

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente**

# CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**TEMA:**

# DETERMINACIÓN SEROLÓGICA EN Ca, P, Mg, Fe EN BOVINOS PRODUCTORAS DE LECHE EN ASHPA CORRAL, PARROQUIA GUANUJO, PROVINCIA BOLÍVAR.

Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de Médico Veterinario Zootecnista, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

# AUTOR:

JAIME FERNANDO GONZÁLEZ NÚÑEZ

# DIRECTOR:

Dr. FRANCO CORDERO SALAZAR MSc.

GUARANDA – ECUADOR

# 2021

DETERMINACIÓN SEROLÓGICA EN Ca, P, Mg, Fe, EN BOVINOS PRODUCTORAS DE LECHE EN ASHPA CORRAL, PARROQUIA GUANUJO, PROVINCIA BOLÍVAR.

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.

Dr. FRANCO CORDERO SALAZAR M.Sc.



**………………………..**

# DIRECTOR DE TESIS



**……………………………**

Ing. RODRIGO YANEZ GARCÍA M.Sc.

# AREA DE BIOMETRIA

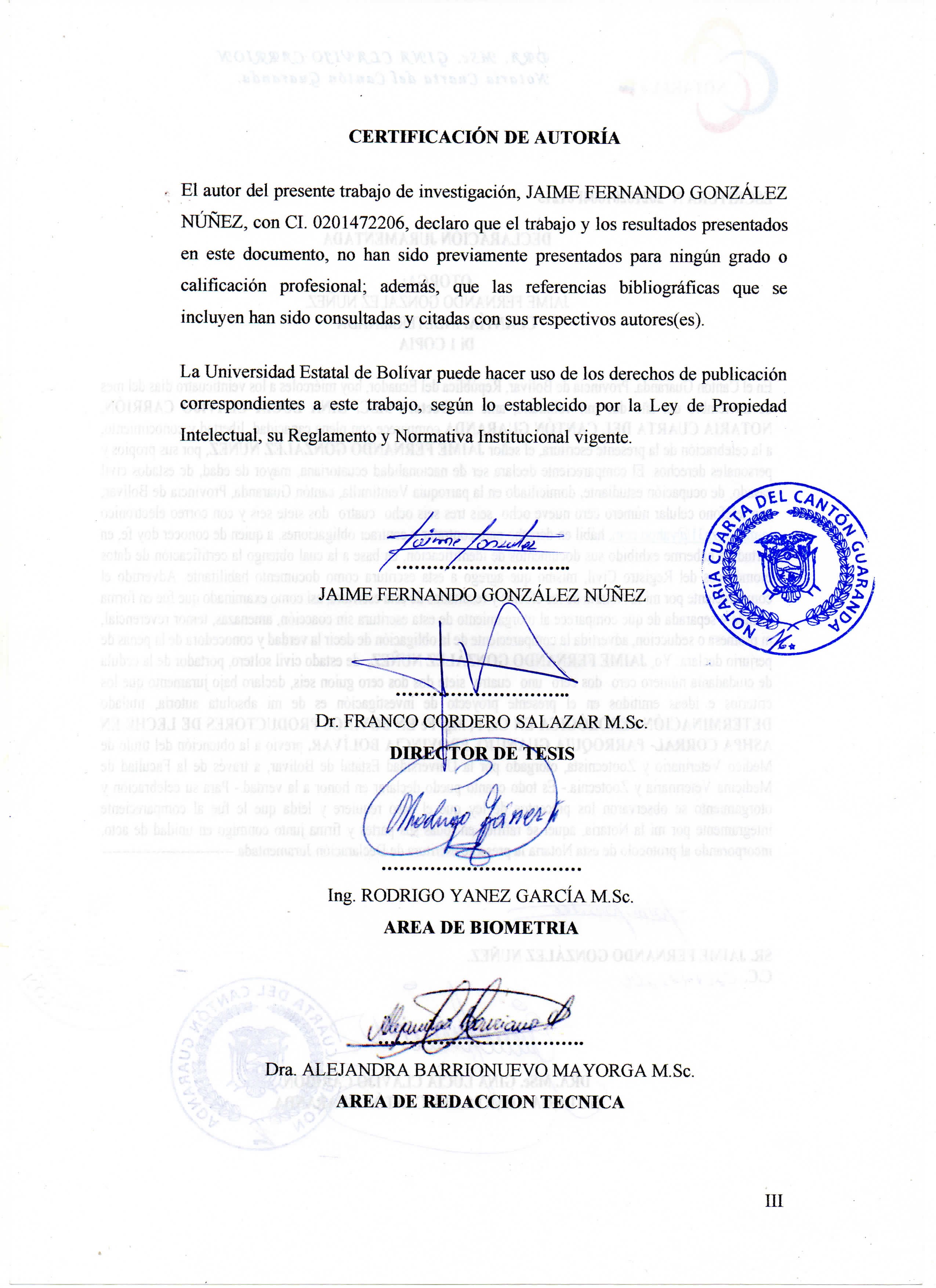


**…………………………….**

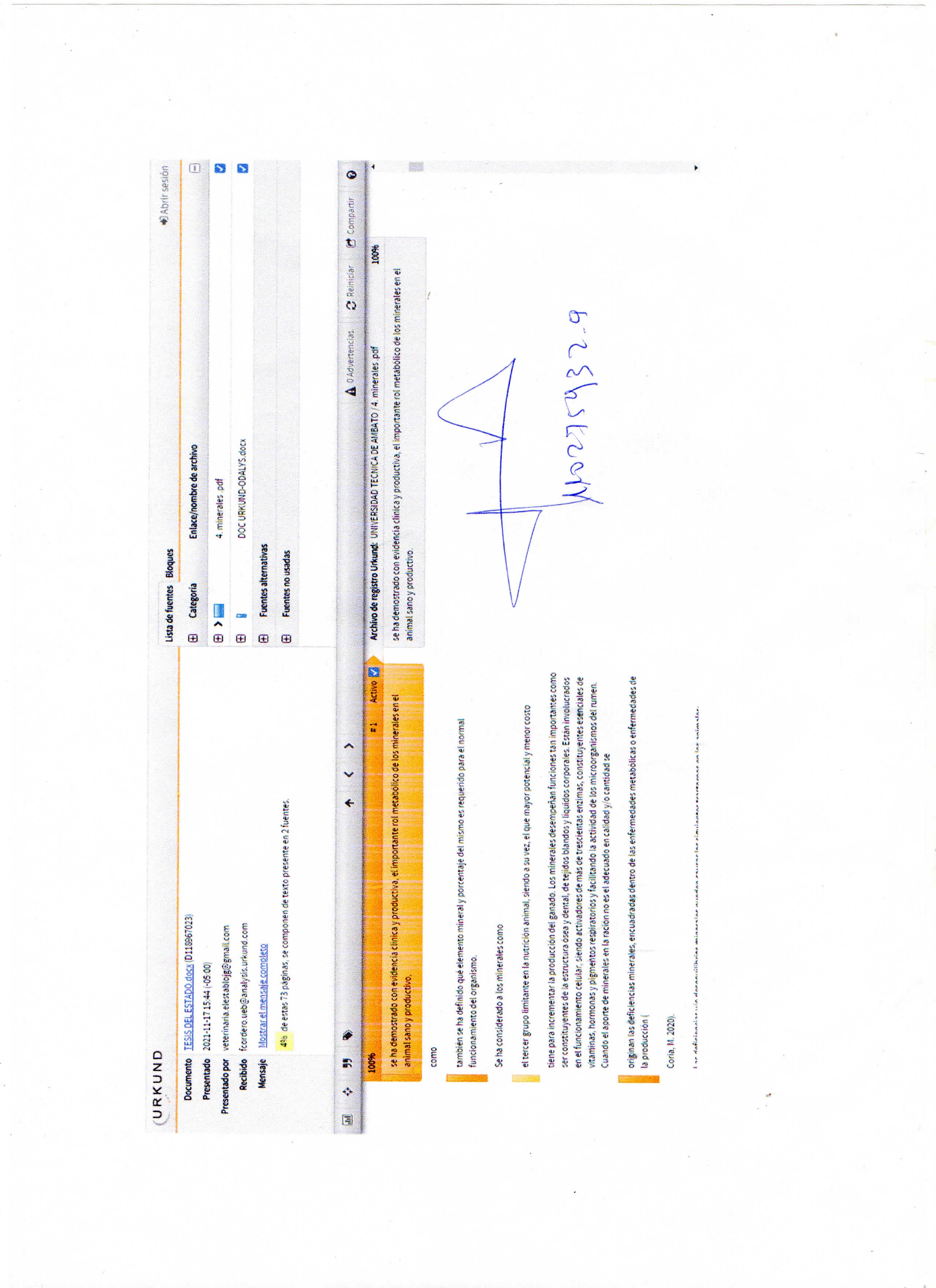
Dra. ALEJANDRA BARRIONUEVO MAYORGA M.Sc.

# AREA DE REDACCION TECNICA

II







# DEDICATORIA

*La presente tesis la dedico a mi madre Nancy Núñez, mi padre Fernando González, mi hermana Kamila González quienes han sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo, a mis hijos Romina y Alejandro González quienes son mi motor del día a día.*

# AGRADECIMIENTO

*La ayuda que me has brindado ha sido sumamente importante, estuviste a mi lado inclusive en los momentos y situaciones más tormentosas, siempre ayudándome.*

*Siempre fuiste muy motivadora y esperanzadora al decirme que lo lograría perfectamente.*

*Muchas gracias, amor ACH.*

# RESUMEN

La demanda de producción de alimentos, cada vez mayor a nivel mundial, sumado a la tecnificación y al ritmo acelerado del progreso de las explotaciones agropecuarias actuales; hace que el ganado deba soportar elevadas presiones de producción aumentando los requerimientos de nutrientes, se ha demostrado con evidencia clínica y productiva, el importante rol metabólico de los minerales en el animal sano y productivo, como también se ha definido qué elemento mineral y porcentaje del mismo es requerido para el normal funcionamiento del organismo. Como objetivos para esta investigación se plantearon: Determinar el nivel serológico en Ca, P, Mg, Fe en productoras de leche; en Ashpa Corral; Comparar los niveles de minerales (Ca, P, Mg, Fe) en suero sanguíneo en los bovinos en estudio con los valores de referencia según tablas para bovinos de leche; Identificar cuáles son los minerales más deficientes en la zona de estudio. Se muestrearon veinticinco bovinos adultos en lactancia con la finalidad de determinar si existe relación entre el apetito aberrante y la deficiencia de minerales. Las variables evaluadas fueron: Peso (PC) encontrándose un valor medio de 412.00kg; Edad (E) mediante la dentición encontrándose una media

5.52 años; Numero de lactancias (NL) la media fue de 3 lactancias; Producción diaria de leche (PDL) la producción media al día fue 6 litros; Tercio de lactancia (TL) el tercio medio de lactancia fue 2; Gestación (PRÑ) encontramos un 36% de gravidez vs el 64% de ingravidez mediante palpación rectal; Condición Corporal (ICC) se determinó una media de 3.32; Concentración de Calcio sérico (CCaS) mediante fotometría la media fue de 9.96 mg/dl; Concentración de Fósforo sanguíneo (CFS) hubieron concentraciones por debajo del rango llegando a existir deficiencias de este mineral en algunos animales <3.1mg/dl, siendo la media de 3.52mg/dl; Concentración de Magnesio sérico (CMgS) se evidenciaron algunos casos de hipermagnesemia >2.4mg/dl siendo la media de 2.36mg/dl; en el Hierro sérico (CFeS) la media fue de 133.92 ug/dl, encontrándose deficiencias de hierro en vacas adultas; estos resultados permiten concluir la inexistencia de relación directa entre la deficiencia o exceso de estos minerales estudiados a nivel sérico y el padecimiento del apetito aberrante o pica.

**Palabras claves:** sérico, deficiencias, productoras, leche.

# SUMMARY

The demand for increasing global food production added to the technification and the accelerated pace of progress of current farms; means that livestock must withstand high production pressures increasing nutrient requirements, has been demonstrated with clinical and productive evidence, the important metabolic role of minerals in the healthy and productive animal, as it has also been defined what mineral element and percentage of it is required for the normal functioning of the organism. The objectives for this research were: To determine the serological level in Ca, P, Mg, Fe in milk producers in Ashpa corral; Compare mineral levels (Ca, P, Mg, Fe) in blood serum in the cattle under study with the reference values according to tables for dairy cattle; Identify the most deficient minerals in the study area. Twenty-five lacing adult cattle were sampled for the purpose of determining whether there is a relationship between aberrant appetite and mineral deficiency. The variables evaluated were: Weight (CP) finding a value average of 412.00kg; Age (E) by dentition being an average of 5.52 years; Number of lactations (NL) the mean was 3 lactations; Daily milk production (PDL) the average production per day was 6 liters; Third of lactation (TL) the middle third of lactation was 2; Gestation (PRÑ) we find 36% pregnancy vs 64% weightlessness by rectal palpation; Body Condition (BCI) was determined an average of 3.32; Serum Calcium Concentration (CCaS) by photometry the mean was 9.96 mg/dl; Blood Phosphorus Concentration (CFS) there were concentrations below the range reaching deficiencies of this mineral in some animals <3.1mg/dl, being the average of 3.52mg/dl; Serum Magnesium Concentration (CMgS) some cases of hypermagnesemia were evidenced

>2.4mg/dl being the mean of 2.36mg/dl; in serum iron (CFeS) the mean was

133.92 ug/dl, iron deficiencies were found in adult cows; these results allow us to conclude the absence of a direct relationship between the deficiency or excess of these minerals studied at the serum level and the suffering of aberrant or pica appetite.

**Key words:** Serum, deficiencies, producing, milk.

# INDICE DE CONTENIDOS

**CONTENIDO PAGINAS**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **I** | **INTRODUCCION** | **1** |
| **II** | **PROBLEMA** | **3** |
| **III** | **MARCO TEÓRICO** | **5** |
| 3.1. | Fisiología digestiva de los rumiantes | 5 |
| 3.2. | Componentes del aparato digestivo | 5 |
| 3.2.1. | Rumen-retículo | 5 |
| 3.2.1.1 | Contenido ruminal | 6 |
| 3.2.1.2. | Contracciones Ruminales | 7 |
| 3.2.2. | Omaso | 8 |
| 3.2.3. | Abomaso | 8 |
| 3.2.4. | Intestino delgado | 9 |
| 3.2.5. | Intestino grueso | 9 |
| 3.2.6. | Consideraciones acerca de la digestión en rumiantes | 10 |
| 3.3. | Digestión y metabolismo de hidratos de carbono | 10 |
| 3.3.1. | Tipos de hidratos de carbono | 10 |
| 3.4. | Digestión y metabolismo de las proteínas | 15 |
| 3.5. | Metabolismo de lípidos en la vaca lechera | 19 |
| 3.6. | Minerales | 24 |
| 3.6.1. | Función de los minerales | 24 |
| 3.6.2. | Macrominerales | 24 |
| 3.6.3. | Microminerales | 28 |
| 3.7. | Parámetros productivos y reproductivos en bovinos de  leche | 33 |
| 3.7.1. | Parámetros reproductivos | 33 |
| 3.7.2. | Parámetros productivos | 35 |
| 3.8. | Necesidades de minerales en el bovino de leche | 36 |
| **IV** | **MARCO METODOLÓGICO.** | **39** |
| 4.1. | Materiales | 39 |
| 4.1.1. | Ubicación de la investigación | 39 |
| 4.1.2. | Localización del experimento | 39 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 4.1.3. | Situación geográfica y climática | 39 |
| 4.1.4. | Material experimental | 40 |
| 4.1.5. | Materiales de Campo | 40 |
| 4.1.6. | Materiales y Equipos de laboratorio | 40 |
| 4.1.7. | Materiales de oficina | 41 |
| 4.2. | Métodos | 41 |
| 4.2.1. | Factor en estudio | 41 |
| 4.2.2. | Procedimiento | 41 |
| 4.2.4. | Análisis estadístico y funcional | 41 |
| 4.2.5. | Métodos de evaluación y datos a tomados | 42 |
| **V** | **RESULTADOS EXPERIMENTALES** | **45** |
| 5.1. | Peso de las vacas (PC) | 45 |
| 5.2. | Edad (E) | 48 |
| 5.3. | Numero de lactancias (NL) | 51 |
| 5.4. | Producción diaria de leche (PDL) | 54 |
| 5.5. | Razas (RZ) | 58 |
| 5.6. | Tercio de la lactancia (TL) | 60 |
| 5.7. | Gestaciones o preñeces (PRÑ) | 62 |
| 5.8. | Condición corporal (ICC) | 64 |
| 5.9. | Contenido de calcio sérico (CCaS) | 67 |
| 5.10. | Contenido de fosforo sérico (CPS) | 72 |
| 5.11. | Contenido de magnesio sérico (CMgS) | 78 |
| 5.12. | Concentración de hierro sérico (CFeS) | 83 |
| 5.13. | Correlación regresión lineal simple | 88 |
| **VI** | **COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS** | **91** |
| **VII** | **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES** | **92** |
| 7.1. | CONCLUSIONES | 92 |
| 7.2. | RECOMENDACIONES | 94 |
|  | **BIBLIOGRAFIA** | **95** |
|  | **ANEXOS** |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ÍNDICE DE TABLAS** |  |
| **Tabla N°.** | **Título** | **Pág.** |
| 1 | Índices reproductivos más comunes y sus valores óptimos bajo circunstancias ideales. | 34 |
| 2 | Necesidades minerales y máximas concentraciones tolerables kg/MS para bovinos de leche. | 37 |
| 3 | Localización de la investigación | 39 |
| 4 | Condiciones meteorológicas y climáticas | 39 |
| 5 | Procedimiento | 41 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ÍNDICE DE CUADROS** |  |
| **Cuadro N°.** | **Título** | **Pág.** |
| 1 | Distribución de frecuencia del peso de las vacas (Kg) evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia  Guanujo. | 45 |
| 2 | Distribución de frecuencia para la edad de las vacas (años)  por observación de la dentición evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo | 48 |
| 3 | Distribución de frecuencia para la variable número de lactancias de las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa  Corral parroquia Guanujo. | 51 |
| 4 | Distribución de frecuencia para la variable producción  diaria de leche (lts) de las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo. | 54 |
| 5 | Raza de las vacas evaluadas en el proyecto | 58 |
| 6 | Distribución de frecuencia para la variable tercio de la  lactancia de las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo. | 60 |
| 7 | Preñeces de las vacas evaluadas | 62 |
| 8 | Distribución de frecuencia, según la condición corporal de  las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo. | 64 |
| 9 | Distribución de frecuencia, del contenido de calcio sérico (mg/dl) analizado por técnica de fotometría en las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia  Guanujo. | 67 |
| 10 | Distribución de frecuencia, del contenido de fosforo sérico (mg/dl) analizado por técnica de fotometría en las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia  Guanujo. | 72 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 11 | Distribución de frecuencia, del contenido de Magnesio sérico (mg/dl) analizado por técnica de fotometría en las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia  Guanujo. | 78 |
| 12 | Distribución de frecuencia, del contenido de Hierro sérico (ug/dl) analizado por técnica de fotometría en las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia  Guanujo. | 83 |
| 13 | Coeficiente de correlación lineal de la variable (y x) para los casos atípicos de deficiencia de Magnesio mg/dl de las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia  de Guanujo. | 88 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ÍNDICE DE GRAFICOS** |  |
| **Gráficos Nº** | **Título** | **Pág.** |
| 1 | Peso (kg) de los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo. | 47 |
| 2 | Edad en los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa  Corral parroquia Guanujo. | 50 |
| 3 | Número de lactancia para los bovinos evaluados en la  comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo. | 52 |
| 4 | Producción de leche diaria expresada en litros en los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa Corral  parroquia Guanujo | 56 |
| 5 | Razas (biotipos) de leche evaluados en la comunidad  Ashpa Corral parroquia Guanujo | 59 |
| 6 | Tercio de lactancia en los bovinos evaluados en la  comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo | 61 |
| 7 | Estado de preñez en los bovinos evaluados en la  comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo | 63 |
| 8 | Índice de condición corporal (1 al 5) en los bovinos  evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo | 65 |
| 9 | Concentración de Calcio sérico mg/dl) en los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia  Guanujo | 70 |
| 10 | Concentración de Fosforo sérico mg/dl) en los bovinos  evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo. | 75 |
| 11 | Concentración de Magnesio sérico mg/dl) en los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia  Guanujo. | 80 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 12 | Concentración de Hierro sérico ug/dl) en los bovinos  evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo. | 86 |

# INTRODUCCIÓN

La demanda de una producción de alimentos cada vez mayor a nivel mundial sumado a la tecnificación y al ritmo acelerado del progreso de las explotaciones agropecuarias actuales; hace que el ganado deba soportar elevadas presiones de producción aumentando los requerimientos de nutrientes. Este es el caso de los minerales, considerados actualmente elementos esenciales para los animales, aunque tradicionalmente fueron definidos como los nutrientes pobres de la nutrición y alimentación animal.

Actualmente, se ha demostrado con evidencia clínica y productiva, el importante rol metabólico de los minerales en el animal sano y productivo, como también se ha definido qué elemento mineral y porcentaje del mismo es requerido para el normal funcionamiento del organismo. Se ha considerado a los minerales como el tercer grupo limitante en la nutrición animal, siendo a su vez, el que mayor potencial y menor costo tiene para incrementar la producción del ganado. Los minerales desempeñan funciones tan importantes como ser constituyentes de la estructura ósea y dental, de tejidos blandos y líquidos corporales. Están involucrados en el funcionamiento celular, siendo activadores de más de trescientas enzimas, constituyentes esenciales de vitaminas, hormonas y pigmentos respiratorios y facilitando la actividad de los microorganismos del rumen. Cuando el aporte de minerales en la ración no es el adecuado en calidad y/o cantidad se originan las deficiencias minerales, encuadradas dentro de las enfermedades metabólicas o enfermedades de la producción (Coria, M. 2020).

Las deficiencias y/o desequilibrios minerales pueden causar los siguientes trastornos en los animales: bajo porcentaje de parición, mayor número de servicios por concepción, abortos, retenciones placentarias, incremento del intervalo entre partos, baja producción de leche, menor peso al nacimiento y al destete, menor porcentaje de destete, menor ganancia de peso, mayor incidencia de enfermedades infecciosas, fracturas espontáneas, diarrea, deformación de huesos y mortandad.

Así, cobra importancia el diagnóstico mediante el análisis de la sangre de los animales, del pasto y el agua que consumen, y, la caracterización de estas deficiencias en primarias o secundarias con el objetivo de poder realizar un control de las mismas mediante un adecuado plan de suplementación mineral acorde a las necesidades de los distintos establecimientos agropecuarios.

Las deficiencias de minerales más comunes en animales en pastoreo son la de Fósforo, Sodio, Cobalto, Yodo, Selenio, Cobre, Zinc y ocasionalmente Magnesio, mientras que las deficiencias más importantes en animales alimentados con granos son de Calcio y Sodio.

Los animales tienen la capacidad de regular sus necesidades de minerales con un margen amplio de seguridad entre niveles que pueden causar deficiencia y niveles que pueden causar toxicidad. Esto lo hacen a través de la regulación en la absorción y excreción/eliminación de los mismos (Escobosa, A. 2016).

Mediante el estudio del perfil sanguíneo para determinar las concentraciones de Calcio, Fósforo, Magnesio y Hierro en suero sanguíneo en vacas en producción, buscamos determinar los niveles serológicos de estos minerales y su efecto durante la curva de lactancia, condición corporal y la vida productiva de las vacas productoras de leche.

Los objetivos que se planteó en esta investigación fueron:

* Determinar el nivel serológico en Ca, P, Mg, Fe en productoras de leche en Ashpa corral - parroquia Guanujo, provincia Bolívar.
* Comparar los niveles de minerales (Ca, P, Mg, Fe) en suero sanguíneo en los bovinos en estudio con los valores de referencia según tablas para bovinos de leche.
* Identificar cuáles son los minerales más deficientes en la zona de estudio.

# PROBLEMA

La mayoría de los pastos no satisfacen completamente las necesidades de minerales en los animales que los pastan, como consecuencia de las limitaciones climáticas y del suelo que impone restricciones nutricionales a los pastos. La escasa disponibilidad de minerales en el suelo afecta a los forrajes restando la concentración del elemento deficiente en sus tejidos y contribuyendo con el bajo crecimiento de la planta.

Actualmente se ha demostrado con evidencia clínica y productiva, el importante rol metabólico de los minerales en el animal sano y productivo, como también se ha definido qué elemento mineral y porcentaje del mismo es requerido para el normal funcionamiento del organismo. Cuando el aporte de macro y oligoelementos en la ración no es el adecuado en calidad y/o cantidad se originan las deficiencias minerales, encuadradas dentro de las enfermedades metabólicas o enfermedades de la producción. Estas han sido informadas en casi todo el mundo y son responsables de importantes pérdidas económicas en los rodeos de bovinos para carne y leche.

Durante años, el término enfermedad metabólica fue aplicado a cuatro síndromes en los rumiantes domésticos: hipocalcemia, hipomagnesemia, cetosis y meteorismo. Actualmente la lista de enfermedades metabólicas es mucho más extensa. Una enfermedad metabólica es una alteración o desarreglo del medio interno provocado por desequilibrios en metabolitos o sustancias claves del organismo (Herdt, P. 2013).

Las enfermedades metabólicas han sido ampliamente estudiadas en los últimos 60 años. Esto ha permitido hacer un uso más racional de los alimentos y dar a cada componente de la ración (grasas, azúcares, proteínas, minerales y vitaminas) la importancia que tienen en la nutrición animal. Las deficiencias y desequilibrios minerales en los rumiantes, clasificados dentro de las enfermedades metabólicas tienen una amplia distribución mundial. Su tendencia actual, lejos de disminuir, es a presentar una mayor frecuencia de aparición.

Los requerimientos de minerales para los rumiantes dependen del tipo y nivel de producción, edad de los animales, nivel y forma química del elemento, interrelación con otros minerales, raza y adaptación del animal al suplemento. (Klassen, N. 2018). En general, los bovinos requieren de unos quince (15) elementos minerales, con la finalidad de garantizar una adecuada nutrición y asegurar una eficiente productividad.

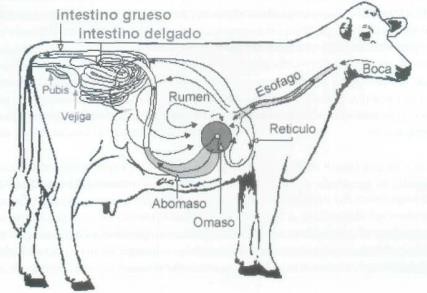
Se ha encontrado que la carencia o desequilibrio de minerales en el suelo se refleja en el valor nutritivo de los pastos y esto es una de las causas de la baja productividad y de los problemas de reproducción del ganado vacuno; esto se manifiesta en una tasa de concepción no mayor a 45%, un porcentaje de abortos que puede alcanzar al 10% y una edad y peso al primer servicio y al primer parto que están fuera de los valores eficientes para una ganadería productiva (Garmendia, J. 2016). Además, puede causar aberraciones en el apetito como la pica o malasia e incrementar el riesgo de ciertas enfermedades infecciosas como el botulismo (Reinoso, S. 2010). Las deficiencias de minerales son también responsables de la alta incidencia de fracturas de animales en los hatos.

El estado de madurez del forraje es de importancia sobre el contenido de proteína y de minerales en las plantas, ya que durante la etapa inicial de crecimiento se presenta un alto contenido de minerales, contrario a la disminución gradual que se presenta a medida que la planta madura. Minerales como el P, Zn, Fe, Co y Mo son los que presentan mayor disminución durante el proceso fisiológico de crecimiento y maduración de la planta. Se ha encontrado disminución del Cobre de 10 ppm a menos de 4 ppm en pastos que maduran, mientras que en el P la diferencia va de 0.25% a valores inferiores a 0.10%.

# MARCO TEÓRICO

* 1. **Fisiología digestiva de los rumiantes**

La principal habilidad que tienen los rumiantes, es la de poder digerir y utilizar forrajes al estado fresco o conservados para cubrir sus requerimientos nutricionales. Para poder realizar esto, cuentan con un aparato digestivo con un complejo estómago, compuesto por cuatro compartimentos que alberga una gran cantidad de microorganismos, (bacterias, protozoos y hongos), ubicados mayoritariamente en el rumen. (Barrios, J. et al 2014)



**Figura 1.** *Sistema digestivo del rumiante.*

# Componentes del aparato digestivo

* + 1. **Rumen-retículo**

Ambos compartimentos, forman una cámara que mantiene un ambiente favorable para una fermentación anaeróbica (sin aire, sin oxígeno). Los microorganismos se encargan de degradar los diversos nutrientes, que contienen los alimentos

ingeridos por el animal. Para que los procesos de fermentación se desarrollen adecuadamente, se necesitan ciertas condiciones como:

* + - * Un aporte suficiente de sustratos (alimentos).
      * Temperatura entre 39-40°C.
      * Un pH (acidez) de 6,7- 6,8.
      * Remoción de desechos no digeribles.
      * Remoción de microorganismos.
      * Traspaso de ácidos grasos volátiles (AGV) a través de las paredes.

El transporte de desechos y microorganismos se hace mediante contracciones, que se originan en el retículo, que sirven también para la eliminación de gases (eructo). Por cada animal adulto se producen entre 30 a 50 litros/hora siendo los principales, el Bióxido de Carbono (60-70%), el Metano (30-40%) y el Nitrógeno (7%). (Zárate, M. 2009)

# Contenido ruminal

El contenido del rumen en el bovino es de 30-60 kg. alimento y los productos de las fermentaciones se ubican en 3 capas según su gravedad específica. Estas son: capa gaseosa, capa sólida y capa líquida.

1. **Capa Gaseosa:** Se localiza en la parte superior, y en ella se encuentran los gases producidos durante la fermentación de los alimentos.
2. **Capa Sólida:** Está formada principalmente por alimento y microorganismos flotantes. El alimento consumido más recientemente, por ejemplo, el día de hoy, se establece en la parte superior de esta capa, debido a que posee partículas de gran tamaño (1 -2 cm). El alimento consumido con más anterioridad, por ejemplo, ayer, se localiza al fondo de la capa sólida, debido a que ya fue fermentado suficientemente y se redujo su tamaño (2-3 mm); en este momento puede ser captado por el retículo y salir a través del orificio retículo-omasal.
3. **Capa líquida:** Se localiza ventralmente y ésta contiene líquido con pequeñas partículas de alimento y microorganismos suspendidos. El flujo de material sólido

a través del rumen, es bastante lento y depende de su tamaño y densidad. Los alimentos con una buena digestibilidad, pueden tardar alrededor de 30 horas.

La actividad de fermentación es realizada principalmente por bacterias y protozoos de distinto género y especie, al cual se agregan levaduras y hongos. Estos fermentan componentes del alimento dando origen a AGV, NH4, materia orgánica microbiana, ácido láctico, gas, etc. La cantidad de estos organismos en el rumen depende de varios factores como composición de la dieta, frecuencia de suministro, nivel de consumo etc. En condiciones normales la cantidad de bacterias se encuentra en el orden de 1x1010 y protozoos 1x106 por ml de licor ruminal. En el rumen se retienen partículas largas de los alimentos, en especial de los forrajes, que son la que estimulan la rumia.

Los AGV se absorben a través de las paredes ruminales, como acetato, B-OH- butirato y propionato. Esta absorción de los productos finales de la digestión es la gran diferencia entre el rumen y un ensilaje. En el primer caso los AGV, el ácido láctico, el NH3 son eliminados por absorción o pasaje, mientras que en el ensilaje todos estos productos se acumulan produciendo un detenimiento en la actividad de fermentación, ya que estos productos (AGV) y láctico provocan una reducción del pH afectando a las bacterias fermentativas, pero asegurando la conservación del forraje ensilado. Los AGV proveen más del 60% de la energía digestible para el mantenimiento y la producción de leche, precursores para la síntesis de ácidos grasos, componentes de los triglicéridos de la grasa de la leche y glucosa para la síntesis de lactosa, y de con factores reducidos para la síntesis de ácidos grasos. También en el rumen se producen y eliminan por eruptación entre 400 y 600 litros/día de gas metano y CO2. (Conrad, J. et al 2011)

# Contracciones Ruminales

Las contracciones del retículo y rumen son muy importantes para la fermentación, siendo sus principales objetivos:

* + - * + Mezclar el alimento.
        + Eliminar los gases producidos mediante el eructo.
        + Propulsar el contenido ruminal.

Dependiendo de la calidad del alimento y de las condiciones internas del rumen, como el pH, pueden producirse de una a tres contracciones por minuto.

1. **Rumia:** La rumia es la regurgitación de la ingesta seguida de una remasticación, resalivación, y una nueva deglución. Con esto, se logra reducir el tamaño de partículas del alimento y aumentar la superficie para la fermentación microbiana. La rumia ocurre principalmente cuando el animal descansa y no come.
2. **Saliva:** Los rumiantes producen grandes cantidades de saliva; en vacas adultas entre 100-150 litros/día. Por ser rica en fosfatos y bicarbonatos, ayuda a mantener el pH del rumen constante, controlando el efecto acidificador de los ácidos que se producen en la fermentación. También es una fuente de nitrógeno no proteico (NNP), ya que la urea sintetizada en el hígado, es secretada en la saliva para nutrir a los microorganismos del rumen. (Pérez – Hernández, I.; Rojo, R. 2013)

# Omaso

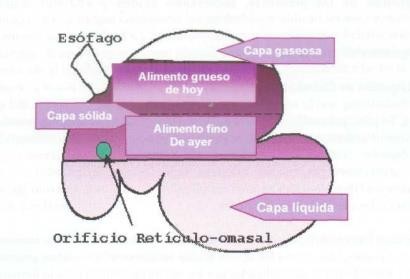
El contenido ruminal atraviesa este compartimento, en donde se separa el material sólido. Las partículas del alimento, son retenidos en sus papilas y luego son impulsadas hacia el abomaso mediante sus contracciones.

# Abomaso

Se denomina también cuajar y es el llamado estómago verdadero (glandular), pues se parece al estómago de los animales monogástricos. Está muy desarrollado en la etapa inicial del lactante. En el abomaso se realiza principalmente la digestión de las proteínas, secretando ácidos y enzimas digestivas.

En el omaso hay absorción de agua, sodio, fósforo y AGV residuales. En el abomaso hay secreción de ácido clorhídrico y de enzimas digestivas, digestión de algunos componentes del alimento no fermentados en el rumen (algunas proteínas

y lípidos) y digestión de la proteína microbiana producidas en el rumen (0,5 a 2,5 kg por día). (Arroyo, G.; Mymauer, E. 2012)



**Figura 2.** *Esquema de la distribución del contenido ruminal.*

# Intestino delgado

Hay secreción de enzimas digestivas producidas por el intestino delgado, a las que se agregan las producidas por el hígado y el páncreas. En ese órgano se produce la digestión enzimática de hidratos de carbono (almidón), proteínas y lípidos. Además, hay absorción de agua, minerales y productos de la digestión como glucosa, aminoácidos y ácidos grasos. (Roa, A. 2016).

# Intestino grueso

Contiene una población microbiana (con ausencia de protozoarios) que fermenta los materiales que llegan allí, generando AGV que son utilizados como fuente de energía por el rumiante (ídem a los generados en el rumen). La proteína originada en el proceso fermentativo (crecimiento microbiano) no está disponible por imposibilidad de absorción a este nivel y se pierde en heces. También hay

absorción de agua y formación de heces (productos indigeridos y componentes endógenos no absorbidos).

# Consideraciones acerca de la digestión en rumiantes

* + - * Los rumiantes pueden utilizar una mayor variedad de fuentes de alimentos que los monogástricos.
      * Los microorganismos ruminales, en simbiosis con el animal huésped, le permiten a éste convertir el alimento fibroso y de baja calidad (forrajes, rastrojos, subproductos industriales) y el NNP en alimentos de alta calidad, como carne y leche.
      * Los alimentos fibrosos son necesarios para el mantenimiento de la salud del rumiante ya que favorece la rumia y la producción de saliva, que es indispensable para un correcto funcionamiento ruminal y una adecuada población microbiana en cantidad y tipo.
      * Un rumiante puede consumir forrajes (alimento de baja concentración energética) y concentrados (comúnmente de alta concentración energética). Sin embargo, el agregado de altas cantidades de concentrado a la dieta tiene que realizarse en forma gradual (durante un período de 15 a 21 días), para permitir la adaptación de la población bacteriana a la nueva dieta y la adaptación metabólica del animal.
      * Las heces de los rumiantes son ricas en materia orgánica e inorgánica (nitrógeno, fósforo y potasio), siendo un excelente material para ser utilizado como fertilizante o convertirse en un contaminante.

# Digestión y metabolismo de hidratos de carbono

* + 1. **Tipos de hidratos de carbono**

Los hidratos de carbono son la principal fuente de energía, siendo además precursores para la síntesis de grasa y lactosa. La fibra es el principal hidrato de carbono disponible para los rumiantes y utilizado por los microorganismos del rumen para la obtención de energía para su crecimiento, generando a través de

productos de desecho para estos, energía disponible para el animal en la forma de AGV. (Ortiz, S. 2015)

La fibra es un alimento voluminoso que, por sus características químicas, tiene un tiempo de retención ruminal elevado, donde la celulosa y la hemicelulosa son fermentados. A medida que la planta madura, el contenido de lignina de la fibra se incrementa y la extensión de la digestión ruminal de la celulosa y hemicelulosa disminuye. La fibra larga o efectiva proveniente del forraje es necesaria para la estimulación de la rumia y la producción de saliva.

La rumia es el principal factor en la disminución del tamaño de partículas ruminales aumentando la tasa de fermentación de la fibra, activando los movimientos ruminales y el flujo de saliva al rumen. Las dietas deficientes en fibra efectiva resultan generalmente en una disminución en la concentración en grasa butirosa de la leche, pudiendo generar problemas digestivos como la acidosis, desplazamiento de abomaso, etc.

Otra de las fuentes de hidratos de carbono disponible en la alimentación son los denominados no estructurales, como los solubles y el almidón. Estos son rápidamente, y en muchos casos completamente, fermentados a nivel ruminal. El suministro de hidratos de carbono no estructurales incrementa la densidad energética de la dieta, lo cual en líneas generales mejora el consumo total de energía y es determinante de la producción de proteína bacteriana ruminal (consumo total de MO fermentecible). (Jiménez De Aréchaga, C. *et al* 2017)

Los consumos elevados de hidratos de carbono no estructurales disminuyen los tiempos de rumia afectando la digestibilidad de la fibra por una disminución del pH ruminal, el balance entre los tipos de carbohidratos suministrados es esencial en la alimentación para una producción eficiente.

1. **Producción de AGV.-** Durante el proceso fermentativo los microorganismos ruminales generan gases (metano y dióxido de carbono), calor de fermentación, ácidos grasos volátiles y protoplasma microbiano (MO microbiana). Los AGV generados son el acético (2 átomos de carbono), propiónico (3 átomos de carbono)

y butírico (4 átomos de carbono). Estos tres ácidos representan, para dietas normales, más del 95% de los ácidos generados. En este proceso fermentativo se producen, en cantidades menores, los denominados iso- ácidos, provenientes en general de la degradación de aminoácidos ramificados. Estos iso-ácidos son estimuladores del crecimiento bacteriano ya que las mismas están imposibilitadas de sintetizar este tipo de cadena carbonada. Existen en el mercado aditivos carbonados con estos iso-ácidos como promotores de la actividad bacteriana.

Los gases producidos son eliminados por eructación, perdiéndose la energía encerrada en el gas metano. El calor de fermentación, proveniente de las ineficiencias del proceso fermentativo, permite el mantenimiento de la temperatura corporal durante el tiempo frío y debe ser disipado, y con gasto de energía, en otras estaciones del año. Los AGV, productos finales del proceso fermentativo, son absorbidos a través de la pared ruminal. La mayor parte del acetato y propionato son transportados al hígado, mientras que casi la totalidad del butírico es convertida en su pasaje por la pared ruminal a B-hidroxibutirato (cuerpo cetónico). (Grace, N. 2013).

Los cuerpos cetónicos pueden ser usados como energía por la mayoría de los tejidos. En condiciones normales los cuerpos cetónicos provienen del butírico, aunque en lactancia temprana pueden originarse en la movilización del tejido adiposo, originando la enfermedad metabólica denominada cetosis.

1. **Producción de glucosa en el hígado.-** La mayoría del propinado es convertido a glucosa en el hígado. En adición, el hígado puede usar aminoácidos para la síntesis de glucosa (gluconeogénesis). Este es un proceso esencial ya que la cantidad de glucosa absorbida a nivel intestinal es en general baja y altamente dependiente de la dieta suministrada. El funcionamiento del hígado y el sustrato necesario para el proceso de síntesis es fundamental, ya que una vaca que produce 30 litros de leche requiere aproximadamente 1,5 kg de glucosa para la síntesis de lactosa, más 0,5 kg para abastecer la demanda de otros tejidos. Vacas que consumen cantidades importantes de almidón pasante (sorgos, maíz) obtienen

parte de la glucosa necearía de la absorción intestinal, disminuyendo la demanda de síntesis hepática.

El lactato es otro precursor de glucosa hepática. El ácido láctico se encuentra en ensilajes bien conservados y se genera a nivel ruminal en el proceso fermentativo cuando se alimenta a la vaca con un exceso de almidón altamente fermentecible en rumen, siendo un proceso indeseable pues puede llevar a una situación de acidosis.

1. **Síntesis de lactosa y grasa en la glándula mamaria.-** Durante la lactación la glándula mamaria tiene una alta demanda de glucosa para la síntesis de lactosa. La cantidad de lactosa sintetizada en la ubre está altamente asociada a la cantidad de leche producida por día. La concentración de lactosa en leche es relativamente constante, alrededor de 4,5%, ya que es el principal componente osmótico de la leche. Por esto, la producción de leche está fuertemente influenciada por la cantidad de glucosa que puede lograrse a través del proceso de síntesis (propiónico) más lo disponible por absorción intestinal. La estructura central de la síntesis de grasa butirosa es el glicerol, proveniente también de la glucosa. Acetato y B-hidroxibutirato son utilizados para la síntesis de ácidos grasos saturados de cadena corta que contienen de 4 a 16 átomos de carbono (50 % del ácido de 16 carbonos es sintetizado en glándula).

Aproximadamente el 50% de la grasa de la leche es sintetizada en la glándula mamaria, el otro 50% proviene de los lípidos de la dieta y de la movilización, siendo en su mayoría poliinsaturados o monoinsaturados de cadena larga, de más de 18 átomos de carbono. La energía requerida para el proceso de síntesis de lactosa y grasa proviene del acetato y glucosa, esta última también provee de los cofactores reducidos para la síntesis de ácidos grasos (ciclo de las pentosas). (Cuenca, L. 2010)

1. **Efecto de la dieta en la fermentación ruminal y composición de la leche.-** El tipo de hidratos de carbono suministrado en la dieta afecta la cantidad (mmol) y la relación de los AGV producidos en el rumen, especialmente la de acético: propiónico. La población microbiana fermenta los carbohidratos en dietas lecheras

con altos contenidos de forraje a, aproximadamente, 65% de ácido acético, 20% de propiónico y 15% de butírico. En este caso, la disponibilidad de acético y el balance hormonal del animal, permiten una alta concentración de grasa en leche.

Sin embargo, la cantidad de propiónico producido podría limitar la cantidad de leche generada, por una deficiencia de precursores para la síntesis de glucosa, especialmente en lactancia temprana. Los hidratos de carbonos no estructurales, presentes primariamente en los concentrados, promueven la producción de propiónico, mientras que los estructurales estimulan la producción del acético. Esto está influenciado por la flora que se desarrolla a nivel ruminal: con granos flora amilolítica (degrada el almidón), con forrajes flora celulítica (promueve la digestión de la celulosa).

La producción total de AGV es mayor en dietas ricas en hidratos de carbono no estructurales ya que el proceso fermentativo es más rápido (tasa de digestión), y más completo (extensión de la digestión). Cuando se suministra una dieta rica en granos aumenta la concentración de AGV (producción), incrementándose el propiónico por sobre el acético. En esta situación, o cuando se suministran forrajes, pero finamente picados (sin fibra efectiva), el porcentaje de acético disminuye por debajo del 40%, mientras que el propiónico puede incrementarse por encima del 30%. (Guerrero, J.; Colucci, P. 2011)

Ante esta situación la producción total de leche puede incrementase, dado que hay una disponibilidad mayor de glucosa originada en la síntesis hepática utilizando como sustrato al propiónico, con una posible caída en la concentración de grasa debido a la menor disponibilidad de acetato y menor movilización desde los tejidos de reservas, asociados generalmente a una mayor concentración de insulina. Esto origina un flujo de la energía hacía el tejido adiposo, con una mayor deposición de grasa y ganancia de peso. Un exceso de suministro de concentrados en la dieta por períodos prolongados puede derivar en vacas gordas, especialmente al parto (estado corporal 4–4,5), llevando a un deterioro en la salud del animal por distocias, desarrollo de hígado graso y cetosis. El caso inverso, es decir el suministro de dietas de baja densidad energética, mucho forraje y de baja calidad,

limita el consumo total de energía, la producción de leche y proteína, produciéndose en la vaca una pérdida de estado corporal.

Cambios en la proporción de forraje/concentrado en la dieta tiene un profundo efecto en la cantidad y proporción de los AGV que influencian:

* La producción de leche.
* El porcentaje de grasa butirosa.
* La eficiencia de conversión del alimento en leche.
* El valor relativo de la dieta para la producción de leche o ganancia de peso vivo. (Gates, N.; Johnson, K. 2011)

# Digestión y metabolismo de las proteínas

Las proteínas proveen de los aminoácidos necesarios para el mantenimiento de las funciones esenciales como la reproducción, crecimiento y lactancia. Los monogástricos necesitan consumir los aminoácidos preformados, pero los rumiantes pueden generarlos, por simbiosis con los microorganismos ruminales, de fuentes de NNP, a través de un proceso de síntesis. Cuando una dieta es baja en nitrógeno, cantidades importantes de urea (que es normalmente excretada en la orina) es reciclada al rumen a través de la saliva o de la pared ruminal, siendo utilizada por los microorganismos ruminales para la síntesis de aminoácidos. En los monogástricos la urea es totalmente excretada en la orina.

1. **Transformación de la proteína en el rumen.-** Las proteínas de la dieta son degradadas, en parte, en el rumen, generándose por hidrólisis aminoácidos y, por deaminación de estos, amonio y cadenas carbonadas (ramificadas y no ramificadas). El NNP consumido, más la urea reciclada a través de la saliva y de la pared ruminal, también contribuye al pool de amonio ruminal. Si la concentración de amonio ruminal es demasiado baja, habrá una deficiencia de nitrógeno para las bacterias ruminales, afectándose su crecimiento y la digestibilidad de la dieta. Si existe una concentración demasiado elevada, se producen pérdidas, toxicidad y, en los casos más extremos, la muerte de animal. Este puede ocurrir cuando se suministran dietas con urea como fuente de N, mal

formuladas. La población microbiana ruminal utiliza N para su crecimiento siendo, además, capaz de utilizar aminoácidos preformados.

En muchos casos estos pueden actuar como promotores del crecimiento bacteriano, especialmente los ramificados. La extensión con que el amonio es utilizado por las bacterias para la síntesis de proteína microbiana es fuertemente dependiente de la disponibilidad de energía la cual es generada, fundamentalmente, de la fermentación de hidratos de carbono.

Como promedio 20 g de proteína bacteriana es sintetizada por cada 100 g de MO fermentada en rumen. La síntesis de proteína bacteriana puede variar de menos de 400 g/día a más de 1500 g/día, dependiendo del consumo y de la digestibilidad de la dieta. La composición química de las bacterias ruminales es variable, asociado al tipo de dieta y al nivel de consumo del animal huésped. El rango de variación de los componentes es el siguiente: proteína de 38 a 55%, con una media de 47,5%; lípidos de 4 a 25% y una media de 7%; hidratos de carbono de 6 a 23%, con una media de 11,5%. (López, F. 2016)

Parte de la proteína dietaria es degradada en rumen y parte pasa sin degradarse al intestino delgado (proteína no degradable ruminal). La resistencia a la degradación ruminal es dependiente de las características propias de cada proteína, estructura terciaria y enlaces de sulfuro. Hay proteínas de alta degradabilidad ruminal, como las del forraje que en muchos casos supera el 80% de degradación, y de baja degradabilidad como las proteínas de origen animal, que no superan el 30% de degradación (harinas de pescado y plumas).

Las proteínas de origen vegetal, específicamente los subproductos industriales, son de mediana a alta degradabilidad (harinas de girasol, soja, colza, etc.). Existen mecanismos para la protección de proteínas, como la utilización de formaldehído el uso de tanino. Otra forma de protección puede ser física, donde se somete al material a proteger al calor por un tiempo determinado (poroto de soja tostado). La proteína bacteriana generada a través de este proceso de fermentación fluye al intestino delgado, haciendo un aporte importante de aminoácidos. Sin embargo, parte de las mismas son engolfadas por los protozoarios ruminales, reciclando N

dentro del rumen. A nivel de abomaso comienza el proceso de digestión de las proteínas, tanto de origen dietario como de las bacterianas, por efecto de secreciones propias del animal.

Del aporte de proteína microbiana el 90 a 95% es bacteriana y el resto es de protozoarios. Estos últimos cumplen su ciclo dentro del rumen y muy poco es lo que logra pasar al tracto digestivo posterior. En situaciones de pastoreo, del 60 al 80% de los aminoácidos absorbidos proviene de la proteína microbiana y el resto de la proteína pasante. La composición aminoacídica de las bacterias es bastante constante, independientemente de la dieta consumida. Satisface la demanda de aminoácidos que tiene el rumiante, lo que significa que el valor biológico de esta proteína es alto. (Cuenca, L. *et al* 2011)

1. **Nitrógeno en heces.-** Aproximadamente el 80% de la proteína que alcanza el intestino delgado es digerida. Lo no digerido es eliminado en las heces. Otra fuente de N que se pierde en las heces corresponde a las secreciones enzimáticas intestinales y a la descamación de las células intestinales. Otra pérdida de N se debe a las bacterias originadas en intestino grueso, que depende de la cantidad de MO que puede ser fermentada en ese sitio, especialmente almidón no digerido de los granos. Como promedio, por cada kg de MS ingerida, se produce un incremento de 33 g de proteína endógena perdida en las heces.
2. **Metabolismo hepático y reciclaje de urea.-** Cuando no hay suficiente energía fermentecible, o cuando la concentración proteica de la dieta y/o el consumo es excesivo, no todo el nitrógeno amoniacal (NNH3) disponible es utilizado para la síntesis bacteriana. El exceso de amonio es absorbido a través de la pared ruminal y es trasportado por la sangre al hígado. El hígado convierte este N a urea que se libera nuevamente en el torrente sanguíneo. Esta urea puede seguir dos vías: 1) Puede ser reciclado al rumen a través de la saliva o de la pared ruminal, y 2) Puede ser excretado en la orina por los riñones. La urea que se recicla al rumen es convertida rápidamente a N-NH3, sirviendo nuevamente como sustrato para la síntesis de proteína microbiana. La urea excretada en la orina es N perdido para el animal. Cuando el rumiante consume una dieta baja en proteína se vuelve

sumamente eficiente en el uso del N, no existiendo prácticamente pérdidas en orina, ya que es reciclado al rumen con el objetivo de incrementar la concentración de N-NH3, afectando positivamente al crecimiento bacteriano y a la tasa de digestión de la MO.

En dietas no deficientes en proteína aproximadamente el 15% del N consumido es reciclado al rumen. En dietas deficientes el reciclado proviene del N endógeno generado por el catabolismo de tejidos (pérdida de peso). (De León Lora, L. 2013)

1. **Síntesis de proteína de la leche.-** Durante la lactancia, la glándula mamaria necesita de cantidades importantes de aminoácidos para la síntesis de la proteína láctea, especialmente la caseína. El metabolismo de los aminoácidos en la glándula es complejo. Puede haber reconversión de un aminoácido en otro o puede ser oxidado para producir energía. La leche contiene aproximadamente 32 g de proteína por kg, existiendo variaciones importantes dentro y entre razas. Aproximadamente el 90% de la proteína en leche es caseína, encontrándose varias formas de esta proteína, que contribuyen al alto valor nutritivo de los productos lácteos.

Parte de las proteínas del suero también son sintetizadas en la glándula mamaria, utilizándose con este fin aminoácidos. La enzima alfa-lactoalbúmina es esencial para la síntesis de lactosa y la beta-lactoglobulina es esencial para la formación de la cuajada en la fabricación del queso. Otras proteínas de la leche como las inmunoglobulinas son importantes durante el período de producción de calostro, ya que trasmiten inmunidad pasiva al ternero recién nacido. Estas proteínas no son sintetizadas en la glándula mamaria, son tomadas directamente de la sangre.

La leche también contiene N no proteico como urea y otros compuestos, en menor cantidad. Proteína verdadera y NNP en la ración de vacas lecheras Las recomendaciones de concentración de proteína bruta (PB) en las dietas de vacas lecheras varían desde un 12% para vacas secas, hasta más de 18% para vacas en la primera fase de la lactancia. Para vacas produciendo 20 a 25 l/día, 16% de PB en la dieta aparece como adecuado, siendo factible proveerla con la mayoría de los

forrajes y concentrados. Sin embargo, a medida que la producción de leche se incrementa, la provisión de proteína a nivel duodenal de origen microbiano comienza a ser insuficiente, haciéndose necesario la provisión en la dieta de proteínas pasantes, como las de origen animal (harina de pescado, de plumas, etc., o de origen vegetal pero protegidas). También es posible la utilización de NNP cuando la dieta base contiene 12% de PB o menos. La fuente de NNP más conocida es la urea. Sin embargo, esta debe ser usada con precaución ya que consumida en exceso o sin acostumbramiento, puede llevar a la muerte por intoxicación. (Fernández, D. *et al* 2015)

Las dietas donde se recomienda el uso de la urea o el NNP, son las de alta concentración energética, con abundante almidón en su formulación. Estas dietas tienen granos de cereales, melazas, pulpa de remolacha azucarera, ensilaje de maíz, etc. La urea nunca debe ser agregada a dietas con altas concentraciones de proteínas de alta degradabilidad ruminal, como es el caso de dietas pastoriles. En el caso de agregar urea, esta debiera ser limitada a no más de 150 a 200 g/vaca/día, muy bien mezclada con el resto de los integrantes de la dieta, sea esta TMR o PMR, considerando un período de acostumbramiento, para llegar a la dosis máxima establecida, de no menos de 10 días.

# Metabolismo de lípidos en la vaca lechera

1. **Tipos de lípidos.-** Las dietas que comúnmente consumen las vacas lecheras contienen entre 2 y 4% de lípidos. Sin embargo, estos son una parte importante de la misma ya que contribuyen directamente con aproximadamente el 50% de la grasa butirosa de la leche, siendo además el componente con mayor densidad energética de la ración. La concentración de lípidos es relativamente baja en forrajes, variando entre 4 y 9%, siendo alta en otros tipos de alimentos como las semillas de oleaginosas donde puede superar el 20% (semillas de algodón, soja, etc.).

La forma en que se presentan los lípidos en los alimentos son las siguientes:

* + **Triglicéridos:** se encuentran principalmente en los granos de los cereales, semillas de oleaginosas y en grasas animales.
  + **Glicolípidos:** se encuentran principalmente en los forrajes (gramíneas y leguminosas). Estos tienen una estructura semejante a los triglicéridos, a excepción que uno de los tres ácidos grasos ha sido reemplazado por un hidrato de carbono (azúcar simple), usualmente galactosa.

Cuando uno de los ácidos grasos es reemplazado por un fosfato, unido a otra estructura compleja, este lípido es conocido como fosfolípido. Los fosfolípidos se encuentran en muy baja concentración en los alimentos suministrados a los rumiantes, pero se encuentran en alta concentración en las bacterias ruminales.

Los ácidos grasos más comúnmente encontrados en los forrajes varían entre 14 y 18 átomos de carbono, siendo los saturados mirístico (C14), palmítico (C16) y esteárico (C18), y los insaturados palmitoleico (C16:1), oleico (C18:1), linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3). El punto de fusión determina si el lípido se encuentra en forma líquida o sólida a temperatura ambiente. El punto de fusión está determinado primariamente por el grado de saturación y, en un menor grado, por el número de átomos de carbono, que constituyen su cadena. (Barcellos, J. et al 2013)

Los lípidos de los forrajes están típicamente constituidos por un 70 a 80% de ácidos graso insaturados, tendiendo a estar a temperatura ambiente en la forma líquida (aceites). Por otro lado, los lípidos de origen animal contienen de 40 a 50% de ácidos grasos saturados, permaneciendo a temperatura ambiente en estado sólido (grasas). El grado de instauración está relacionado con la digestibilidad de los mismos, y su efecto negativo sobre la población bacteriana.

1. **Hidrólisis e hidrogenación de los lípidos en el rumen.-** En el rumen la mayoría de los lípidos son hidrolizados. La unión entre el glicerol y el ácido graso se rompen, dando origen al glicerol y a tres ácidos grasos. El glicerol es rápidamente fermentado, generándose un ácido graso volátil (propiónico, 3 átomos de carbono). Algunos de los ácidos grasos son utilizados por las bacterias

para sintetizar fosfolípidos, necesario para que los microorganismos puedan sintetizar las membranas celulares.

Otra acción importante de los microorganismos ruminales es la hidrogenación de los ácidos grasos insaturados. Durante este proceso la doble ligadura es reemplazada por dos átomos de hidrogeno. Como ejemplo de esto, el proceso de hidrogenación convierte al ácido oleico en ácido esteárico. Cuando la hidrogenación es incompleta pueden formarse los CLA (ácidos grasos conjugados), que difieren en su configuración espacial. Estos CLA son componentes anticancerígenos que se encuentran en la leche y en la carne. Especialmente se encuentran en altas concentraciones en la leche producida en condiciones de pastoreo. (De León Lora, L. 2013)

El CLA que se considera con mayor actividad anticancerígena es el 18:2, 9-cis, 11-trans. Los ácidos grasos libres en rumen actúan como verdaderas barreras, cubriendo la fibra e impidiendo un contacto íntimo entre ésta y las bacterias, lo que disminuye la fermentabilidad de los alimentos fibrosos. Dietas formuladas con más de 8% de lípidos pueden tener un efecto negativo en la producción de leche y en la concentración de grasa butirosa. Los lípidos poliinsaturados tienen un mayor efecto negativo que los lípidos saturados. Sin embargo, los lípidos pueden ser protegidos por diversos medios, como sales de calcio, punto de fusión, etc., con el fin de hacerlos inertes a nivel ruminal para que no interfieran en el proceso fermentativo. La cobertura de las semillas de oleaginosas naturalmente protege, al menos en parte, los aceites que contienen o lo hacen disponibles en forma más lenta. Esto significa que, por pasaje, parte de los mismos pueden alcanzar el intestino sin alteraciones. Los lípidos protegidos, cualquiera sea la vía de protección, son atacados (hidrolizados) en abomaso (medio ácido). (López, F. 2016)

1. **Absorción de lípidos en intestino.-** Los fosfolípidos de origen microbiano son digeridos en el intestino delgado, contribuyendo al pool de ácidos grasos que son absorbidos a través de la pared intestinal. La secreción biliar (producida por el hígado) y los jugos pancreáticos ricos en enzimas y bicarbonatos, se mezclan con

el contenido del intestino delgado. Estas secreciones son importantes para lograr una adecuada absorción de los lípidos, lográndose la formación de micelas cuyos componentes pueden entrar a las células intestinales. Dentro de las células epiteliales del intestino, la mayor proporción de los ácidos grasos está unida al glicerol, formando un triacilglicerol. (Jiménez De Aréchaga, C. *et al* 2017)

Los triglicéridos, ácidos grasos libres, colesterol y otras sustancias, son cubiertos con proteínas formando los quilomicrones. Los quilomicrones entran a los vasos linfáticos llegando posteriormente al torrente sanguíneo. En contraposición a la mayoría de los nutrientes absorbidos en el tracto intestinal, los lípidos entran a la circulación general en forma directa, sin pasar por hígado, por lo que pueden ser usados por cualquier tejido.

1. **Utilización de lípidos de la dieta por la glándula mamaria.-** Aproximadamente el 50% de la grasa de la leche es tomada directamente por la glándula mamaria del torrente sanguíneo. Estos ácidos grasos provienen de los quilomicrones formados durante el proceso de absorción.

Un incremento en ácidos grasos de cadena larga (mayor de 16 átomos de carbono) en la dieta incrementa la secreción de estos en la leche, produciéndose una inhibición parcial de la síntesis de ácidos grasos de cadena corta (menos de 16 átomos de carbono) en la glándula. Es por esto que cuando se genera una caída de grasa en leche por falta de fibra efectiva, el suministro de grasa en la dieta solo revierte esta situación en forma parcial.

1. **El rol del hígado en la movilización de lípidos.-** durante períodos de subnutrición o en la primera fase de la lactancia, la demanda de energía para mantenimiento y producción supera el consumo de energía. Para compensar esta deficiencia se moviliza tejido corporal, en gran medida lípidos (85%), con el objetivo de proveer de la energía faltante. Los ácidos grasos provenientes de la hidrolisis de los triglicéridos del adipocito son liberados al torrente sanguíneo. Esta movilización proviene principalmente de la grasa subcutánea, abdominal y perirrenal. (Ortiz, S. 2015)

Los ácidos grasos movilizados son tomados por el hígado, donde pueden ser usados como fuente de energía o convertidos a cuerpos cetónicos y liberados en sangre y utilizados como energía en otros tejidos. El hígado no tiene una alta capacidad de síntesis y de exportación de grasas, por lo que existe una gran movilización desde los adipocitos (gran pérdida de peso). Cuando un exceso de ácidos grasos se deposita en el hígado como triglicéridos dentro de las células hepáticas, se produce el denominado hígado graso. Esta grasa depositada en el hígado favorece la aparición de enfermedades metabólicas, especialmente en lactancia temprana. (Barrios, J. *et al* 2014)

1. **Uso de lípidos en la alimentación de la vaca lechera.-** Los lípidos se caracterizan por tener una concentración energética mayor que los hidratos de carbono y las proteínas. Como regla tienen 2,25 veces más energía que los hidratos de carbono. Además de su mayor concentración energética, se consideran alimentos fríos ya que durante el proceso de digestión y metabolismo producen menos calor que las proteínas y los hidratos de carbono.

La utilización de grasa en la alimentación podría traer una serie de beneficios:

* + Un incremento en la densidad energética de la dieta, importante durante la primera fase de la lactancia, cuando existe una limitación al consumo.
  + Se podría disminuir el uso de concentrados ricos en almidón durante la primera fase de la lactancia, responsables de acidosis y de problemas de consumo, cuando la relación grano: forraje es muy alta.
  + En zonas de mucho calor se podría disminuir el stress por temperatura.

El consumo y la producción de leche pueden variar fuertemente, asociada al tipo de grasas o aceites utilizados en la formulación de la dieta. El consumo de estas grasas no debe superar 1,5kg/día. El consumo total de lípidos, como porcentaje de la dieta consumida, debe encontrarse entre el 7-8%, dado que consumos mayores pueden provocar efectos negativos. Sin embargo, la bibliografía en general indica que las máximas respuestas productivas se encuentran cuando el consumo de lípidos se encuentra entre 5 y 6% de la MS total consumida. En muchos casos, ante el consumo de estas grasas, se ha encontrado una disminución en la

concentración de proteína y caídas en el consumo total de MS, pero no necesariamente en el consumo de energía. (Conrad, J. *et al* 2011)

# Minerales

Muchos minerales esenciales normalmente se encuentran en concentraciones adecuadas en la dieta, pero otros son frecuentemente insuficientes y necesitan ser suplementados La máxima tolerancia a una concentración mineral ha sido definida como ‘La concentración de un mineral en la dieta que cuando esta se suministra por un periodo de tiempo, no afecta la performance del animal y no deja residuos en productos o sub-productos para consumo humano’. Suplementar con dietas que tengan concentraciones en exceso con respecto a los requerimientos del animal, no solo incrementa el costo del alimento, sino que aumenta los minerales excretados al suelo, aguas, efluentes etc.

# Función de los minerales

La función de los minerales puede dividirse en cuatro áreas principales:

* + - * Formación del esqueleto y mantenimiento, incluyendo la formación de huesos y dientes.
      * Energía, incluyendo las minerales que forman parte de enzimas y otros componentes del cuerpo, esenciales para producción de energía y para otras actividades necesarias para el normal crecimiento y reproducción.
      * Producción de leche.
      * Funciones básicas del cuerpo como por ejemplo sistema nervioso. (Pérez – Hernández, I.; Rojo, R. 2013)

# 3.2.1. Macrominerales

Los Macrominerales requeridos por el Bovino son Ca, P, Mg, Na, Cl, K y S. Estos nutrientes se expresan en porcentaje % de la ración (en materia seca).

1. **Sal (Cloruro de Sodio).-** En la práctica le provee sal continuamente.
2. **Calcio.-** Es el mineral más abundante en el cuerpo, aproximadamente el 98 % forma parte como componente de huesos y dientes. El calcio contenido en los forrajes varia con las Sp., partes de la planta (tallos /hojas), estado vegetativo de la planta o grado de madurez, cantidad del mineral en el suelo y clima. Forrajes son, normalmente, una buena fuente de calcio, granos de cereal NO. El calcio a suplementar se encuentra como Carbonato de calcio o ground Lime Stone, carne de cerdo y hueso (harinas), fosfato mono cálcico, fosfato dicálcico, sulfuro de calcio. Las carencias de calcio se observan en animales alimentados con altos % de granos y bajos % en fibra.

**Deficiencias:** Dependiendo de la edad, el bovino puede ser alimentado con dietas deficientes en el contenido de calcio por un periodo extenso, si mostrar signos de deficiencia. En animales jóvenes se ve afectado el crecimiento óseo normal, esto causa retardo en el crecimiento y desarrollo, Raquitismo.

1. **Fosforo.-** Llamado también “master mineral’’ por estar involucrado en la mayoría de los procesos metabólicos. El fósforo está almacenado en huesos y dientes, muchas veces se lo relaciona con el calcio. Investigaciones demuestran el efecto de la relación Ca/P en la performance del rumiante ha sido exagerada. Ca/P dietario con variaciones de relación 1:1 a 1:7 tuvieron una performance similar.

Generalmente se recomienda que el fósforo total ingerido diariamente no supere al total de calcio ingerido, porque provocaría cálculos urinarios en animales jóvenes productores de carne. Durante la época de crecimiento, el fósforo está en concentraciones adecuadas en la mayoría de los forrajes, hay épocas, como por ejemplo de sequía, donde el fósforo suele ser carente.

Los granos de cereal y comidas elaboradas con semillas/aceite, contienen niveles moderados a altos. Como fuentes de suplementación incluimos: fosfato dicálcico, fosfato monoamónico y fosfato defluorinated. (Roa, A. 2016).

La deficiencia de fósforo, es la más frecuente entre los animales que pastorean en el campo. Produce una disminución en el crecimiento y eficiencia para

alimentarse, disminución del apetito, de la capacidad reproductiva, disminución también en la producción de leche, huesos frágiles.

1. **Magnesio.-** Está muy relacionado con el calcio y el fósforo, tanto en las funciones como en la distribución en el cuerpo. La mayor cantidad se encuentra en músculo y huesos. La tetania de los pastos, que se caracteriza por baja cantidad de magnesio en plasma y en fluido cerebroespinal, ocurre normalmente en animales lactando que están pastoreando pasturas exuberantes, pasturas de primavera con alto contenido de potasio, bajos contenidos de calcio y magnesio.

Aparece la deficiencia en forma de tetania la cual aumenta en pasturas tratadas con nitrógeno y potasio (fertilizantes). Casi todos los forrajes contienen el doble de magnesio que los granos. El contenido depende de: especie de planta, estado de crecimiento, magnesio en el suelo, estación y medio ambiente. Como fuente de suplementación podemos nombrar Oxido de magnesio y sulfato de magnesio.

La deficiencia de magnesio en terneros se manifiesta con excitabilidad, anorexia, hiperemia, convulsiones, espuma en la boca, salivación y calcificación de tejidos blandos. Tetania de los pastos o tetania hipomagnesemica es realmente un problema del ganado en periodo de lactación. (Gates, N.; Johnson, K. 2011)

1. **Potasio.-** Es el tercer mineral más abundante en el cuerpo y el mayor catión en el fluido intracelular. Los requerimientos de potasio por parte del Bovino no están bien definidos, pero por el alto contenido de potasio en la leche (1,5 g/Kg) suponemos que los requerimientos pueden subir en época de lactación. Los forrajes son una fuente excelente de potasio contienen de un 1% - 4%. En los problemas de tetanias se lo asocia con el alto contenido de potasio en las pasturas exuberante y de primavera. El contenido de potasio decrece en pasturas maduras, los granos y las dietas concentradas son normalmente deficientes en potasio, los aceites de semillas son una buena fuente de potasio, a este mineral se lo puede suplementar también como potasio clorhídrico, bicarbonato de potasio, sulfato de potasio y carbonato de potasio.

La deficiencia produce una disminución en la ingesta de alimento y en la ganancia de peso diario, pica, manto de cobertura afectado, decolorado y de mal aspecto, debilidad muscular. En el ganado productor de carne esta deficiencia no es nada común.

1. **Azufre.-** Es el componente de aminoácidos (bases azufradas) Metionina, cistina y cisteína, vitamina B, tiamina y biotina, también como parte de componentes orgánicos. Sulfatos, un compuesto de mucopolisacáridos sulfatados, también interviene es ciertas reacciones de detoxificación.

Todos los compuestos que contienen azufre, a excepto de biotina y tiamina, pueden ser sintetizados desde la metionina. La flora ruminal es capaz de sintetizar todos los componentes azufrados orgánicos requeridos desde el azufre inorgánico. Azufre también es necesitado por la microflora ruminal para su crecimiento y metabolismo celular normal. La mayoría de las bacterias ruminales pueden sintetizar el azufre contenido en aminoácidos a sulfuro, el cual puede ser absorbido en el rumen y oxidado por los tejidos a sulfatos que es menos toxico que el sulfuro, el cual es un componente predominante en la composición de las proteínas de la ración. Los requerimientos de azufre dietario pueden ser altos en dietas que contengan alta proporción de proteína que by pass el rumen, así el azufre será una limitante para una óptima fermentación ruminal. Azufre puede ser necesitado en animales alimentados con dietas, donde, con contenidos de urea o de otro nitrógeno no proteico, reemplaza la proteína natural. (Cuenca, L. *et al* 2011)

Forrajes maduros o crecidos en suelos con deficiencia de azufre, silo de maíz y sorgo, Sudan Grass, suelen ser deficientes en azufre, sorgo forrajero es realmente bajo en azufre, comparado con otros forrajes. Azufre puede ser suplementado en la dieta del rumiante como sulfato de sodio, sulfato de amonio, sulfato de calcio, sulfato de potasio, sulfato de magnesio o azufre como elemento. Basado en síntesis de proteína microbiana, in-Vitro, La disponibilidad de azufre para las bacterias ruminales ha sido catalogada como la menos probable, las fuentes son L- metionina, sulfato de calcio, sulfato de amoniaco, DL-metionina, sulfato de sodio,

sulfuro de sodio, azufre como elemento (elemental), análogos de hidroximetionina.

**Deficiencia:** La síntesis de proteína decrece por disminución en la actividad ruminal, bajo consumo, digestibilidad, reducción de la tasa de crecimiento. Toxicidad: La máxima tolerancia se ha establecido a una concentración del 0,40

% (NRC 1960). Si valores mayores a 0,4 %, son consumidos, se verá afectado el consumo y tasa de crecimiento. Niveles elevados pueden llevar a perdida de la estabilidad, espasmo muscular y diarrea.

# 3.6.2. Microminerales

Normalmente te expresan en ppm, partes por millón o mg/Kg. (10 ppm = 10 mg/ kg de ración en materia seca.

1. **Cromo.-** funciona como componente del factor de tolerancia para la glucosa, el cual sirve para potenciar la acción de la insulina. Agregando bajas concentraciones (0.02 a 1 mg/kg) de cromo en lotes de animales estresados provocó aumento de la respuesta inmune y tasa de crecimiento. Pero solo limitadas investigaciones demuestran esto, en algunas situaciones suplementar cromo puede ser necesario. Estudios conjuntos con humanos y laboratorios animales demostraron que la biodisponibilidad es mayor en el cromo orgánico que en el inorgánico. La máxima tolerancia de concentración de cromo trivalente en formas cloradas fue estimada en 1000 mg Cr/kg de dieta. (Cuenca, L. 2010)
2. **Cobalto.-** Funciona como componente de la vitamina B12 (cobalamina). El ganado no requiere de una fuente dietaria de Vit B12, porque los microorganismos ruminales pueden sintetizarla desde el cobalto dietario. En el rumen los rangos de Vit B12 van del 3 al 13 % de la ingesta.
3. **Cobre.-** Los requerimientos varían de 4 a 15 ppm, dependiendo en gran medida de la concentración de molibdeno y azufre. La concentración recomendada en la dieta es de diez 10 ppm, esta parece ser la concentración adecuada de Cu para mantener un 0.25 % de azufre y 2 miligramos de Mo. Puede ser que dietas con menos de 10 mg de Cu cubran los requerimientos del hato, las dietas concentradas

poseen usualmente más cantidad de Cu que los forrajes. Los requerimientos de cobre podrían variar en diferentes razas, más investigación se necesita en esta área.

La acción antagónica del molibdeno con el cobre se ve potenciada cuando la concentración de azufre también es mayor. Se cree que reacciona con thiomolybdates en el rumen formando compuestos insolubles de poca absorción. Thiomolybdates resultan estar relacionados con el cobre, uniéndose a la albúmina plasmática y formando un compuesto que es indisponible para funciones bioquímicas. También se cree que inhibe algunas enzimas cobre dependientes. El azufre reduce la absorción de cobre, por la formación en el rumen de sulfuro de cobre. Altas concentraciones de hierro y zinc también reducen el uso de cobre. El cobre absorbido es excretado primariamente en orina, las mayores reservas están en el hígado. (Guerrero, J.; Colucci, P. 2011)

**Deficiencia:** El mayor efecto de la carencia de cobre es sobre sistemas enzimático reduciendo así la producción y actividades enzimáticas en todo el cuerpo. La diagnosis de deficiencia en todos los microminerales depende de un número de factores como por ejemplo síntomas de clínica general, análisis de sangre, de hígado, información de análisis de forraje. Si alguno de los síntomas clínicos aparece lo primero a hacer seria analizar el forraje. Tener en cuenta en este análisis los antagonismos con el molibdeno, azufre y hierro.

Toxicidad puede ocurrir en concentraciones de 200 a 800 ppm para vacas y 115 ppm para terneros Puede provocarse por exceso en la suplementación o como residuo por contaminación de la dieta con cobre agrícola o industrial.

1. **Yodo.-** Su función es esencial como componente de la hormona tiroidea Tiroxina (T4) y Triiodotironina (T3). Regulando los índices de energía metabólica, iodo absorbido es mayormente llevado a glándula tiroides para la síntesis de hormonas tiroideas, el iodo restante es excretado en orina.

Algunas sustancias en la alimentación que inducen al agrandamiento de la glándula tiroides pueden incrementar los requerimientos de iodo, estas sustancias

son el tiocianato derivado del cianhídrico en trébol blanco y glucocianatos encontrados en algunos forrajes del género Brassica, como por ejemplo Kale, turnips y rape. Las dietas con base de soja y semilla de algodón también inducen al agrandamiento de la glándula. El tiouracil goitrogenico se encuentra en las semillas de Brassica e inhibe la iodinacion de los residuos de tirosina en glándula tiroides. Estas substancias dificultan la utilización tiroidea del iodo. Estos efectos pueden evitarse aumentando el iodo dietario, pero la acción del tiouracil goitrogenico es difícil revertirla con iodo dietario. (Fernández, D. *et al* 2015)

1. **Hierro.-** Es esencial componente de proteínas transportadoras de oxígeno, estas son hemoglobina, mioglobina, gran número de citocromo y proteínas con contenidos de hierro y azufre están involucradas en la cadena transportadora del electrón. Muchas enzimas de los mamíferos lo contienen o son activadas por el hierro.

Más del 50 % del hierro corporal se encuentra en la hemoglobina, menos cantidades se encuentran conjugadas en otras proteínas y enzimas. Normalmente las dietas contienen suficiente cantidad de hierro, y la deficiencia de hierro es rara, salvo que tengamos una infestación parasitaria considerable o estemos frente a enfermedades que provoquen perdida crónica de sangre, si no hay hemorragias, pequeñas cantidades de hierro son eliminadas por orina y heces. Los granos de cereal contienen aproximadamente de 30 a 60 mg de Fe/Kg. Semillas de oleaginosas contienen de 100 a 200 mg de Fe/Kg. Con la excepción de la leche y subproductos, dietas que contienen productos y subproductos animales (carne y pescados) son altas en hierro de 400 a 500 mg/kg; dietas con sangre poseen hasta 3000 mg/kg

La cantidad de hierro en los forrajes varía mucho, pero se mueven el orden de 70 a

500 mg/kg de Fe. Esta variación en la concentración de hierro se debe normalmente a contaminación del suelo y agua. Por lo tanto, la ingesta de estos es de gran importancia en la fuente alimentaria de hierro.

La deficiencia provoca disminución del crecimiento, anorexia y anemia. Pero siempre y cuando no tengamos enfermedades parasitarias o enfermedades hemorrágicas, esta deficiencia es rara y poco común.

Efectos tóxicos de altas ingestas de hierro producen disminución de ganancia de peso y perdida de la eficiencia de utilización del alimento, esta tendencia se ha observado en niveles de hierro de 500 ppm. (Arroyo, G.; Mymauer, E. 2012)

1. **Manganeso.-** Componente de enzimas piruvato carboxilasa, arginas, superoxido dismutasa y también actúa como activador enzimático. Enzimas activadas por Mn incluyen a las hidrolizas, quinazas, transferasas y descarboxilasa. De todas, glycotransferasas son las únicas requeridas específicamente, los requerimientos de Mn para reproducción son mayores que para crecimiento y desarrollo del esqueleto.

La concentración recomendada en rodeos reproductivos de cruzamiento es de 40 mg/Kg. La concentración de manganeso en los forrajes varia en forma marcada dependiendo de la especie, pH y drenaje del suelo, los forrajes normalmente cubren los requerimientos, ensilaje de maíz suele ser carente o estar en el límite de su mínima concentración. Granos de cereales contienen entre 5 a 40 mg/Kg. Otras fuentes de proteínas de origen vegetal contienen 30 a 50 mg/Kg. De origen animal 5 a 15 mg/Kg. Diagnóstico, una dieta se considera deficiente cuando tiene menos de 20 a 40 ppm. Niveles sanguíneos menores a 0,05 ppm y niveles de manganeso en hígado de 9 a 15 ppm son usualmente como indicadores de diagnosis en deficiencias. (Cuenca, L. 2010)

Toxicidad, como la mayoría de microminerales excesivas concentraciones pueden ser toxicas, pero generalmente no se presentan problemas de toxicidad.

1. **Molibdeno.-** Ese componente de las enzimas: xantinas oxidasa, sulfito oxidasa y aldehído oxidasa, los requerimientos de este mineral no están establecidos, pero pueden estar relacionados con la actividad microbiana del rumen, no se tienen datos de su deficiencia. Su metabolismo se ve afectado por el cobre y el azufre, estos interactúan en el rumen para formar tiomolibdatos que dificultan la

absorción y alteran el metabolismo del molibdeno, los sulfatos comparten transportadores con el molibdeno en intestino y riñón, disminuyendo su absorción intestinal y aumentando su excreción por orina.

Está bien documentado que dietas relativamente bajas en molibdeno pude causar deficiencia de cobre y aumentando el cobre dietario puede sobrevenir una toxicidad por molibdeno. La concentración de molibdeno en los forrajes varía considerablemente según tipo de suelo y pH. Suelos neutrales y alcalinos traen aparejado alta humedad y materia orgánica aumentando la concentración de molibdeno en los forrajes. Los granos de cereal y suplementos proteicos tienen un comportamiento similar a los forrajes en cuanto a su concentración.

La toxicidad puede ocurrir en forma aguda en vacas de 1era parición y lactando, siempre y cuando las concentraciones sean de aproximadamente 20 ppm. Esto resulta en diarrea severa y decoloración del manto. (Fernández, D. *et al* 2015)

1. **Selenio.-** La primer selenio-métalo-enzima identificada fue la glutanione- peroxidasa, esta cataliza la reducción de hidrogeno-peroxidasa previniendo daños de tejidos corporales por oxidación. Una segunda selenio-métalo enzima fue identificada, es al iodotronina 5 de-iodinasa, esta enzima cataliza la de ionización de Tiroxina (t4) a Tri-iodo tiroxina (t3) la cual es más activa metabólicamente.

Los factores que afectan el requerimiento de selenio no están bien definidos. Como la función de la vitamina E y el selenio están ínterrelacionados, una dieta baja en vitamina E puede aumentar los requerimientos de selenio necesitados para prevenir ciertas animalidades, así como la enfermedad del músculo blanco (distrofia muscular). Alta concentración de azufre dietario ha incrementado la incidencia de esta enfermedad. (No en todos los casos, solo en algunos estudios).

La deficiencia, está relacionada con la aparición de la enfermedad mencionada. Esta afecta al esqueleto y al músculo cardiaco de vaquillonas jóvenes y animales de 1 año. El diagnóstico es por análisis de hígado, el nivel adecuado es de 8-10 ppm, deficiencia es cuando los niveles son de 2 ppm.

Toxicidad, desafortunadamente Selenio se comporta muy parecido al Cobre y dietas sobre 80 ppm son consideradas toxicas. (Barcellos, J. *et al* 2013)

1. **Zinc.-** Es componente esencial de un número importante de enzimas y activador de varios procesos relacionados al metabolismo de carbohidratos proteínas y ácidos nucleicos, también zinc se lo requiere en el desarrollo y funcionamiento del sistema inmune normal.

Las dietas deberían tener 30 mg/Kg. Es una concentración segura y que cubre los requerimientos. Deficiencia, está comprobado que se disminuye la función inmune, sobre todo en ganado estresado, En el rol reproductivo, los machos se ven más afectados en sus funciones. Hay evidencias en investigaciones que el zinc provoca infertilidad con alteraciones en el último estadio de formación de espermatozoides.

El diagnostico, como todos los microminerales, análisis de sangre nos indicara una deficiencia, también análisis o biopsia de hígado, muestras de tejidos con niveles menores a 80-100 ppm son marginal o deficiente, el nivel dietario va de 30-40 ppm a 75-100 ppm en periodos de stress. (Ortiz, S. 2015)

# Parámetros productivos y reproductivos en bovinos de leche.

* + 1. **Parámetros reproductivos**

Los índices reproductivos son indicadores del desempeño reproductivo del hato. Los índices se calculan cuando los eventos reproductivos del hato han sido registrados adecuadamente. Estos índices nos permiten identificar las áreas de mejoramiento, establecer metas reproductivas realistas, monitorear los progresos e identificar los problemas en estadios tempranos. Los índices reproductivos sirven para investigar la historia de los problemas (infertilidad y otros). La mayoría de los índices para un hato son calculados como el promedio del desempeño individual (Arroyo, G.; Mymauer, E. 2012)

La eficiencia reproductiva es el parámetro de producción alcanzado por el animal considerado como óptimo para su especie, en el caso de los bovinos, es la producción de una cría al año. (Ortiz, et al 2007)

Los principales indicadores utilizados normalmente para definir el estado reproductivo de un hato son: el intervalo entre partos, los días abiertos, la tasa de concepción, el número de servicios por concepción, el intervalo entre servicios, la eficiencia en la detección de calores, los días entre el parto y la primera inseminación, el número de vacas en calor entre los 45 – 60 días postparto y la edad al primer parto entre otros. De estos, el intervalo entre partos, los días abiertos y los servicios por concepción son los que mejor describen la eficiencia reproductiva de un hato. (Pérez – Hernández y Rojo, 2003)

La eficiencia reproductiva de un animal a lo largo de su vida está determinada por la edad a la cual tiene su primera cría y por intervalo entre cada parto subsecuente. En ganado productor de leche, para lograr una óptima eficiencia se debe lograr que las vaquillas alcancen la pubertad a una edad de 15 a 21 meses para que queden gestantes lo más rápidamente posible y que tengan su primer parto ente los 2 y 2.5 años de edad, además que las vacas tengan un intervalo entre partos de 365 días o menos, considerando que la gestación tiene una duración de entre 275 a 290 días; las vacas deben quedar gestantes entre los 75 y 90 días postparto para conservar un intervalo entre parto de 12 meses. (Córdova y Pérez 2002)

**Tabla 1.** *Índices reproductivos más comunes y sus valores óptimos bajo circunstancias ideales. (Ortiz, et al 2075)*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Índice reproductivo** | **Valor optimo** | **Valor que indica**  **problemas** |
| Intervalo entre partos | 12.5 – 13 meses | >14 meses |
| Promedio de días al primer  celo observado | <40 días | >60 días |
| Promedio de días de vacía al  primer servicio | 45 – 60 días | >60 días |
| Servicios por concepción | <1.7 | >2.5 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Índice de concepción al primer  servicio en novillas | 65 – 70% | <60% |
| Índice de concepción al primer  servicio en vacas en lactancia | 50 – 60% | <40% |
| Vacas que conciben con  menos de 3 servicios | >90% | <90% |
| Vacas con un intervalo entre  servicios de 18 a 24 días | >85% | <85% |
| Promedio de días de vacía | 85 a 110 días | >140 días |
| Vacas vacías por más de 120  días | <10% | >15% |
| Duración del periodo seco | 50 a 60 días | <45 o >70 días |
| Promedio de edad al primer  parto | 24 meses | <24 o >30 meses |

# Parámetros productivos

Estas variables son muy afectadas por efectos externos como el clima, el alimento, entre otros.

* + - * **Tasa de sobrevivencia por categoría o etapa productiva:** Es la proporción de animales vivos por etapa al final del año.
      * **Peso corregido de terneros al destete:** Es una variable utilizada para seleccionar los vientres que destetan las crías con un mayor tamaño, se dice corregido, porque se evalúan todos los animales a la misma edad.
      * **Tasa de descarte anual:** Es la tasa de animales que se descartan por la edad, problemas fisiológicos, reproductivos, entre otros en un periodo equivalente a un año. Es muy importante conocer los parámetros de selección que se manejan en el hato.
      * **Vida útil o productiva de los vientres:** Es el tiempo que permanece el vientre en el hato produciendo, desde su primer parto hasta el día que se descartó.
      * **Producción de leche por lactancia:** Es el volumen de leche producida durante una lactancia.
      * **Periodo de días de lactancia:** Es el número de días que produce leche una vaca desde el parto hasta el día que se seca.
      * **Relación entre toros o detectores de celo y vientres aptos para la concepción:** Esta variable permite ajustar la cantidad de toros o detectores que se necesitan en un hato para preñar las vacas. (Grace, N. 2013).

# Necesidades de minerales en el bovino de leche

Para evaluar las necesidades minerales de los animales, hay que tener en cuenta la edad, la fase del ciclo de producción o reproducción y la finalidad para la cual se alimenta a los mismos.

Los cálculos de requerimientos de minerales que aparecen en las tablas de nutrición provienen de trabajos de investigación llevados a cabo en países con sistemas de producción intensivos, con diferencias marcadas en las condiciones ambientales y de manejo y, en muchos casos, con animales de otro potencial genético de producción. (Sager, E. 2018)

**Tabla 2.** *Necesidades minerales y máximas concentraciones tolerables kg/MS para bovinos de leche (NRC 2014).*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | **Vacas lecheras lactando** | | | | |  | | | | | |
| **Peso kg** | **Producción de leche kg** | | | |
| 400 | -8 | 8-13k | 13-18 | 18 | **Vacas preñadas** | **Toros adultos** | **Vaquillonas y toros en desarrollo** | **Terneros con sustituto**  **de leche** | **Terneros al comienzo del**  **concentrado** | **Nivel máximo tolerable** |
| 500 | -11 | 11 - 17kg | 17 - 23 | 23 |
| 600 | -14 | 14 - 21 | 21 - 29 | 29 |
| 700 | -18 | 18 - 26 | 26 - 35 | 35 |
| **Elemento** | **Unidades** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Fosforo | g/kg |  | | | | | | 1,8 | 2,6 | 5 | 4,2 | 10 |
| Calcio | g/kg | 2,4 | 4 | 7 | 6 | 20 |
| Sodio | g/kg |  | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | \*\* |
| NaCl | g/kg |  | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 100 |
| Azufre | g/kg |  | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,7 | 1,1 | 1,6 | 2,9 | 2,1 | 4 |
| Magnesio | g/kg |  | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 0,7 | 0,7 | 4 |
| Potasio | g/kg |  | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 30 |
| Cobre | mg/kg |  | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 115 |
| Cobalto | mg/kg |  | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 5 |
| Manganeso | mg/kg |  | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 1000 |
| Zinc | mg/kg |  | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 500 |
| Yodo | mg/kg |  | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 50 |
| Hierro | mg/kg |  | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 100 | 100 | 1000 |
| Selenio | mg/kg |  | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 2 |
| Cromo | mg/kg |  | 0,1 - 0,5 | | | | 0,05-0,025 | \*\* | \*\* | \*\* | \*\* | \*\* |
| Molibdeno | mg/kg |  | \*\* | \*\* | \*\* | \*\* | \*\* | \*\* | \*\* | \*\* | \*\* | 6 |
| Flúor | mg/kg |  | \*\* | \*\* | \*\* | \*\* | \*\* | \*\* | \*\* | \*\* | \*\* | 20-100 |

La mayoría de los ensayos para los cálculos de los requerimientos han sido efectuados en animales estabulados o en condiciones donde el ingreso de MS se conoce con precisión, estando controlados otros efectos colaterales que pueden afectar la producción y salud de los animales (Corbellini, J. 2018).

Los animales que dependen primariamente de pasturas tienen diferentes necesidades de minerales en relación con aquellos que reciben concentrados. Esto se debe no solo a aportes diferentes, sino a distintos requerimientos asociados a la velocidad de crecimiento y/o desarrollo de los animales sometidos a estos sistemas alimenticios (Sager, E. 2018).

Aunque no se conocen las cifras exactas relativas a las necesidades minerales de las distintas categorías de bovinos sometidos a distintas condiciones de vida, las investigaciones han llegado a algunas conclusiones generales con respecto a recomendaciones de orden dietético, que resume el Consejo Nacional de Investigaciones de EE.UU. (NRC). Las cifras deben utilizarse solamente como guía aproximada, puesto que las necesidades de los distintos animales pueden ser diferentes a los promedios.

# MARCO METODOLÓGICO

* 1. **Materiales**

# Ubicación de la investigación

La presente investigación se realizó en la comunidad Ashpa corral, Parroquia Guanujo perteneciente al cantón Guaranda.

* + 1. **Localización del experimento Tabla 3.** *Localización de la investigación.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Provincia** | Bolívar |
| **Cantón** | Guaranda |
| **Parroquia** | Guanujo |
| **Comunidad** | Ashpa corral |

# Situación geográfica y climática.

**Tabla 4.** *Condiciones meteorológicas y climáticas*

|  |  |
| --- | --- |
| **Parámetros** | **Localidad** |
| Altitud | 3455msnm |
| Latitud | 70º25`W |
| Longitud | 1º1`S |
| Temp. Media Anual | 10.7ºC |
| Temp. Mínima | 5ºC |
| Temp. Máxima | 17ºC |
| Precipitación | 1200mm. |
| Heliofania | 900h/l/año. |
| Humedad Relativa | 70% |

**Fuente:** GAD Guaranda 2020.

# Material experimental

* + - * 25 bovinos hembras en producción

# Materiales de Campo

* + - * Nariguera.
      * Agujas desechables.
      * Tubos vacutainer.
      * Guantes de diagnóstico talla L.
      * Agujas dobles 18G 1 ½.
      * Sogas.
      * Jeringas desechables.
      * Marcador.
      * Libreta de campo.
      * Cooler.
      * Tarjetas para registro.
      * Botas.
      * Aretes.
      * Overol.
      * Botiquín veterinario.
      * Bolsas de propilenglicol (gel refrigerante).

# Materiales y Equipos de laboratorio.

* + - * Agua bidestilada.
      * Baño maría.
      * Balanza electrónica.
      * Varilla de agitación.
      * Equipo de fotometría.
      * Vasos de precipitación.
      * Microscopio convencional.
      * Guantes de diagnóstico.

# 4.1.1. Materiales de oficina

* Computador con sus respectivos accesorios.
* Pendrive.
* Esferográficos.
* Internet.
* Cámara fotográfica.

# Métodos

* + 1. **Factor en estudio**

El factor en estudio fue el estudio de los niveles de minerales en suero sanguíneo (Calcio, Fosforo, Magnesio, Hierro) en vacas en producción.

# Procedimiento

**Tabla 5.** *Procedimiento*

|  |  |
| --- | --- |
| Localidades | 1 |
| Número de tratamientos | 1 |
| Número de repeticiones | 1 |
| Número de unidades experimentales | 25 |

# Análisis estadístico y funcional.

Para esta investigación los resultados experimentales obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos.

* Estadística descriptiva, medias, desviación estándar, máximo, mínimo, coeficiente de variación, varianza.
* Análisis de regresión y correlación lineal.

# 4.1.2. Métodos de evaluación y datos tomados

* **Peso de las vacas (PC)**

Este valor se tomó semanalmente desde el inicio del experimento con la ayuda de una cinta bovinométrica se procedió a medir la circunferencia torácica a fin de determinar el peso de las unidades experimentales. Dicho valor se expresó en kilogramos (kg).

# Edad (E)

La edad de los animales se estimó mediante la observación de la dentición de acuerdo a las características de los incisivos permanentes según el siguiente detalle: erupción de medianos y extremos, razamiento, desgaste. Dicho dato se expresa en años.

# Número de lactancias (NL)

Este valor se expresó en valores enteros, para ello se realizó la identificación del animal mediante la elaboración de una reseña que permita establecer el número de partos del animal; con el propósito de establecer relación entre la lactancia y el nivel de minerales objetos del presente estudio; dicha práctica se realizó por única vez al inicio del ensayo.

# Raza (R)

La determinación de la raza se realizó observando al animal, esto es mediante sus características morfológicas como son: alzada, manto, color del manto, de la borla, del morro, marcas, lunares, medidas cefálicas, tipo de patas, ubre. Este dato se expresa de manera cualitativa indicando la raza.

# Condición corporal (CC)

Fueron evaluadas con una calificación de 1 a 5 donde 1 es flaca y 5 es obesa; con la finalidad de determinar si los minerales influyen de cierto modo en la condición cárnica de la vaca en producción; este parámetro fue tomado quincenalmente.

# Tercio de lactancia (TL)

Según la información proporcionada por el propietario, se realizó la categorización al tercio de lactancia correspondiente en espacios de 100 días; primer tercio (100 primeros días de lactancia), segundo tercio (101 a 200 días post parto) y tercer tercio (a partir de los 201 días).

# Concentración de Calcio en suero sanguíneo (CCaS)

Al inicio del ensayo y realizado por única vez se procedió a tomar una muestra sanguínea y remitida a un centro de análisis acreditado para dicho efecto; dicha muestra fue evaluada mediante la técnica de fotometría para así determinar la concentración de Calcio en suero; dicho parámetro se expresó en mg/dl

# Concentración de Fósforo en suero sanguíneo (CFS)

Al inicio del ensayo y realizado por única vez se procedió a tomar una muestra sanguínea y remitir a un centro de análisis acreditado para dicho efecto; con el objeto que mediante la técnica de fotometría se determine la concentración de Fósforo en suero; dicho valor se expresa en mg/dl

# Concentración de Magnesio en suero sanguíneo (CMgS)

Al inicio del ensayo y realizado por única vez se procedió a tomar una muestra sanguínea y remitir a un centro de análisis acreditado para dicho efecto; misma que fue tomada y transportada al laboratorio con los ajustes que éste dispuso para el efecto y mediante la técnica de fotometría se determinó la concentración de Magnesio en suero; este se expresa en mg/dl.

# Concentración de Hierro en suero sanguíneo (CFeS)

Al inicio del ensayo y realizado por única vez se procedió a tomar una muestra sanguínea y remitir a un centro de análisis acreditado para dicho efecto; en el cual mediante la técnica de fotometría se determinó la concentración de Hierro serológico; este valor se expresa en ug/dl.

# Gestación o preñez (PRÑ)

Mediante el chequeo ginecológico se logró determinar los animales gestantes y los no gestantes, este dato es expresado cualitativamente como grávido e ingrávido.

# Producción diaria de leche (PDL)

Durante el desarrollo de la fase experimental se midió la producción diaria de leche de los animales en estudio con la finalidad de establecer si existe relación entre una deficiencia mineral y la producción de leche; dicho valor se expresó en l.

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

* 1. **Peso de las vacas (PC)**

**Cuadro 1.** *Distribución de frecuencia del peso de las vacas (Kg) evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

|  |  |
| --- | --- |
| **N° de datos** | 25 |
| **V. máx.** | 512.00 |
| **V. min** | 330.00 |
| **Varianza** | 3076.7 |
| **C.V** | 13.44 |
| **Des. Estándar (S)** | 55.47 |
| **Media (x)** | 412.8 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Peso** | **Frecuencia** | **F. Acumulada** | **% De frecuencia** | **% Acumulado** |
| 330 | 3 | 3 | 12 | 12 |
| 335 | 1 | 4 | 4 | 16 |
| 352 | 1 | 5 | 4 | 20 |
| 360 | 2 | 7 | 8 | 28 |
| 365 | 1 | 8 | 4 | 32 |
| 400 | 2 | 10 | 8 | 40 |
| 405 | 1 | 11 | 4 | 44 |
| 408 | 1 | 12 | 4 | 48 |
| 420 | 2 | 14 | 8 | 56 |
| 425 | 1 | 15 | 4 | 60 |
| 430 | 1 | 16 | 4 | 64 |
| 442 | 1 | 17 | 4 | 68 |
| 455 | 1 | 18 | 4 | 72 |
| 470 | 3 | 21 | 12 | 84 |
| 472 | 2 | 23 | 8 | 92 |
| 477 | 1 | 24 | 4 | 96 |
| 482 | 1 | 25 | 4 | 100 |
| **Total** | 25 |  | 100 |  |

En el cuadro1, se muestran los valores obtenidos en lo referente al peso de los animales evaluados en el presente ensayo de campo, registrándose los siguientes

valores: el peso promedio de los bovinos fue de 412.8 kilogramos, el valor mínimo obtenido fue de 330.0 kilogramos, mientras que el peso máximo tomado fue de 512.00 kilogramos; dichos datos al ser sometidos al ser analizador informático Statistix 9 muestran una desviación estándar (S) de 55.47 con un coeficiente de variación de 13.44%.

Al respecto, se considera para fines investigativos en vacunos de leche un peso promedio de 500 kilogramos y se denomina como una unidad bovina adulta (UBA); este valor es el dato más empleado a efectos de cálculos en el manejo zootécnico de la especie bovina sea para diseño de instalaciones, cálculo de la capacidad de carga, programas sanitarios de la población, consumo de alimentos, etc. (Elizondo, D. 2007).

En cambio, al realizar un estudio minucioso de un tema en particular se requieren datos precisos de los valores de las variables dependientes a fin de estimar en forma objetiva las pequeñas variaciones que darán o no significancia al estudio cuando sus datos sean analizados mediante pruebas estadísticas. (Condo, L. y Pazmiño, J. 2015).

Para concluir podemos observar que lo indicado por Condo y Pazmiño (2015) reúne las bases del método científico más apropiado para investigaciones en el campo agropecuario, puesto que generalizar el peso de las unidades experimentales podría consistir en un error en el proceso de toma de datos investigativos.

330

335

352

360

365

400

405

408

420

425

430

442

455

470

472

477

482

**Gráfico 1.** *Peso (kg) de los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

**PESO DE LOS BOVINOS**

3 1 1 2 1 2 1 1 2 1 1 1 1 3 2 1 1

FRECUENCIAS

PESOS KG

En el grafico 1, se pueden apreciar mediante barras verticales paralelas la frecuencia relativa de los pesos de las vacas evaluadas al inicio del ensayo experimental, dato que fue tomado con la ayuda de una cinta bovinometrica mediante la medida de la circunferencia torácica con el animal en pie.

En Brasil se llevó un interesante estudio denominado <<El riesgo en la utilización de la cinta métrica torácica como método de pesaje bovino. Análisis estadístico>>; comparando este método con la balanza y sometiendo los datos a análisis con el Coeficiente de Correlación de Concordancia de Lin, el Gráfico de Bland-Altman y la Curva de Concordancia-Supervivencia, concluyendo que el peso de bovinos obtenido con una balanza digital y con una cinta torácica no son concordantes para los datos del peso de novillos Nelore; las medidas presentan diferencias que imposibilitan que estos métodos sean intercambiables y el cálculo del peso de bovinos Nelore mediante la cinta torácica proporciona medidas que pueden llevar a conclusiones erróneas. (Jiménez, V.; Mazucheli, J.; Picada, I. 2017).

En concordancia con lo anterior en Boletín técnico divulgativo se describen los métodos de pesaje bovino más conocidos en nuestro medio como son: la báscula, la cinta bovinometrica, el método de Quetelet y el método de Escobar, asumiendo que el más real es el pesaje en bascula y que existe una diferencia de hasta 12

kilogramos entre este y los otros métodos de pesaje en bovinos. (Aguirre, L. y Zhinin, L. 2010).

# Edad (E)

**Cuadro 2.** *Distribución de frecuencia para la edad de las vacas (años) por observación de la dentición evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

|  |  |
| --- | --- |
| **N° de datos** | 25 |
| **V. máx.** | 10 |
| **V. min** | 3 |
| **Varianza** | 3.26 |
| **C.V** | 32.71 |
| **Des. Estándar (S)** | 1.80 |
| **Media (x)** | 5.52 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Edad** | **Frecuencia** | **F. Acumulada** | **% De frecuencia** | **% Acumulado** |
| 3 | 4 | 4 | 16 | 16 |
| 4 | 3 | 7 | 12 | 28 |
| 5 | 7 | 14 | 28 | 56 |
| 6 | 3 | 17 | 12 | 68 |
| 7 | 5 | 22 | 20 | 88 |
| 8 | 2 | 24 | 8 | 96 |
| 10 | 1 | 25 | 4 | 100 |
| **Total** | 25 |  | 100 |  |

En el cuadro 2 se detallan los valores estadísticos para la variable dependiente edad de los animales, dato que fue estimado mediante la observación de la erupción y el desgaste de la dentadura principalmente de los incisivos; donde se obtuvieron los siguientes valores: la edad promedio fue de 5.52 años, la edad máxima estimada fue de 10 y la mínima de 3; estos datos al ser sometidos al

programa informático STATITIX9 dieron como desviación estándar (S) 1.80 con un coeficiente de variación de 32.71%.

En este contexto, se manifiesta que la edad del bovino de leche influye sobre las gradientes de producción, reproducción, contenido de minerales óseos y funciones fisiológicas del mismo, para lo cual es muy importante al momento de categorizar los animales tomar en consideración este aspecto ya sea mediante el uso de los registros propios dentro de cada predio que es el valor más preciso para el caso o mediante al uso el cálculo de la evolución de la dentición cuyo método se considera como científico hasta la actualidad para diferenciarlos de otros como le desgaste del cuerno por citar denominado como empírico. (Escobosa, A. y Ávila, S. 2013).

Por otra parte, se advierte que la especie bovina es considerada como difiodonte y heterodonte; es decir que tiene dentadura decidua y permanente por una parte y su dentición es de tipo especializada. (Cañete, G. y Hernández, L. 2017).

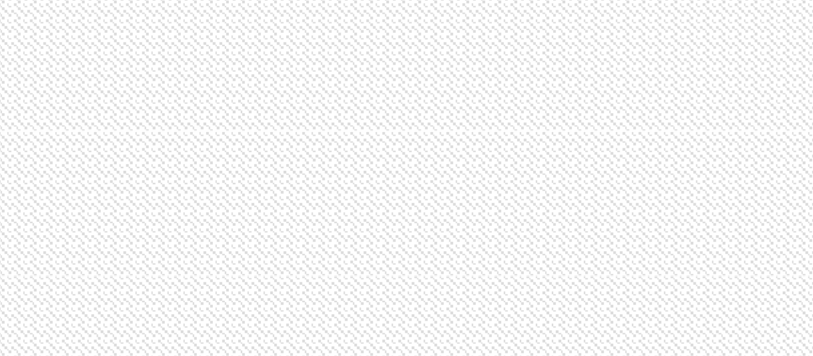
Al mismo tiempo se describe la denominación de los incisivos como pinzas, primeros medianos, segundos medianos y extremos; siendo aproximado el tiempo de erupción, rasamiento, nivelación y acortamiento progresivo; argumentando que este fenómeno este sujeto a factores como calidad y tipo del alimento, raza, nutrición mineral y enfermedades. (Serrano, J. 2014)

Al respecto se señala que en la especie bovina es un tanto fácil la determinación de edad por observación de la dentición hasta el décimo año de vida y que es practica rutinaria para los clínicos de campo revisar la dentadura del bovino a fin no solo de poder determinar la edad del animal sino también para poder apreciar enfermedades de tipo metabólico o procesos de degeneración ósea a consecuencia de padecimientos de diversa índole. (Zeballos, H. 2010)

De lo aportado por los diversos autores antes mencionados se resume que la observación de la dentición a más de poder estimar la edad aproximada del animal también permite observar o diagnosticar deterioros en la salud.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | |  | | |  | | |  | | |  | | |  | | | 10 | | |
|  | | |  | | |  | | |  | | |  | | | 8 | | |  |  |  |
|  | | |  | | |  | | | 6 | | | 7 | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |
|  | | | 4 | | | 5 | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |
| 3 | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Gráfico 2.** *Edad en los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*



EDAD DE LOS BOVINOS

12

10

8

6

4

2

0

4

3

7

3

**FRECUENCIA**

5

2

1

**EDAD EN AÑOS**

En el grafico 2 se puede apreciar los datos de la edad estimada en los bovinos evaluados en la comunidad Aspa corral; en la cual se evidencia el número de animales con sus respectivas edades al inicio del ensayo.

La edad es un dato esencial en la producción animal, dada su relación con las funciones fisiológicas, algunas no aparecen hasta determinada edad, su cuantía e intensidad varía con ella; determinadas enfermedades tienen edades propensas para su aparición y desarrollo. Es de mucha ayuda además para determinar si la nutrición y el manejo suministrados han propiciado un crecimiento adecuado para la edad o genética que poseen. En el caso específico de la vaca de cría también nos ayuda a estimar los años productivos que a un animal le quedan por delante. (Cañete, G. y Hernández, L. 2017).

# Número de lactancias (NL)

**Cuadro 3.** *Distribución de frecuencia para la variable número de lactancias de las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

|  |  |
| --- | --- |
| **N° de datos** | 25 |
| **V. máx.** | 3.00 |
| **V. min** | 1.00 |
| **Varianza** | 0.50 |
| **C.V** | 32.14 |
| **Des. Estándar (S)** | 0.71 |
| **Media (x)** | 2.20 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lactancia** | **Frecuencia** | **F. Acumulada** | **% De frecuencia** | **% Acumulado** |
| 1 | 4 | 4 | 16 | 16 |
| 2 | 12 | 16 | 48 | 64 |
| 3 | 9 | 25 | 36 | 100 |
| **Total** | 25 |  | 100 |  |

En el cuadro 3; se muestran los valores obtenidos en lo referente al número de lactancias de los bovinos evaluados en el presente ensayo de campo, registrándose los siguientes valores: el número de lactancias promedio de los bovinos fue de 2, el valor mínimo obtenido fue de 1, mientras que el número de lactancias máximas tomado fue de 3; dichos datos al ser sometidos al ser analizador informático STATISTIX9 muestran una desviación estándar (S) de 0.71 con un coeficiente de variación de 32.14%.

Debido a que la lactancia se inicia con el parto, la producción de leche depende exclusivamente de la gestación. Para ganar vida útil o productiva, la vaca es preñada mientras está en producción. De esta manera, en algún momento del ciclo productivo, la gestación se va a superponer con la lactancia en curso hasta que la vaca se seque (cese de la lactancia), en general, dos meses previos al parto y, en consecuencia, al inicio de la siguiente lactancia. (Bretschneider, G.; Salado, E.; Cuatrin A. y Arias, D. 2013)

De los datos analizados según la información obtenida en el trabajo de campo se puede apreciar que las lactancias de estos animales tienen muchos altibajos si se los compara con la edad de los semovientes, pues se detectaron animales de hasta 10 años y lactancia máximas de 3, esto conlleva a suponer que dichos animales tuvieron problemas para preñar o sus gestaciones no llegaron a término.

NUMERO DE LACTANCIAS

3,5

3

2,5

2

1,5

1

0,5

0

4

12

frecuencia

9

lactancias

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | |  |  |
|  | | | | |  |
|  | | |  |  |  |
|  | | |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**Gráfico 3.** *Número de lactancia para los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

El grafico 3, muestra en un diseño de barras las frecuencias para el número de animales según las lactancias transcurridas hasta la toma de datos; encontrándose la mayor cantidad de animales en su segunda lactancia (f=12), dicho valor al ser comparado técnicamente con la edad media de los animales (5.52 años) permite suponer que las vacas están teniendo dificultades para lograr preñeces tempranas sea para primer parto o muchos días abiertos.

En un estudio realizado en 7 establos de la cuenca de Lima se encontró que sólo el 57% de los animales llegan a tener 4 partos, mientras que en otro estudio realizado en Cajamarca con ganado semiestabulado se reportó un 22.3 % de descarte de vacas por infertilidad o fallas reproductivas. Por otro lado, años atrás se reportó que las principales causas de descarte de las vacas lecheras en Lima fueron por trastornos reproductivos (49.6%), baja producción (21.8%) y tuberculosis bovina (19.7%). (Orrego, J.; Delgado, A. Echavarria, L. 2013)

(Ariza, C. 2011) al realizar el análisis productivo y reproductivo de un hato lechero determino que factores como reproducción y nutrición son los principales que influyen al momento de medir el número de lactancias en vacas de leche y de doble propósito, debido a que las condiciones de manejo de estos dos factores son llevadas de manera independiente cuando deberían ser practicas correlacionadas, concluye.

En este mismo contexto (Reyes, F.; Chávez, J.; Condo, L. y Marini, P. 2020) argumentan la edad al primer parto (EPP) de las vacas Holstein ecuatoriano y puro se encuentran por encima de los 22 a 27 meses considerados para sistemas a pastoreo (García y Gens, 1997; Galvis, 2008). Aunque, similares a los 31,5 meses reportados por (Ortiz, 2008) en la provincia de Pichincha – Ecuador. Por debajo de los 40,1 meses señalados por (Freire, 2016) en sistemas a pastoreo en la provincia de Chimborazo, a los 35,4 y 31,7 meses para vacas con registro de cría y puras manejadas bajo un sistema de pastoreo en Argentina (Marini et al., 2015), a los 35 meses reportados por (Vallone, et al. 2016) en sistemas a pastoreo en Argentina y a los 33,1 meses mostrados por (Bueno, 2018) en un estudio realizado con datos del periodo 1999- 2013 en Lima-Perú. Mostró valores superiores a los 28,1 meses mencionado por (Valencia, 2009) en un estudio en la hacienda San Marcos en Cuenca- Ecuador y a los 28,9 meses encontrados por (Salazar-Carranza et al. 2013) en vacas Holstein puras de hatos de lechería especializada en Costa Rica.

En el mismo estudio mencionan, el promedio del intervalo parto-concepción (IPC) en los dos biotipos fue muy amplio, lejos de los 82 días para obtener un parto al año (Marini y Di Masso, 2019); siendo superior a los 205 y 196 días para vacas Holstein primíparas y multíparas encontrados por (Bueno, 2018) en el periodo de 1999 - 2013 a 3.350 msnm en Cajamarca - Perú; a los 141 días reportados por (Echeverri, et al. 2011); a los 181 días reportados por (Ortiz et al. 2009) en un estudio realizado en cuatro establos de la cuenca lechera de Lima con datos del periodo 1994 - 2002 en un sistema intensivo y a los 217, 160, 161 y 154 días para los cuartiles 1, 2, 3 y 4 en base a la edad al primer parto propuestos por (Marini y Di Masso 2019) en vacas Holstein con registro de cría. Los días de

intervalo parto-concepción que mostró este grupo de vacas posiblemente pueda deberse a una elevada producción de leche que no es posible sostenerse sin que repercuta en la eficiencia reproductiva, además del balance energético negativo, inadecuados niveles de hormonas gonadotropinas, fallas en la detección del estro, factores ambientales y salud de las vacas, que deben ser analizadas en profundidad para superar la dificultad de preñar luego del parto y conseguir un equilibrio entre producción y reproducción de las vacas lecheras para que pueda ser sustentable. Entre tanto, la longitud de vida productiva expresado en número de partos encontrados en este estudio es inferior a 3,6 partos reportados por (Ferris et al. 2012) en vacas Holstein mestizas, y a los 2,6 - 3,3 partos en vacas de alta producción lechera en Estados Unidos y Alemania (Hare, Norman y Wright, 2006; Knaus, 2009; Frana et al., 2014, citado por Marini y Di Masso, 2019). Sin embargo, el biotipo Holstein ecuatoriano tiene más partos (1-10) que las Holstein puras, pero ambas presentan una corta longitud de la vida productiva.

De lo citado por los anteriores estudios se concluye que los estudios en el tema de los parámetros productivos en bovinos de biotipo lechero en el Ecuador y fuera de sus fronteras es un tema de amplia discusión y con valores de amplios márgenes, el desafío de los ganaderos, asociaciones y profesionales del área está en volver la actividad ganadera en un sector competitivo económicamente para que resulte viable al inversionista.

# Producción diaria de leche (PDL)

**Cuadro 4.** *Distribución de frecuencia para la variable producción diaria de leche (lts) de las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

|  |  |
| --- | --- |
| **N° de datos** | 25 |
| **V. máx.** | 12.00 |
| **V. min** | 3.00 |
| **Varianza** | 5.00 |
| **C.V** | 37.26 |
| **Des. Estándar (S)** | 2.24 |
| **Media (x)** | 6.00 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Producción** | **Frecuencia** | **F. Acumulada** | **% De frecuencia** | **% Acumulado** |
| 3 | 3 | 3 | 12 | 12 |
| 4 | 2 | 5 | 8 | 20 |
| 5 | 7 | 12 | 28 | 48 |
| 6 | 5 | 17 | 20 | 68 |
| 7 | 4 | 21 | 16 | 84 |
| 8 | 1 | 22 | 4 | 88 |
| 9 | 1 | 23 | 4 | 92 |
| 11 | 1 | 24 | 4 | 96 |
| 12 | 1 | 25 | 4 | 100 |
| **Total** | 25 |  | 100 |  |

En el cuadro 4, se muestra la distribución de frecuencia con datos sin agrupar correspondiente a la producción de leche diaria en kilogramos de las vacas evaluadas en el presente ensayo realizado en la comunidad Aspa corral encontrándose los siguientes datos: producción máxima 12 kg, producción mínima kg, producción media 6 kg, varianza 5.00, desviación estándar de 2.24 y un coeficiente de variación de 37.26%.

La categorización de ambos biotipos Holstein (puras y de mestizas con registro) en tres niveles de producción permitió comparar el desempeño reproductivo de los tres grupos. Es así que el 33% de las vacas poseen bajas producciones con un promedio de leche de 10,8 y 10,5 L/día/lactancia, levemente superior al promedio de 10 L/día para la región sierra del Ecuador (ESPAC, 2017); mientras que en la categoría medio y alto se observó producciones individuales que sobrepasan 16 y 21 litros de leche/día, lo cual muestra un elevado nivel de producción en el 66% de las vacas registradas en la Asociación Holstein Friesian del Ecuador (AHFE), en comparación a otros hatos lecheros del Ecuador con sistemas similares. No se debe esperar altos niveles de producción en los sistemas a pastoreo, aunque se crea que con mejorar solo la genética eso podría ser posible, la expresión del potencial productivo debe estar acompañada de un control del ambiente que no es posible garantizar en los sistemas a pastoreo. Es importante que los productores

busquen dentro de su rodeo vacas que muestren adaptación al ambiente y fitness (Rauw et al., 1998) lo que le permitirá tener la vaca más conveniente para su sistema de producción. Entre tanto, otros países como Argentina los sistemas lecheros tienden a intensificarse, confinando mayor tiempo a sus vacas y equilibrando el consumo de materia seca con el fin de incrementar los litros de leche producidos por vaca (Frossasco et al., 2017). Sin embargo, en la provincia de Cotopaxi y la región interandina, los ecosistemas existentes permiten disponer de forraje verde de buena calidad y cantidad durante todo el año, con ligeros descensos propios de la época de verano (CIL, 2015) apta para el desarrollo de sistemas de producción a pastoreo, en espera de aprovechar al máximo el potencial productivo sin provocar un desequilibrio reproductivo sanitario. (Reyes, F.; Chávez, J.; Condo, L. y Marini, P. 2020)

En este contexto al analizar los parámetros reproductivos y productivos se determinó que el promedio de producción diaria de leche en ganado bovino Holstein, gyr y girolando fue de 5.5 kg/día en condiciones de trópico. (Ariza, C. 2011)

Los datos manifestados por (Ariza, C. 2011) difieren a los obtenidos por (Reyes, F.; Chávez, J.; Condo, L. y Marini, P. 2020) y se asemejan a los encontrados en el presente ensayo, esto se debe a que las condiciones de manejo, la genética y la nutrición influyen sobre la producción láctea.

PRODUCCION DE LECHE LTS

14

12

10

8

6

4

2

0

3

2

7

5

4

1

1

1

1

FRECUENCIAS

LITROS DE LECHE AL DIA

**Gráfico 4.** *Producción de leche diaria expresada en litros en los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

El grafico 4, muestra en detalle la producción diaria de leche en litros o kilogramos/ día; en las vacas evaluadas en la comunidad Aspa corral, como se puede apreciar las mayores frecuencias se obtuvieron en (f=7, f=5 y f=4), es decir, estas fueron las producciones que mayormente tenían los animales de los predios visitados.

Al analizar los parámetros reproductivos y productivos (Ariza, C. 2011) estimo que al haber una producción de leche día de 5.5 kg; y al correlacionar este dato con los el número de días de lactancia real y esperado, el intervalo entre partos real y esperado y la producción de leche real y esperada concluye que hay una pérdida de 662.625 pesos/vaca/lactancia.

Al evaluar el costo de producción de leche se estimó que en el sistema de crianza familiar en la serranía ecuatoriana el costo de producción es de 0.34 $ litro, con vacas de 7.47 litros/día promedio, siendo el mayor rubro de egreso por unidad de leche producida el costo del sobrealimento (balanceado) con una participación del 18% del total del costo de producción, superado únicamente por el de la mano de obra. (Taboada, C. 2012)

Observando los datos reportados por (Taboada, C. 2012 y Ariza, C. 2011); podemos concluir que los costos de producción de leche en nuestro medio equiparados con la producción de leche diaria que presentan los animales deja muy pocas utilidades a los productores rurales, si se tomara en consideración otros rubros importantes como son: el costo de la mano de obra, la sanidad, el mejoramiento genético y la depreciación del semoviente, estas producciones no permitieran mantener un estado de pérdidas y ganancias positivos en la lechería rural.

# Razas (R)

**Cuadro 5.** *Raza de las vacas evaluadas en el proyecto.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Razas** | **Frecuencia** | **F. Acumulada** | **% De frecuencia** | **% Acumulado** |
| Brown Swiss | 13 | 13 | 52 | 52 |
| Holstein f. | 9 | 22 | 36 | 88 |
| Pizan | 3 | 25 | 12 | 100 |
| **Total** | 25 |  | 100 |  |

En el cuadro 5, se muestran las razas encontradas (biotipos) en la comunidad Ashpa corral de la parroquia Guanujo las mismas que fueron evaluadas, dentro de la categorización de las razas se lo realizo en base a los criterios de reconocimiento en cuanto a sus características fenotípicas y su morfología dentro de las cuales se determinaron las razas siguientes con su valores a saber: la raza Brown Swiss es el biotipo con mayor cantidad de ejemplares representando un total de 13 animales (52%), la raza Holstein es otra raza con alta presencia de los animales evaluados con 9 ejemplares (36%) y por ultimo una raza nacional como es la pizan con 3 ejemplares con características fenotípicas de la raza encontradas y estudias representando el (12%).

La Provincia de Bolívar siempre ha sido un eje: Sierra- Costa, por ser la provincia andina que más se adentra en el trópico, con ganadería de algunos siglos que siempre ha producido lácteos. La provincia de Bolívar es un icono de la quesería nacional. Desde hace un siglo, que Don Aurelio Cordovéz Ricaurte trajo desde Europa tecnología de quesos, y utilizando todavía caminos de herradura llegaban sus productos hasta Riobamba, desde esa ciudad se vendían grandes quesos maduros, muchos de los cuales llegaban a Guayaquil. La provincia de Bolívar destina su uso de suelo a pastizales y una gran parte de ellos son cultivados. El 88% de propiedades de esta provincia tienen menos de 20 hectáreas y de ellas el 42% son de uso agropecuario. El tamaño promedio de finca es de 4,7 ha/UPA.27 Sus grandes áreas de pastizales permiten una gran cobertura ganadera, aunque los promedios productivos de Bolívar, en esta área, son todavía bastante bajos. En

todo caso, Bolívar provee un promedio de 270.000 litros de leche cruda al día, que representa el 5% de la producción nacional diaria. Actualmente muchas ganaderías de Bolívar, se dedican a producir quesos, que son conocidos en todo el Ecuador. Mucha de la leche cruda que se produce en Bolívar, ha encontrado mercado en la Costa ecuatoriana. Pero podemos decir que la quesería comunitaria, es la más importante iniciativa de esta provincia. (Vizcarra, R. - CIL 2015)

RAZAS EVALUADAS

14

12

10

8

6

4

2

0

BROWN SWISS

HOLSTEIN F.

RAZAS

PIZAN

NUMERO DE ANIMALES

**Gráfico 5.** *Gráfico de barras, de las razas (biotipos) de leche evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

En el grafico 5 se muestra en barras el total de animales evaluados según las razas fenotípicamente determinadas en la comunidad de Aspa corral de la parroquia Guanujo, predominando la raza Brown Swiss (13), seguido de la raza Holstein (9) y finalmente la raza Pizan (3) respectivamente.

Las principales razas tienen características distintivas que permiten su identificación. La Holstein-Friesian es la de mayor tamaño; una vaca adulta pesa al menos 675 kg. La siguen en tamaño la Brown Swiss, la Ayrshire y la Guernsey. La Jersey es la raza más pequeña: los ejemplares adultos pesan 450 kg. Las razas difieren también en el color. La Holstein es blanca y negra, aunque algunos ejemplares pueden ser blancos y rojizos; el color de la Brown Swiss varía desde

un castaño grisáceo muy claro a castaño oscuro; y la Ayrshire puede ser rojiza, castaño o caoba con blanco. (Jara, J. y Maldonado, H. 2011)

Las vacas pizán son de mediana estatura, los toros algunos de ellos han sobrepasado las 2.200 libras de peso vivo. El bovino pizán tiene gran adaptación a las alturas andinas. Resistente a enfermedades: bronco-pulmonares, mastitis y panadizo y cuenta con una notable capacidad de asimilación de todo alimento. (Pezantes, E. 2015)

# Tercio de la lactancia (TL)

**Cuadro 6.** *Distribución de frecuencia para la variable tercio de la lactancia de las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

|  |  |
| --- | --- |
| **N° de datos** | 25 |
| **V. máx.** | 3 |
| **V. min** | 1 |
| **Varianza** | 0.50 |
| **C.V** | 32.14 |
| **Des. Estándar (S)** | 0.71 |
| **Media (x)** | 2.20 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tercio lact.** | **Frecuencia** | **F. Acumulada** | **% De frecuencia** | **% Acumulado** |
| 1 | 4 | 4 | 16 | 16 |
| 2 | 12 | 16 | 48 | 64 |
| 3 | 9 | 25 | 36 | 100 |
| **Total** | 25 |  | 100 |  |

En el cuadro 6 se detalla la distribución de frecuencias para la variable tercio de lactancia, la cual se obtuvo mediante la inspección de la edad de la cría, obteniéndose los siguientes resultados: la media poblacional fue de 2.20, la desviación estándar de 0.71, la varianza fue de 0.50 valores con un coeficiente de variación de 32.14%.

El periodo de lactancia en el ganado bovino lechero esta dado por un periodo de 10 meses (305 días), este a su vez se divide en tres tercios conocido como curva de lactancia, debido a que la producción de leche es diferente de acuerdo al tiempo transcurrido posterior al parto; para fines de evaluación y manejo de zootécnico de la nutrición y la reproducción cada tercio (100 días) tiene sus propios objetivos y metas de producción. (Costales, C. 2015)

En este aspecto, al realizar la caracterización del perfil mineral de bovinos lecheros en establecimientos del departamento Las Colonias – región centro de Santa Fe (Luna, L. 2011); concluye que el periodo de lactancia irregularmente es igual a 305 días, debido a que los parámetros productivos se encajan de manera eficiente en este concepto, pero que es la mejor medida para acercar a los objetivos productivos de un hato.

Lo mencionado por (Luna, L. 2011 y Costales, C. 2015) concuerdan con los datos registrados en el presente ensayo, en donde encontramos animales con parámetros productivos fuera de los márgenes técnicos establecidos.

TERCIO DE LA LACTANCIA

3,5

3

3

2,5

2

1,5

1

0,5

0

4

12

NUMERO DE ANIMALES

9

TERCIO DE LACTANCIA

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | |  |  |
| 2 | | | | |  |
|  | | |  |  |  |
| 1 | | |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**Gráfico 6.** *Gráfico de barras, del tercio de lactancia en los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

En el grafico 6 se pueden apreciar en barras verticales la frecuencia de los animales según el tercio de lactancia, en donde se puede observar que 12 animales

se encuentran en el segundo tercio (48%), 9 en el último tercio (36%) y 4 en el primer tercio (16%).

La lactancia de un bovino lechero se divide en 3 partes de aproximadamente 100 días cada una, desde el punto de vista nutricional cada tercio tiene un desafío propio, así: durante el primer tercio de lactancia corresponde no afectar en demasía el balance negativo de energía, puesto que de ello dependen la producción sostenida y lograr una preñez antes que este periodo termine y así lograr el objetivo de una cría por año; a la segunda fase o tercio de lactancia le corresponde la mantención de la producción y lograr recuperar puntaje de la condición corporal a más de mantener una preñez en buen estado, para ello principalmente la nutrición mineral equilibrada es importante en esta fase, ya en el último tercio cuando la producción decae es importante mantener la salud de la ubre. (Luna, L. 2011)

* 1. **Gestaciones o preñeces (PRÑ) Cuadro 7.** *Preñeces de las vacas evaluadas*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Preñez** | **Frecuencia** | **F. Acumulada** | **% De frecuencia** | **% Acumulado** |
| Gravida | 9 | 9 | 36 | 36 |
| Ingravida | 16 | 25 | 64 | 100 |
| **Total** | 25 |  | 100 |  |

En el cuadro 7, se puede observar la distribución de frecuencias para la variable estados de preñez, en donde se determinó mediante chequeo ginecológico lo siguiente: el 36% (f=9) se encuentra en estado de gravidez y el 64% (f=16) en estado de ingravidez.

(Gómez, C. y Fernández, M. 2004), manifiestan que el uso de minerales quelatos o complejos minerales orgánicos en el alimento ha incrementado en gran medida parámetros productivos y reproductivos, así como también ha disminuido las cantidades de células somáticas en la leche.

El primer celo posparto en vacas suplementadas mediante la utilización de tres niveles de carbo-amino-fosfo-quelatos como fuente orgánica mineral presentaron diferencias estadísticas (P<0.01) obteniéndose los mayores promedios en los animales suministrados con 0 y 150 g del producto con 18,40 y 16,80 días respectivamente, en última instancia se determinó el primer celo posparto en las vacas al cual se suministró 175 y 200 g del compuesto con valores de 14,80 y 14,60 días. Estos resultados posiblemente se hallen relacionados a un mejoramiento de los procesos metabólicos, como efecto del uso de los CAFQ, en la suplementación de vacas lecheras, lo que provocaría una mayor disponibilidad de energía y por ende un menor tiempo para la involución uterina y desarrollo folicular luego del parto. (Costales, C. 2015)

Los argumentos presentados por (Gómez, C. y Fernández, M. 2004 y Costales, C. 2015) muestran la importancia de la nutrición mineral y su impacto sobre la nutrición equilibrada, especialmente la mineral.

ESTADOS DE PREÑEZ

18

16

14

12

10

8

6

4

2

0

16

PREÑECES

NUMERO DE ANIMALES

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | | | |  |  |
|  | | | |  |
| 9 | | | |  |
|  |  |  | |
|  |  | |  |
|  |  | |  |
|  |  | |  |
|  |  | |  |
| GRAVIDA | | | INGRAVIDA | | |
| Serie 1 | 9 | | | 16 | | |

**Gráfico 7.** *Gráfico de barras correspondiente al estado de preñez en los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

En el grafico 7 se muestran las frecuencias de los animales que presentaron preñez (barra izquierda) y los que no mostraron preñez (barra derecha); habiéndose obtenido este valor mediante el chequeo ginecológico de los animales evaluados en la comunidad Aspa corral de la parroquia Guanujo.

Las enfermedades de la producción de mayor impacto económico son la hipocalcemia o hipomagnesemia subclínicas, partos distócicos, retención de placenta, metritis, edema de ubre, enfermedad ovárica quística, enfermedades podales, mastitis clínica y distintas manifestaciones de fallas reproductivas (anestro, mortalidad embrionaria, vacas repetidoras de servicios, etc.). Estas enfermedades, están relacionadas con desbalances o errores en la alimentación preparto y posparto inmediato (Holmes et al., 2012).

# Condición corporal (ICC)

**Cuadro 8.** *Distribución de frecuencia, según la condición corporal de las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

|  |  |
| --- | --- |
| **N° de datos** | 25 |
| **V. máx.** | 4.00 |
| **V. min** | 3.00 |
| **Varianza** | 0.23 |
| **C.V** | 14.34 |
| **Des. Estándar (S)** | 0.48 |
| **Media (x)** | 3.32 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ICC** | **Frecuencia** | **F. Acumulada** | **% De frecuencia** | **% Acumulado** |
| 3 | 17 | 17 | 68 | 68 |
| 4 | 8 | 25 | 32 | 100 |
| **Total** | 25 |  | 100 |  |

El cuadro 8 muestra la distribución de frecuencias para la variable dependiente condición corporal de los animales evaluados en la comunidad Aspa corral, en donde se obtuvieron los siguientes datos: la varianza fue de 0.23, la desviación estándar de 0.48, la condición corporal máxima fue de 4.0 y la menor de 3.0, la media poblacional fue de 3.32; dichos datos tuvieron un coeficiente de variación de 14.34%.

La condición corporal es producto del manejo y la nutrición e influye en forma importante sobre la reproducción. El efecto de la nutrición sobre la reproducción depende en gran parte de cambios en el régimen alimenticio de las vacas en el momento del parto y los cambios se expresan directamente en la condición corporal de las mismas. Es importante su evaluación en momentos estratégicos como el servicio, secado, parto y posparto. (González, S. 2015)

En general, la condición corporal mínima requerida al parto es de 3,0 (escala 1 - 5), con criterios que van de 2,5 - 3,0 y 3,5. El efecto de la condición corporal al parto sobre el intervalo entre partos es mayor cuando la condición corporal es muy pobre, menor cuando la condición mejora y siendo muy marginal cuando la condición corporal de la vaca es excelente. (Luna, L. 2011)

Los aportes realizados en investigaciones similares realizadas por (González, S. 2015 y Luna, L. 2011) advierten de la importancia que conlleva mantener la condición corporal de los animales en las etapas más críticas de la producción.

PUNTUACION DE LA CONDICION CORPORAL

4,5

4

3,5

3

2,5

2

1,5

1

0,5

0

4

17 8

NUMERO DE ANIMALES

CONDICION CORPORAL

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | |  |  |
| 3 | | |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**Gráfico 8.** *Gráfico de barras, para la variable índice de condición corporal (1 al 5) en los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

El gráfico 8 muestra en barras verticales las frecuencias para la variable condición corporal de los animales evaluados en la comunidad Aspa corral perteneciente a la parroquia Guanujo, en donde se determinó que (f=17) mostraron una condición

corporal 4 y en contraparte (f=8) mostraron una condición corporal calificada en 3; lo cual indica que el estado corpóreo de los animales es de aceptable a buena.

La condición corporal deseable durante el período seco tardío y al parto debe ser de 3,5 con rangos de 3,0 - 4,0. Al inicio de la lactancia el deseable es de 2,0 con rangos de 1,5 - 2,0 y a mitad de la lactación de 2,5 con límites de 2,0 - 2,5; mientras que la pérdida de condición corporal deberá ser de 0,5 - 1 punto durante los primeros 60 días de lactación. Una CC entre 2,5 y 3,5 es la indicada para una buena eficiencia reproductora en ganado lechero. (Parker, K. 2012)

Se ha encontrado relación entre la calificación corporal con la producción de leche y fertilidad en vacas en pastoreo alimentadas con cantidades limitadas de concentrado. En vacas Holstein la mayor parte de la grasa corporal (50 – 70 %) se acumula en los tejidos subcutáneos y muscular asimismo la grasa intra- abdominal constituye del 23 % al 30 % de la grasa total corporal del animal. Un punto de cambio en la condición corporal equivale de 25 - 60 kg de deficiencia en el peso vivo. La utilización de reservas corporales jugaría un rol primordial durante el preparto y las 5 primeras semanas de lactancia debido a una disminución en el consumo voluntario y a un aumento marcado en la demanda de aminoácidos establecidos por el desarrollo fetal y el inicio de la lactancia. (Taboada, C. 2012)

Los desórdenes metabólicos más comunes están relacionados por un lado a la nutrición mineral, donde el Ca, P, K, Cl, S y Na; juegan los roles más importantes en el balance mineral y por el otro al desequilibrio energético de las dietas que puede conducir a una condición corporal inadecuada (vacas muy flacas o con exceso de gordura) al momento del parto. (Costales, C. 2015)

La condición corporal es la forma más rápida y menos complicada de evaluar las reservas de los tejidos y un buen estado nutricional, razón por la cual se seleccionaron animales que tenían una condición corporal acorde al estado fisiológico bajo estudio y sanos (buen estado clínico), que nos permitiría decir que no habría compromiso de los otros perfiles metabólicos y la investigación estaría centrada en los minerales.

# Contenido de calcio sérico (CCaS)

**Cuadro 9.** *Distribución de frecuencia, del contenido de calcio sérico (mg/dl) analizado por técnica de fotometría en las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

|  |  |
| --- | --- |
| **N° de datos** | 25 |
| **V. máx.** | 12 |
| **V. min** | 9 |
| **Varianza** | 0.54 |
| **C.V** | 7.38 |
| **Des. Estándar (S)** | 0.73 |
| **Media (x)** | 9.96 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ca sérico niveles** | **Frecuencia** | **F. Acumulada** | **% De frecuencia** | **% Acumulado** |
| 9 | 6 | 6 | 24 | 24 |
| 10 | 15 | 21 | 60 | 84 |
| 11 | 3 | 24 | 12 | 96 |
| 12 | 1 | 25 | 4 | 100 |
| **Total** | 25 |  | 100 |  |

En el cuadro 9; se muestran los valores obtenidos en lo referente a los datos obtenidos de la concentración de Calcio sérico mediante fotometría de los bovinos evaluados en el presente ensayo de campo, registrándose los siguientes valores: la media de concentración de Calcio sérico fue de 9.96 mg/dl, el valor mínimo obtenido fue de 9 mg/dl, mientras que la máxima concentración sérica encontrada fue de 12 mg/dl; dichos datos al ser sometidos al ser analizador informático STATISTIX9 muestran una desviación estándar (S) de 0.73, una varianza de 0.54 y un coeficiente de variación de 7.38%.

El Ca es uno de los elementos que se encuentra más abundantemente en la naturaleza. Este se encuentra como carbonato de calcio (cemento, caliza, mármol), sulfato de calcio (yeso) y otras formas. Es el elemento mineral más abundante en el organismo animal, y representa el 1-2% del peso corporal total, la absorción de Ca ocurre principalmente en el duodeno y yeyuno, y en menor proporción en el

abomaso de rumiantes. La absorción del Ca desde duodeno es por transporte pasivo y activo, respectivamente y este último es facilitado por la vitamina D, a diferencia de la absorción en el yeyuno, que es por difusión, la que está en relación con la concentración de Ca en el lumen intestinal. (Ramos, A. 2015)

En vacas alimentadas con dietas ricas en Ca, su absorción se realiza principalmente por transporte pasivo, deprimiéndose el transporte activo. La cantidad de Ca absorbido por el animal es dependiente de muchos factores, entre los que destacan: consumo de Ca, edad, condición y nivel productivo; forma química y fuente del mineral, como también de las interrelaciones entre los minerales dietarios. La absorción de Ca es más eficiente en una dieta restringida en Ca, o bien cuando los requerimientos del animal son mayores, tales como las etapas de preñez y lactancia. (Araya, J. 2010)

La eficiencia de absorción del Ca varía con distintos factores, por ejemplo, es conocido que una reducción del Ca dietario o un aumento en la acidez de la dieta, aumentan la eficiencia de su absorción. La edad del animal también tiene una influencia significativa en la capacidad intestinal para adaptarse a faltas de Ca. Es así como los animales de mayor edad tienen una menor capacidad de incrementar la eficiencia de absorción en respuesta a bajas de Ca en la dieta, comparado con animales más jóvenes. (Costales, C. 2015)

Según (NRC, 2011) a medida que el ganado crece, la absorción de Ca disminuye, desde valores cercanos al 98% en terneros lactantes, a niveles del 22% en adultos. Conocer la biodisponibilidad del Ca contenido en los distintos alimentos para animales de diferentes edades y estados fisiológicos, continúa siendo una gran limitante para definir los requerimientos en forma más precisa. Algunos componentes dietarios, tales como lactosa y el nivel proteico, incrementan la biodisponibilidad del Ca dietario. Por el contrario, compuestos como los fitatos, oxalatos, fosfatos y excesos de sulfato, disminuyen su biodisponibilidad ya que reducen la concentración de Ca en estado iónico, que es la forma en que se absorbe el Ca. Los fitatos son menos efectivos en rumiantes que en monogástricos en reducir la biodisponibilidad del Ca, debido a que son metabolizados por los

microorganismos ruminales. La biodisponibilidad del Ca proveniente de fuentes inorgánicas es mayor que la de las fuentes orgánicas.

El Ca se encuentra en la sangre en 2 formas: una soluble o ionizada, que representa casi 60% del total; la otra se encuentra unida a las proteínas del plasma, especialmente a la albúmina. Las células sanguíneas carecen de Ca. La concentración de Ca ionico en los fluidos extracelulares es aproximadamente 1000 veces más grande que en el interior de las células; igual ocurre con el P inorgánico libre. Esta enorme gradiente de Ca requiere de un bombeo celular, es decir, transportar activamente los iones de Ca para preservar la baja concentración intracelular. Esta gradiente es ventajosa para la entrada de esos iones al compartimento fluido del hueso. La concentración normal de Ca plasmático en el bovino, oscila entre 9 y 11 mg/dl de plasma. (Salamanca, A. 2010)

Todos los vertebrados son capaces de regular la concentración de Ca en plasma con una exacta precisión, lo que logran a través de un complejo mecanismo hormonal. Cuando los niveles de Ca sanguíneo disminuyen, aumenta la producción de la hormona paratiroidea (Pth), la que estimula la síntesis de 1,25 dihidrocolecalciferol en el riñón, que es la forma activa de la vitamina D. La vitamina D aumenta los niveles de Ca sanguíneo, a través de un incremento en la absorción de Ca intestinal, en conjugación con la Pth, que incrementa la movilización de Ca óseo. También, la hormona paratiroidea disminuye la excreción de Ca en la orina. Por el contrario, cuando los niveles plasmáticos de Ca son altos, se estimula la producción de calcitonina por la glándula tiroides, la que inhibe la síntesis de Pth, y así, disminuye la absorción de Ca desde el intestino y su remoción desde hueso. Del total del Ca sanguíneo filtrado por el glomérulo, sobre el 99% es reabsorbido en el túbulo contorneado, por lo que la cantidad eliminada por la orina es pequeña y corresponde a compuestos filtrables no ionizados. (Ramos, A. 2015)

Se describen variaciones en las concentraciones plasmáticas de Ca, las que aumentan gradualmente, a medida que transcurre el tiempo de espera de los animales para su matanza, lo que se atribuye a una alteración de la homeostasis,

producto del estrés. Los requerimientos dietarios de Ca, son condicionados por gran cantidad de factores, entre los que destacan: peso del animal, ganancia de peso, condición reproductiva, cantidad de leche producida y edad. Con respecto a la edad, se describe que el ganado joven requiere mayor cantidad de Ca en la dieta, a pesar que absorben el Ca más eficientemente que los animales adultos. Este mayor requerimiento, tiene como fin mantener el activo desarrollo óseo y tisular, propio de los animales jóvenes. Individuos adultos requieren menores concentraciones de Ca dietario, ya que su desarrollo óseo ha sido completado. (Limon, D. 2016)

CALCIO SERICO mg/dl

14

12

10

8

6

4

2

0

6

15

3

1

NUMERO DE ANIMALES

NIVELES DE CALCIO SERICO

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | | 12 |  |
|  | | | | | 11 |  |
|  | | | 10 |  |  |  |
|  | 9 |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**Gráfico 9.** *Gráfico de barras, para la variable concentración de Calcio sérico mg/dl) en los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

En el grafico 10 se muestran las frecuencias dadas con los respectivos niveles de Calcio sérico expresado en mg/dl; así se encontró que la concentración de Calcio sérico más amplia fue de 10 mg/dl (f=15); es necesario indicar que los niveles Cálcicos en los animales evaluados fueron normales, no mostrándose niveles por debajo o superiores a los normales para ganado de leche (7.8 – 13.4 mg/dl).

Los requerimientos dietarios de Ca establecidos por (NRC, 2011), para ganado de carne, oscilan entre 0,17 y 1,53%. El contenido de Ca en los forrajes varía

ampliamente, dependiendo de la especie forrajera, parte consumida y su estado de madurez. Los granos de cereales son bajos en su contenido de Ca, presentando rangos cercanos a 0,02 a 0,1%; los henos de gramíneas y forrajes maduros tienen un contenido considerado como intermedio, que oscila entre 0,31 y 0,36%, pero inferiores a los presentes en los henos de leguminosas, que contienen cantidades superiores, las cuales fluctúan entre 1,2 a 1,7%.

Las leguminosas requieren suelos que contengan altos niveles de Ca para su adecuado crecimiento, y aunque también muestran variación en su contenido, según el tipo de suelo, se consideran como una buena fuente de Ca. Los factores climáticos también condicionan el tenor de Ca en el vegetal. (Mafarrege, D. 2019)

Los forrajes de climas secos y temperaturas elevadas, tienen mayor concentración de Ca en sus hojas, en relación a las que provienen de climas húmedos y fríos. En relación a las deficiencias de Ca, estas ocurren preferentemente en suelos de regiones húmedas, donde la elevada pluviosidad sobrepasa la capacidad de evapotranspiración del vegetal durante la mayor parte del año, lo que conlleva que las bases han sido depletadas y la acidez del suelo ha aumentado, y donde las praderas consisten principalmente de gramíneas de rápido crecimiento, con pocas especies de leguminosas. Un consumo inadecuado de Ca puede causar debilidad de los huesos (osteomalasia, osteoporosis o raquitismo), reducción en el crecimiento y baja producción de leche, y sus deficiencias severas pueden ocasionar tetania. La mayoría de las vacas de lechería, comúnmente sufren algún grado de hipocalcemia durante el período periparto. Estudios han mostrado que esta no es el resultado de una inadecuada producción de hormonas calciotrópicas (Pth, vitamina D3), sino más bien, de un inadecuado número de receptores o disfunción de los receptores en las células blanco de estas hormonas. (Pittaluga, O. 2008)

La “fiebre de leche” o hipocalcemia post parto, es un desorden que se presenta en vacas lecheras, al comienzo de la lactancia. Se desencadena en la lactancia temprana, debido a que el animal depende principalmente del Ca absorbido desde intestino, ya que su movilización ósea juega un rol menor hasta 1 a 2 semanas

post parto, a causa de que la respuesta a algunos estímulos hormonales se hace refractaria en esta época. (Naredo, C. 2015)

Cuando las vacas son alimentadas con dietas bajas en su aporte de Ca (< 20 grs Ca/día) durante las últimas semanas de gestación, el hueso si contribuye a la concentración de Ca plasmático, por lo tanto, este sería un manejo de “vaca seca” particularmente útil en la prevención de esta patología. Por el contrario, una ingesta excesiva de Ca, tiene una influencia negativa sobre la asimilación de otros minerales tales como P, Mg, Fe, I, Mn, Zn y Cu, cuando la ingesta de éstos es marginal, y si la ingesta excesiva es por períodos prolongados, puede producir una hipersecreción de calcitonina y esto llevar a una osteopetrosis y también puede ocasionar la formación de cálculos renales. (Luna, L. 2011)

# Contenido de fosforo sérico (CPS)

**Cuadro 10.** *Distribución de frecuencia, del contenido de fosforo sérico (mg/dl) analizado por técnica de fotometría en las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

|  |  |
| --- | --- |
| **N° de datos** | 25 |
| **V. máx.** | 6.00 |
| **V. min** | 1.00 |
| **Varianza** | 2.84 |
| **C.V** | 47.90 |
| **Des. Estándar (S)** | 1.69 |
| **Media (x)** | 3.52 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **P sérico niveles** | **Frecuencia** | **F. Acumulada** | **% De frecuencia** | **% Acumulado** |
| 1 | 4 | 4 | 16 | 16 |
| 2 | 3 | 7 | 12 | 28 |
| 3 | 5 | 12 | 20 | 48 |
| 4 | 7 | 19 | 28 | 76 |
| 5 | 1 | 20 | 4 | 80 |
| 6 | 5 | 25 | 20 | 100 |
| **Total** | 25 |  | 100 |  |

En el cuadro 10; se muestran los valores obtenidos en lo referente a los datos obtenidos de la concentración de Fosforo sérico mediante fotometría de los bovinos evaluados en el presente ensayo de campo, registrándose los siguientes valores: la media de concentración de Fosforo sérico fue de 3.52 mg/dl, el valor mínimo obtenido fue de 1 mg/dl, mientras que la máxima concentración sérica encontrada fue de 6 mg/dl; dichos datos al ser sometidos al ser analizador informático STATISTIX9 muestran una desviación estándar (S) de 1.69, una varianza de 2.84 y un coeficiente de variación de 47.90%.

La absorción del P dietario, ocurre mayoritariamente en intestino delgado, principalmente en duodeno, a través de dos mecanismos: difusión y transporte activo. El transporte activo de P en la pared intestinal es estimulado por la vitamina D y es dependiente de la presencia de Na, e independientemente del transporte de Ca, siendo fácilmente saturable; por su parte, la absorción pasiva predomina cuando existen altas concentraciones de P en el lumen intestinal. (Ramos, A. 2015)

Alrededor del 77% del P que ingresa al rumen proviene de la secreción salival, siendo este principalmente inorgánico y su concentración es superior alrededor de

5 veces la concentración sérica en el caso de bovinos. Una adecuada disponibilidad de P para las bacterias ruminales, asegura una degradación adecuada del alimento, debido a que participa en la digestibilidad de la celulosa. En bacterias G+, los fosfatos forman parte de componentes de membranas. También en el rumen, los fosfatos tienen un efecto tampón que tiende a mantener el pH ruminal. La cantidad de P dietario que es absorbido depende de numerosos factores, entre los que destacan: la fuente de P, cantidad consumida, relación Ca:P, pH intestinal, edad del animal, y niveles dietarios de Ca, Fe, Al, Mn, K, Mg y grasa. (NRC, 2011)

El coeficiente de absorción de P en vaquillas es más alto en dietas con bajo tenor, en relación a dietas de mayor contenido de P. Esto sugiere que los bovinos pueden adaptarse a dietas bajas en P, incrementando su eficiencia de absorción. Es conocido que frente a bajos aportes dietarios de P, su absorción puede ser

deprimida por el aporte de niveles dietarios relativamente altos de Ca, Mg, Al o Fe, debido a la formación de compuestos insolubles dentro del intestino delgado. Este efecto es menos marcado en rumiantes que en no rumiantes, debido a que el pH en la parte inicial del intestino delgado es menor en rumiantes. La concentración de P en el contenido ruminal es superior a 210 mg/l, lo que provee una adecuada cantidad de P para las necesidades de los microorganismos ruminales y así, alcanzar la máxima digestión de la celulosa. Para mantener esta actividad microbiana ruminal, los rumiantes adultos reciclan el P endógeno vía saliva hacia el rumen. El gran flujo de saliva, que alcanza de 25 a 190 litros por día en los bovinos, contribuye con 30 a 40 gr de P. (Pittaluga, O. 2008)

La sangre contiene 35-45 mg/ml de P en forma de ortofosfato, la mayor parte del cual se encuentra en los glóbulos rojos. Los niveles de P inorgánico plasmático se sitúan entre 4 y 9 mg por 100 ml; a diferencia, otros autores entregan un rango de normalidad entre 4 y 8 mg por 100 ml. Gran parte del fosfato plasmático está ionizado, pero una pequeña cantidad se encuentra formando complejos con proteínas, lípidos y carbohidratos. El P se encuentra en altas concentraciones en eritrocitos, por lo que la sangre entera contiene 6 a 8 veces más P que el plasma. (NRC, 2011)

Concentraciones de P inorgánico inferiores a 2 ml/100 ml en rumiantes, generalmente indican deficiencia, y a diferencia, altos niveles no pueden ser interpretados con tanta confianza. La regulación del nivel sanguíneo de P se realiza conjuntamente con el de Ca a través de la acción de las hormonas paratiroidea (Pth) y tirocalcitonina. La hipofosfatemia inhibe la secreción de Pth y consecuentemente, minimiza las pérdidas urinarias de P. Además, otros mecanismos renales intrínsecos que no están relacionados a Pth o vitamina D, mejoran la reabsorción tubular del P. La secuencia opuesta de eventos ocurre en situaciones de hiperfosfatemia. La excreción de P urinario es menor en rumiantes que en monogástricos, aun pudiendo ser modificada por la acción de la Pth. La principal ruta de excreción de P en rumiantes la constituye el tracto digestivo, del cual aproximadamente un 80% procede de la saliva. El contenido de P en la saliva y la tasa de excreción de P endógeno fecal están en directa relación con la ingesta

de P y la concentración de P sérico. Los mismos factores que influyen en la absorción del P dietario también afectan la excreción neta de P endógeno a través de las glándulas salivares. (Salamanca, A. 2010)

FOSFORO SERICO mg/dl

7

6

5

4

3

2

1

0

4

3

5

7

1

5

NUMERO DE ANIMALES

1

2

3

4

5

6

NIVELES DE FOSFORO SERICO

**Gráfico 10.** *Gráfico de barras, para la variable concentración de Fosforo sérico mg/dl) en los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

Distribución de frecuencias de las concentraciones séricas de fosforo determinadas mediante la técnica de fotometría, en donde se puede observar que las concentraciones de 4 y 6 mg/dl, son los valores que mayormente se encontraron. También se puede apreciar que hubieron más de un animal que presento valores bajos de Fosforo (3.1 – 11mg/dl).

El principal componente del requerimiento de mantención de P corresponde a la pérdida endógena fecal, cuya pérdida está influida por el alimento ingerido y la naturaleza de la dieta. También incrementos en la materia seca ingerida y el contenido de forraje tosco en la dieta, resultan en un aumento de la pérdida endógena. (Ramos, A. 2015)

(Auza, P. 2017), señala que la excreción de fosfato orgánico se mantiene relativamente constante e independiente de la cantidad ingerida, a diferencia del

fosfato inorgánico fecal que varía en forma directa con el ingerido. Se describen disminuciones estacionales de la fosfatemia, aún con niveles adecuados de P en la pradera. También se producen variaciones de la fosfatemia relacionadas con la edad del animal, incrementándose hasta los 6 meses de vida, para luego disminuir a medida que aumenta la edad. En terneros lactantes, las concentraciones plasmáticas oscilan entre 8 a 10 mg/100 ml. El nivel plasmático de P es un buen indicador del estado nutricional de P, siempre y cuando los factores de estrés y la preparación de la sangre (hemólisis, temperatura y tiempo para la separación del suero) puedan ser controlados.

Por otra parte, (Mafarrege, D. 2019 y Limon, D. 2016), señalaron que el P inorgánico presente en la sangre, es un indicador más sensitivo de la deficiencia de P, que el P salival. El P también se encuentra en cantidades importantes en otros componentes del organismo, tales como: fosfoproteínas, nucleoproteínas, fosfolípidos, fosfocreatinina y hexosa-fosfato. El P, además de su importante rol estructural en el desarrollo y mantención del tejido esquelético, participa en la mayoría de las funciones metabólicas, incluyendo utilización y transferencia energética, formación de fosfolípidos, aminoácidos y proteínas. Además, es componente de ácidos nucleicos, por lo tanto, es esencial en el crecimiento y diferenciación celular. También el P, junto a otros elementos, participa en la mantención del equilibrio osmótico y balance ácido-base. Es esencial para el funcionamiento de microorganismos ruminales.

Los requerimientos del (NRC, 2011) para el ganado de carne señalan que niveles dietarios de P que oscilan entre 0,17 a 0,59%, resultan adecuados para novillos y vaquillas en las etapas de crecimiento y engorda respectivamente. Los signos de deficiencia de P no son reconocidos fácilmente, excepto en las deficiencias severas por la presencia de huesos frágiles, deformaciones articulares, debilidad general, pérdida de peso, emaciación, rigidez, disminución en la producción de leche, esterilidad, retardo de la pubertad y masticación de maderas, piedras, huesos y otros objetos. El cuadro clínico de deficiencia de P en rumiantes, ha sido descrito como un cuadro confuso en sus síntomas y que posiblemente no puede

sólo ser atribuido a una deficiencia de P, sino que está asociado comúnmente con niveles bajos de proteína dietaria.

Por su parte; (Luna, L. 2015), señala que los efectos patológicos de una deficiencia de P sólo son específicos en los casos que afectan al esqueleto. El P es el mineral más deficiente en rumiantes en pastoreo, debido a que es frecuente que los suelos deriven de un material madre (roca) pobre en P, originando un crecimiento de praderas con predominio de gramíneas, las que poseen bajos tenores de proteína bruta, lo que deriva en una pradera con baja digestibilidad de su materia seca, reduciendo aún más la disponibilidad orgánica de P.

La concentración de P en los suelos es muy variable, registrándose concentraciones que oscilan desde niveles inferiores de 3 a 15 ppm, hasta límites superiores de 70 a 100 ppm. La baja disponibilidad de P en los suelos para las praderas, resulta de formaciones insolubles de fosfatos de aluminio, hierro o de fosfato de calcio básico. Los suelos de nuestro país, aun cuando presentan gran heterogeneidad en cuanto a su origen y características físico-químicas, tienen en común su marcada incapacidad de proporcionar el P necesario para la producción de forraje. Esta deficiencia es más marcada en la zona sur del país. Las condiciones climáticas estacionales pueden modificar las concentraciones de P de la pradera. (Costales, C. 2015)

(Auza, P. 2017), describe una relación positiva entre los niveles de P en vegetales como alfalfa, trébol y pasto ovillo, y regímenes crecientes de irrigación. Otro factor condicionante del tenor de P en el vegetal, es la temperatura ambiente, existiendo tendencia a disminuir la concentración de P cuando aumenta la temperatura de 10-11º C a 21-27º C. También influye en el contenido de P del vegetal, factores como la intensidad de la luz, composición botánica de la pradera y otros. En relación al estado vegetativo de la pradera y el contenido de P, hay una disminución muy marcada en su contenido con el avance de la madurez, pudiendo llegar a concentraciones inferiores en 50% a los niveles presentes en la pradera tierna. Se producen importantes pérdidas de P en el forraje, a través de su ensilado y también con las lluvias durante la henificación, debido a que gran parte del

fósforo contenido en la pradera, es soluble en agua. Los niveles de P deberían alcanzar un mínimo de 0,16% base seca, en el forraje para poder cubrir las necesidades de un bovino adulto.

# Contenido de magnesio sérico (CMgS)

**Cuadro 11.** *Distribución de frecuencia, del contenido de Magnesio serico (mg/dl) analizado por técnica de fotometría en las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

|  |  |
| --- | --- |
| **N° de datos** | 25 |
| **V. máx.** | 3.00 |
| **V. min** | 2.00 |
| **Varianza** | 0.24 |
| **C.V** | 20.76 |
| **Des. Estándar (S)** | 0.49 |
| **Media (x)** | 2.36 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mg sérico niveles** | **Frecuencia** | **F. Acumulada** | **% De frecuencia** | **% Acumulado** |
| 2 | 16 | 16 | 64 | 64 |
| 3 | 9 | 25 | 36 | 100 |
| **Total** | 25 |  | 100 |  |

En el cuadro 11; se muestran los valores obtenidos en lo referente a los datos obtenidos de la concentración de Magnesio sérico mediante fotometría de los bovinos evaluados en el presente ensayo de campo, registrándose los siguientes valores: la media de concentración de Magnesio sérico fue de 2.36 mg/dl, el valor mínimo obtenido fue de 2 mg/dl, mientras que la máxima concentración sérica encontrada fue de 3 mg/dl; dichos datos al ser sometidos al ser analizador informático STATISTIX9 muestran una desviación estándar (S) de 0.49, una varianza de 0.54 y un coeficiente de variación de 20.76%.

El Mg es un mineral esencial para todos los animales, especialmente crítico para rumiantes. Alrededor del 60 - 70% del total de este mineral en el organismo, se

localiza en el esqueleto y representa aproximadamente el 0,5 - 0,7% de las cenizas de los huesos. El restante Mg, se encuentra ampliamente distribuido en los líquidos y tejidos blandos del cuerpo. Las funciones del Mg son a tres niveles: como cofactor enzimático; componente estructural en la reunión de ribosomas, y a nivel celular como estabilizante de fuerzas en membranas. Adicionalmente, en los rumiantes el Mg también juega un rol indirecto en la digestión ruminal de la celulosa y se ha visto también incrementos en el porcentaje de grasa láctea, al suplementar la ración diaria con óxido de Mg (debido a su función alcalinizante) a vacas que son alimentadas con dietas altas en concentrados, que deprimen la grasa láctea. (Pittaluga, O. 2008)

Este elemento mineral cumple diferentes funciones metabólicas, entre las que destacan: mantención de la integridad de los huesos y dientes; participa en la síntesis proteica; es el segundo catión en importancia, después del K, en los fluidos intracelulares; activador de muchas enzimas, involucradas en el metabolismo de los carbohidratos y lípidos, también en la transmisión y actividad neuromuscular. Aproximadamente, la tercera parte del Mg presente en los huesos está disponible para ser movilizado y traslocado a otros compartimentos del cuerpo cuando su ingesta es inadecuada. Sin embargo, la movilización de Mg desde el hueso disminuye a medida que aumenta la edad del bovino. También, la movilización de Mg se ve influida por la vascularización ósea y la resorción intestinal de Mg. La biodisponibilidad del Mg es muy variable, siendo en la leche de alrededor de 70% para terneros, pero desciende en los adultos hasta un 35% en los alimentos concentrados y a un 20% en los forrajes. El Mg presente en granos y concentrados, es más biodisponible para los bovinos que el presente en los forrajes (NRC, 1988). Así mismo, el Mg presente en los forrajes conservados es más biodisponible que el presente en praderas verdes. En contraste a la mayoría de los minerales, la absorción de Mg es más baja desde praderas jóvenes y altamente proteicas, y aumenta con la madurez del forraje (NRC, 2011).

Las leguminosas son más altas en su contenido de Mg con relación a las gramíneas. La absorción de Mg en las plantas ocurre tanto por mecanismos pasivos como también por incorporación activa y son influidos por condiciones

ambientales y metabólicas. La absorción de Mg por los animales y los vegetales es deprimida severamente por altas concentraciones de NH4 y K. También es deprimida por los minerales Al, P y Mn en suelos ácidos (pH < 5,5) y por altas concentraciones de Ca y frecuentemente por altas concentraciones de Mg. (Parker, K. 2012)

Los requerimientos de Mg varían según la especie, raza, edad, tasa de crecimiento o de producción del animal, y con la disponibilidad biológica del mineral en la dieta. Los rumiantes requieren raciones con alrededor del 0,2% de Mg base seca, pero podrían ser capaces de tolerar niveles de Mg dietario muy superiores. La absorción en rumiantes es principalmente preintestinal, siendo retículo-rumen el principal sitio de absorción de Mg. Una parte del Mg de las plantas verdes se encuentra en forma ligada a la clorofila, la que se hidroliza en el medio ácido del estómago o rumen, liberando el Mg. La absorción en el rumen puede reducirse por los altos niveles de K, NH3 y PO4, así como también por algunos ácidos orgánicos que se encuentran en los vegetales. Los altos niveles de NH3 ruminal, son ocasionados por el exceso de proteína degradable en el rumen, las que son particularmente elevadas en pasturas muy tiernas, o por el consumo de compuestos nitrogenados no proteicos. (Luna, L. 2015)

MAGNESIO SERICO mg/dl

3,5

3

2,5

2

1,5

1

0,5

0

16

9

NUMERO DE ANIMALES

NIVELES SERICOS DE Mg

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | 3 |  |
|  | | |  |
|  | 2 |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**Gráfico 11.** *concentración de Magnesio sérico mg/dl)*

*.*

El grafico 11, evidencia en barras la distribución de frecuencias de las concentraciones séricas de Magnesio determinadas mediante la técnica de fotometría, en donde se puede observar que las concentraciones de 2 y 3 mg/dl, son los valores que mayormente se encontraron. También se puede apreciar que hubo animales que presentaron valores altos en Magnesio (1,4 – 2.4 mg/dl).

El factor más condicionante en la absorción del Mg, es el contenido de K en la dieta. Se describe que concentraciones dietarias de K superiores a 20 – 24 gr/kg de materia seca, afectarían el nivel de Mg en el animal, ya que cuando hay una alta concentración de K en el fluido ruminal, además de reducir la absorción de Mg y su paso a la sangre, aumenta el flujo inverso de Mg desde la sangre hacia el rumen, incrementándose la excreción fecal de Mg; altos niveles de K no afectarían negativamente la absorción de Mg a nivel intestinal. (Pittaluga, O. 2008)

Las fertilizaciones de praderas con niveles altos de N y K, generalmente resultan en concentraciones más bajas de Mg sérico y alta incidencia hipomagnesemia o tetania de los pastos en los animales en pastoreo, debido a que causaría una disminución en la absorción de Mg. La concentración mínima requerida en las praderas para el adecuado crecimiento de los bovinos, oscila entre 0,07 y 0,10% de Mg. El Mg absorbido por el animal tiene un origen exógeno y otro endógeno, y la principal vía de excreción es la digestiva, y en menor grado urinario, ya que del 95 a 97% del Mg filtrado es reabsorbido en los túbulos renales. El depósito de Mg en el organismo está inversamente asociado a los niveles de Ca en la dieta. (Luna, L. 2015)

También las hormonas que regulan las concentraciones del Ca afectan las concentraciones del Mg. El umbral renal para la excreción del Mg está parcialmente bajo el efecto de la Pth. En vacas que se les inyectó Pth, la excreción urinaria de Mg disminuyó, resultando en un incremento de la concentración sérica de Mg. Las concentraciones plasmáticas de Mg están directamente relacionadas con su nivel dietario, y es un buen indicador del status de Mg en el organismo; sin embargo, no disminuye hasta que la deficiencia es severa. (Luna, L. 2015)

La concentración de Mg en el líquido cefalorraquídeo es el indicador más preciso de deficiencia y valores menores a 1,25 – 1,45 mg/dl, indican deficiencias, que serían las responsables de la sintomatología nerviosa. Concentraciones plasmáticas de Mg de 1,7 a 3,0 mg/dl son consideradas normales; niveles bajo 1,5 mg/dl se consideran sospechosos de hipomagnesemia, y niveles bajo 1,0 mg/dl son diagnosticados como tal. La tetania hipomagnesémica de los rumiantes es un desorden metabólico no infeccioso, que ocurre en un amplio rango de condiciones nutricionales y de manejo, siendo más susceptibles las vacas lecheras de edad avanzada, debido a la disminución en su habilidad para movilizar Mg desde el esqueleto, como también por una menor eficiencia en su absorción intestinal. (Parker, K. 2012)

Los cuadros de hipomagnesemia tienden a presentar una distribución estacional y ocurren principalmente 5 a 10 días después de heladas, o bien, en tiempo lluvioso, cuando la temperatura del aire ha sobrepasado los 14º C o más. En estas condiciones ambientales, los forrajes bajan su concentración de Mg y frecuentemente aumentan su concentración de carbohidratos solubles. Es así, que los cuadros de hipomagnesemia se producen por una disminución de la absorción de Mg por el animal y ocurren principalmente en primavera y sólo en algunos casos, está involucrada una disminución en la ingesta de Mg o una redistribución del elemento dentro del cuerpo. La temperatura y la humedad son los factores climáticos que aparentemente tienen la mayor influencia en la ocurrencia de tetania de los pastos. Las praderas frecuentemente contienen bajas concentraciones de Mg, cuando se ha desarrollado a bajas temperaturas. (Luna, L. 2015)

En suelos con alta humedad, aumenta la concentración de cationes monovalentes y disminuyen la de cationes bivalentes en la solución del suelo, resultando en un aumento de la relación K: (Ca+Mg). Existen diferencias, entre las distintas razas bovinas, en cuanto a su susceptibilidad a la tetania de los pastos, siendo menor en animales Brahman, que en Angus y Hereford. Estas diferencias, probablemente son el resultado de distintos procesos de digestibilidad, metabólicos y producción láctea. Los signos de tetania de los pastos comprenden entre otros: nerviosismo

excesivo, espasmos musculares, disnea, pulso rápido, convulsiones y muerte. Para minimizar los riesgos de hipomagnesemia, los aportes de Mg dietarios deben ser incrementados, tomando en cuenta la menor absorción de este mineral en pastos tiernos. Los signos de toxicosis son: letargia, disturbios en la locomoción, diarrea, menor consumo de alimento, menor performance, y finalmente, muerte. (Ramos, A. 2015)

# Concentración de hierro sérico (CFeS)

**Cuadro 12.** *Distribución de frecuencia, del contenido de Hierro sérico (ug/dl) analizado por técnica de fotometría en las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

|  |  |
| --- | --- |
| **N° de datos** | 25 |
| **V. máx.** | 162.00 |
| **V. min** | 66.00 |
| **Varianza** | 523.74 |
| **C.V** | 17.08 |
| **Des. Estándar (S)** | 22.86 |
| **Media (x)** | 133.92 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Fe sérico niveles** | **Frecuencia** | **F. Acumulada** | **% De frecuencia** | **% Acumulado** |
| 66 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| 83 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| 110 | 2 | 4 | 8 | 16 |
| 123 | 1 | 5 | 4 | 20 |
| 124 | 1 | 6 | 4 | 24 |
| 127 | 1 | 7 | 4 | 28 |
| 132 | 1 | 8 | 4 | 32 |
| 133 | 1 | 9 | 4 | 36 |
| 134 | 1 | 10 | 4 | 40 |
| 136 | 3 | 13 | 12 | 52 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 138 | 1 | 14 | 4 | 56 |
| 141 | 2 | 16 | 8 | 64 |
| 144 | 2 | 18 | 8 | 72 |
| 146 | 1 | 19 | 4 | 76 |
| 147 | 1 | 20 | 4 | 80 |
| 153 | 1 | 21 | 4 | 84 |
| 160 | 1 | 22 | 4 | 88 |
| 161 | 2 | 24 | 8 | 96 |
| 161 | 1 | 25 | 4 | 100 |
| **Total** | 25 |  | 100 |  |

En el cuadro 11; se muestran los valores obtenidos en lo referente a los datos obtenidos de la concentración de Hierro sérico mediante fotometría de los bovinos evaluados en el presente ensayo de campo, registrándose los siguientes valores: la media de concentración de Hierro sérico fue de 133.92 *u*g/dl, el valor mínimo obtenido fue de 66 *u*g/dl, mientras que la máxima concentración sérica encontrada fue de 162 *u*g/dl; dichos datos al ser sometidos al ser analizador informático STATISTIX9 muestran una desviación estándar (S) de 22.86, una varianza de

523.74 y un coeficiente de variación de 17.08%.

El hierro es un elemento esencial, ya que desempeña un rol central en numerosos procesos metabólicos, debido a que es el constituyente principal del pigmento respiratorio hemoglobina. Más de la mitad del Fe presente en el organismo se encuentra formando parte de esta molécula. El Fe es constituyente del núcleo hierro-porfirina, conocido como hem, no sólo en la hemoglobina, sino también en las proteínas que forman parte del citocromo C, peroxidasas, catalasas y otras enzimas. Por tanto, el Fe es constituyente de los transportadores de oxígeno y de los catalizadores o enzimas oxidantes. El Fe también es necesario para una adecuada función inmunológica, ya que se ha visto, que animales deficientes en Fe, presentan menor protección a enfermedades infecciosas, y a la vez que animales alimentados con excesos de Fe dietario, también se asocian a un incremento de enfermedades infecciosas. La deficiencia de Fe tiene un marcado efecto sobre la inmunidad mediada por células, viéndose una reducción del

número de linfocitos T circulantes y una depresión de la actividad de las células denominadas “Natural Killer”. (Luna, L. 2015)

Del total del Fe presente en el organismo; 65% se encuentra en el torrente sanguíneo; 10% en el hígado; 10% en el bazo; 8% en los músculos; 5% en el esqueleto y el 2% restante en otros órganos. Las reservas de Fe en el organismo, se encuentran mayoritariamente en los compuestos proteicos ferritina y hemosiderina, que se localizan predominantemente en hígado, bazo y riñón, como también en médula ósea y mucosa intestinal. La ferritina es un compuesto no hem (apoferritina) que contiene hasta un 20% de Fe y que se compone de la proteína apoferritina y el complejo de hidróxido de fierro con ácido fosfórico. La hemosiderina se compone principalmente de hidróxido férrico en un agregado libre de proteína, que puede contener hasta el 35% de Fe. (Costales, C. 2015)

El Fe se encuentra en el suero sanguíneo unido a una proteína incolora denominada transferrina, glucoproteína que parece ser el transportador del Fe; del mismo modo que la hemoglobina actúa como transportador de oxígeno. La absorción de Fe ocurre principalmente en duodeno y yeyuno a través de transporte activo. Esta absorción está relacionada con las necesidades orgánicas y es mayor en animales jóvenes que en adultos. (Araya, J. 2010)

La magnitud de la absorción de Fe se ve afectada por los quelatos, algunos de los cuales, como ácido ascórbico o cisteína, favorecen su absorción, en tanto que otros la inhiben. La absorción del Fe se reduce por la absorción de otros iones bivalentes (Zn, Mg, Co), que se consideran competidores por los puntos de enlace en la mucosa intestinal. Los fitatos y fosfatos interfieren la absorción del Fe al formar sales de Fe insolubles. El Cu antagoniza en forma muy importante la utilización del Fe, ya que el Cu se encuentra en la enzima ferroxidasa, que facilita la liberación del Fe de la ferritina en las células de la mucosa intestinal. (Auza, P. 2017)

Las sales ferrosas se absorben con mayor eficacia que las sales férricas. El tipo de carbohidratos contenidos en la dieta, también pueden influir sobre la absorción del Fe. El Fe liberado de la hemoglobina puede utilizarse hasta 9-10 veces para la

resíntesis de hemoglobina. Tanto los glóbulos rojos, como la hemoglobina, son destruidos y reemplazados constantemente, por lo que el Fe está sometido a un metabolismo muy activo, caracterizado por un eficiente sistema de reutilización. Sólo pequeñas cantidades de Fe que escapan a este ciclo, se excretan por las heces, vía bilis, y la orina. (Salamanca, A. 2010)

Por esta razón, y debido al eficiente reciclado del Fe, las necesidades de este mineral por loa animales domésticos, son relativamente bajas (25-100 mg por kg de materia seca de la dieta), en comparación con su contenido en el organismo (200-300 mg por kg de materia seca). Los requerimientos varían según la edad del animal. Es así que, para rumiantes adultos, los requerimientos dietarios se estiman entre 30 y 60 ppm, a diferencia de los terneros, que requieren alrededor de 100 ppm (NRC, 2011).

HIERRO SERICO ug/dl

180

160

140

120

100

80

60

40

20

0

NUMERO DE ANIMALES

161

161

160

153

147

146

144

141

138

136

134

133

132

127

124

123

110

83

66

Series1

1

2

1

1

1

1

2

2

1

3

1

1

1

1

1

1

2

1

1

NIVELES DE HIERRO

**Gráfico 12.** *Concentración de Hierro sérico ug/dl) en los bovinos evaluados en la comunidad Ashpa Corral parroquia Guanujo.*

El grafico 12, evidencia en barras la distribución de frecuencias de las concentraciones séricas de Hierro determinadas mediante la técnica de fotometría, en donde se puede observar que las concentraciones de 136 *u*g/dl, son los valores que mayormente se encontraron. También se puede apreciar que hubo animales que presentaron valores bajos en Hierro (105 – 341 *u*g/dl).

La homeostasis del Fe en el organismo es controlada principalmente a través de la regulación de sus mecanismos de absorción, mediante el llamado “bloqueo de la mucosa intestinal”, de manera que, del Fe ofrecido, sólo se absorbe la cantidad necesaria, eliminándose el resto a través del material fecal. Por esto, la mayoría del Fe presente en las fecas es Fe proveniente del alimento que no fue absorbido, siendo menos de 3% del Fe fecal de origen endógeno. La principal vía de excreción del Fe es a través de fecas y orina, además de pequeñas pérdidas a través del sudor, pelo y uñas. (Parker, K. 2012)

Los concentrados y los forrajes suelen contener Fe en cantidades suficientes para cubrir las necesidades dietarias de los animales de interés productivo. Las especies leguminosas son más ricas en Fe (200-400 ppm, base seca) que las gramíneas (alrededor de 40 ppm). Los granos de cereales contienen entre 30 y 60 ppm y las harinas de semillas oleaginosas, de 100 a 200 ppm. Los alimentos de origen animal, excepto la leche, son buenas fuentes de Fe. El contenido de Fe presente en una misma especie forrajera, es altamente variable, debido a diferencias en condiciones climáticas y tipos de suelos en que se desarrolla la planta, además, el tenor de Fe va disminuyendo a medida que avanza el estado fenológico del vegetal. Se menciona que suelos ácidos favorecen la disponibilidad y extracción de Fe por la planta. El Fe presente en los compuestos hem de los alimentos de origen animal, como la harina de pescado, se absorbe mejor que el Fe de los alimentos de origen vegetal, que contienen principalmente sales inorgánicas de Fe. Una proporción significativa de la ingesta diaria de este mineral puede provenir de la contaminación del forraje o del ensilaje con tierra. Frente a bajos consumos de Fe, se produce el agotamiento de sus depósitos, apareciendo los síntomas de deficiencia, tales como: pobre crecimiento, letargia, palidez de mucosas, elevada frecuencia respiratoria, baja resistencia a infecciones. Estos signos van acompañados de una progresiva anemia microcítica hipocrómica. (Ramos, A. 2015)

Deficiencias de Fe en animales a pastoreo no suelen suceder, excepto en instancias de una infestación parasitaria o enfermedades que causen una alteración del metabolismo del Hierro. Por el contrario, en animales jóvenes son frecuentes

las deficiencias de Fe, debido a que la leche tiene bajas concentraciones de Fe (cerca de 10 ppm) (NRC, 2011)

# Correlación regresión lineal simple

**Cuadro 13.** *Coeficiente de correlación lineal de la variable (y x) para los casos atípicos de deficiencia de Magnesio mg/dl de las vacas evaluadas en la comunidad Ashpa Corral parroquia de Guanujo.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **y** | **X** | **x2** | **Xy** | **x-ẋ** | **y-ẏ** | **(x- ẋ)2** | **(y- ẏ)2** | **(x- ẋ) (y- ẏ)** |
| 1 | 1.8 | 3.24 | 1.8 | -0.09 | -4 | 0.0081 | 16 | 0.36 |
| 2 | 2.8 | 7.84 | 5.6 | 0.91 | -3 | 0.83 | 9 | 5.096 |
| 3 | 1.2 | 1.44 | 3.6 | -0.69 | -2 | 0.48 | 4 | 1.38 |
| 4 | 1.4 | 1.96 | 5.6 | -0.49 | -1 | 0.24 | 1 | 0.49 |
| 5 | 2.3 | 5.29 | 11.5 | 0.41 | 0 | 0.7 | 0 | 0 |
| 6 | 1.3 | 1.69 | 7.8 | -0.59 | 1 | 0.35 | 1 | -0.59 |
| 7 | 2.1 | 4.41 | 14.7 | 0.21 | 2 | 0.044 | 4 | 0.42 |
| 8 | 1.3 | 1.69 | 10.4 | -0.59 | 3 | 0.35 | 9 | -1.77 |
| 9 | 2.8 | 7.84 | 25.2 | 0.91 | 4 | 0.85 | 16 | 3.64 |
| **n** | **17** | **35.4** | **86.2** |  |  | **3.83** | **60** | **9.03** |
| **ẋ** | **1.89** |  |  |  |  |  |  |  |

En el cuadro 13 se muestra en detalle las operaciones aritméticas para determinar la ecuación lineal que correlaciona la variable independiente (y) de la variable dependiente (x), según la formula y=ax+b; en donde y=0.365+4.31; es decir que dicho valor es la probabilidad de correlación para producir hipermagnesemia de los bovinos evaluados en el presente estudio.

El Mg está íntimamente relacionado con el metabolismo de Ca y P. Cerca del 70% total orgánico forma parte del esqueleto, el resto se encuentra distribuido en forma muy similar al P. Tiene una destacada participación en la mayoría de las enzimas de fosforilación, principalmente en la hexoquinasa y la fructoquinasa; participa en la contracción muscular donde inhibe la acción del ATP de la miosina, al contrario del Ca que la estimula; asimismo participa en la transmisión

del impulso nervioso, fundamentalmente como modulador de este sistema. El Mg es el segundo catión intracelular más abundante tras el potasio. Está implicado en la mayoría de procesos metabólicos, tales como: función mitocondrial, procesos inflamatorios e inmunológicos y actividad neuronal, neuromuscular y vasomotora; formando parte del DNA y la síntesis proteica (Albalate et al., 2017).

En los animales, la concentración promedio del Mg en la sangre es de 2-3 mg/dL, parte del cual se encuentra en forma iónica y el resto unido a proteínas. El nivel de Mg en el plasma sanguíneo de los bovinos lecheros es de 1.2-2.4 mg/dL. Con valores inferiores a 1.0 mg/dL se observan síntomas clínicos de enfermedad como tetania, calambres violentos en distintos grupos de músculos (NRC, 2013)

Este mineral no cuenta con mecanismo de control efectivo que regule sus concentraciones sanguíneas y mantenga eficientemente los valores constantes. No obstante, se conoce que el contenido de Mg en el plasma sanguíneo, se encuentra, en parte ligado a las proteínas al igual que el Ca. La competencia por los mismos receptores proteicos ocasiona que disminuya los niveles de proteínato magnésico y aumente el Ca iónico cuando los niveles de Ca aumentan. La excreción renal y urinaria juega también un papel importante en la regulación de la magnesemia (Álvarez, M. 2017).

El Mg es un mineral sin depósito y cuyo nivel plasmático depende fundamentalmente de la ingesta diaria y que no está regulado por el sistema humoral (Kaneko et al., 2018)

En 120 vacas en producción Holstein mestizo de Cuenca-Ecuador, se determinaron los niveles de Ca, P y Mg según nivel de producción (alta, >12; media, de 7-11; y baja, menos de 6 litros/día). Los rangos obtenidos fueron de Ca

5.79 mg/dl, para producción alta, 8.07 mg/dl para producción media, y 6.05 mg/dl para producción baja; no encontrándose diferencia estadística entre los tres niveles de fosforo y Magnesio siendo el rango de 5.46 y 1.91 mg/dl respectivamente (Barros y Sinchi, 2012)

Se determinaron los niveles séricos de Ca, P y Mg en 150 vacas adultas productoras de leche de la hoya de Loja, Ecuador. El promedio de Ca fue de 9.81 mg/dL, de P de 6.2 mg/dL y de Mg de 2.55 mg/dL, resultados que se encuentran dentro del rango de los parámetros normales (Loján, 2011).

Cedeño et al. (2011), Manifiesta que existe mayor variación en la concentración sérica de algunos indicadores bioquímicos nutricionales (macrominerales), es un reflejo de la acción de diversos factores que pueden inducir cambios en su concentración sérica, lo que significa que el indicador tiene entonces un menor grado de regulación homeostática y reflejaría, en mejor forma, el balance nutricional comparado con otros indicadores regulados homeostáticamente (Ca).

En tal sentido nuestros resultados no estarían afectado por factores que interfieren con la absorción del Mg, coeficiente que de por sí es bajo en rumiantes adultos; entre otros factores, se tiene la deficiencia de carbohidratos fermentables, el exceso en la concentración de nitrógeno no proteico en los forrajes, y uno de los factores que más incide sobre el metabolismo del Mg es el exceso de potasio y P de la dieta (Sandoval et al. 2018).

# COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS

Luego de analizar las variables propuestas en esta investigación, los resultados nos demuestran que no existió una significancia estadística; conforme a la hipótesis planteada, por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, la misma que nos indica que **“el estudio del perfil mineral en suero sanguíneo del Calcio, Fósforo, Magnesio y Hierro en vacas no logra determinar la causa del apetito aberrante”.**

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

* 1. **CONCLUSIONES**
     + Los niveles de Calcio sérico en los animales en estudio fueron normales (x= 9.96mg/dl) según los datos obtenidos si se los compara con los niveles reportados por el NRC (National Research Council) donde se establece un valor entre 7.8 – 13.4 mg/dl, lo cual permite concluir según diversos autores (Mafarrege, D. 2019; Pittaluga, O. 2008; Naredo, C. 2015; Luna,

L. 2011) que los suelos donde se realizó el presente estudio son bastos en este mineral encontrándose biodisponible para las plantas y los animales.

* + - En cuanto al mineral Fosforo según el NRC (National Research Council) establece niveles séricos de fosforo para bovinos de leche un rango entre

3.1 – 11 mg/dl, encontrándose en el presente estudio una media de (x=3.52mg/dl); no obstante este fue el mineral que mayor deficiencia mostro encontrándose valores por debajo del mínimo requerido < 3.1mg/dl siendo un déficit marcado según (Auza, P. 2017; Costales, C. 2015; Limon, D. 2016; Ramos, A. 2015) obedeciendo a múltiples factores de absorción y biodisponiblidad del fosforo en los suelos altoandinos.

* + - Respecto del análisis sérico de Magnesio encontrado en los bovinos estudiados en Ashpa corral se pudo determinar que este mineral se encuentra en niveles óptimos comparados con los requerimientos señalados por el NRC 1.2 – 2.4 mg/dl; siendo la media del estudio de 2.36mg/dl y habiéndose encontrado valores séricos de Magnesio superiores a 2.4mg/dl; pero sin llegar a niveles de toxicidad >5mg/dl (Naredo, C. 2015); esto conlleva a especular sobre la presencia de importantes niveles de Magnesio en el suelo de la praderas donde se alimentan los bovinos.
    - En este mismo aspecto para el mineral hierro sérico (CFeS) se demostró que el valor medio fue de 133.92%*u*g/dl, siendo el mínimo hallado de 66*u*g/dl y el máximo de 162*u*g/dl, dichos valores fueron analizados y muestran un coeficiente de variación (C.V.) de 17.08% siendo este un

valor altamente confiable. De los animales evaluados en el ensayo se determinó que existen bovinos que a edad adulta tienen deficiencias del mineral hierro a nivel sérico dado que los valores normales según el NRC oscilan entre 105–341*u*g/dl.

* + - Finalmente, al realizar la verificación de la hipótesis analizando los resultados de las variables en estudio del presente ensayo se concluye que a pesar de haberse diagnosticado deficiencias de Fosforo y Hierro sérico y niveles aumentados de Magnesio, estas alteraciones no guardan relación alguna con el apetito aberrante de los ejemplares objetos del presente estudio.

# RECOMENDACIONES

* + - Realizar análisis de elementos menores a nivel sérico y de tejidos a fin de determinar las deficiencias o excesos de los minerales comprometidos en la nutrición bovina.
    - Suplementar fuentes de fosforo enteral y parenteral en los animales a fin de elevar el fosforo sérico, pues fue el mineral con mayo deficiencia en la zona de estudio.
    - Evaluar la razón del exceso de magnesio a nivel sérico, debido a que este mineral aumentado puede afectar la absorción de otros minerales como son: cobre, zinc y yodo.
    - Promover el uso de la fertilización edáfica en los suelos donde se establecerán las pasturas a fin de nivelar la carga mineral de esta forma se enriquecen las pasturas y el estado sanitario de los animales de una forma más económica.

# BIBLIOGRAFÍA

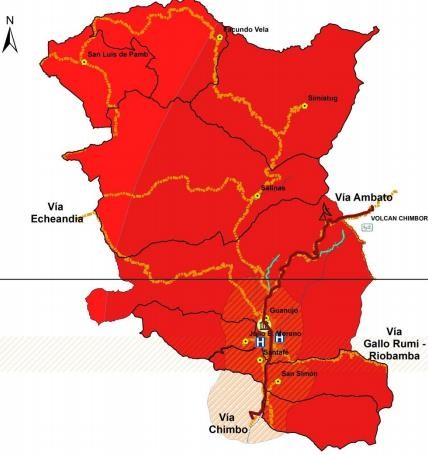
1. Albalate, M., De Sequera, P. y Rodríguez, M. (2017). Trastornos del Ca, el P y el Mg. En Lorenzo V, López Gómez JM (Eds).
2. Aguirre, L. y Zhinin, L. (2010). Métodos de pesaje en bovinos. Centro de estudios y desarrollo de la amazonia CEDAMAZ. Loja – Ecuador.
3. Álvarez, M. (2017). Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico, 1o Ed., Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.
4. Araya, J. (2010). Fluctuaciones minerales en pastos tropicales. II Andropogon gayanus, en los Llanos Orientales. Revista ICA 18: 95- 104.
5. Ariza, C. (2011). Evaluación de la eficiencia productiva y reproductiva de diez hatos lecheros de Aloag, Alausí, Machachi y Tambillo, en la Provincia de Pichincha (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
6. Arroyo, G.; Mymauer, E. (2012). Efecto de la suplementación mineral sobre el comportamiento reproductivo y evolución del peso en vacas de cría Hereford y su relación con la concentración mineral en el suero y tejidos de reserva y estudio del aporte de mineral por las praderas naturales del noreste uruguayo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.
7. Auza, P. (2017). Dinámica folicular ovárica en vacas cebú con diferentes condición corporal y frecuencia de amamantamiento durante el período anovulatorio posparto. Séptimo curso internacional de reproducción bovina. México D.F. p 210-240.
8. Barcellos, J., Ospina, H., Prates, E. y Mülbach, R. (2013). Suplementação mineral de Bovinos em Regiões Subtropicais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Brazil.
9. Barrios, J., Bertolotti, C. y Polio, J. (2014). Influencia de la suplementación mineral sobre el comportamiento reproductivo de vacas de cría Hereford. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. (T.1576).
10. Barros G. y Sinchi M. (2012). Determinaciones de las concentraciones de Ca, P, Mg, proteínas totales, urea y glucosa en suero sanguíneo de vacas lecheras Holstein Mestizas en producción aparentemente sanas en el Cantón Cuenca. Tesis para Título de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
11. Bretschneider, G.; Salado, E.; Cuatrin, A. y Arias, D. (2013). Iron-induced copper deficiency in calves: dose response relationshios and interactions with Molybdenum and sulfur. Anim.Prod. 45: 403-414.
12. Cañete, G. y Hernandez, L. (2017). Actividad sanguínea de glutation peroxidasa en bovinos lecheros a pastoreo: variación según la edad y época del año. Arch-Med.Vet. 30: 13-21.
13. Condo, L. y Pazmiño, J. (2015). Balance metabólico nutricional de selenio en ovinos a pastoreo en la IX Región de la Araucania, Chile. Vet. Zootec. 1(2): 52-58.
14. Conrad, J., Dowell, L. y Loosli, J. (2011). Mineral deficiencies and toxicities for grazing ruminants in the tropics. Presented at International Symposium - Animal Production in the Tropics, University of Gezira, Wad Madani, Sudan.
15. Corbellini, J. (2018). Influencia de los micronutrientes en la fertilidad en bovinos lecheros. Rev. Med. Vet. 79 (2): 154-162.
16. Córdova, y Pérez (2002). Concentraciones de calcio, fósforo y magnesio en suero sanguíneo de bovinos de leche de 40 predios lecheros de la X Región. Chile. Archivos de medicina veterinaria, 22 (2): 85- 196.
17. Coria, M. (2010) Residuos de fármacos en alimentos de origen animal. Revista colombiana de ciencias pecuarias. Universidad de Antioquia. Medellín - Colombia.
18. Costales, C. (2015). “Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo en vacas con la utilización de tres niveles de carbo – amino – fosfo – quelatos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH. Tesis. Riobamba – Ecuador.
19. Cuenca, L. (2010). Estudio de los desbalances minerales como limitantes de la eficiencia reproductiva y productiva en bovinos de carne. INIA Serie Técnica N°108 (pág. 59-60).
20. Cuenca, L., Fernández, A., Alonso, T. y Decia, C. (2011). Niveles de minerales en pasturas y tejidos de Bovinos de Carne en el Uruguay. Universidad Central de Uruguay. Montevideo – Uruguay.
21. De León Lora, L. (2013). Efecto de la suplementación de fósforo sobre la eficiencia reproductiva de Vacas Hereford en praderas naturales del Uruguay. La Estanzuela, Colonia, Uruguay. Tesis. Escuela de graduados.
22. Elizondo, D. (2007). Fallas reproductivas asociadas a deficiencias de microminerales: caso Colombiano. Sitio Argentino de Producción animal. [http://www.produccion-animal.com.ar.](http://www.produccion-animal.com.ar/)
23. Escobosa, A. (2016). Producción de leche en ganado bovino. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 7-20.
24. Escobosa, A. y Avila, S. (2013). Los minerales en la nutrición y la salud animal en la región central de la provincia de Córdoba. Sitio Argentino de Producción animal. [http://www.produccion-animal.com.ar.](http://www.produccion-animal.com.ar/)
25. Fernández, D., Lussich, D. y Marizcurrena, P. (2015). Influencia de la suplementación mineral sobre el comportamiento reproductivo y evolución del peso en vacas de cría Hereford. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. (T.1636).
26. Garmendia, J. (2016). Efecto de la suplementación con harina de Aspergillus, en el comportamiento productivo del ganado Holstein. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", 10-37. ¿Recuperado el 01 de 03 de 2021, de http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/32 06/IS MAEL%20LUGO%20PE%C3%91A.pdf?sequence=1.
27. Gates, N. y Johnson, K. (2011). Selenium Related Disorders in Washington Livestock. Washington State University. EB 1607.
28. Grace, N. (2013). The mineral requirements of grazing ruminants. New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication No.9.
29. Gómez, L. y Fernández, M. (2004). Informe sobre nutrición mineral del ganado en Entre Ríos, E.E.A Concepción del Uruguay, INTA. Rev. Arg. Prod. Anim. 4(3): 12-15.
30. González, S. (2015). Parámetros, cálculos e índices aplicados en la evaluación de la eficiencia reproductiva. Reproducción Bovina, 203– 247.
31. Guerrero, J. y Colucci, P. (2011). Situación actual y perspectivas de la investigación sobre nutrición mineral de bovinos en el Uruguay. IICA - Procisur. Dialogo XXX- Suplementación Mineral. (pág. 73-79).
32. Herdt, P. (2013). Requerimientos de nutrientes según estado fisiológico en bovinos de leche. INIA. Instituto de investigaciones afropecuarias- Centro Regional de Investigación Remehue.
33. Holmes, C.; Brookes, I.; Garrick, D.; Mackenzie, D.; Parkinson, T. y WILSON, G. (2012). Milk production from pasture; Massey University, New Zealand. P 601-603.
34. Jara, J. y Maldonado, H. (2011). Relación entre desbalances nutricionales, el metabolismo y la composición de la leche en vacas Holstein Friesian. Rev. Salud Anim. 28(1): 13-20.
35. Jiménez de Aréchaga, C., Pittaluga O. y Quintans, G. (2017). Suplementación mineral en vacas multíparas y primíparas. (No publicado, pág. 11).
36. Jiménez, V.; Mazucheli, J. y Picada, I. (2155). Nutrición de la vaca lechera. In: Sanidad del ganado vacuno lechero o The health of dairy cattle. P.

D. Andrews, A. H. Editor intelectual Blackwell Science Ltd. Zaragoza, España. Editorial Acribia S.A. P. 55-98.

1. Kaneko J., Harvey, J., Bruss, M. (2018). Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Sixth Edition. Elsevier Inc. California United States of America.
2. Klassen, N. (2018). El uso de aditivos en la alimentación de bovinos. (F. U. Depto. de Nutrición Animal y Bioquímica, Ed.) Sitio Argentino de Producción Animal (46), 1-3. Recuperado el 01 de 12 de 2021, de <http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_p> romotores\_crecimiento/74- Uso\_Aditivos.pdf.
3. Limón, D. (2016). concentración mineral y parámetros productivos de bovinos lecheros con distintos momentos de pastoreo. Tesis. Universidad Autónoma del Estado de México. México D.F.
4. Loján C. (2011). Determinación de los niveles de Ca, P y Mg en vacas de producción en la Hoya de Loja. Tesis para Título de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
5. López, F. (2016). Relación entre condición corporal eficiencia reproductiva en vacas Holstein. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Unicauca – Colombia.
6. Luna, L. (2011). Caracterización del perfil mineral de bovinos lecheros en establecimientos del departamento las colonias – región centro de Santa Fe. Tesis maestrante. Universidad Nacional del Litoral. Argentina.
7. Mafarregue, D. (2019). Necesidades nutritivas del ganado vacuno lechero. Resumen del NRC 2001. Universidad Nacional del Litoral. p.1-15.
8. Mymauer, E. (2012). Efecto de la suplementación mineral sobre el comportamiento reproductivo y evolución del peso en vacas de cría Hereford y su relación con la concentración mineral en el suero y tejidos de reserva y estudio del aporte de mineral por las praderas naturales del noreste uruguayo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.
9. Naredo, C. (2015). Suplementación Mineral en bovinos. <http://www.engormix.com/suplementacion_mineral_bovinos_s_articulo> s\_919\_G DC.htm.
10. NRC. (2011). NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE: Seventh Revised Edition.105-161p, 184-213 p.
11. Orrego, J.; Delgado, A. y Echavarria, L. (2013). Análisis de los resultados de perfiles metabólicos obtenidos de rebaños lecheros en el Sur de Chile 1986 – 1996.Universidad Austral de Chile. Valdivia Chile. 2-6 p.
12. Ortiz, S. (2015). Elementos vestigiales. En: El rumiante: fisiología digestive y nutrición. Church, D.C. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. P. 391-457.
13. Ortiz, S., García, T. y Morales, T. (2007) Manual para el manejo de bovinos productores de leche. Secretaria de la Reforma Agraria. México.
14. Parker, K. (2012). Using Body Condition Scoring in Dairy Herd Management. [http://www.gov.on.ca.](http://www.gov.on.ca/)
15. Pérez – Hernández, I. y Rojo, R. (2013). Informe del proyecto estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en Veracruz. Tepetates – Veracruz.
16. Pezantes, E. (2015). Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes Cátedra de Fisiología Facultad de Ciencias.
17. Pittaluga, O. (2008). Deficiencias de nutrimentos en alfalfa (Medicago sativa). Ensayo en macetas sobre Argiudoles del centro de Santa Fe (Argentina). Rev. FAVE 13 (1,2): 63- 70.
18. Ramos, A. (2015). Contribución a la evaluación nutricional mineral del ganado bovino proveniente de diferentes regiones del país, durante la estación de otoño. Departamento de fomento de la producción animal. Universidad Nacional de Chile.
19. Reinoso, S. (2102). Necesidades proteicas y aportes de proteína en el ganado vacuno. Mundo Ganadero, Eumedia S.A. (145), 147 y 148. Recuperado el 20 de 03 de 2021, de <http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/pro> duccion\_bovina\_leche/73- Necesidades\_Proteicas.pdf
20. Reyes, F.; Chávez, J.; Condo, L. y Marini, P. (2011). Asociación entre producción de leche y parámetros reproductivos en biotipos Holstein con diferente potencial productivo. Revista ciencia digital. Quito – Ecuador.
21. Roa, A. (2016). Manejo reproductivo del bovino de doble propósito en las condiciones del llano venezolano. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay – Venezuela.
22. Sager, E. (2018). Hematología veterinaria. Buenos Aires. Editorial hemisferio sur. 856 p.
23. Salamanca, A. (2010). Suplementación de minerales en la producción bovina. Universidad Cooperativa de Colombia. Arauca – Colombia.
24. Sandoval G., Dellamea, S., Pochon, D. y Campos, M. (2018). Ca, P, Mg y fosfatasa alcalina en vacas lecheras de una región subtropical suplementadas con óxido de Mg. Rev Vet Méx; 29:131-36.
25. Serrano, J. (2014). Pharmacokinetics and pharmacodynamics of ramipril and ramiprilat after intravenous and oral doses of ramipril in healthy horses. Veterinary Journal. 208, 2016. 38- 43.
26. Vizcarra, R. (2015). CIL (Centro de la Industria Láctea de Ecuador). (2015). La leche del Ecuador: historia de la lechería ecuatoriana. 15, 192.
27. Zárate, M. (2009). Manejo reproductivo del ganado bovino de doble propósito. Día del ganadero. Campo experimental La Posta. INIFAP. Veracruz – México.
28. Zeballos, H. (2010). Actividad del glutatión peroxidasa en bovinos lecheros a pastoreo correlacionada con la concentración sanguínea y plasmática de selenio. Pesq. Agropec. Brasilia. 34(12): 2331-2338.

**ANEXOS**

**Anexo Nº 1.** Mapa de ubicación de la investigación



# Anexo N° 2. Base de datos

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CODIGO CASO | NUMERO ARETE | EDAD AÑOS | PESO KG | PRODUCCION KG/DIA | RAZA | TERCIO LACTANCIA | GESTACION | CONDICION CORPORAL | Ca SERICO | P SERICO | Fe SERICO | Mg SERICO |
| U-2348-1 | 14 | 5 | 330 | 7 | Brown Swiss | 1 | NO | 2,5 | 10,02 | 5,6 | 160 | 2,35 |
| U-2348-2 | 41 | 6 | 405 | 6 | Brown Swiss | 2 | NO | 2,7 | 9,92 | 3,3 | **66** | 2,13 |
| U-2348-3 | 8701 | 5 | 470 | 4 | Brown Swiss | 3 | NO | 3,2 | 9,44 | 6,2 | 153 | 2,11 |
| U-2348-4 | 50 | 7 | 408 | 3 | Holstein | 3 | NO | 3,5 | 9,88 | **1,8** | 110 | 2,19 |
| U-2348-5 | 26 | 5 | 420 | 6 | Holstein | 2 | NO | 3,8 | 9,74 | 4,2 | 134 | 2,32 |
| U-2348-6 | 11 | 4 | 420 | 6 | Brown Swiss | 2 | NO | 3,0 | 8,82 | 5,7 | 124 | 2,28 |
| U-2348-7 | 28 | 4 | 400 | 5 | Brown Swiss | 2 | SI | 2,9 | 9,39 | 4 | 110 | 1,92 |
| U-2348-8 | 43 | 8 | 470 | 7 | Brown Swiss | 2 | NO | 3,3 | 9,84 | 4,8 | 138 | **2,63** |
| U-2348-9 | 13 | 7 | 477 | 5 | Brown Swiss | 2 | SI | 3,3 | 9,73 | 3,5 | 141 | 2,32 |
| U-2348-10 | 49 | 7 | 482 | 9 | Brown Swiss | 1 | NO | 3,4 | 10,91 | 4,4 | 136 | **2,57** |
| U-2348-11 | 19 | 5 | 365 | 11 | Brown Swiss | 1 | NO | 2,9 | 9,97 | 3,2 | 136 | **2,51** |
| U-2348-12 | 22 | 6 | 352 | 7 | Holstein | 2 | NO | 2,6 | 9,87 | **2,8** | 144 | 1,96 |
| U-2348-13 | 12 | 3 | 360 | 3 | Holstein | 3 | SI | 2,8 | 9,17 | **1,2** | **83** | 1,64 |
| U-2348-14 | 23 | 4 | 425 | 6 | Holstein | 2 | SI | 3,6 | 9,91 | **1,4** | 147 | **2,57** |
| U-2348-15 | 35 | 5 | 400 | 6 | Holstein | 2 | SI | 3,3 | 10,3 | **2,3** | 161 | 2,27 |
| U-2348-16 | 15 | 7 | 472 | 8 | Pizan | 2 | SI | 3,7 | 12,21 | **1,3** | 123 | **2,89** |
| U-2348-17 | 9 | 8 | 470 | 7 | Pizan | 2 | SI | 3,9 | 9,8 | 3,7 | 146 | 2,35 |
| U-2348-18 | 25 | 10 | 512 | 12 | Pizan | 1 | NO | 4,0 | 8,62 | 3,7 | 144 | 2,32 |
| U-2348-19 | 18 | 5 | 455 | 5 | Holstein | 3 | NO | 3,7 | 9,76 | 5,7 | 127 | 2,36 |
| U-2348-20 | 47 | 6 | 430 | 4 | Holstein | 3 | NO | 3,3 | 10,59 | **2,1** | 136 | **2,72** |
| U-2348-21 | 114 | 5 | 442 | 5 | Brown swiss | 3 | NO | 3,5 | 10,19 | 3,3 | 132 | 2,19 |
| U-2348-22 | 34 | 3 | 330 | 5 | Brown swiss | 2 | NO | 2,9 | 10,13 | 5,5 | 162 | **3,08** |
| U-2348-23 | 29 | 3 | 335 | 3 | Brown swiss | 3 | SI | 2,5 | 9,43 | **1,3** | 141 | **2,55** |
| U-2348-24 | 2828 | 3 | 330 | 5 | Brown swiss | 3 | SI | 2,8 | 10,7 | 3,9 | 161 | **2,54** |
| U-2348-25 | 33 | 7 | 360 | 5 | Holstein | 3 | NO | 3,0 | 10,36 | **2,8** | 133 | 2,39 |

**Anexo Nº 3.** Evidencia fotográfica

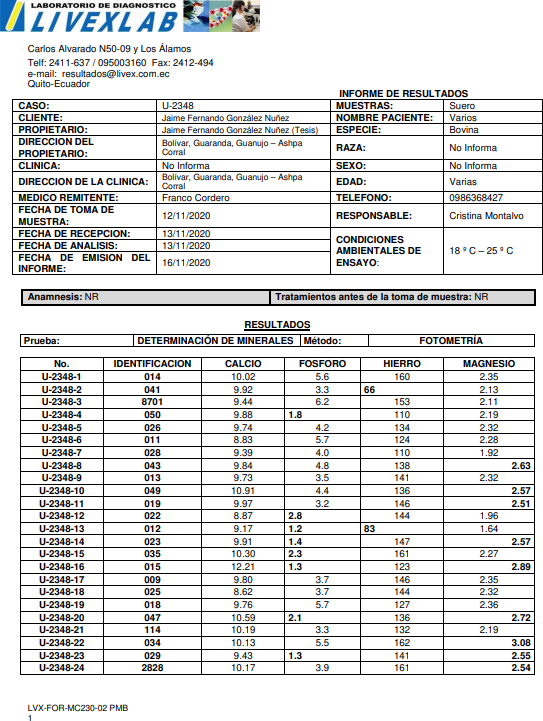


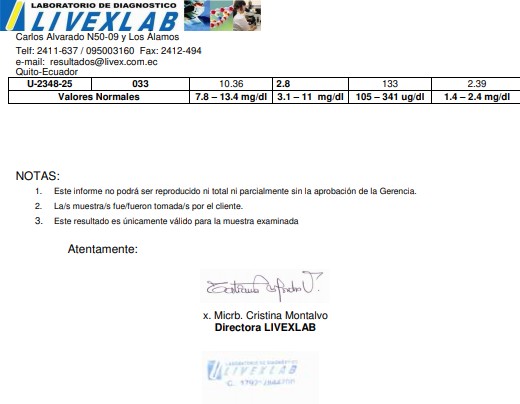
Toma de datos (edad y raza)



Identificación de los animales y determinación del peso

**Anexo Nº 4.** Análisis de laboratorio





**Anexo Nº 5.** Glosario.

**Anaeróbicas:** término que significa vida sin aire.

**Anemia:** se define como una concentración baja de hemoglobina en la sangre.

**Anorexia:** falta de apetito que puede ocurrir en estados febriles, enfermedades generales y digestivas.

**Balanceado/equilibrado:** término que describe a un pienso, dieta o ración que contiene todos los requeridos conocidos en las cantidades y proporciones adecuadas, con base en las recomendaciones de autoridades reconocidas en nutrición animal para un conjunto dado de requerimientos fisiológicos y condiciones ambientales.

**Catión:** es unión (o sea átomo o molécula) con carga eléctrica positiva, es decir, que ha perdido electrones. Los cationes se describen con un estado de oxidación positivo.

**Cetosis:** es una situación metabólica del organismo originada por un déficit en el aporte de carbohidratos, lo que induce el catabolismo de las grasas a fin de obtener energía, generando unos compuestos denominados cuerpos cetónicos, los cuales descomponen las grasas en cadenas más cortas, generando acetoacetato que es usada como energía por el cerebro.

**Coenzima:** es un componente de tipo no proteico que se complementa a una enzima (sustancia proteica) en la cantidad adecuada para generar una reacción enzimática.

**Dieta:** ingrediente o mezcla de ingredientes, que incluye el agua, que los animales consumen.

**Digestibilidad:** es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición.

**Digestión:** es el proceso de transformación de los alimentos, previamente ingeridos, en sustancias más sencillas para ser absorbidos, a través de un proceso químico complejo en el que participan enzimas especiales.

**Enzimas digestivas:** son enzimas que se encargan de romper los polímeros presentes en los alimentos transformándolas en moléculas más pequeñas para que puedan ser absorbidas con facilidad. Las enzimas digestivas se encuentran en el tubo digestivo de los animales donde colaboran en la digestión del alimento, así como en el interior de las células, sobre todo en los lisosomas.

**Enzimas:** son moléculas de naturaleza proteica y estructural que aceleran las reacciones químicas, una enzima hace que una reacción química, que puede suceder a una velocidad muy baja; transcurra a mayor velocidad. A las reacciones en las que intervienen enzimas se las denomina reacciones enzimáticas.

**Fermentación láctica:** es una ruta metabólica anaeróbica que ocurre en el citosol de la célula, en la cual se oxida parcialmente la glucosa para obtener energía y donde el producto de desecho es el ácido láctico.

**Fermentación:** es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno, y el producto final es un compuesto orgánico.

**Hipomagnesemia:** es un trastorno electrolítico en el cual se presenta un nivel bajo de magnesio en la sangre.

**Ketosis:** es un proceso metabólico que proporciona a una fuente del combustible alternativo para las células en el cuerpo durante una admisión inferior de hidratos de carbono.

**Materia prima:** todos los materiales utilizados que pasan por la fabricación, procesamiento o mezclado para producir un tipo alimento.

**Metabolismo:** es el conjunto de reacciones bioquímicas y procesos físico- químicos que ocurren en cada célula y en el organismo mismo de cada individuo.

**Palatabilidad:** conjunto de características organolépticas de un alimento, independientemente de su valor nutritivo, que hacen que para un determinado individuo dicho alimento sea más o menos placentero.

**Paraqueratosis Ruminal:** se asocia típicamente a un desequilibrio dietético y se caracteriza por las transformaciones que tienen lugar en la mucosa ruminal, como son el endurecimiento y aumento del tamaño de las papilas, el aumento de grosor de la capa de queratina y la persistencia de los núcleos en las células de dicha capa.

**pH:** término que expresa la intensidad de la condición acida o básica de un material.

**Presión osmótica:** cuando dos soluciones se ponen en contacto a través de una membrana semipermeable (membrana que deja pasar las moléculas de disolvente, pero no las de los solutos), las moléculas disueltas circulan, pasando habitualmente desde la solución con menor concentración de sustancias disueltas a una de mayor concentración.

**Raquitismo:** es una enfermedad producida por una deficiencia de vitamina D. Se caracteriza por deformidades esqueléticas causadas por un descenso de la mineralización de los huesos y cartílagos debido a niveles bajos de calcio y fósforo en la sangre.

**Requerimiento nutricional:** son las necesidades nutricionales concretas y muy diferentes en las diferentes especies de explotación. En una misma especie varían según la composición genética, talla, composición corporal, actividad, sexo y estado sexual (hembra encinta o no).

**Sintetizar:** fabricar o producir por medio de una síntesis. La síntesis orgánica es formar un elemento o sustancia compuesta mediante la combinación de elementos o sustancias simples.

**Trastornos digestivos:** este término hace referencia a cualquier enfermedad que impide que la digestión se lleve a cabo adecuadamente, o que altera la velocidad de tránsito del alimento a través del tracto digestivo.

**Valor nutritivo:** se refiere a la combinación de nutrientes contenido en el interior de un alimento y del modo en que estos nutrientes son asimilados por los diferentes tipos de animales a través de digestibilidad, metabolismo e ingestión.