UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICAFACULTAD

CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

RELACIÓN MINERAL EN EL SUELO-PASTO-ANIMAL EN UNA FINCA DE PRODUCCIÓN GANADERA BOVINA DE LECHE.

AUTOR(ES):

QUILO ARAQUE KATHERIN EDITH

PAREDES ARMIJO MERCY ANABEL

DOCENTE - TUTOR:

Dra. M.V. MARÍA ISABEL VIAMONTE GARCÉS, PhD

PUYO-PASTAZA-ECUADOR

2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Cumple con los criterios.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Cumple con los criterios.
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	18/20	Se evidencia una mejora sustancial en la redacción, sin embargo, aún persiste la mala utilización del punto.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Cumple con los criterios.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	14/15	Cumple con los criterios.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	24/25	Cumple con los criterios.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Cumple con los criterios.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Cumple con los criterios
VALORACIÓN TOTAL	96	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	96

Atentamente,

PABLO ERNEST OARIAS

Firmado digitalmentepor PABLO ERNESTO ARIAS
Fecha: 2022.08.14 21:47:51 -05'00'

……

Dado en la ciudad de Puyo, a los 14 días del mes de agosto de 2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO: Relación de minerales en el suelo-pasto-animal en una finca de producción ganadera bovina de leche.		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	El título es preciso y ofrece una idea clara acerca de lo que significa el trabajo, sugierela lectura a interesados en el tema.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	El resumen refleja la situación de interés que se propone investigar, cómo hacerlo yque se obtuvo.
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	La introducción describe claramente la temática de investigación y la situación aresolver describiendo acertadamente el propósito.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	La fundamentación teórica está bien desarrollada. Se atendieron los señalamientos realizados en la primerarevisión.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	La metodología describe con claridad el tipo de investigación, como se procesó la información y los criterios de análisis. Se atendieron los señalamientos realizados enla primera revisión.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	25/25	Los resultados y discusión, están bien, secorresponden con el lo declarado en el objetivo del artículo. El análisis de los datos obtenidos es exhaustivo.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Las conclusiones están bien estructuradas.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	La bibliografía se utiliza adecuadamente.
VALORACIÓN TOTAL	100	El documento está bien concebido ydescrito en cada una de sus partes.

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	100

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
DAGOBERTO ACOSTA IGLESIAS

Dr. Dagoberto Acosta Iglesias. PhD.
Nombre y apellido completo del docente PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 11 días del mes de agosto de 2022.

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Puyo, 04/08/2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: **Quilo Araque Katherin Edith**, con C.I. **1727857060** con el Tema: "**Relación de minerales en el suelo-pasto-animal en una finca de producción ganadera bovina de leche**", de la carrera de Agropecuaria. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, María Isabel Viamonte Garcés, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del **6 %**, Informe generado con fecha 03 de agosto del año 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MARIA ISABEL VIAMONTE GARCES

Dra. M.V. María Isabel Viamonte Garcés, PhD
Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	Relación Suelo-planta-animal.doc (D142640149)
Submitted	2022-08-03 22:17:00
Submitted by	
Submitter email	mviamonte@uea.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	mviamonte.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Efecto de un flushing energético-mineral para aumentar la tasa de fecundidad en va cas Brown swiss x Bos indicus..docx** Document Efecto de un flushing energético-mineral para aumentar la tasa de fecundidad en va cas Brown swiss x Bos indicus..docx (D46545478) Submitted by: jmoyano@uea.edu.ec Receiver: jmoyano.uea@analysis.urkund.com	1
SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Análisis perspectivo del comportamiento de peso vivo en terneros lecheros mestizos en pastoreo rotacional con asoc iación de pastos y suplementación proteica -URKUND.docx** Document Análisis perspectivo del comportamiento de peso vivo en terneros lecheros mestizos en pastoreo rotacional con asoc iación de pastos y suplementación proteica -URKUND.docx (D78097836) Submitted by: mviamonte@uea.edu.ec Receiver: pmaerez.uea@analysis.urkund.com	1
W	URL: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952008000200005 Fetched: 2022-01-06 15:32:07	1
W	URL: https://www.redalyc.org/pdf/1930/193032133006.pdf Fetched: 2022 05-07 23:00:53	2
SA	**DOC URKUND-ODALYS.docx** Document DOC URKUND-ODALYS.docx (D113220890)	5
SA	**Remache - Manejo nutricional en vacas gestantes con deficiencia de magnesio..docx** Document Remache - Manejo nutricional en vacas gestantes con deficiencia de magnesio..docx (D135722490)	1
SA	**NAA_Zoot_A (Ciclo 1 - PA 2021-2022)- INDIQUE Y EXPLIQUE AL MENOS 3 INTERACCIONES (ANTAGONISMOS Y SINERGISMOS) EXISTENTES ENTRE LOS MINERALES, Y SU IMPACTO EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL (EXPRESAR SUS GRUPO H.docx** Document NAA_Zoot_A (Ciclo 1 - PA 2021-2022)- INDIQUE Y EXPLIQUE AL MENOS 3 INTERACCIONES (ANTAGONISMOS Y SINERGISMOS) EXISTENTES ENTRE LOS MINERALES, Y SU IMPACTO EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL (EXPRESAR SUS-----GRUPO H.docx (D110653887)	1

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Puyo, 04/08/2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: **Paredes Armijo Mercy Anabel,** con C.I. **1600801987** con el Tema: "**Relación de minerales en el suelo-pasto-animal en una finca de producción ganadera bovina de leche**", de la carrera de Agropecuaria. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, María Isabel Viamonte Garcés, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del **6 %**, Informe generado con fecha 03 de agosto del año 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MARIA ISABEL VIAMONTE GARCES

Dra. M.V. María Isabel Viamonte Garcés, PhD
Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	Relación Suelo-planta-animal.doc (D142640149)
Submitted	2022-08-03 22:17:00
Submitted by	
Submitter email	mviamonte@uea.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	mviamonte.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Efecto de un flushing energético-mineral para aumentar la tasa de fecundidad en va cas Brown swiss x Bos indicus..docx** Document Efecto de un flushing energético-mineral para aumentar la tasa de fecundidad en va cas Brown swiss x Bos indicus..docx (D46545478) Submitted by: jmoyano@uea.edu.ec Receiver: jmoyano.uea@analysis.urkund.com	1
SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Análisis perspectivo del comportamiento de peso vivo en terneros lecheros mestizos en pastoreo rotacional con asoc iación de pastos y suplementación proteica -URKUND.docx** Document Análisis perspectivo del comportamiento de peso vivo en terneros lecheros mestizos en pastoreo rotacional con asoc iación de pastos y suplementación proteica -URKUND.docx (D78097836) Submitted by: mviamonte@uea.edu.ec Receiver: pmaerez.uea@analysis.urkund.com	1
W	URL: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952008000200005 Fetched: 2022-01-06 15:32:07	1
W	URL: https://www.redalyc.org/pdf/1930/193032133006.pdf Fetched: 2022 05-07 23:00:53	2
SA	**DOC URKUND-ODALYS.docx** Document DOC URKUND-ODALYS.docx (D113220890)	5
SA	**Remache - Manejo nutricional en vacas gestantes con deficiencia de magnesio..docx** Document Remache - Manejo nutricional en vacas gestantes con deficiencia de magnesio..docx (D135722490)	1
SA	**NAA_Zoot_A (Ciclo 1 - PA 2021-2022)- INDIQUE Y EXPLIQUE AL MENOS 3 INTERACCIONES (ANTAGONISMOS Y SINERGISMOS) EXISTENTES ENTRE LOS MINERALES, Y SU IMPACTO EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL (EXPRESAR SUS GRUPO H.docx** Document NAA_Zoot_A (Ciclo 1 - PA 2021-2022)- INDIQUE Y EXPLIQUE AL MENOS 3 INTERACCIONES (ANTAGONISMOS Y SINERGISMOS) EXISTENTES ENTRE LOS MINERALES, Y SU IMPACTO EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL (EXPRESAR SUS-----GRUPO H.docx (D110653887)	1

Relación de minerales en el suelo-pasto-animal en una finca de producción ganadera bovina de leche.

Quilo Araque Katherin Edith [1]
agp2017123@uea.edu.ec

Paredes Armijo Mercy Anabel [1]
agp2017072@uea.edu.ec

María Isabel Viamonte Garcés, PhD[1]
mviamonte@uea.edu.ec

[1]**Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

Resumen

La producción ganadera de leche en el Ecuador es uno de los rubros más importantes en la economía, sin embargo, la rentabilidad de los hatos lecheros es baja, debido a la escasa producción de los animales producto fundamentalmente por deficiencias nutricionales. Está investigación se realizó en un rebaño de hembras lecheras pertenecientes al Centro de Experimentación e Investigación de Producciones Amazónicas, con el objetivo de estudiar la relación nutricional mineral suelo-pasto-animal, para ello se recolectaron muestras del suelo y pasto donde rotaban los animales, así como muestras de suero sanguíneo para determinar los macrominerales Mg, Na y potasio. Para analizar los resultados se realizó una estadística descriptiva en cada proceso y posteriormente un análisis de correlación entre los contenidos de nutrientes entre el suelo-pasto-animal. El análisis en el suelo reflejó altos niveles de Mg y K, bajos en contenidos de Na, propio de los suelos ácidos de la amazonia ecuatoriana; el pasto con niveles similares en los mismos nutrientes a los del suelo, sin embargo, en el suero sanguíneo se apreció altos niveles de Mg y normales en el Na, ligeramente bajo los de K, de acuerdo con los requerimientos para las hembras lecheras. Hubo una correlación altamente positiva entre los nutrientes del suelo-planta de los minerales estudiados, mientras la correlación planta-animal no fue negativa y no significativa. Se concluye que parece indicar las altas concentraciones de Mg en el suelo-planta pueden estar interfiriendo en la absorción del Na y K, además otros nutrientes no estudiados en esta investigación, que impiden el correcto desempeño productivo de las hembras lecheras.

Palabras Clave: vaca, magnesio, sodio, potasio, suero sanguíneo.

Abstract

Livestock production of milk in Ecuador is one of the most important items in the economy, however, the profitability of dairy herds is low, due to the low production of animals, mainly due to nutritional deficiencies. This research was carried out in a herd of dairy females belonging to the Center for Experimentation and Research of Amazonian Productions, with the aim of studying the soil-grass-animal mineral nutritional relationship, for which soil and grass samples were collected where the animals rotated, as well as blood serum samples to determine the macro minerals Mg, Na and potassium. To analyze the results, a descriptive statistic was carried out in each process and subsequently a correlation analysis between the nutrient contents between the soil-grass-animal. The soil analysis reflected high levels of Mg and K, low in Na content, typical of the acid soils of the Ecuadorian Amazon; the grass with similar levels of the same nutrients to those of the soil, however, high levels of Mg and normal levels of Na were observed in the blood serum, slightly lower than those of K, according to the requirements for dairy females. There was a highly positive correlation between plant-soil nutrients and the studied minerals, while the plant-animal correlation was not negative and not significant. It is concluded that it seems to indicate the high concentrations of Mg in the soil-plant may be interfering with the absorption of Na and K, as well as other nutrients not studied in this research, which prevent the correct productive performance of dairy females.

Keywords: cow, magnesium, sodium, potassium, blood serum.

1. INTRODUCCIÓN

La producción lechera en el Ecuador es uno de los rubros mas importantes en la economía del país ya que el 98,7 % de leche consumida es producida a nivel nacional, por lo tanto, aporta a la seguridad alimentaria. INEC (2017). En la región amazónica el 82% es dedicada a la producción agropecuaria de pastizales, el cual demuestra que la ganadería es importante en la economía campesina. El 8% de la producción lechera del Ecuador se encuentra en la amazonia (Quinteros & Marini, 2017).

Las limitaciones climáticas y la deficiencia de nutrientes en el suelo de las regiones tropicales no suplen los requerimientos minerales de los animales y pastos en la producción de carne y leche, varios factores como el suelo, la composición botánica, el estado vegetativo de las plantas, condiciones climáticas, utilización y manejo de las

pasturas afectan a la producción bovina. La escasa disponibilidad de estos nutrientes en el suelo afecta directamente a la producción de pasto y como consecuencia tenemos el bajo crecimiento de la planta. Por esta razón la mayoría de los ganaderos buscan cubrir los requerimientos nutricionales de los pastos y animales (Crespo, 2018).

La falta de los minerales en la dieta bovina ha sido un inconveniente productivo, esta carencia también se da en los suelos y se manifiesta en el valor nutritivo de los pastos como consecuencia tenemos la baja productividad en leche, carne y los problemas de reproducción en las novillas y vacas en producción. Las escaseces de estos también se manifiestan con fracturas en los hatos de producción. Salamanca (2010), cuando no existe una deficiencia de minerales se manifiesta con mejores ganancias de peso, aumento en la producción de leche y mejores índices reproductivos. En algún caso también afecta los factores genéticos.

El estado fenológico de los pastos afecta en el contenido de proteína y minerales de la planta, ya que durante sus fases fenológicas presentan diferentes contenidos de proteína y energía en sus composiciones bromatológicas del pasto; en su etapa inicial muestra un alto contenido de minerales, a medida que la planta madura se va perdiendo su contenido nutricional. En Venezuela encontraron deficiencias de P en el sistema suelo, planta animal, ocasionalmente Ca en algunos componentes del suero sanguíneo, hueso y forrajes, y altas concentraciones de Fe, Manganeso (Mn) y Zn que pueden ocasionar relaciones antagónicas (Depablos, 2009).

El presente trabajo tuvo como objetivo comprobar la relación del contenido mineral existente en el suelo-pasto-animal en una finca de producción bovina, con propósito lechero del Centro de Experimentación e Investigación de Producciones Amazónicas perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica, el cual beneficiará a los productores y estudiantes para que puedan realizar un correcto manejo del pasto, suelo y para la mejorar la producción de animales de leche.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

2.1. Localización del área de estudio

El ensayo de la investigación se realizó en el programa de producción de ganado bovino del Centro de Experimentación e Investigación de Producciones Amazónicas de la Universidad Estatal Amazónica, situado entre los cantones, Santa Clara provincia de Pastaza y Carlos Julio Arosemena Tola de la provincia de Napo, en el

kilómetro 44 vía Puyo-Tena, junto a la desembocadura de los ríos Piatúa y Anzu, cuya ubicación geográfica es de 01° 14’ 4,105” de latitud sur y 77° 53’ 4,27” de longitud oeste, a una altura de 584 m s. n. m. y medias de temperatura entre 23-24 °C.

2.1.2. Características climáticas del área de investigación

Tabla 1.

Características climáticas

Meses	Temperatura, º C	Precipitación, dd
Diciembre	25	4,9
Enero	25	12,9
Febrero	27	17,2
Marzo	26	17,1
Abril	26	13,8
Mayo	25	7,2

2.1.3. Características edáficas

El tipo de suelo corresponde al orden Inceptisol (78,6 %), seguido por Etisol, Histosol y Molisol en pequeña porción cada uno, dicho orden, se muestra con dos subórdenes Andepts y Tropepts, en donde los Andepts se han desarrollados a partir de cenizas volcánicas; suelos bien drenados con alta retención de humedad y materia orgánica, pH generalmente ácido y fertilidad variable (Bravo et al., 2015).

2.2. Tipo de Investigación

El presente trabajo se realizó con una investigación de tipo experimental para comprobar la relación existente entre los contenidos del perfil mineral en el complejo sistema suelo-pasto-animal, que pueda estar relacionado con las producciones de los animales productores de leche.

2.3. Métodos de la Investigación

2.3.1. Estrategias para la búsqueda de información

Para dar cumplimiento del objetivo planteado se realizó una búsqueda sistemática de literatura científica publicada en los últimos 20 años en idioma español e inglés. La recopilación de búsqueda se realizó en fuentes de información primaria tales como:

artículos de investigación contenidos en revistas científicas, libros; y, de fuentes de información secundaria como: libros que interpretan otros trabajos y artículos de acuerdo con la clasificación de Osorio y Añez (2016), en las siguientes bases de datos y motores de búsqueda: Semantic Scholar, EBSCOhost, Science Direct, Scielo, Redalyc, Springer Link, Google Académico, así como repositorios de tesis de pregrado y posgrado a nivel nacional e internacional, que permitió recuperar la mayor información para elaborar los resultados y discusión del trabajo.

2.3.1.1. Criterios de inclusión de literatura científica

Los criterios de inclusión considerados para la búsqueda fueron los siguientes:

- Palabras claves para la búsqueda de la información. Todas las palabras claves se buscaron en español e inglés. Las palabras claves utilizadas fueron: minerales, sistema de producción bovina, requerimientos nutricionales, pasto, suelo, sangre, indicadores productivos.
- Año de publicación de estudio se realizó la búsqueda primeramente en los últimos 5 años, luego se extendió a 10 años y por último a 15 años.
- En los estudios de búsqueda se seleccionaron al menos artículos científicos, libros y tesis de pregrado y de posgrado según los criterios de inclusión.

2.3.1.2. Criterios de exclusión de literatura científica

Los criterios de exclusión de información fueron los siguientes:

- Información que no va acorde con el tema de esta investigación.
- Estudios con años inferiores al año 2007.
- Información que no tenga una fuente oficial confiable o verificable.
- Estudios sin rigurosidad científica, en el caso de los artículos, aquellos que hayan sido publicados en revistas que no se encuentren indexadas.

Todos los análisis de los minerales en suelo, pasto y suero sanguíneo, se realizaron en los laboratorios de Química (Investigación) del CEIPA, perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica. Las técnicas y métodos utilizados para cada caso se describen a continuación:

2.3.2. Determinación de minerales en el suelo.

Se tuvo en cuenta la edad del cultivo de pasto, tipo de fertilización, para lo cual se tomó como referencia las técnicas descritas por, Técnica Peruana NTP 339.089. En los 7 cuartones de 1 ha se tomaron de 20 a 25 submuestras efectuando un recorrido en zig -

zag, que abarcó todo el terreno; se cavo un hoyo de la profundidad de 15 a 20 cm con las paredes inclinadas (corte en V), de una de las paredes del hoyo, se surcó una tajada de suelo de 5 cm de grosor, y se realizó un pool de la submuestra para tomar 1Kg para el posterior análisis de minerales en el laboratorio.

Preparación muestra de suelos

Después de la recolección de las muestras se procedió al secado de las muestras, posteriormente se tamizo cada una de ellas, a continuación se pesó 0,5 gr de cada muestra con una réplica de cada una, después en la cabina de extracción de gases se procedió a poner las muestras en los matraces con 10ml de ácido nítrico en la centrifuga, luego que ya este centrifugada la muestra se vertió el agua destilada y seguidamente se filtró, finalmente se completó la muestra con agua destilada en el matraz aforado de 50 ml, por último se dejó reposar por un día para realizar el análisis, todo este proceso se realizó con el objetivo de eliminar toda la parte orgánica y dejar la parte inorgánica.

Se recolectaron 21 muestras de suelos cada una con una réplica, teniendo un total de 42 muestras.

2.3.3. Determinación de minerales en el pasto

Los muestreos del pasto se tuvieron en cuenta el tipo o variedades y estado de madurez del pasto, régimen de lluvia, manejo del pasto y altitud donde se encuentran los potreros. Se recogieron de 10 a 15 submuestras en cada cuartón de 1ha, las muestras recolectadas fueron tomadas a una altura de 5 a 10 cm sobre la superficie del suelo, se mezclaron las submuestras en una sola, y se tomó 1 kg del material fresco, se aplicó el método y técnica de muestreo descrita por Botanal (2012), que es un método mixto que utiliza técnicas de muestreo como de apreciación visual en la evaluación de la composición botánica y la producción de biomasa de las pasturas.

Posteriormente de la recolección de la muestra de pastos fueron colocadas en la estufa, luego se molió hasta que estuvo completamente triturado, después se tamizó, posteriormente se pesó 0,5 gr y se puso en un crisol cada muestra, luego se colocó en la mufla por 4 horas, consecutivamente se sacó la muestra y se puso a enfriar en el desecador, a continuación se pasó a la cabina de extracción de gases para colocar en cada muestra 0,5 ml de ácido nítrico y se dejó reposar hasta siguiente día, luego se filtró la muestra y se completó con agua destilada la muestra en el matraz aforado de

50ml, por último se dejó reposar la muestra por un día.

Se recolectaron 17 muestras de pastos con una réplica con un total de 34 muestras.

2.3.3. Determinación de minerales en suero sanguíneo

Para la determinación de minerales en suero sanguíneo se utilizaron todas 12 hembras bovinas lecheras incorporadas a la reproducción, se tuvo en cuenta la categoría reproductiva. Se tomaron muestras de sangre al 100 % de hembras dentro del rebaño de la finca, por punción de la vena yugular. Se extrajo 10 ml de sangre y se depositaron en tubos vacutainer sin anticoagulante, posteriormente se centrifugaron a 3500 rpm x 10 minutos para la obtención del suero sanguíneo, que se congelará a -10 °C hasta su posterior análisis.

Para la determinación de los minerales en suelo- pasto y animales de: Mg, Na, K, se utilizó el equipo de Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA), modelo PAY-Unicam (SP-191), según los procedimientos del fabricante, se utilizó para todos los minerales el método Espectrofotométrico UV-VIS, Standard Methods 4500-P.

2.4. Tratamiento de datos

Los resultados procedentes de los análisis del laboratorio en suelo, pasto y suero sanguíneo, se tabularon en hojas de Excel para calcular la absorbancia y llevar los valores a las unidades de medidas utilizadas internacionalmente. Para crear las bases de datos se utilizó el paquete estadístico SPSS® versión 25 para Windows.

Para el análisis estadístico se procedió primeramente a evaluar la normalidad de los datos mediante la prueba de WillShapiro, paralelamente se determinaron los estadígrafos descriptivos (media, error estándar, y el rango de valores máximos y mínimos) para cada conjunto de datos de los parámetros evaluados en suelo, pasto y sangre. Posteriormente se le realizó un análisis de correlación de Pearson bilateral a un nivel de significación ($p<0,01$) y ($p<0,05$), para buscar la interrelación de los minerales entre el complejo suelo-pasto-animal.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En la tabla 2 se muestra las concentraciones de minerales en las muestras del suelo de las áreas de pastoreo (siete cuartones), donde se alimentaron las vacas lecheras durante la duración de la investigación.

Tabla 2.

Concentraciones de minerales en las muestras del suelo de las áreas de pastoreo.

Minerales, mg/Kg	Media	±ES	Valores		Límite crítico, cmol/Kg
			Mínimo	Máximo	
Magnesio	351,06	11,27	222,76	478,82	0,007
Sodio	0,13	0,01	0,05	0,20	0,8
Potasio	244,38	15,92	59,22	390,80	0,15

Límites críticos de deficiencia de minerales en suelos andinos, según Mcdowell y Arthington (2005).

La tabla 2 muestra las concentraciones de minerales (Mg, Na, K) del suelo en áreas de pastoreo, en el cual tiene valores máximos y mínimos de los minerales, en el cual sobresale el magnesio, seguido por el potasio y el sodio, Diaz A (2018) anuncia que por la presencia del magnesio y aluminio, deficiencia y/o desbalances entre cationes básicos (Ca/Mg/K) existe toxicidad y baja productividad en los suelos amazónicos, Bravo, et al (2015) expresa que la producción de postura en la provincia de Pastaza es mayor por su tipo de suelos. Bravo, et al (2017) concuerda que Na y K se encuentran en cantidades medias bajas que se hacen más deficientes a mayor profundidad del suelo y estos se convierten en factores limitantes para una buena producción de posturas ya que estas necesitan en grandes cantidades.

Tabla 3.

Composición mineral de los cuartones del pasto donde pastoreaban las hembras lecheras

Minerales, mg/Kg	Media	±ES	Valores		Valores de Referencia
			Mínimo	Máximo	
Magnesio	478,92	14,72	309,99	657	0,20
Sodio	122,54	8,18	20,46	194,79	0,06
Potasio	601,37	33,62	368,53	890,28	0,60-0,80

Valores de referencia de deficiencia de minerales en pastos Amazónicos, según Contreras (1996). 92,6 % Pasto Dallis (*Paspalum dilatatum*).

La tabla 3 evidencia la composición mineral de los cuartones del pasto donde pastoreaban las hembras lecheras, el cual presenta valores máximos de magnesio y

potasio, mientras que el sodio presenta un valor mínimo, Barker (2007) menciona que la adquisición de los minerales por parte de planta se toma por las raíces. Las plantas necesitan Ca, Mg, N, P, K, y S en cantidades relativamente grandes (>0.1 % de MS). Los valores referenciales del magnesio y el potasio contienen un mayor porcentaje, mientras que el sodio posee un menor porcentaje, Osorio (2003) insinúa que los factores que afectan a la concentración de minerales en el pasto en la fertilidad del suelo, los forrajes jóvenes presentan desbalances de Ca: P, niveles elevados de K y N y bajos contenidos de Mg, lo que facilita la presencia de trastornos reproductivos, el sodio y el cloro se encuentran en los forrajes en forma de sale.

Tabla 4.

Comportamiento de algunos macrominerales en suero sanguíneo en hembras lecheras.

Minerales, mmol/l	**Media**	**±ES**	**Valores**		**Límite Crítico, mmol/l**
			Mínimo	**Máximo**	
Magnesio	1,37	0,02	1,10	1,89	0,78
Sodio	140,91	0,43	135,23	146,10	136
Potasio	4,32	0,06	3,56	5,50	4

Valores de referencia de deficiencia de minerales en pastos Amazónicos, según Contreras (1996).

La tabla 4 muestra el comportamiento de los macrominerales (Mg, Na, K) en el suero sanguíneo en las hembras lecheras en el cual tenemos valores máximos y mínimos de los minerales, como valor máximo de Mg 1,89 mmol/kg, Na de 146,10 mmol/kg y K de 5,50 mmol/kg, el sodio se halla bien con los límites de confianza de Viamonte at al (2010), pero el potasio ese encontró casi en el límite crítico, el magnesio se observó elevado el cual interfiere en la absorción del sodio y el potasio. El contenido de sodio coincide con el estudio Roberto et al. (2017), sobre macrominerales en sangre en cuatro Genotipos Bovinos en la Amazonía Ecuatoriana en el cual se concuerda que el sodio es el electrolito que mas abunda en el líquido extracelular, así mismo anuncia que los minerales contribuyen al manteniendo de las propiedades fisicoquímicas del ambiente ruminal. El magnesio es importante en la reproducción ya que los niveles apropiados mantienen la lactancia temprana normal, así mismo si existe un equilibrio en entre Ca-P-Mg posee un efecto sobre la homeostasis y su inestabilidad puede producir edemas en las ubres (Cseh S et al. 2012). López et al. (2008) y De la Vega (2009), en sus estudios encontraron diferencia significativa entre el sodio y el potasio en diferentes

épocas del año.

Tabla 5.

Correlaciones de Pearson entre los minerales evaluados en el suelo-pasto-animal en un sistema de producción de hembras lecheras.

Correlación de minerales Suelo-Pasto-Animal		Suelo			Pasto			Suero sanguíneo		
		Mg	Na	K	Mg	Na	K	Mg	Na	K
Mg Suelo	Correlación de Pearson	1	,667**	,737**	,381*	,368*	,087	,200	-,115	,030
	Sig.		,000	,000	,013	,017	,584	,204	,468	,849
	N	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Na Suelo	Correlación de Pearson	,667**	1	,713**	,124	,203	,116	,256	,093	,006
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,435	,197	,465	,101	,560	,970
	N	42	42	42	42	42	42	42	42	42
K Suelo	Correlación de Pearson	,737**	,713**	1	,248	,632**	,543**	,171	,037	,135
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,114	,000	,000	,280	,816	,395
	N	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Mg Pasto	Correlación de Pearson	,381*	,124	,248	1	,460**	,115	,068	-,177	-,253
	Sig. (bilateral)	,013	,435	,114		,002	,469	,670	,263	,107
	N	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Na Pasto	Correlación de Pearson	,368*	,203	,632**	,460**	1	,854**	-,109	-,161	,128
	Sig. (bilateral)	,017	,197	,000	,002		,000	,491	,308	,421
	N	42	42	42	42	42	42	42	42	42

K Pasto	Correlación de Pearson	,087	,116	,543**	,115	,854**	1	-,274	-,002	,208
	Sig. (bilateral)	,584	,465	,000	,469	,000		,080	,992	,187
	N	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Mg Sangre	Correlación de Pearson	,200	,256	,171	,068	-,109	-,274	1	,025	-,175
	Sig. (bilateral)	,204	,101	,280	,670	,491	,080		,876	,268
	N	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Na Sangre	Correlación de Pearson	-,115	,093	,037	-,177	-,161	-,002	,025	1	,246
	Sig. (bilateral)	,468	,560	,816	,263	,308	,992	,876		,117
	N	42	42	42	42	42	42	42	42	42
K Sangre	Correlación de Pearson	,030	,006	,135	-,253	,128	,208	-,175	,246	1
	Sig. (bilateral)	,849	,970	,395	,107	,421	,187	,268	,117	
	N	42	42	42	42	42	42	42	42	42

** La correlación es significativa en el nivel 0,01.

* La correlación es significativa en el nivel 0,05.

Se evidencia las correlaciones de los minerales estudiados entre el suelo- pasto-animales. La concentración de Mg en el suelo se correlacionó ($p<0,01$) con la de Na ($R=0,67$), K ($R=0.74$), las concentraciones de Mg y Na en el pasto tuvieron menor coeficiente de correlación ($R=0,38$ y $0,37$) con una significación ($p<0,05$), en el suero sanguíneo a pesar de no tener significación la correlación fue negativa para el Mg respecto al Na y K del pasto. Al respecto Galindo, J et al (2014) en su estudio Estatus mineral de las vacas y su relación con el sistema suelo-planta en una vaquería de la región oriental de Cuba menciona que por los resultados obtenidos que se puede inferir que la variabilidad en los contenidos de nutrientes en los suelos se debe a otros factores como descomposición del estiércol y micciones en el pasto ya que estos provocan efectos en los nutrientes del suelo debido a su descomposición y liberación de

nutrientes.

La mayoría de los minerales se encuentran de forma natural en los tejidos de los animales formando parte importante para el correcto metabolismo de varias enzimas, y tienen funciones esenciales en la composición de tejidos y biomoléculas (Luna, 2013), sin embargo, no siempre se le puede atribuir que obedece a la alimentación adquirida por el pasto.

Los niveles de Mg en el suero sanguíneo de las hembras lecheras muestran un exceso, lo que permite suponer que pudo tener un efecto antagonista sobre los elementos deficientes, como se muestra en las correlaciones negativas con el Na y el K en el pasto, a pesar de no tener significaciones estadísticas entre las correlaciones, esto pudo estar relacionado que cuando los niveles de estos últimos nutrientes se encuentran por debajo del límite crítico existe una influencia en los valores de Mg en la sangre por interferencia asimilación al pasto que consumen los animales.

En cuanto a los nutrientes de Na y K en el pasto están altamente correlacionados ($p<0,01$) con el K del suelo ($R=0,63$ y $R=0,54$), al respecto Faure y Pedroso (2010), refieren que la movilidad de elementos en el suelo está relacionada con el contenido de los mismos en la planta, quizás la respuesta de esta investigación donde los cuartones tenían más del 92,6% de composición botánica del pasto Dalis (*Paspalum dilatatum*) que posee baja calidad, impide la correcta absorción de otros nutrientes, teniendo así un efecto inverso pero directo en los niveles séricos de los animales, así mismo Espinoza (2018) anuncia que el sodio y potasio son necesarios para el creciente óptimo de las plantas, si existe una falta de estos macronutrientes, el desarrollo de los pastizales será afectado, así mismo este afectará su nutrición de los bovinos y por ende sus subproductos como la leche.

Chicaiza, & Jinez (2021), en su estudio de relación suelo-planta-animal en la calidad de leche en bovinos, indica que la mejor forma de relacionar estos componentes está basada en su producción de leche, ya que todos los nutrientes adquiridos del suelo y de la planta se verán reflejados en su producción.

4. CONCLUSIONES

Los suelos donde se desarrolló la ganadería lechera presentaron elevados niveles de Mg y K, pero bajos en Na propio de los suelos ácidos de la amazonia ecuatoriana, similar comportamiento se observó en los pastos analizados, sin embargo, en el suero sanguíneo se mostraron títulos de Mg altos y ligeramente bajos de K, lo de Na estaban

dentro del límite de normalidad para las hembras lecheras.

Existe una correlación directa para los contenidos de Mg, Na y K, entre suelo y planta; mientras que la correlación entre planta y animal fue negativa y no significativa. Altas concentraciones de Mg en el suelo-planta pueden estar interfiriendo en la absorción del Na y K, además otros nutrientes no estudiados en esta investigación, que impiden el correcto desempeño productivo de las hembras lecheras.

5. REFERENCIAS

Álvarez K. (2019). *Importancia mineral en vacas lecheras en Ecuador.* (Tesis de grado, Universidad San Francisco de Quito.) Repositorio institucional Universidad San Francisco de Quito. http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/9041

Barker, A & Pilbeam, D. (2015). Handbook of Plant Nutrition. Second Edition. https://home.czu.cz/storage/737/65060_Books-in-soils-plants-and-the-environment-117.-Barker-Allen-V.-Handbook-of-plant-nutrition-Taylor-et-Francis-2015-.pdf

Bhimte, A., Konyak, Y., Balamurugan, B., Singh, L. K., Sarkar, M., Singh, G., & Maurya, V. (2018). Effect of Supplementation of Antioxidant (Vitamin E), Trace Minerals (Selenium, Copper, Zinc) and Increased Energy Allowance on (certain) Serum Metabolites and Competence of Transition Crossbred Cows. *Int. J. Curr. Microbiol. Int.J. Curr.Microbiol. App.Sci*. *7*(7), 439-447 https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.707.053

Bravo C., Benítes D., Vargas J., Alemán R., Torres B. & Marín H. (2015). Caracterización socio-ambiental de unidades de producción agropecuaria en la Región Amazónica Ecuatoriana: Caso Pastaza y Napo. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología* *1*(4). https://www.uea.edu.ec/revistas/index.php/racyt/article/view/45

Bravo C., Ramírez A., Marín H., Torres B., Alemán R., Torres R., Navarrete H & Changoluisa D. (2017). Factores asociados a la fertilidad del suelo en diferentes usos de la tierra de la Región Amazónica Ecuatoria. *Revista Electrónica de Veterinaria*, *11*(18). 1-16. https://www.redalyc.org/pdf/636/63653574014.pdf

Chicaiza, J & Jinez, Y. (2021). *Relación suelo, planta, animal en la calidad de leche en bovinos caso de estudio hacienda san Carlos de Pasochoa*. (Tesis de grado de la Universidad Técnica de Cotopaxi). Repositorio Universidad Técnica de Cotopaxi. http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7998/1/PC-002050.pdf

Contreras, B & Pedro, A. (1996). Consideraciones sobre la suplementación mineral para desbalances metabólicos-nutricionales en rebaños bovinos. *INIA.* https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/38793/NR21154.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Crespo G. (2018). ¿Como incrementar la materia orgánica del suelo en la actividad ganadera en el trópico?. *Revista avances de la investigación Agropecuaria.* *22*(3), 37-44. https://www.redalyc.org/journal/837/83758178002/83758178002.pdf

Cseh, S., Rodríguez, M., Sciotti, A. & Campero, C. (2012). Efecto de la suplementación con Mg sobre diversos parámetros en vacas con restricción

alimentaria. *Arch Zootec.* *61*(236) 525–36. https://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v61n236/art5.pdf

De la Vega J. (2009) *Perfil mineral en un hato de vacas en ordeña, en los períodos de seca y lluvia: relación con variables hemáticas*. (Trabajo de grado, Universidad Veracruzana). https://www.researchgate.net/profile/Belisario-Dominguez-Mancera/publication/283502640.pdf?origin=publication_detail

Depablos L., Ordóñez J., Godoy S & Chicco C. (2009). Suplementación mineral proteica de novillas a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela. *Revista Zootecnia Tropical.* *27*(3), 249-262. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-72692009000300004&script=sci_arttext

Días, A. (2018). Caracterización de los suelos de la Amazonía ecuatoriana. https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5446/1/Caracterizaci%c3%b3n%20de%20los%20suelos%20de%20la%20Amazon%c3%ada%20ecuatoriana.pdf

Espinoza, L. (2018). Como Interpretar los Resultados de los Análisis de Suelos. Cooperan la Universidad de Arkansas, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y los gobiernos de los condados. https://es.scribd.com/document/390736398/FSA-2118SP-pdf

Faure, R., y Pedroso, A. (2010). Caracterización del contenido macro y micro elementos en el sistema suelo-planta-animal y su influencia en la reproducción bovina. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 44*(3), 233-237. https://www.redalyc.org/pdf/1930/193032133006.pdf

Galindo, J., Gutiérrez, O., Ramayo, M. & Leyva, L. (2014). Estatus mineral de las vacas y su relación con el sistema suelo-planta en una vaquería de la región oriental de Cuba. *Revista Cubana Ciencia Agrícola*, *3*(48). https://www.redalyc.org/pdf/1930/193032133006.pdf

García, J. (2017). Efecto de la suplementación parenteral de cobre Zinc y Manganeso en el tratamiento de la papilomatosis cutánea bovina. *Revista Electrónica de Veterinaria. 18*(1), 1-10. https://www.redalyc.org/pdf/636/63649684014.pdf

Gómez, J., Del Campo, M., Gonzáles, M., (2019). Algunas anotaciones sobre la importancia del cobre en la reproducción bovina. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, *11*(1). https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/716

INEC. (2017). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. *INEC*. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Presentacion_Principales_Resultados_ESPAC_2017.pdf

Jiménez, P., Orlando J., Bravo, H., López A., Ruiz, F., Rodríguez, P. (2020). Bolos intrarruminales para suplementar minerales traza en rumiantes. *Revista avances de la investigación Agropecuaria. 24*(1), 35,46. https://www.redalyc.org/journal/837/83763113002/83763113002.pdf

Lanuza, F. & Remehue, L. (2012). Requerimientos de nutrientes según estado fisiológico en bovinos de leche. *INIA. Instituto de investigaciones Agropecuarias- Centro Regional de Investigaciones Remehue.*1-16.https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/331-Requerimientos.pdf

Lengua D. (2021). *Patologías asociadas a la deficiencia de cobre y zinc que afectan al ganado bovino.* (Tesis de grado, Universidad de Córdova.) Repositorio

institucional Universidad de Córdova. https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/4346

León, R., Bonifaz, N. & Gutiérrez F. (2018). Pastos y forrajes del Ecuador. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19019/4/PASTOS%20Y%20FORRAJES%20DEL%20ECUADOR%202021.pdf

López, M., Godoy, S., Coromoto, A., & Chicco C. (2008). Evaluación de la nutrición mineral en sabanas bien drenadas al sur del estado Monagas, Venezuela. *Revista Científica. 18*(2), 197-206. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592008000200012

Luna, L. y Roldan, P. (2013). Perfil mineral en bovinos lecheros de Santa Fe, Argentina. Minerales en lecheras. *Revista electrónica de veterinaria. 24*(1), 47-52. https://www.redalyc.org/pdf/636/63612664020.pdf

Marini, P. & Di, R. (2019). Edad al primer parto e indicadores de eficiencia en vacas lecheras con diferente potencialidad productividad en sistemas a pastoreo. *Revista de Ciencias de la Vida. 29*(1), 84-96. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-85962019000100084&script=sci_arttext

Micheloud, J., Martines, G., Araoz, V., Suárez, V., Rosa, D., Mattioli, G. (2021). Niveles séricos de minerales en hembras bovinas en un establecimiento de la región del Chaco Semiárido salteño. *Revista de investigaciones Agropecuarias. 47*(1), 134-139. http://www.scielo.org.ar/pdf/ria/v47n1/0325-8718-RIA-47-01-00134.pdf

Noguera, R. & Posada, L. (2016). Cálculo de sales minerales para vacunos en pastoreo. *Fondo Editorial Biogénesis*, 1-29. https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/view/326627/0

Osorio, F. (2003). Efecto de la edad de pastoreo sobre el contenido mineral de la pradera y la reproducción en lecheras especializadas. *FINCA. SA.*

Perdomo, M., Peña, L., Carvajal, J., Murillo, L. (2017). Relación nutrición-fertilidad en hembras bovinas en clima tropical. *Revista Electrónica de Veterinaria, 18*(9), 1-19. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=6365300

Pérez, M., Peña, F., Benites, M. (2011). Sales minerales en la ganadería de leche bovina. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos. 2*(2), 65-80. https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/583/640

Quinteros, R & Marini, P. (2017). Evaluación productiva y reproductiva de cuatro genotipos lecheros en pastoreo libre en la Amazonía Ecuatoriana. *Revista veterinaria. 28*(1) 9-13. https://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/download/1290/1069

Ríos A. (2015). *Influencia de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre la producción de forraje en pasto dallis (Brachiaria decumbens)*. (Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial). Repositorio institucional Universidad Tecnológica Equinoccial. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20344/1/8456_1.pdf

Salamanca A. (2010). Suplementación de minerales en la producción bovina. *Revista electrónica de Veterinaria, 11*(9), 1-10. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=636157

Sales, F. (2017). Importancia de los minerales para la alimentación de bovinos en Magallanes. *Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones*

Agropecuarias. https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5cc08055e5135.pdf

Superintendencia de control del Poder de Mercado (2016). Informe del sector lácteo en el Ecuador. Dirección Nacional del Sector Lácteo. *SCPM.* https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/Version-publica-informe-sector-de-leche.pdf

Viamonte M., Rivero H., Benítez D., Rondón G., Sánchez M. (2010). Comportamiento de algunos indicadores metabólicos en hembras bovinas criollas anéstricas en el valle de Cauto. *Revista Electrónica Granma Ciencia. 14*(3). https://1library.co/document/zllw872z-revista-electr%C3%B3nica-granma-ciencia-vol-septiembre-diciembre-issn.html

ANEXOS

5.3. Fundamentación teórica.

5.3.1. Importancia de los minerales en la producción ganadera.

En la producción y reproducción de los animales los minerales cumplen un rol fundamental, ya que participan en todas las reacciones enzimáticas, transformaciones bioquímicas que ocurren en el animal, estos se dividen en dos grupos que son macro y microelementos que son fundamentales en su alimentación (Sales, 2017).

Los micro y macro trasforman componentes esenciales en la vida del animal, los macroelementos (Ca, P, Mg, Na, K, Cl, S) son requeridos en cantidades considerable que ayudan en su función plástica, y los microelementos (Cu, Mn, Zn, I, Fe, Se) no menos importantes son también necesarios para la regulación del metabolismo, con los ácidos, bases (Na, P, K) (Sales, 2017). Cabe recalcar que cada uno de ellos son importante en la dieta del animal, por esta razón se requiere una dieta equilibrada con concentraciones balanceadas de proteínas, vitaminas, grasas, para que cumplan su respetiva función en el crecimiento y producción animal (Gomez et al,. 2019).

5.4. Función de los minerales en la producción animal

La función de los minerales en cualquier ser vivo es muy importante puesto que ejercen diferentes roles en el cuerpo como son estructurales, fisiológicas, catalíticas y regulatorias. En bovinos son utilizados en la digestión de la celulosa, ayuda a los microorganismos a producir vitamina B12 y activación de las enzimas microbianas (Bhimte et al., 2018).

5.4.1. En la producción de leche.

Marini & Di Masso (2019), en su estudio de edad al primer parto e indicadores de eficiencia en vacas lecheras con diferente potencialidad productividad en sistemas a pastoreo anuncian que en la producción lechera se debe considerar las etapas de vida de la vaca en producción la cual inicia siendo ternera, vaquillona o vacona e ingresa al periodo reproductivo que son gestación y lactancia; finalmente un descarte del hato reproductivo. Por tal razón en la producción lechera se requiere un balance mineral en el consumo de su dieta, así cada elemento cumplirá su función y evitar deficiencias, toxicidad e interacciones.

Bhimte et al. (2018), en su artículo sobre los minerales en la lactancia lechera dura

aproximadamente 305 días el pico de producción es de 90 días. El periodo entre la preñez y lactancia se denomina transición, este dura seis semanas; inicia tres semanas antes del parto y finaliza tres semanas postparto. Cuando inicia la lactancia la actividad metabólica incrementa aproximadamente cuatro veces. El 85% de la glucosa total se dirige hacia la glándula mamaria, así es posible mantener una abundante secreción láctea. Asimismo, en este periodo se absorbe poca glucosa en el tracto gastrointestinal y disminuye los niveles de propianato en el rumen.

Lanuza & Remehue (2012), anuncia que los requerimientos en vacas lecheras se dividen clásicamente en mantenimiento, crecimiento, preñez y lactancia.

Mantenimiento.

Los minerales necesarios en esta etapa se miden en pérdidas endógenas insensibles, como heces y orina.

Crecimiento.

Cuando los animales están en crecimiento las funciones de los minerales se dirigen a la formación de los músculos, huesos y grasas, por esta razón se expresa en ganancia diaria de peso.

Preñez.

En esta etapa el requerimiento de minerales va dirigido al útero para el crecimiento del feto y la placenta, por esta razón en los 2 últimos meces hay un aumento notable en el requerimiento de los minerales.

Lactancia.

En este período todo depende de la cantidad de minerales que contenga la leche y se mide por kg de la leche que produce el animal.

5.4.2. En la reproducción

En la reproducción, la pubertad es la etapa primordial o principal ya que es la primera ovulación potencialmente fértil, continua con su fase lútea e inicio de su primer ciclo sexual, cabe recalcar que esta etapa está determinada por el peso, edad, raza, las condiciones climáticas, fisiológicas que tiene el animal, todos estos eventos son necesarios para que se dé la etapa de la pubertad (Perdomo et al., 2017).

Micheloud et al. (2021), expresa en su estudio de niveles séricos de minerales en

hembras bovinas que el sodio por su relación con el potasio define el funcionamiento de la membrana celular, conductividad nerviosa, que son necesarios para la presentación del ciclo estral, pues de este depende que el animal exprese el celo, que aun que son producidos por los estrógenos, es necesaria la actividad nerviosa para su comportamiento en el celo y admisión de la monta. La vitamina A no se conoce aún bien su mecanismo de acción, pero, si se mantiene en bajas cantidades retrasa la aparición del celo, crea celos silenciosos, aumenta el número de quistes ováricos, produce abortos, retención de placenta, mortinatos, muertes embrionarias y terneros débiles.

Sales (2017), anuncia que los procesos fisiológicos inseparables en la reproducción son el propio desarrollo y crecimiento, ciclo estral, gestación, lactación y nutrición del neonato. En todas estas etapas existe una demanda de nutrientes que se deben suplir en la dieta diaria para la digestión correcta de la fibra y la síntesis de proteína microbiana a nivel ruminal, en estos procesos puede existir deficiencia de azufre y fósforo.

En esta etapa prima el balance energético, busca dietas ricas en glucosa y energía: en donde la glucosa aporta el 50 % del sustrato energético para él, el 25 % lactato y el 25 % de aminoácidos, un mal balance energético puede provocar abortos y una falta de estrógenos necesarios para la contracción uterina durante el parto motivando a la retención de la placenta. A su vez la escasez de la vitamina E y el selenio son responsables de la retención de la placenta y de que aparezca ovarios poliquísticos (Micheloud el at ., 2021).

6. Requerimientos de minerales en el ganado bovino con propósito de leche.

Los requerimientos nutricionales de las vacas en producción se dividen en los que son destinados para mantener los procesos vitales y otros para sus estados fisiológicos como lactancia, gestación y crecimiento. El conjunto de nutrientes, agua, energía, proteína, minerales y proteína son prioritarias para cumplir sus necesidades básicas y mantener el equilibrio con el medio ambiente. Para sustentar la producción de leche, los animales deben contar permanentemente con bebederos de agua, además de nutrientes minerales y vitaminas (Noguera & Posada, 2016).

También hay que considerar un adecuado aporte de minerales como Calcio, Magnesio y restringir otros, como Potasio, que interfiere con la absorción de Mg o con el equilibrio ácido base al momento del parto del animal (Lengua 2021).

La energía en la producción lechera es importante para mantener el metabolismo y los procesos vitales de las vacas en producción y esto está directamente relacionado con su capacidad de consumo y la calidad de su dieta alimenticia.

La proteína es cubierta al 20 y 30 % en la producción lechera y afecta directamente a sus solidos totales.

Álvarez (2019), manifiesta que en cada etapa del ganado bovino existen diferentes requerimientos de los minerales, como se expresa a continuación:

Mantenimiento: Para evaluar este requerimiento en esta etapa, se procede a cuantificar los minerales presentes por perdidas como orina y heces.

Crecimiento: En esta etapa se manifiesta mediante la proporción de mineral retenida por kg, (ganancia de peso diario).

Preñez: El requerimiento de minerales en los 2 últimos meses aumenta. Un mal suministro de minerales en hembras bovinas no presentará mal formaciones al ternero en su nacimiento.

Lactancia: La presente etapa está relacionada por la composición de minerales que presente la leche y se mide (kg de leche producida).

7.1. Cálculo de suplementación mineral.

La suplementación mineral en vacas lecheras es frecuentemente entre 0 a 150 g/vaca/día.

En la tabla 1 se contrasta las fuentes de calcio y fósforo analizadas, se aprecia que el mayor aporte de fósforo lo suministra el biofos, posterior de otros fosfatos como el tricalfos y por último harina calcinada y vaporizada de hueso. De tal manera, el valor nutricional de biofos es superior debido al contenido más elevado de fósforo, a su aporte de calcio, a la mayor disponibilidad biológica, y a su estabilidad en cuanto a cambios de color, olor, sabor y textura. Se agrega a lo anterior que el fósforo es más limitante que el calcio en cuanto a disponibilidad comercial.

Tabla 1.

Composición nutricional promedia de fuentes minerales.

Fuente de minerales	Humedad (%)	Proteína cruda (%)	Cenizas (%)	Ca (%)	P (%)
Biofos	2	-	-	16.6	20.7
Calcio, Carbonato	0.21	-	-	38.8	-
Fosforo	2.7	-	-	20.6	20
Hueso, Calcinado	0.6	-	-	35.7	15.6
Hueso, Harina	-	25.4	63	23	10.6
Tricalfos	-	-	-	32	18

Fuente: Peréz et al., 2011.

8. Efectos de la deficiencia mineral en ganado bovino.

Diferentes autores en sus estudios anuncian que la deficiencia de minerales en ganado bovino es importante según los micro y macroelementos que requiere en su dieta diaria para la producción lechera (Gonzáles et al., 2019).

Salamanca (2010), anuncia la deficiencia de minerales es un problema de gran impacto productivo porque obstruye en anuncio de su primer celo, mantenimiento del feto, evitar abortos, procesos de alumbramiento del ternero, etc.

Sales (2017), acentuó en su estudio sobre la relación nutrición-fertilidad en hembras bovinas que el clima y la deficiencia de calcio puede ocasionar partos distócicos, retención de la placenta, fiebre de la leche este elemento juega un papel fundamental en la reproducción y producción animal.

Selenio: la falta de selenio afecta a la función tiroidea, importante para la reproducción ya que junto al yodo ayudan al comportamiento sexual y como consecuencia se tendrá niveles bajos de estrógenos, pero la más importante es ser antioxidante y proteger la

membrana celular para evitar problemas de retención de placenta, retrasos en la involución del útero, quistes ováricos, metritis, etc.

Hierro: cuando existe escases de este elemento tenemos signos de anorexia, pérdida de apetito, bajo crecimiento, también repercuten en la absorción y uso de otros elementos minerales.

Calcio-Fosforo: la pérdida de este equilibrio puede producir celos irregulares.

Sodio: estas se asocian con la baja producción de leche.

Magnesio: este se asocia con la "tetania de los pastos" que es un desorden nervioso que se observa en de las fechas del parto o pocas semanas después.

Zinc: la falta de este elemento puede producir una inadecuada síntesis de prostaglandinas, menor eficiencia reproductiva, ya que este une las hormonas esteroidales a los órganos y tejidos, dado que no se acumula en el cuerpo y el animal demanda de una ingesta constante.

Otros elementos como cobalto, cobre y el exceso de molibdeno alteran al eje hipotálamo-hipófisis-ovario, al afectar a este eje implica directamente a la reproducción (Perez et al., 2021).

Principales fuentes minerales utilizados en la producción bovina.

En la tabla 2 y 3, representan la composición de fuentes minerales de uso común en la formulación de sales y suplementos minerales.

Tabla 2.

Materias primas fuentes de macrominerales.

Fuentes de Macrominerales	
Cal calcítica	38 % Ca
Cal dolomítica	22 % Ca; 12 % Mg
Carbonato de calcio	40 % Ca
Harina de huesos autoclavada	30 % Ca; 14 % P
Roca fosforica defluorinizada	29 % Ca; 13 % P
Fosfato de roca blando	18 % Ca; 9 % P

Fosfato monocálcico	16 % Ca; 20 % P
Fosfato bicálcico	23 % Ca; 18 % P
Fosfato tricalcico	32 % Ca; 18 % P
Carbonato de magnesio	24 % Mg
Cloruro de magnesio	12 % Mg
Sulfato de magnesio	10 % Mg; 13 % S
Óxido de magnesio	60 % Mg
Sal común	37 % Na
Bicarbonato de potasio	39 % K
Cloruro de potasio	50 % K
Sulfato de potasio	41 % K; 28 % S
Flor de azufre	96 % S
Sulfato de sodio anhidro	22 % S

Fuente: Noguera & Posada, 2016.

Tabla 3.

Materias primas fuentes de micro minerales.

Fuentes de Micro minerales	
Sulfato de cobre	25 % Cu;13 % S
Carbonato de cobre	53 % Cu
Cloruro de cobre	37 % Cu
Óxido cúprico	80 % Cu
Carbonado de zinc	52 % Zn
Cloruro de zinc	48 % Zn
Sulfato de zinc	23 % Zn; 11 % S

Óxido de zinc	60 % Zn
Sulfato ferroso	37 % Fe; 19 % S
Óxido de hierro	53 % Fe
Sulfato de manganeso	32 % Mn; 19 % S
Óxido de manganeso	77 % Mn
Yoduro de potasio	76 % I
Yodato de potasio	59 % I
Carbonato de cobalto	50 % Co
Sulfato de cobalto	25 % Co; 11 % S
Cloruro de Cobalto	25 % Co
Selenato de sodio	42 % Se

Fuente: Noguera & Posada, 2016.

8.1. Métodos de suplementación mineral usados en la producción ganadera.

Gonzales et al. (2019), recalcó que hay varias formas de suministrar los minerales en bovinos, esto va en dependencia de la cantidad de animales, capacidad de la mano de obra, nivel de tecnología y el costo del tratamiento.

Indirectos: Se realiza transformaciones en las concentraciones de los minerales en los pastos, para ser suministrado indirectamente a los animales. Este método es muy complejo y poco práctico, debido a las interrelaciones entre los minerales.

Directos: Son los más utilizados, por su fácil administración y control:

Productos inyectables: No son suplementos más bien son curativos, se evidencia productos comerciales que su formulación es de liberación lenta y de alta eficiencia. Los minerales juegan un rol fundamental en el metabolismo del animal y en el ambiente ruminal en el momento de mejorar la palatabilidad y aprovechamiento del forraje.

Productos en polvo: Son más rentables y se puede emplear para corregir una deficiencia en particulares o para complementar una serie de minerales ausentes. Estos minerales se pueden suministrar por medio de saleros en el potrero, espolvorear en el forraje o mezclando con pellet concentrado.

Bloques minerales: Sus ventajas son similares al uso de saleros en el potrero, presentan desventajas ya que su consumo está condicionado por la palatabilidad y el consumo está sujeto a varios factores como la jerarquía del hato ganadero.

Bolos intrarruminales: son minerales comprimidos en bolos de liberación lenta, se administra vía oral y son depositados en el retículo o rumen del animal, la ventaja es que asegura el aporte de minerales en un tiempo prolongado (Jiménez et al., 2020).