pastos (Sandoval, 2020).

Cabe mencionar, que los sistemas encargados del corte y acarreo, como bancos de forraje se pueden conservar en fechas del año en forma de harina. Por otro lado, el forraje de las plantas leñosas proteicas se puede utilizar para los excedentes de biomasa comestible que no están totalmente al alcance de los animales. Los cuales pueden perderse por la defoliación de las plantas, y con ello se desaprovechan los minerales, la proteína y los carbohidratos que presentan esas hojas, y que son importantes para la nutrición de los animales, sobre todo en tiempo de sequedad (Minag, 2021).

Cabe mencionar, la carne bovina es ofrecida por los sistemas extensivos de alimentación con descripciones químicas, nutritivas y físicas presentan una gran diferencia en relación con los sistemas intensivos de confinamiento. En algunos aspectos como el color de la grasa, terneza, insaturación lipídica y velocidad de crecimiento, las dietas basadas en granos, altamente energéticas, resultan muy interesantes (Minag, 2021).

Se observa también, que en algunos casos existen alteraciones organolépticas, baja calidad de la vida útil y menor concentración del ácido linoleico. También, aplicar o no aplicar la innovación en los procesos tecnológicos para la industria de los frigoríficos conduce al desmejoramiento y variaciones en las apreciaciones del cliente que es el consumidor final. El comerciante debe tener información precisa para su comprador en relación al tipo de carne que adquiere y cómo debería ser preparada para obtener la máxima complacencia. Por último, la calidad de la carne es un aspecto relevante para el consumidor en cuanto a su conocimiento y preferencia. Se asume, que el cliente es el actor principal en el sistema de comercialización y producción. Por lo tanto, es fundamental tener los parámetros y atributos para elegir un buen alimento cárnico para consumir (Lamela, 2022).

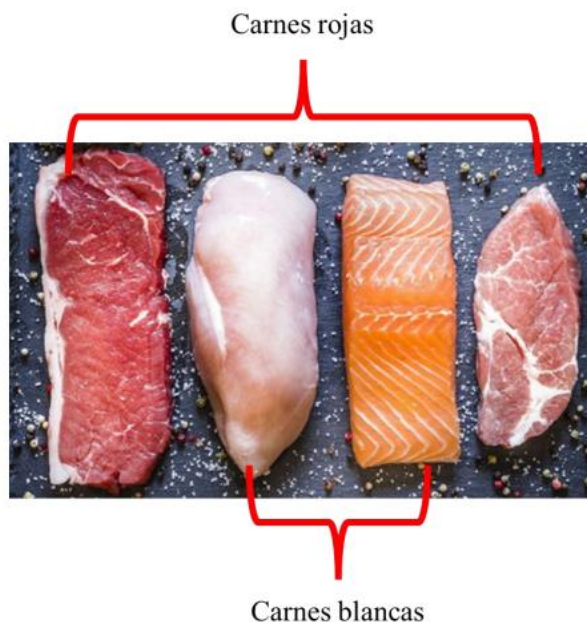
Según la FAO (2025), la carne es la parte blanda entre piel y los músculos, también se incluyen vísceras como hígado y riñones. Las carnes rojas provienen de vacunos, cabras, ovejas y cerdos. La carne contiene aproximadamente 19% de proteína de excelente calidad y hierro que se absorbe adecuadamente en el organismo. En cuanto al porcentaje de grasa, esto va a depender según

el tipo de animal. El consumo de cárnicos en las personas le suministra una excelente calidad de proteínas, minerales y vegetales en una proporción adecuada, aportando macro y micronutrientes (Orta, 2021).

Cabe señalar, que estas moléculas de los macro y micronutrientes son las que forman en el ser humano los huesos, músculos, órganos, sangre, y el sistema nervioso. Además, del buen estado de la piel, cabello y uñas, en la figura 1 se observan los tipos de carnes ya sea roja o blanca (Realini, 2022).

Figura 1

Carnes rojas y blancas



Nota. Datos tomados de Realini (2022).

Por otro lado, se indica que las proteínas de origen animal no son esenciales para una dieta adecuada, pero hacen parte de la fuente principal de alimento en la humanidad en especial las de países en desarrollo, los cuales tienen como fuente primordial alimentos ricos en carbohidratos, como un cereal. La carne, los huevos, la leche y los productos lácteos hacen parte de una alimentación de alto valor proteico de origen animal, que en general es un buen complemento de los alimentos vegetales con una fuente limitada de aminoácidos. Según FEDEGAN (2021) el consumo de proteínas de origen animal proviene de animales silvestres en un 20% total de la carne que se consume. Señala también, que la producción de carne en la actualidad está por encima de los 340 millones de toneladas el cual tuvo un incremento a nivel mundial en comparación con otros años. En Colombia, el consumo per cápita se encuentra en 17Kg de carne por persona al año.

Existen sustancias nocivas que según Moreno (2022) están presentes en las proteínas de los animales, esta situación impulso dietas que tienen el objeto de reducir o eliminar el consumo de carnes para cuidar la salud. En el tema de la producción de carnes de búfalo y bovinos, la normativa que rige el sistema de productos se establece en la resolución 072 de 2007, para el transporte, sanidad, sacrificio y comercialización.

Capítulo 2. Importancia en la Suplementación de minerales en la alimentación bovina.

Un nutriente fundamental en la alimentación de bovinos son los minerales, debido a su participación en la síntesis, la formación del desarrollo de tejidos y la estructura ósea. Además, de ser necesario para el proceso de transformación de la producción animal tales como: la piel, leche y carne. Los elementos químicos de los minerales tienen su importancia según los estudios que revelan sus funciones. Los cuales en el pasado eran considerados componentes de menor importancia. Sin embargo, en la actualidad son indispensables para el buen funcionamiento del organismo de los animales (Castillo, 2023).

En los rumiantes, según Álvarez (2001) los minerales son obtenidos de forrajes y puede ser variable su cantidad y calidad nutricional, por lo tanto, debe complementarse con las sales minerales en el suministro de la dieta, debido a que es necesario que exista un balance correcto de los porcentajes en macro y microminerales requeridos por los animales. En la figura 2, se observa la función de las sales minerales en los bovinos.

Figura 2

Funcionamiento de las sales minerales en los bovinos.



Nota. Elaboración propia, partiendo de Roncallo (2020)

Además, la otra función fundamental es el proceso de suplementación de los minerales cuando existen deficiencias en el suelo y los pastos, en ese caso, se administran sales minerales vigiladas por análisis técnicos, debido a que en ocasiones la subnutrición animal, puede afectar en gran medida su organismo. En torno a la ganadería bovina colombiana, la cual posee una gran cantidad de razas bovinas adaptadas a distintos terrenos y climas, históricamente se originó en la época colonial y en la actualidad es una fuente de renta económica para el campesinado, aportando un alimento con alta calidad biológica, trabajo y crecimiento financiera en la localidad donde se desarrolle el sector de la ganadería (Hurtado, et al., 2020).

Por lo anterior, el sector productivo de carne bovina colombiana, tiene un gran segmento clave en cuanto a: venta de ganado, mataderos industriales, comercio de animales y sus productos derivados, hasta el manejo de los procesos de la materia prima cárnica. Todo esto, contribuye al

abastecimiento nacional con una excelente distribución de carne bovina de excelente calidad (García, 2019).

Dentro de ese marco, la importancia de la producción ganadera, según Garmendia (2020). Donde la utilización de los forrajes dependerá fundamentalmente del buen mantenimiento, reproducción y producción en la obtención de nutrientes.

Figura 3

Bovinos que se alimentan dentro de los corrales.



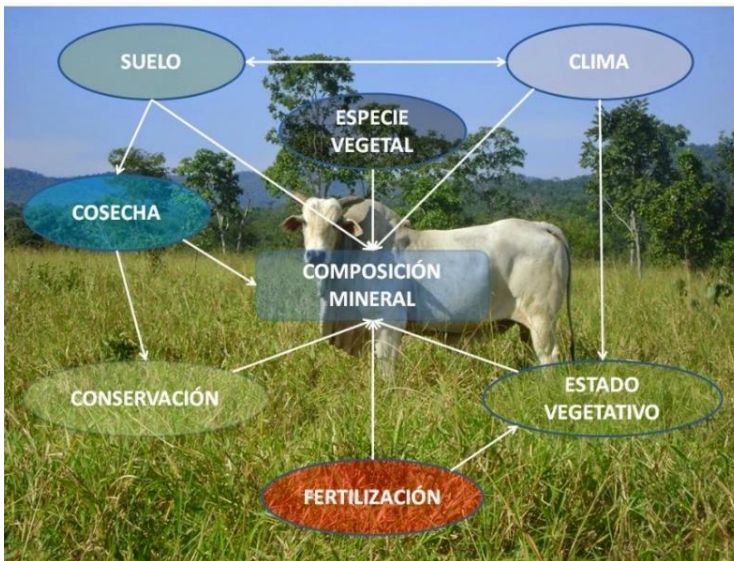
Nota. Tomado de Juan G. (2014)

Cabe mencionar que el proceso productivo de los bovinos está basado en la utilidad máxima de los recursos forrajeros, por lo tanto, se debe estudiar todos los factores que pueden afectar el contenido de nutrientes de los mismos. En la figura 3, se observa como el suelo, unido a la

fertilización y la especie vegetal son los factores más comunes que dañan la calidad de los minerales en las plantas.

Figura 4

Forraje y los factores de variación de nutrientes.



Nota. Tomado de Juan G. (2014)

En la figura 4, se describen los factores que influyen de dos maneras en las carencias de los minerales que se encuentran en el suelo y afectan a los forrajes. En primer lugar, se debe a la baja concentración de los elementos que se encuentran en los tejidos y el poco crecimiento de la planta. En segundo lugar, la inclusión del selenio, yodo y el cobalto que debe tener el suelo para la eficiencia del crecimiento vegetal es limitado, por lo tanto, no cumple con el requerimiento de los bovinos.

Capítulo 3. Clasificación de los minerales utilizados en los bovinos colombianos.

En el tema de los minerales, los bovinos requieren un balance adecuado del consumo de agua, las proteínas, vitaminas y la energía que influyen positivamente en su crecimiento, reproducción y producción de leche. Sin embargo, a pesar de las condiciones tropicales en Colombia, los pastos en algunas ocasiones no alcanzan a suministrar las concentraciones que requieren diferentes minerales fundamentales en este propósito de crianza bovina (Cuellar, 2021).

De acuerdo con Garmendia (2020) existen 15 minerales fundamentales para los bovinos que están divididos en mayores (macro) y las trazas que representan los (micros) minerales. Los primeros 7 minerales que incluye la dieta del animal los cuales necesitan mayor cantidad de consumo en gramos tales como: Calcio (Ca), sodio (Na), cloro (Cl), potasio (K), magnesio (Mg), azufre (S) y fosforo (P). El resto son constituidos por los Microminerales, como se observa en la tabla 1 y 2.

Importancia de los Macrominerales

Las deficiencias de los minerales en la dieta del bovino pueden causar diferentes patologías que deben ser atendidas con prioridad. Es por ello que son importantes en toda su estructura para la formación de los tejidos y los huesos. Además, son los componentes esenciales para los fluidos corporales. Por lo tanto, los Macrominerales mantienen el equilibrio de la presión osmótica de los animales, la transmisión nerviosa y el potencial eléctrico de todas las membranas (Cuellar, 2021).

Por su parte, el buen uso de las sales minerales debe estar sujeto al nivel de la sal en la mezcla de los mismos para el consumo de los bovinos. De esta forma, se controla la ingesta de dicha sal mineralizada. También, si existe bajo consumo de sales minerales se puede aumentar incluyendo el uso de la melaza.

Tabla 1

Características de los Macrominerales

Mineral	Descripción	Causas por deficiencias
Calcio (Ca)	Se considera que es el macromineral que abunda en el cuerpo de los bovinos en las estructuras de los dientes y huesos. También, es fundamental en las funciones de los intestinos, el corazón y los músculos.	Si el animal presenta descalcificación o raquitismo es por causa de la falta de calcio y puede ocasionar fracturas y debilidad ósea.
Fósforo (P)	Este mineral tiene grandes funciones en el metabolismo y se asocia con el calcio y se pueden encontrar en las estructuras óseas del bovino.	Esta deficiencia de fosforo en los bovinos impacta su crecimiento, apetito y la productividad, además de los problemas óseos.
Potasio (K)	Se incluye como el tercer mineral importante en los bovinos al tener abundancia en la carga positiva en sus iones que benefician a las células, las cuales generan energía.	Puede ocasionar problemas musculares como la tetania o debilidad y mal habito en la alimentación.
Magnesio (Mg)	Guarda una estrecha relación con el fosforo y el calcio. Tiene un gran porcentaje estimado en 70% en los huesos y el resto en los tejidos blandos.	Las deficiencias causan convulsiones o incoordinación de los animales, es decir, problemas neuromusculares agudos.
Azufre (S)	Es importante para la formación de las proteínas en las moléculas, como los aminoácidos y vitaminas, los cuales forman	Pueden ocurrir trastornos en la composición de las proteínas, afectando el rendimiento

Sodio (Na)	el principio de la producción animal. Se conoce como la sal de la cocina, útil en	productivo. El exceso puede ocasionar
Cloro (Cl)	la nutrición animal debido a que se mezcla en la ingesta. Además, este mineral puede regular en la célula o el cuerpo los niveles de agua para cada proceso orgánico.	Intoxicación por sal.

Nota. Modificado de (Cuellar, 2021).

Microminerales en la nutrición de bovinos

Estos elementos se encuentran en menor cantidad en el organismo de los animales, sin embargo, cumplen con una importante función fisiológica en los procesos básicos de vida. En la tabla 2 se describen sus características.

Tabla 2

Características de los Microminerales

Mineral	Descripción	Causas por deficiencias
Cobre (Cu)	Es un mineral compuesto por varias enzimas, las cuales realizan el proceso de oxido reducción en el citocromo oxidasa o la dismutasa que es un superóxido.	Su deficiencia puede ocasionar mal funcionamiento de las células en sangre, formación de los nervios y los huesos, además de daños en la pigmentación de la piel.
Cobalto (x)	Es el componente de la vitamina B12, esencial para formar las células rojas en sangre y las nerviosas.	Una rara deficiencia es que las bacterias a nivel ruminal producen la vitamina B12.
Yodo (x)	Este mineral forma las hormonas	Puede ocasionar aumento de la

	tiroidiales t4 y t3. Ideales para el desarrollo del metabolismo del bovino.	glándula (bocio) y alteraciones en los procesos metabólicos.
Selenio (x)	Se encarga de proteger los tejidos y membranas del estrés oxidativo y es fundamental para absorber la vitamina e.	
Hierro (Fe)	Es esencial para la respiración, este transporta a la célula sanguínea los gases respiratorios y tiene gran cantidad de enzimas.	Daños en el proceso sanguíneo, debilidad, anemia y rendimiento productivo.
Zinc (x)	Participan activamente en el proceso metabólico de los carbohidratos, lípidos y las proteínas. El manganeso también es importante en la formación de huesos y las células sanguíneas.	Puede afectar la inmunología del rumiante y su reproducción.
Manganeso (x)		
Cromo (x)	Favorece en la tolerancia de la glucosa (GTF) importante en el proceso de energía en la célula.	

Nota. Modificado de (Cuellar, 2021).

Profundizando aún más en el tema de los minerales y los requerimientos para la ingesta nutricional de los bovinos, en la tabla 3 se observan la cantidad en porcentajes.

Tabla 3

Requerimientos de los minerales para ganado de carne.

Mineral	Crecimiento y Ceba	Vacas Gestación	Inicio lactancia	Máximo Limite Tolerable	Impacto
Sodio %	0.07	0.07	0.10	4.0	Prod. leche
Cloro %	.....	.....	.....	4.0	Prod. leche
Magnesio %	0.10	0.12	0.20	0.40	Crecimiento
Potasio %	0.60	0.60	0.70	3.0	Reproducción

Azufre %	0.15	0.15	0.15	0.40	Crecimiento
Cobalto ppm	0.10	0.10	0.10	10.0	Crecimiento
Cobre ppm	10	10	10	100	Crecimiento
Hierro ppm	50	50	50	1000	Crecimiento
Molibdeno	.....	.....	.....		
ppm				6	Crecimiento
Manganeso	20	40	40	1000	Reproducción
ppm					
Selenio ppm	0.10	0.10	0.10	2.0	Inmunidad
Yodo ppm	0.50	0.50	0.50	50.0	Prod. Leche
Zinc ppm	30	30	30	500	Inmunidad

Nota. Modificado de Portilla (2021)

Recomendaciones para el uso de las sales minerales

La ingesta diaria de sales mineralizadas va a depender de la edad y el peso del bovino, su estado fisiológico, la calidad del potrero, la época del año. Es importante, tener cuidado a mezclar la sal con los minerales por el riesgo potencial de riesgo por toxicidad. En la tabla 4, se muestra la concentración máxima de minerales en el agua.

Tabla 4

Niveles máximos recomendados de minerales en el agua de bebida para bovinos

Mineral	Máximo nivel recomendado (mg/L)
Aluminio	5.0
Arsénico	0.05
Bario	1.0
Boro	5.0

Cadmio	0.01
Calcio	1000
Cloro	1000
Cromo	0.05
Cobalto	1.0
Cianuro	0.2
Dureza (CaCo ₃)	2000
Fluor	1.2
Hierro	0.4
Plomo	0.05
Magnesio	1000
Manganeso	0.05
Nitratos	40
Sulfatos (SO ₂)	500
Yodo	1.0

Nota.: Modificado de Portilla (2021)

También, debe existir un saladero por mínimo cada 30 rumiantes, protegidos con una tapa para la lluvia o el sol. Este debe tener además fácil acceso y estar ubicado cerca a una fuente de agua. Los saladeros deben tener sal siempre y ser revisados al menos 3 veces por semanas y mantenerlos en un buen estado de limpieza seco y fresco. Los recipientes pueden ser de madera, fibra de vidrio o plástico, también en concreto, aunque no puedan ser removidos para traslados.

Tabla 5

Fuentes minerales recomendadas para ganado de carne

Mineral	Fuente inorgánica	Fuente orgánica
S	Flor de azufre	.....
Ca	Carbonato de Ca	.....
Co	Carbonato de Co	Glucosheptano de Co
	Sulfato de Co	.....

Cu	Sulfato de Cu	Complejo Cu AA Cobre polisacárido Proteinato de Cu
	Cianuro de Cu tribásico	
P	Fosfato cicalcico	.....
	Fosfato monocálcico	
Fe	Sulfato ferroso heptahidratado	Complejo Fe AA Fe polisacárido
Mg	Sulfato de Mg	Mg polisacárido
Mn	Oxido de Mg	Complejo Mn AA Mn metionina Mn polisacárido Mn Proteinato
	Sulfato de Mn	
	Oxido de Zn	

Nota: Modificado de Portilla (2021)

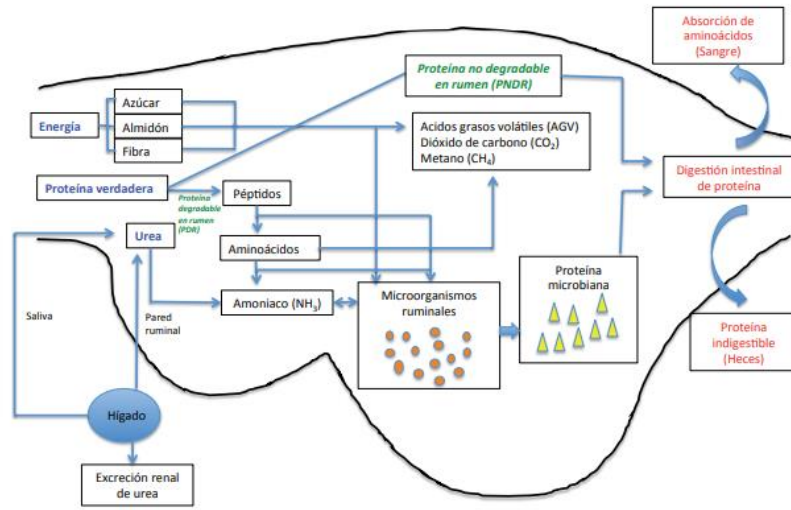
Capítulo 4. Estrategias de suplementación mineral para optimizar la producción bovina.

La dieta de los rumiantes debe ser balanceada con el objeto de promover un desempeño productivo eficiente. Cabe señalar, que, en el trópico, las gramíneas por lo general carecen de algunos minerales y tienen un bajo contenido de fosforo, vitaminas, proteínas y energía, esto ocurre en periodo seco. Llama la atención, otro nutriente en el pastoreo es la proteína degradable en rumen, destacando que la deficiencia de esta puede afectar el proceso digestivo por falta de los compuestos tales como: péptidos, aminoácidos o amonio (Posada, et al., 2016).

Por otro lado, para disminuir la actividad fermentativa según Salamanca (2010) se requieren los elementos microbianos, para controlar la digestión y la pared celular por el rumen. Asimismo, el déficit proteico se puede corregir con proteína verdadera y nitrógeno no proteico, aunque, se debe tomar en cuenta a las bacterias celulolíticas que necesitan factores isoácidos que se generan en la desanimación rumial con al menos un 25% de nitrógeno como proteína verdadera.

Figura 5

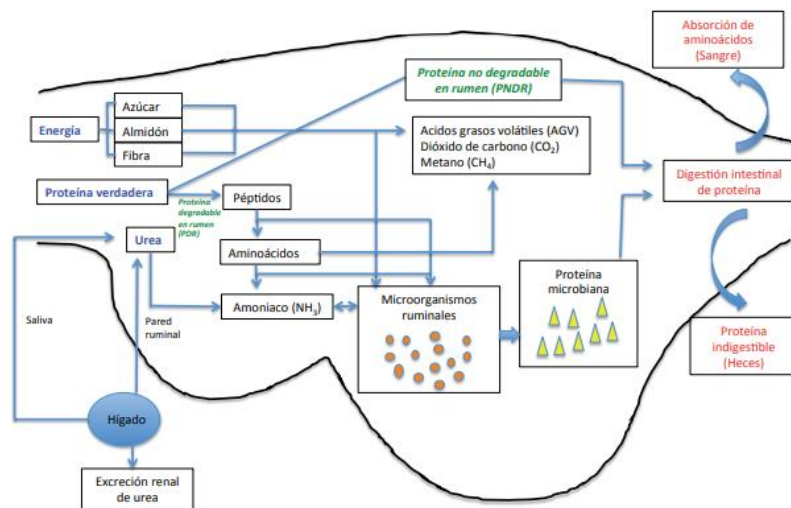
Síntesis de proteína microbiana a partir del aporte de proteína y energía a nivel rumina



Nota. Posada, S. (2016).

Figura 6

Síntesis de proteína microbiana a partir del aporte de proteína y energía a nivel ruminal



Nota. Posada, S. (2016).

Forrajes tropicales y las sales minerales

Las concentraciones en los forrajes tropicales son altas en un 9-10% sin embargo, son insolubles y de lenta disposición para los microorganismos rúmiales. Por lo tanto, para aumentar el desempeño es necesaria la ingesta de suplementos proteicos con el forraje que tiene una ventaja para la síntesis del tracto posterior. Se indica así mismo, que el déficit de los minerales o su inadecuada porción en la ingesta del bovino puede causar afectaciones en la actividad microbiana.

Los requerimientos minerales dependen del tipo y nivel de producción, edad, raza, entre otros. En el ecosistema ruminal, los minerales contribuyen con la presión osmótica, capacidad tampón y tasa de dilución, mecanismos importantes para mantener dentro de límites fisiológicos la fermentación ruminal. Los minerales son esenciales para la sobrevivencia y crecimiento de la población microbiana a través de funciones estructurales y bioquímicas.

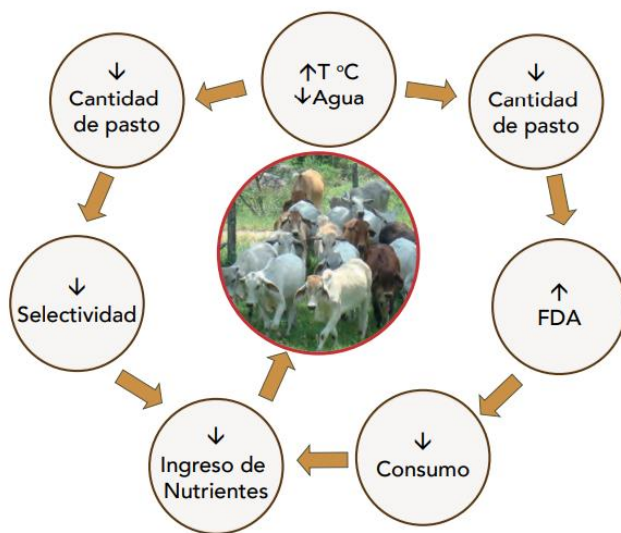
El Fosforo (P) es constituyente de nucleótidos, coenzimas, ácidos teicoicos y fosfolípidos. El S participa en la síntesis de aminoácidos azufrados (metionina y cistina, necesarios para la síntesis de proteína microbiana), vitaminas (biotina y tiamina) y coenzimas. El Mg mejora la actividad celulolítica y activa enzimas bacterianas (fosfohidrolasas, fosfotransferasas) y rutas bioquímicas involucradas en la producción de energía (ATP).

Expresa por su parte, Sandoval (2020) que las consecuencias del periodo de sequía son muy negativas. En primer lugar, se disminuye el agua en los pastos afectando la rapidez del crecimiento.

En segundo lugar, para lograr un forraje verde en mayores cantidades debemos aplicar fertilizante de origen animal con aminoácidos ya que esto hace que en el tiempo de descanso del potrero mejoren su crecimiento y esté disponible para la introducción del ganado nuevamente, con un pasto de mejor calidad la calidad nutricional como se puede observar en la figura 7.

Figura 7

Problemática nutricional del ganado de carne durante la época seca.



Nota. Agriculturawiki. (s. f.).

Mejorando la calidad de los pastos para obtener un crecimiento óptimo y una maduración, adecuada evitaremos, el desequilibrio de los minerales ocasiona una baja reproducción, productividad y salud en el ganado. Por lo tanto, se recomienda utilizar sales mineralizadas con una mezcla de cloruro de sodio (NaCl, sal común), Ca, P y otros minerales; el segundo está compuesto por Ca, P y

otros minerales, con excepción de NaCl; y la tercera es una mezcla uniforme de uno o más minerales, con un diluyente y/o vehículo (utilizado para facilitar la dispersión uniforme de los minerales) (Salamanca, 2010).

Finalmente, se puede indicar que la alta temperatura y baja disposición del agua disminuye la producción y calidad de los pastos. Las consecuencias se reflejan en las deficiencias nutricionales y bajo índice zootécnico. En ese sentido, para competir y producir en el sector de la ganadería se deben implementar estrategias y herramientas que aminoren los problemas de nutrición bovina en la época seca.

Capítulo 5: Innovaciones en el monitoreo nutricional para prevenir deficiencias minerales en bovinos.

En el momento, los estudios para el monitoreo tecnológico se centran en medir principalmente algunos parámetros como la frecuencia cardíaca y la presión. En su artículo, presento una técnica quirúrgica para implantar de manera totalmente inalámbrica un dispositivo de bio-telemetría en terneros bovinos que permite medir el oxígeno en vena, así como la salida del ventrículo derecho y el electrocardiograma (Pava,2023). Con el monitoreo tecnológico se tienen los datos de Movimiento temperatura rumia y ubicación ver figura 8.

Figura 8

Equipo GPS para monitorear el Ganado.



Nota. Posada Ochoa, et al, (2016)

Con la telemetría según García y colaboradores, (2021) se ha estudiado como afecta el estrés a los bovinos en los momentos previos al sacrificio como en el cargue y descargue y algunos factores como la escasez de agua y alimento durante el movimiento y espera en el potrero en condiciones de aglomeración y al aire libre.

Reducción del pastoreo tradicional

En este caso un ganado inteligente es monitoreado por dispositivos con sensores las 24 horas del día, los 7 días de la semana, que además crea alertas e informes de la condición de cada cabeza de ganado, por lo que la intervención de una persona solo se requiere en situaciones específicas (García, et al., 2021).

Mayor calidad de productos

Al analizar el comportamiento del ganado se puede detectar cuando están enfermos o no están comiendo lo suficiente para cumplir con el peso adecuado para la producción, por lo mismo permite tomar medidas de corrección con un médico veterinario.

Bienestar del Ganado

Debido a los detalles que ofrece la tecnología del ganado conectado es posible conocer el estado actual de cada vaca, por lo cual el cuidado se vuelve más exhaustivo y

definido. Para Pava, (2023), el empleo de sensores en la ganadería transforma radicalmente la forma en que los criadores manejan sus producciones y cuidan a los animales. Estos dispositivos, que abarcan desde etiquetas electrónicas simples hasta tecnologías más avanzadas como collares o implantes, desempeñan un papel crucial en la recopilación de datos sobre el ganado y su entorno.

Según Prieto (2021), uno de los beneficios más significativos radica en el monitoreo constante de la salud del ganado, debido a que los sensores pueden medir la temperatura del cuerpo, el ritmo cardíaco y la actividad física de los animales, lo que permite a los productores detectar signos tempranos de enfermedad o estrés y tomar medidas preventivas de manera oportuna. Se espera que la tecnología haga un gran avance en la gestión del ganado al transmitir información biológica del ganado e información ambiental obtenida por sensores a granjeros lejos de la granja a través de la nube; Esto ayudará a aumentar la eficiencia del ganado y reducir los costos de producción (Prieto, 2021).

Conclusión

La eficiencia de los minerales es una de las partes más controversiales en la ganadería al ser el consumo de estos son muy importantes para tener animales en condiciones óptimas de ser aprovechados en la industria cárnica colombiana aumentando el consumo a gran escala de carne, por esto se busca mejorar las condiciones alimenticias de los bovinos para así producir en mayor eficiencia y mayor valor proteico.

La suplementación mineral en bovinos constituye una herramienta estratégica para mejorar la eficiencia productiva, especialmente en pequeños productores, ya que favorece una mejor conversión de nutrientes, incrementa las ganancias de peso, mejora la fertilidad y fortalece la sanidad animal. Su implementación, mediante el acceso a sales mineralizadas ofrecidas por empresas distribuidoras adaptadas a las condiciones de cada región, permite al productor optimizar el aprovechamiento de los forrajes disponibles y reducir pérdidas económicas asociadas a deficiencias nutricionales. De esta manera, la integración entre pequeños ganaderos y las redes de distribución de suplementos minerales no solo fortalece la productividad individual, sino que contribuye al desarrollo sostenible de la ganadería en el país.

El uso de sales y premezclas minerales en la alimentación bovina permite optimizar el aprovechamiento de las materias primas, favoreciendo una conversión más eficiente de los nutrientes y la obtención de productos de mayor calidad, como una carne más magra y leche con mejores características nutricionales. La adecuada suplementación de macro y microminerales esenciales tales como calcio, fósforo, magnesio, cobre, zinc y selenio que contribuye



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88
atencionalciudadano@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

directamente al incremento en la ganancia de peso, a la mejora en la producción láctea y a la salud general del hato. Estas prácticas no solo incrementan la productividad, sino que también se consolidan como estrategias clave para alcanzar sistemas ganaderos más resilientes frente a los cambios climáticos y las variaciones estacionales, garantizando una producción sostenible y de alto rendimiento.

Las estrategias de suplementación y manejo en la ganadería se consolidan cada vez más con el apoyo de tecnologías innovadoras orientadas a prevenir y corregir deficiencias metabólicas y minerales, lo cual fortalece la eficiencia productiva y la sostenibilidad del sistema. La implementación de estas herramientas, en conjunto con una adecuada alimentación bovina, permite alcanzar una producción más estable y eficiente sin que ello implique un incremento considerable en los costos, favoreciendo la rentabilidad de las explotaciones y el aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles.



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88
atencionalciudadano@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Referencias Bibliográficas

- [FAO] Food And Agriculture Organization. 2016. Manual de Buenas Prácticas de Ganadería Bovina para la Agricultura Familiar.
<https://www.fao.org/4/i3055s/i3055s.pdf>
- [FAO] Food And Agriculture Organization. 2020. Producción y productos lácteos: Composición de la leche. <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/milk-composition/es>
- Acedo, J. González, R. (s.f). Utilización de aditivos en piensos para rumiantes: minerales forma orgánica, levaduras, enzimas, ionóforos y otros. XIV curso de especialización avances en nutrición y alimentación animal. disponible en:
www.montanba.com.ar/download/37081/utideavi.pdf.
- Álvarez, J. (2001). Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. Editorial Universidad de Antioquia; Medellín, Colombia: 2001.
https://descubridor.banrepcultural.org/discovery/fulldisplay/alma991005839319707486/57BDLRDC_INST:57BDLRDC_INST
- Agriculturawiki. (s. f.). *¿Cuánto ganado se recomienda por hectárea?: Optimiza producción, ganado recomendado por hectárea*. Recuperado de <https://agriculturawiki.com/cuanto-ganado-se-recomienda-por-hectarea-optimiza-produccion-ganado-recomendado-por-hectarea/>
- Castillo, Mayerlis (2023). Algunas sales y suplementos minerales de fuentes orgánicas e inorgánicas disponibles en panamá y el efecto de dos de ellas sobre la actividad ovárica de hembras bovinas. Trabajo de grado. Universidad de Panamá. Disponible en: https://up-rid.up.ac.pa/6860/1/maryelis_castillo.pdf
- Coria, M. (2020). Nutrición mineral en ganadería. Gob.ar. Argentina. [en línea consultado el 18 de ene. del 2025].
https://inta.gob.ar/sites/default/files/nutricion_mineral_en_ganaderia.pdf
- Cuellar, Jerson. (2021). Importancia de los minerales en la nutrición animal. Documento en línea. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-de-los-minerales-en-la-nutricion-animal/>



FAO [en línea consultado el 12 de ene del 2025]. <http://www.fao.org/3/i3055s/i3055s.pdf>

FAO [en línea consultado el 18 de ene. del 2025]. <http://www.fao.org/dairyproduction-products/products/composicion-de-la-leche/es/>

FEDEGÁN. Consumo aparente per cápita de carne. 2021.

<https://www.fedegan.org.co/estadisticas/consumo-0>

García Serrano, M.(2019). Simulación de planificación de acciones en vehículos aéreos no tripulados aplicados a la ganadería de precisión. Disponible

https://oa.upm.es/62815/1/TFG_MIGUEL_GARCIA_SERRANO.pdf

Garmendia, J. (2020). Los minerales en la reproducción bovina. En: X Congreso Venezolano de Zootecnia. UNELLEZ-Guanare, Venezuela. pp.177-178.

Huerta, J. (2021). Alternativas al manejo productivo agropecuario tradicional. Disponible en:

<https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2021/08/20121-Alvarez-Monografia-LAI.pdf>

Hurtado, A., Díaz, M. F., Enciso, K., y Burkart, S. (2020). La extensión rural para la actividad ganadera en Colombia: legislación, desarrollos, brechas y oportunidades. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/items/68ed4686-61fa-41a4-9a36-540a2b5f48c1>

Juan G. (2014, abril). Generalidades de la ganadería bovina [Blog]. Generalidades de la ganadería bovina. Recuperado de

<http://generalidadesdelaganaderiabovina.blogspot.com/2014/04/>

Lamela-López, Luis, Amechazurra-Rodríguez, Luis Ramón, Montejó-Sierra, Iván Lenin, García-Fernández, Diosnel, y Lay-Ramos, María Teresa. (2022). Producción de carne bovina a partir de pastos naturales y suplementación con concentrados de harina de plantas proteicas. *Pastos y Forrajes*, 45, .Epub 15 de abril de 2022. Recuperado en 04 de marzo de 2025, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942022000100005&lng=es&tlng=es

MINAG. Moringa oleífera para la producción de pienso criollo. La Habana: Ministerio de la Agricultura. <https://www.minag.gob.cu/node/3165>, 2021.

Mora-Maldonado LE, Maldonado-Santoyo M, Padilla-Rizo B, Estrada-Monje A, Sánchez-Olivares G, Segoviano-Garfias JJ. Reciclado de subproductos de origen animal:



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88
atencionalciudadano@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

- Composición y valor nutritivo del pelo bovino hidrolizado hidrotérmicamente. Revista de Ciencias Ambientales. 2020; 54(2):92-110. <http://dx.doi.org/10.15359/rca>.
- Moreno, G. (2022). Efectos negativos sobre el consumo de carne en humanos. Revisión bibliográfica de literatura. Trabajo de grado. Universidad Cooperativa De Colombia. Bucaramanga. <https://repository.ucc.edu.co/bitstreams/09fc03f3-316b-49b2-b8c4-66c488704625/download>
- Norato, J. y Araúz E. (2020). Influencia de la bioestimulación hematopoyética mineral (fe, cu y co) y vitamínica (b1, b12) sobre el perfil sanguíneo postpartal en vacas holstein en lactación. Investigaciones Agropecuarias. 2020; 3(1). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9454125>
- Orta RAL. Proteína animal la importancia de su consumo. BMed [Internet]. 2021; Available from: <https://bmeditores.mx/entorno-pecuario/proteina-animal-la-importancia-de-su-consumo> <https://bmeditores.mx/entorno-pecuario/proteina-animal-la-importancia-de-su-consumo/>
- PavaSánchez,I.F.(2023). Monitoreo paragránjainteligente: simulaciónyanálisisdeuso desensoresiot para elsector agrícola yGanadero. Disponible en:<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/53530>
- Portilla D, Elmer Camilo, Reyes B, Bernardo José, Cardona-Álvarez, José Alberto, y Monter-Vergara, Donicer. (2021). Relación calcio, fosforo, magnesio y selenio sobre la reproducción en vacas lecheras durante el periodo de transición. Revista colombiana de ciencia animal recia, 13(2), 72-79. EpubFebruary 15, 2023.<https://doi.org/10.24188/recia.v13.n2.2021.889>
- Posada, et al., (2016). Mezclas minerales múltiples para la alimentación de bovinos. Universidad de Antioquia. Disponible en: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/36388/1/PosadaSandra_2016_MezclaMineralesBovinos.pdf
- Posada, S. (2016). Mezcla minerales bovinos [Informe técnico]. Universidad de Antioquia. Recuperado de



SC-CER102673



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88
atencionalciudadano@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/36388/1/PosadaSandra_2016_MezclasMineralesBovinos.pdf

Posada Ochoa, S. L., Escobar Restrepo, C. S., & Rosero Noguera, R. (2016). *Mezclas minerales múltiples para la alimentación de bovinos: aplicación y formulación*.

Fondo Editorial Biogénesis, Universidad de Antioquia. Recuperado de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/view/325351/0>

Prieto Ferrer, M. Á.(2021).Instrumentación inteligente no invasiva para procesos en ganadería y agricultura. Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/126793>

Realini CE, Ares G, Antúnez L, Brito G, Luzardo S, del Campo M, et al. Meat insights: Uruguayan consumers' mental associations and motives underlying consumption changes. MeatSci. 2022;192(March). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35820292/>

Roncillo-Fandiño, B. A.; Soca-Pérez, Mildrey& Ojeda-García, F. Comportamiento productivo de bovinos machos en desarrollo en dos explotaciones ganaderas del valle del Cesar en Colombia. Pastos y Forrajes. 43 (3):220-228.

<https://www.redalyc.org/journal/2691/269165823006/html/>

Salamanca A. Suplementación de minerales en la producción bovina. Revista electrónica de veterinaria 2010; 11 (9) [en línea] [fecha de acceso 9 de marzo de 2015]. URL disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63615732008.pdf>

Sánchez, J. (2007). Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. *XI Seminario de Pastos y Forrajes en sistemas de producción animal*. Barquisimeto, Venezuela, 1-24. Obtenido de:

http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-2.pdf

Sandoval-Pelcastre, A. A.; Ramírez-Mella, M.; Rodríguez-Ávila, N. L. y Candelaria-Martínez, B. Árboles y arbustos tropicales con potencial para disminuir la producción de metano en rumiantes. Trop. Subtrop. Agroecosyst. 23:33.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662020000100129

Tolentin, et al., (2021). Abordagens hematológicas e bioquímicas clínicas de fêmeas Nelore na nova fronteira agrícola brasileira. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 2021; 73:791-798. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12319>



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88
atencionalciudadano@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Willer, H., Schlatter, B., Trávníček, J. Kemper, L. y Lernoud, L. (Eds.) (2020). The World of Organic Agriculture - Statistics & Emerging Trends (2020). Frick, Switzerland: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) y IFOAM - Organics International. Retrieved from: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/5011-organic-world-2020.pdf>

Ylla Carbonell, (2023). Implementación de tecnologías de ganadería de precisión en explotaciones ganaderas de producción extensiva de porcino y bovino. Citado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/197942>



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88
atencionalciudadano@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co