

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



**Perfiles séricos pre y post parto de Ca, P y Mg en vacunos
altoandinos Brown Swiss. Ayacucho, 2021**

Tesis para optar el título profesional de:
Médico Veterinaria

Presentado por:
Bach. Yohana Huicho Miguel

Asesor:
M.V. William Ulises Palomino Conde

Ayacucho - Perú

2024

A mis queridos padres:

Hernán y Remocata, por sus consejos, su sacrificio incondicional, su apoyo emocional, y estar siempre en mis momentos más difíciles. Gracias a sus enseñanzas logré llegar a donde estoy. Gracias infinitas.

A mis hermanos:

Yulma, por ser mi guía en el camino del bien. Gladys Yordana, por ser mi confidente y mi apoyo emocional. Lourdes, por ser mi mejor amiga y confidente. Elian Jasser, por su apoyo y palabras sinceras en todo momento y Hernán Renato, por su alegría y apoyo incondicional. Sin ustedes, no sería quien soy ahora.

A mi asesor:

M.V. William Ulises Palomino Conde, por brindarme su sabiduría y acompañarme durante la elaboración de este trabajo. Muchas gracias, maestro.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias y a mi Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, por la enseñanza brindada.

A mis profesores, quienes fueron fuente de sabiduría y enseñanza en mi formación como profesional, quienes me compartieron su sapiencia día a día en la duración de mis días de estudiante.

A mi asesor M.V. William Ulises, Palomino Conde; por su paciencia, enseñanza y apoyo incondicional en la culminación del presente trabajo de investigación.

A la granja “Montefino”, por recibirme con los brazos abiertos y ofrecerme las facilidades con las que pude desarrollar este trabajo.

A todas las personas que de alguna manera influyeron en mi desarrollo como persona y profesional.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos.....	viii
Resumen.....	1
Introducción	2
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO 4	
1.1. Antecedentes	4
1.2. Minerales.....	6
1.2.1. Calcio	6
1.2.2. Fósforo	12
1.2.3. Magnesio.....	17
CAPÍTULO II	
METODOLOGÍA 23	
2.1. Lugar de estudio.....	23
2.1.1. Recursos forrajeros	23
2.1.2. Manejo de los animales.....	23
2.1.3. Sanidad.....	24
2.2. Materiales y equipos	25
2.2.1. Material biológico	25
2.2.2. Materiales.....	25
2.3. Problemas específicos	27
2.4. Método procedimental	27
2.4.1. Obtención de las muestras.....	27
2.4.2. Lugar de procesamiento laboratorial.....	27
2.5. Análisis de laboratorio	28
2.5.1. Determinación de Calcio sérico	28

2.5.2. Determinación de Fósforo.....	29
2.5.3. Determinación de Magnesio	29
2.6. Análisis estadístico.....	30

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1. Calcio	31
3.2. Fósforo	33
3.3. Magnesio.....	35
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Concentración (% en base seca) de proteína cruda, calcio, fósforo y magnesio observada en especies forrajeras de fincas lecheras del trópico alto del departamento de Nariño	7
Tabla 2.1. Resultados promedios de la producción, número de partos y condición corporal de vacas Brown Swiss de la Granja Montefino	25
Tabla 3.1. Niveles séricos de Calcio (mg/dl) obtenidos durante el pre parto y post parto de vacas Brown Swiss en época seca.....	31
Tabla 3.2. Niveles de Fósforo (mg/dl) en el suero sanguíneo de vacas Brown Swiss obtenidos durante el periodo pre parto y post parto	34
Tabla 3.3. Nivele de magnesio (mg/dl) hallados en vacas Brown Swiss en los periodos pre parto y post parto	36

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Representación esquemática de la distribución global del calcio	8
Figura 1.2. Distribución del calcio en el organismo.....	9
Figura 1.3. Esquema de la homeostasis del calcio	10
Figura 1.4. Dinámica del fósforo en el organismo	15
Figura 1.5. Dinámica del magnesio en el organismo animal	20

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Extracción de sangre de la vena yugular	46
Anexo 2. Extracción de sangre de la vena caudal.....	46
Anexo 3. Centrifugado de las muestras para obtener suero.....	47
Anexo 4. Análisis laboratorial, materiales	48
Anexo 5. Determinación de la concentración de Calcio	49
Anexo 6. Determinación del fósforo en el suero	50
Anexo 7. Determinación de la concentración de magnesio en suero sanguíneo	51
Anexo 8. Pastoreo de los animales	52
Anexo 9. Estadísticos descriptivos: Calcio Pre Parto mg/dl.....	53
Anexo 10. Estadísticos descriptivos: Calcio Post Parto mg/dl	54
Anexo 11. Estadísticas descriptivas: Fósforo Pre Parto mg/dl	55
Anexo 12. Estadísticas descriptivas: Fósforo Post Parto mg/dl.....	56
Anexo 13. Estadísticos descriptivos: Magnesio Pre Parto mg/dl	57
Anexo 14. Estadísticos descriptivos: Magnesio Post Parto mg/dl.....	58
Anexo 15. Prueba de Kruskal-Wallis: Calcio mg/dl vs. Periodo.....	59
Anexo 16. Prueba de Kruskal-Wallis: Fósforo vs. Periodo	60
Anexo 17. Prueba de Kruskal-Wallis: Magnesio vs. Periodo.....	61
Anexo 18. Resultados individuales de las vacas Brown Swiss obtenidos para calcio, magnesio y fósforo en el periodo pre parto.....	62
Anexo 19. Resultados individuales de las vacas Brown Swiss obtenidos para calcio, magnesio y fósforo en el periodo post parto	63
Anexo 20. Resultados individuales del número de partos, producción de leche promedio y condición corporal	64
Anexo 21. Distribución de los valores de Ca, P y Mg en el pre parto.....	65
Anexo 22. Distribución de los valores de Ca, P y Mg en el post parto	65

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el perfil mineral del calcio, fósforo y magnesio en ganado bovino de la raza Brown Swiss doble propósito durante el periodo pre parto y post parto, en sistema semi pastoril durante la época seca (abril-setiembre), se estudió el suero sanguíneo de vacas de la granja Montefino del Grupo Solid Perú, ubicado en la comunidad de Llachoccmayo a 3690 m.s.n.m. en el distrito de Chiara, provincia Huamanga, departamento Ayacucho. Los animales estudiados resultaron con una mediana de 2.0 partos, con $18,45 \pm 4,66$ litros diarias de producción y con 3,25 de condición corporal promedio. Para determinar el Ca, P y Mg, se extrajo sangre de las vacas de 14 a 3 días antes del parto y 7 a 14 días después del parto. El suero obtenido fue llevado al laboratorio para su análisis con kits diagnósticos para Ca (CALCIUM MTB liquid, FAR Diagnostics), P (Fosfatemia - Wiener Lab) y Mg (MAGNESIUM CALMAGITE liquid de FAR Diagnostics). Los resultados obtenidos fueron analizados con estadística descriptiva, empleando el software estadístico Minitab 18, se determinó la distribución normal de los errores ejecutando la Prueba de Anderson-Darling, el promedio, la desviación estándar, con un intervalo de confianza al 95%; las diferencias entre grupos (pre parto y post parto) se evaluó mediante análisis de varianza con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. De ello resultó, Ca para el periodo pre parto y post parto: $9,79 \pm 1,12$ mg/dl y $10,41 \pm 1,20$ mg/dl respectivamente; P: $5,55 \pm 0,863$ mg/dl y $5,766 \pm 0,908$ mg/dl, en el periodo pre parto y post parto, respectivamente, finalmente el Mg resultó: $2,49 \pm 0,61$ mg/dl y $2,26 \pm 0,48$ mg/dl para el periodo pre parto y post parto respectivamente. Sin existir diferencia estadística significativa entre los grupos pre parto y post parto. Concluyendo que las vacas de la granja Montefino durante la época seca, mantuvieron estables los niveles de Ca, P y Mg en el periodo pre parto y post parto.

Palabras clave: Ca, P, Mg, Brown Swiss, sistema semi-pastoril, doble propósito.

INTRODUCCIÓN

La ganadería lechera es una actividad en ascenso en la región de Ayacucho, de modo que el estudio de los principales pilares de la producción ganadera (nutrición, reproducción) es muy urgente actualmente, para de esta forma mejorar la producción lechera. Uno de los estudios más requeridos e importantes en el aspecto de nutrición animal son los perfiles metabólicos y dentro de ello, el perfil mineral.

Los minerales son elementos esenciales e indispensables en la alimentación del bovino. Al ser incapaces de sintetizar en el organismo, es obligatorio que lo ingieran en el alimento puesto que al existir desbalances entre consumo y utilización del organismo producen enfermedades metabólicas que afectan directamente la producción, reproducción y la salud.

La determinación y monitoreo de la concentración del calcio, fósforo y magnesio en el suero sanguíneo es indispensable, ya que ayudan a diagnosticar patologías por deficiencias de estos minerales, casos subclínicos, no detectables a simple vista pero que se expresan en importantes pérdidas económicas para los productores. Estos tres minerales, además de cumplir funciones estructurales, cumplen funciones importantes en el mantenimiento del homeostasis del organismo animal.

La presente investigación determinó el perfil mineral (Ca, P y Mg) en ganado bovino de la raza Brown Swiss durante el periodo de transición (pre y post parto) en sistema semi pastoril. Se ejecutó en la granja Montefino del Grupo Solid Perú, ubicado en la comunidad de Llachoccmayo a 3690 m.s.n.m.

Se asignaron 17 vacas a término de preñez y partos programados en la época de seca para ser monitoreadas en la etapa del periparto. Se evaluaron las variables de los perfiles minerales en el periodo pre y post parto. Con los siguientes objetivos:

1. Determinar el perfil del calcio en vacunos altoandinos Brown Swiss de doble propósito en periodo pre parto y post parto.
2. Determinar el perfil del fósforo en vacunos altoandinos Brown Swiss de doble propósito en periodo pre parto y post parto.
3. Determinar el perfil del magnesio en vacunos altoandinos Brown Swiss de doble propósito en periodo pre parto y post parto.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

En el trabajo realizado por Albornoz et al. (2017), estudiaron las variaciones de Ca, P y Mg durante el parto en vacas lecheras manejadas en dos diferentes sistemas de manejo: Intensivo (I) (España) y Semi-pastoril (SP) (Uruguay), donde trabajaron con vacas multíparas Holstein, gestantes, con un promedio de 4 años y de 574 kg PV promedio. Obteniendo como resultados en el sistema intensivo: Ca ($10,88 \pm 0,77$ mg/dl), P ($6,02 \pm 1,4$ mg/dl) y Mg ($2,52 \pm 0,23$) en etapa de pre parto y en etapa post parto, Ca ($10,40 \pm 0,97$), P ($5,32 \pm 0,85$) y Mg ($2,59 \pm 0,25$), mientras que en el sistema semi pastoril resultó: en la etapa pre parto: Ca ($9,30 \pm 1,60$), P ($5,62 \pm 1,24$) y Mg ($2,35 \pm 0,46$); y para el periodo post parto resultó: Ca ($9,36 \pm 1,73$), P ($5,83 \pm 1,58$) y Mg ($2,37 \pm 0,42$). Este trabajo se desarrolló en Lugo, España a 463 m.s.n.m. y Florida, Uruguay a 70 m.s.n.m.

En el trabajo de Cedeño et al. (2011) realizaron la evaluación la concentración de calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) en suero sanguíneo de vacas lecheras en el periodo seco, posparto y pico de la producción en dos regiones de altura: Pasto 2600 y Guachucal-Tuquerres 3200 msnm, en Nariño, Colombia. Trabajaron con 351 vacas Holstein al pastoreo a base de: Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Azul orchoro (*Dactylis glomerata*), Rye grass (*Lolium* sp), Falsa Poa – Saboya (*Holcus lanatus*), trébol rojo (*Trifolium pratense*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). El método empleado fue separar las vacas según su estado productivo: periodo seco, inicio y pico de lactancia. Aplicando el método colorimétrico para la determinación de los minerales Ca, P y Mg. Analizaron los datos mediante estadística descriptiva. Obtuvieron los siguientes resultados: en la región de Pasto para calcio fue: 1,94 mmol/L o 7,78 mg/dl en los tres estados productivos obteniendo valores menores a los referenciales. En Guachucal-Tuquerres el nivel de Ca fue mayor (2,3 mmol/L o 9,22 mg/dl). Mientras que los niveles de P (1,81 mmol/L o 5,61 mg/dl) se mantuvieron sin ninguna diferencia significativa entre regiones y estado

productivo. Finalmente, el Mg también se mantuvo dentro de los valores referenciales, el cual resultó: 1,03 mmol/L o 2,5 mg/dl, según la región, estado productivo o número de partos de la vaca ($P > 0,05$).

En la investigación realizada por Yanapa (2019) quien evaluó la concentración sérica de Ca, P, Mg, la relación Ca: P y las correlaciones entre los tres minerales, entre el nivel de producción y la condición corporal, trabajó con 30 vacas en producción del distrito de Vilque, Puno. Haciendo uso del método colorimétrica-espectrofotométrica. Con el objetivo de determinar los niveles de Ca, P y Mg. Analizando los datos con un diseño completamente al azar, para la correlación entre los tres minerales y entre el nivel de producción el Coeficiente de Pearson y para la condición corporal el Coeficiente de Spearman. Los resultados muestran una media general de: Ca ($9,44 \pm 0,90$), P ($5,40 \pm 0,85$) y Mg ($2,36 \pm 0,35$ mg/dL) ($p > 0,05$), mientras que la relación Ca: P resultó $1,80 \pm 0,42$ ($p > 0,05$).

Finalmente, en el estudio realizado por Jones (2011) en los distritos de Morochucos, Vinchos, Chiara, Socos y Chuschi del departamento de Ayacucho tuvo como objetivo determinar los niveles séricos de Ca, P, Mg en vacas en producción en dos épocas del año (lluvia y seca), trabajando con 400 vacas en lactación, estas divididas según el número de partos, y el nivel de producción. Los resultados obtenidos según número de partos para calcio fueron: 8,96 mg/dl, 8,66 mg/dl y 8,97mg/dl para el primer, segundo y tercer parto respectivamente. Sin evidenciar diferencia significativa ($P < 0,05$). Mientras tanto, el fósforo para vacas según el número de partos, resultó en promedio: 4,63 mg/dl, 4,46mg/dl y 4,34mg/dl para el primer, segundo y tercer parto respectivamente. Sin evidencia de diferencia significativa ($p < 0,05$). Finalmente, según el número de partos el Magnesio resultó; $2,25 \pm 0,40$, $2,8 \pm 0,46$ y $2,21 \pm 0,44$ para el primer, segundo y tercer parto respectivamente. Determinándose que no existe diferencia significativa ($p < 0,05$). En conclusión, el número de parto no afectó el nivel de minerales en la sangre. De igual forma, se evaluó los niveles de Ca, P y Mg, de acuerdo al mes de lactación, obteniendo en el primer mes: $8,61 \pm 1,71$, $4,34 \pm 1,47$ y $2,29 \pm 0,43$ para Ca, P y Mg respectivamente. También evaluó la concentración de los minerales dependiendo de la época del año y para época de seca resultó: $8,27 \pm 1,37$, $3,88 \pm 1,4$ y $1,99 \pm 0,4$ para Ca, P y Mg respectivamente. Y para la época de lluvia obtuvo: $9,50 \pm 2,31$, $5,10 \pm 1,4$ y $2,44 \pm 0,33$ para Ca, P, Mg respectivamente, encontrando entre épocas diferencias significativas.

1.2. MINERALES

Son elementos inorgánicos, los cuales son componentes de diferentes compuestos como sales y compuestos orgánicos (C, H, O, N). (Underwod, 2003).

Se determinan por combustión total, denominándose cenizas. Ocupan de 4,3 a 4,7% del total de la masa de un animal superior (vacunos, equinos), de modo que un animal que pese 100 kg tendría un total 4,5 kg de minerales. (Hernández, 1999)

1.2.1. Calcio

a) Funciones

El calcio representa un 1,5% del peso vivo en el animal, siendo el elemento más abundante en el cuerpo del animal. Cumple un sin número de funciones como: la excitabilidad neuromuscular, la secreción de las hormonas, la estabilidad de la membrana celular la contracción muscular, la división celular, la activación enzimática y la coagulación de la sangre, son funciones dependientes del calcio (Goff, 2010).

El calcio controla la excitabilidad de los nervios y músculos, y es necesario para la coagulación normal de la sangre debiendo encontrarse para la transformación de la protrombina en trombina. La presencia de calcio es necesaria para la activación de ciertas enzimas como la tripsina y la adenosinatrifosfatasa. (Armienta, 1995).

b) Fuentes de alimentación

Los minerales no pueden sintetizarse en el organismo animal, por lo cual es necesaria la ingesta en el alimento. El agua y el suelo solamente proporcionan una pequeña cantidad. Una gran proporción de las aguas de bebida provenientes del subsuelo poseen calcio en cantidades que pueden complementar los requerimientos ("aguas engordadoras") y aún superarlos ampliamente. (Bavera, 2001) (p.388).

Las gramíneas no igualan en el contenido de calcio en su composición en cualquier de sus estados fenológicos, mientras que las leguminosas superan con el triple o cuádruple en contenido de calcio. Coria (2020)

El contenido de calcio en el forraje se verá afectado a medida que avance la maduración. Además, un forraje verde tiene alto contenido de calcio, y en temporada de lluvia, es

suficiente para cubrir los requerimientos del animal, principalmente las leguminosas. Mientras que el forraje seco y maduro, gramíneas, probablemente contengan escasa concentración, será lo mismo para la paja de los cereales. La suplementación con alimentos concentrados en base a granos igualmente es pobre en contenido de calcio, así que, es necesaria la incorporación de este elemento en la ración. (Bavera, 2006)

Tabla 1.1. Concentración (% en base seca) de proteína cruda, calcio, fósforo y magnesio observada en especies forrajeras de fincas lecheras del trópico alto del departamento de Nariño

Especies forrajeras	Proteína cruda	Ca (%)	P (%)	Mg (%)
Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	14.63	0.42	0.28	0.28
Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>)	23.19	1.13	0.37	0.31
Trébol rojo (<i>Trifolium pratense</i>)	25.30	1.01	0.29	0.45
Falsa Poa – Saboya (<i>Holcus lanatus</i>)	11.95	0.30	0.25	0.07
Rye grass (<i>Lolium sp.</i>)	21.6	0.28	0.26	0.24
Azul orchoro (<i>Dactylis glomerata</i>)	11.6	0.45	0.29	0.16

Fuente: Cedeño, et al. (2011). Laboratorio de bromatología de la Universidad de Nariño

c) Metabolismo y homeostasis

Absorción

La cantidad de calcio absorbido a nivel del tracto gastrointestinal estará en gran medida influenciado por el contenido de calcio en la ingesta. Por lo mismo que el calcio sérico incrementará o disminuirá dependiendo del contenido de calcio en la dieta. Las condiciones que demanden aumento de calcio como la preñez y lactancia, ocasionaran una eficiencia alta en la absorción. (De Luca, 2003).

El calcio es absorbido en su mayoría a nivel de la porción anterior del intestino delgado, ya que en esta porción el contenido gástrico tiene el pH, de carácter ácido, siendo este un ambiente en el cual la absorción del calcio se ve favorecida. El tipo de transporte es activo, pero se adapta, ya que, en situaciones de disminución de niveles séricos de calcio, se desencadena una secuencia de acciones, mediadas por la Vit D activa (17 OH-Colecalciferol) quien incrementa la síntesis de la proteína transportadora de calcio (PB-Ca), el cual actúa tomando el calcio del lumen intestinal y dirigiéndolo hacia el torrente sanguíneo. (De Luca, 2003)

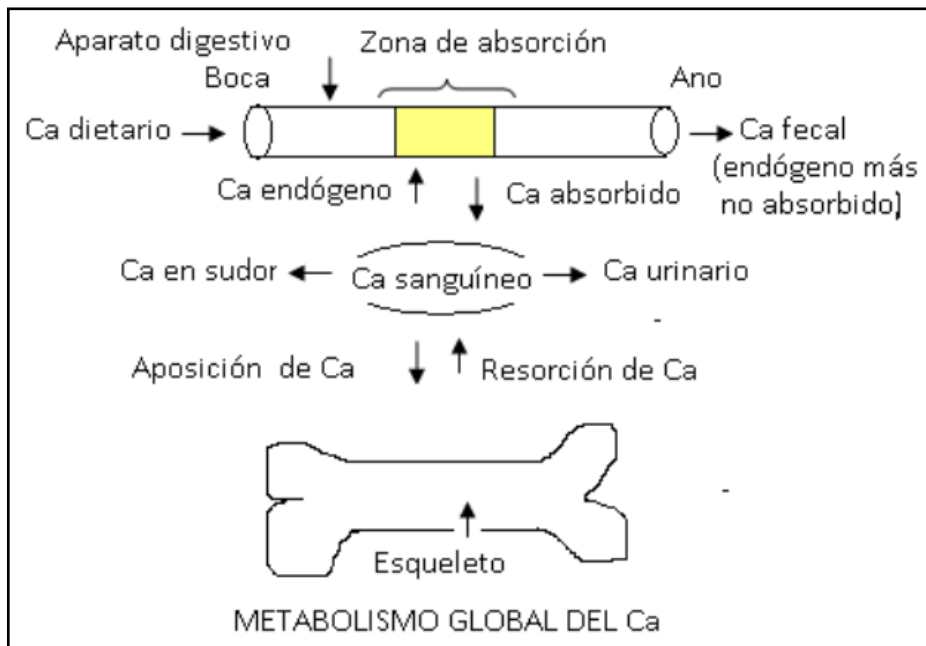


Figura 1.1. Representación esquemática de la distribución global del calcio

Fuente: Fraga y Blas, 1981, p.142

Distribución del calcio

En el organismo animal “la mayor proporción de calcio se encuentra en los huesos (99%) y solamente el 1% se halla distribuido entre los líquidos corporales” (Costanzo, 2000, p. 284) de todo ello, 40% está unida a proteínas (albuminas y globulinas), el restante 60% es el que resulta filtrable por el riñón. De esta fracción filtrable, el 80% es calcio ionizado que representa la porción activa fisiológicamente, finalmente el 20% se encuentra como fosfato cálcico. Mientras tanto, la porción hallada en el esqueleto, un 75% está compuesto por fosfatos de sodio, magnesio y calcio. “Las sales de fosfato tricálcico forman el carbonato y el fluoruro de apatita y la hidroxiapatita presente en diferente proporción en la estructura del hueso y los dientes” (Pérez, 2009) por lo que, estos compuestos le proporcionan la capacidad de compresión a los esqueletos. El 25% del hueso compacto es parte de la matriz orgánica, siendo el 95% compuestas de fibras colágenas que permiten tensión al tejido óseo, y el 5% restante forma la sustancia fundamental constituida por condroitinsulfato, ácido hialurónico y mucoproteínas. (Pérez, 2009)

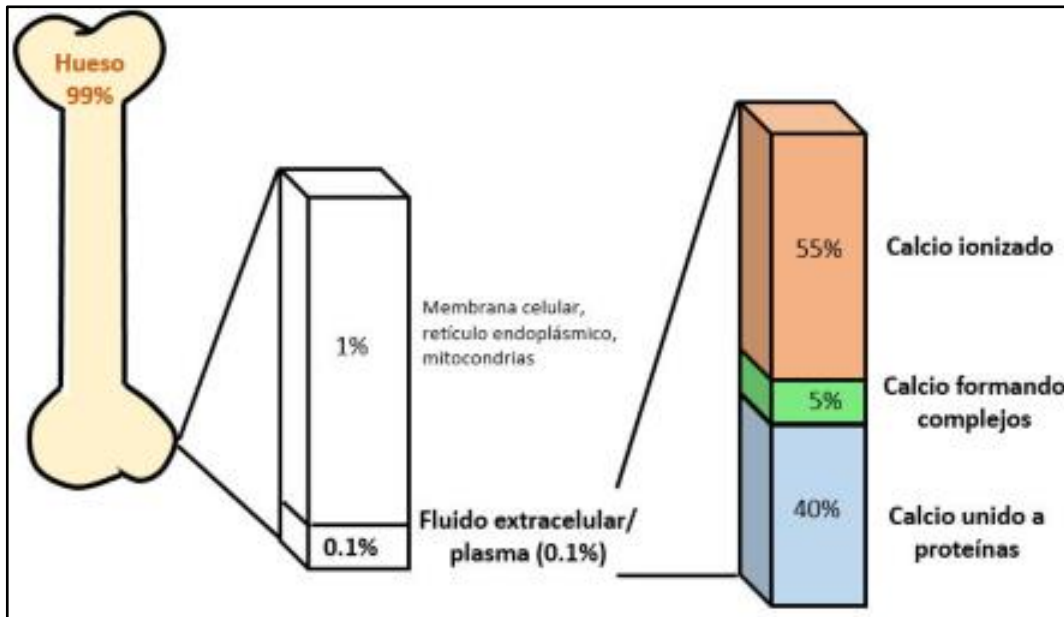


Figura 1.2. Distribución del calcio en el organismo

Fuente: Guyton y Hall, 2011. (p.956)

Regulación hormonal

Las alteraciones del calcio en la sangre, el incremento o disminución del valor normal, dará a consecuencia la activación del mecanismo de regulación mediante hormonas propias del individuo, entre las principales están las hormonas: Paratiroidea, calcitonina y 1,25-dihidroxi vitamina D3; quienes trabajarán unidas para mantener un nivel constante de Ca y P en el líquido intersticial, asimismo regular el metabolismo a nivel óseo. En la glándula paratiroidea existen receptores para el calcio, quienes vigilan la correcta concentración del calcio sanguíneo, los cuales, en caso de disminución de calcio y elevación de fósforo sérico, secretan la hormona parathormona, que a su vez actúa a nivel del riñón disminuyendo la pérdida a través de la orina, de ese modo se eleva la disponibilidad de calcio en sangre. Para que la PHT sea secretada y se una correctamente a su receptor, es importante la concentración adecuada del magnesio y un pH casi ácido. Mientras tanto la hormona calcitonina actúa en hueso y riñón, induciendo la salida en masa de calcio y fósforo del espacio extracelular o disminuyendo el ingreso o ambas a la misma vez. También, la Vitamina D y la PTH en sinergia, incrementan el calcio sérico mediante la estimulación a los huesos para la liberación de calcio, así como la incrementación de reabsorción de calcio en los riñones. Es necesario aclarar, que todos los mecanismos mencionados, permitirán ligeros ajustes, mas no podrán compensar grandes pérdidas de Ca, como sucederá durante el inicio de lactancia hasta el tercer mes, para lo cual se recurrirán a las reservas de calcio en los huesos, donde la hormona

parathormona actuará sobre el hueso, desarrollándose la reabsorción y liberándose a la sangre para equilibrarla. (Martínez, 2018)

La importancia de la Vitamina D, se resalta en la regulación de absorción intestinal de calcio, actúa directamente sobre la mineralización del hueso, es la encargada de mantener el equilibrio del calcio en los huesos y la sangre. Se la puede considerar como pre-hormona, que es la precursora de la 1,25 Di-HidroxiVitamina D3, una hormona renal. Así como también origina la 24, 25 Di-Hidroxi-Vitamina D3. (De Luca, 2003).

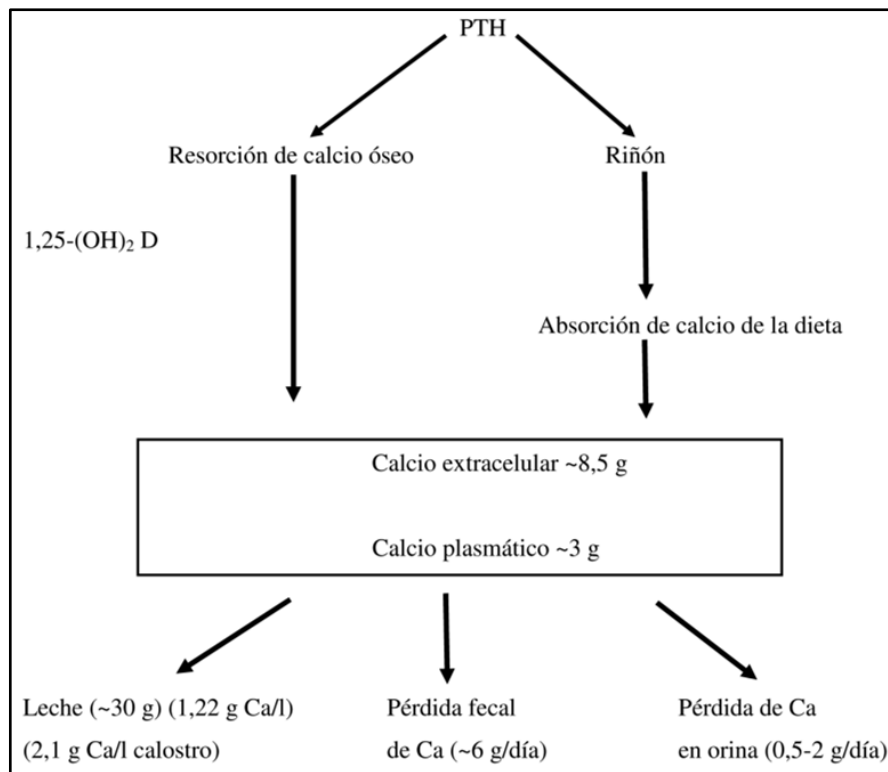


Figura 1.3. Esquema de la homeostasis del calcio

Fuente: Fuente: Goff (2000)

Excreción

El calcio puede ser excretado en su mayoría mediante las heces y en menor grado por la orina, debido al excelente trabajo que realizan los riñones en la absorción. (Bavera, 2006)

Un vacuno puede eliminar 4 a 7 gramos de calcio al día mediante las heces. Esto será en proporción al peso vivo del animal y un tanto estará influenciado por la dieta consumida. (De Luca, 2003)

Alteraciones de la concentración normal

La caída del calcio sanguíneo será muy notoria en vacas que atraviesan el parto, debido al ingreso en cantidades enormes de calcio del plasma hacia las glándulas mamarias, es tan rápida que no da tiempo a los mecanismos de regulación hormonal compensar la pérdida. (Alonso & González, 1997; Dhiman & Sasidharan, 1998; Horst *et al.*, 1998).

El calcio disminuirá su concentración a menos de 8mg/dl en la sangre, durante el parto, dando lugar a una hipocalcemia subclínica. Esto, generalmente en vacas de alta producción lechera. (Albornoz, 2006).

En todos los fluidos corporales de una vaca adulta, la cantidad promedio de calcio es 10g, durante el parto, el animal pierde 20 a 30 gramos de calcio en la producción del calostro, siendo esta cantidad 2 a 3 veces la cantidad total contenida en su organismo. Por lo mismo, al ser el calcio deficiente la vaca presentara debilidad muscular, por tanto, postración. Así también se verán afectados otros órganos como los digestivos, uterinos, con complicaciones como desplazamiento del abomaso, débiles contracciones uterinas y retención de placenta, problemas de metritis. Dificultades a nivel del esfínter del pezón y riesgos de presentar mastitis. Muchos de estos problemas contribuirán al menor consumo de alimento por parte de la vaca, por tanto, la ingesta y absorción de Ca en la dieta escasa. (Sepúlveda & Wittwer, 2017)

Al iniciarse el parto, las necesidades del calcio serán incrementadas en gran medida, la misma que llevará a un desequilibrio en la concentración sanguínea, lo cual no puede ser considerada como una verdadera deficiencia (Corbellini, 2000) por lo tanto, se hablaría de una hipocalcemia fisiológica, es algo que se va a presentar con normalidad durante esta etapa del animal.

La hipocalcemia (paresia puerperal, fiebre de leche) es la enfermedad más destacable entre todas las enfermedades ocasionadas por el déficit mineral, el cual se presenta generalmente justo después del parto, caracterizado por una hipocalcemia, hipofosfatemia y parálisis muscular (vaca echada) que en casos graves llevaran al animal a la muerte. (Corbellini, 1998; Hove, 1986; Lincoln & Lane, 1990).

La hipocalcemia es causada por la alteración de la relación de las reservas en el líquido extracelular y la pérdida en el calostro, sumándole a ello, la deficiente respuesta de los tejidos a la acción reguladora de las hormonas encargadas del homeostasis del calcio en el organismo. (Kaneko et al., 1997)

La hipocalcemia, puede manifestarse con tetania y convulsiones, lo que provocara la típica “vaca caída”, alteraciones en el aspecto reproductivo como involución uterina retardada, retraso en el reinicio de actividad ovárica. (Bouda *et al.*, 2009).

1.2.2. Fósforo

El fósforo es un mineral al que no se le halla en estado puro en el ambiente, sino como fosfato. Se puede encontrar en el suelo, del cual las plantas lo toman y de las plantas, los animales herbívoros para su consumo, y el fósforo vuelve al suelo mediante las deyecciones del animal y la descomposición de compuestos orgánicos muertos. (Barrios *et al.*, 2010)

a) Funciones

El fósforo está comprometido en múltiples funciones, entre ellas: la mantención de la estructura celular (fosfolípidos en la membrana celular), actúa en la síntesis y degradación de varios compuestos de carbono, tiene la indispensable función de depositar, liberar y transferir energía, es necesario acotar que el fósforo tiene una habilidad de ser excretado como H_2PO_4^- o HPO_4^{2-} , quien proporciona un margen amplio para regular el metabolismo ácido-base. (De Luca, 2003)

Otras funciones del fósforo están relacionado con la producción de leche, transporte y síntesis de biomoléculas, síntesis de energía, en conclusión, el fósforo tiene mucha importancia en el metabolismo celular, funcionamiento del sistema enzimático y mecanismo de amortiguación. (Barrios *et al.*, 2010)

El fósforo junto al calcio es un componente del hueso, actúa como activador de la vitamina B, es muy necesario en el aspecto reproductivo (secreción de la hormona foliculo estimulante), y participa activamente en la transmisión nerviosa. Es un componente de los ácidos nucleicos (ADN Y ARN), es parte de las fuentes de energía como ATP, ADP Y AMP, mantiene los equilibrios ácido-base y osmótico, así como

también ayuda en el metabolismo y crecimiento celular de los microorganismos del rumen. (Bavera, 2006)

El fósforo proporciona, estabiliza y garantiza la mineralización de los huesos, es encargada de almacenar y transmitir la codificación genética, siendo parte de los ácidos nucleicos, Transporta energía (ATP, ADP) y se almacena en forma de fosfato de creatina, es parte de la estructura celular formando la bicapa lipídica de la membrana celular y participa en el equilibrio acido-base. (Kincaid *et al*, 1981; Engelhardt & Breves, 2005)

Entre las funciones estructurales del fósforo, es que forma parte de las fosfoproteínas, se halla en los ácidos nucleicos (ADN y ARN), los fosfolípidos (membrana celular, transporte de lípidos y su metabolismo). En las funciones metabólicas, funciona como reserva de energía en forma de ADP, ATP y fosfocreatina, es componente de partes celulares vitales para la síntesis proteica. (Mc Donald & Edward, 1999; Bondi, 1988).

b) Fuente de alimentación

Dado que el forraje toma el fósforo del suelo, el contenido de fósforo en el suelo jugará un papel fundamental para el contenido de fósforo en el forraje, por lo tanto, en la cantidad de ingesta fosfórica del animal, mismo que repercutirá en la fisiología. (Barrios *et al.*, 2010, p.152)

La dilución y la traslocación de los minerales al sistema de raíces, son procesos naturales que se llevan a cabo en los forrajes cuando va avanzando la maduración, por consiguiente, los niveles de minerales irán disminuyendo. (Rojas & Rovaio, 1986)

La concentración de fósforo en los forrajes se ven afectados por la maduración, de modo que los rastrojos, pasturas maduras y/o secas pierden el 85% de su contenido de fósforo. (Bavera, 2006)

c) Metabolismo y homeostasis

Absorción

El rumen e intestino delgado, son los principales lugares donde se lleva a cabo la absorción de fósforo, aunque cabe aclarar que el rumen es bastante impermeable para el ion fosfato. (De Luca, 2003)

El fósforo ingerido en la dieta, es disuelta por acción de los jugos gástricos y pasan a ser absorbidos en la porción duodenal del intestino delgado y en colon, por un mecanismo de transporte mediada por iones de sodio, por lo mismo, al presentarse un déficit de sodio se verá afectada también la absorción de fósforo, puesto que este mecanismo es el responsable de la absorción de fósforo en un 65%. El ion hidrogeno, es otro mecanismo de transporte del fósforo, que actúa similar al ion sodio. El fósforo atravesará el epitelio de los preestómagos mediante una ruta transcelular o paracelular en forma ionizada. La absorción de fósforo se beneficiará en presencia del potasio ya que esta interacción posibilita la acción denominada diferencia en el potencial de membranas. (Bavera, 2006)

El rumen contiene fósforo disponible para los microorganismos, provenientes del alimento y la saliva (en condiciones normales se puede encontrar 600-800 mg de fósforo por litro de saliva). Esta presencia cumplirá el rol de neutralizar la acidez del rumen que es necesario para la función celulolítica y la producción de los microorganismos. (Igarza, 1994)

En las materias primas, el fósforo se halla como mono, di y trifosfato (inorgánica) o como compuestos moleculares orgánicas (ATP, ácidos nucleicos, fitatos, fosfolípidos, fosfoproteínas, fosfoglúcidos), las cuales, al hidrolizarse a nivel gastrointestinal, liberaran PO_4^{3-} , es la forma como el animal absorbe y utiliza el P. (De Groote, 1990).

Los microorganismos del rumen son capaces de producir enzimas fitasas, las cuales son las encargadas de asimilar el fósforo inorgánico a partir de las fuentes de fitatos, estas se degradan después de ser incubado durante 24 horas en el rumen (por lo menos un 99%). Mientras que los monogástricos no son capaces de tal acción. (Morse, 1989).

La relación optima del calcio y fósforo no debería bajar a 1:1, ya que la absorción del fósforo en el intestino delgado se logra por la regulación renal de la vitamina D, la cual no responde a la variación de P sanguíneo sino a la de calcio, esta mediante la hormona PHT y su influencia en la hidroxilación renal. (Contreras, 2002)

Así como también se debe evitar superar la relación, el fósforo se debe mantener bajo en relación al calcio. (Wagemann et al., 2014).

Distribución en el organismo

El 80 a 86% del fósforo del organismo animal se halla en el sistema esquelético y la dentadura, y lo restante se encuentra distribuido entre los tejidos blandos. (Barrios *et al.*, 2010)

En gran proporción el fósforo pasa a componer el esqueleto en forma de cristales de hidroxapatita, que tiene poca disponibilidad como reserva inmediata. Mientras que el fósforo adherido a la superficie del hueso, junto al calcio y otros minerales, pueden liberarse rápido. Los tejidos blandos también actúan como reserva de fósforo. (Luna, 2011)

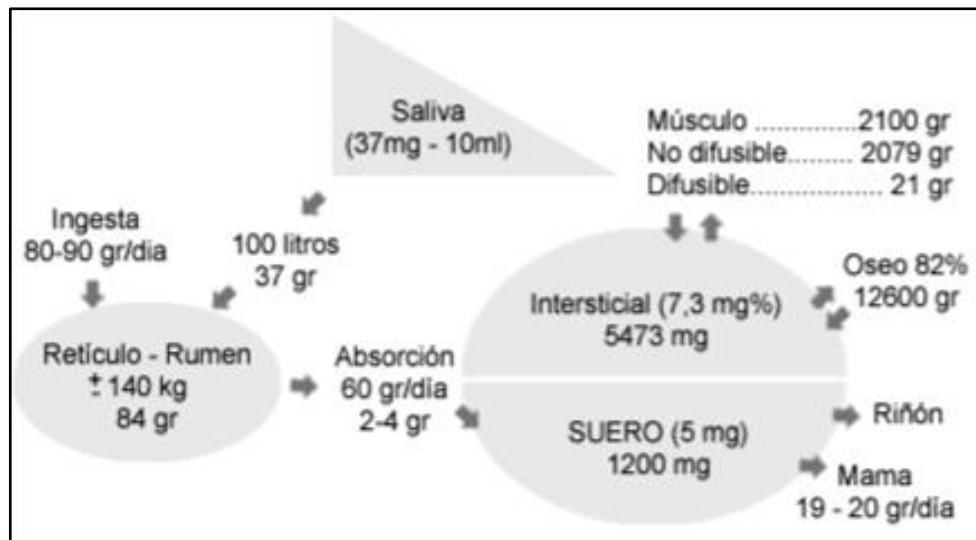


Figura 1.4. Dinámica del fósforo en el organismo

Fuente: De Luca, 2003, p. 8

Fisiología del fósforo

La regulación del fósforo está mediada por la acción que tienen las hormonas que actúan sobre el calcio, como la PTH y CT, no tiene una regulación propia. (Contreras, 2002).

Cuando existe un escaso consumo de fósforo, hay una disminución en el plasma sanguíneo y conlleva a la utilización de las reservas del esqueleto. Cuando disminuye el fósforo, se incrementa el calcio, hasta alcanzar 13 a 14 mg/dl. Ya que al desequilibrar la relación Ca: P, hay una liberación excesiva de Ca, lo que se ve reflejada en las concentraciones del suero. (Bavera, 2006)

El catabolismo celular que provoca liberación de fósforo hacia la circulación puede ser causadas en casos de inanición y estrés. Estos minerales liberados son a su vez, perdidos mediante la orina. De este modo el fósforo sanguíneo puede mantenerse dentro de los rangos normales, sin embargo, existe deficiencia de fósforo corporal e irá incrementando mientras se prolongue los estados de estrés. (Nockels, 1992).

Excreción

La excreta de fósforo endógeno mediante las heces asciende a 10-14gr/día en vacas lactantes. (De Luca, 2003)

La biodisponibilidad del fósforo es aproximadamente 45 a 70 %, por ello la pérdida alta en las heces. El exceso de fósforo absorbido es eliminado por los intestinos y riñones, y a ello los acompaña la pérdida de sodio y potasio. (Bavera, 2006)

d) Alteraciones de la concentración normal

La deficiencia de fósforo es también causa del síndrome de la vaca caída, por su acción conjunta con el calcio. En estos casos se observará una vaca alerta e incapaz de ponerse en pie. (Radostitis, 1999).

Los valores referenciales para fósforo se encuentran entre 2 y 8 mg/dL, y su deficiencia producirá raquitismo debido a la inadecuada fijación de fosfato tricálcico en el esqueleto. (Dukes, 2015)

La alteración de los niveles de fósforo afectara el crecimiento, problemas de utilización de alimento, pica y disminuida producción láctea. Las vacas son extremadamente sensibles a las variaciones de fósforo lo cual conllevara a alterar los ciclos estruales, que se expresara con post parto anéstrico, ciclo estrual irregular, celos no detectables, tasa de concepción baja, pariciones en años alternados, demora en el destete, madurez sexual retardada, por lo mismo retraso en la reposición de vaquillonas. (Bavera, 2006)

Cuando ocurre déficit de fósforo, las reservas corporales (huesos), son los encargados de equilibrar la diferencia, por esto, los síntomas de déficit suelen aparecer días después del inicio de la alteración y la duración, dependerá del tiempo que tome reponer las reservas mediante la ingestión adecuada. (Bavera, 2006)

Las deficiencias de P en el organismo animal provocarán que este sea más susceptible a padecer meteorismo, misma que conducirá al menor consumo de alimento por tanto el incremento de conversión alimenticia sea mínimo. Asimismo, los casos graves y crónicos serán la causa de padecimientos óseos como: osteomalacia, osteoporosis, raquitismo y rigidez articular (Bouda et al., 2009)

e) Relación Ca:P

El calcio y fósforo intervienen en múltiples funciones en el organismo animal como: producción y reproducción de especies lecheras, participan activamente en el crecimiento, procesos metabólicos. Estos minerales mantienen una relación establecida, de modo que el incremento o descenso de uno de ellos interfiere en la utilización del otro. La presencia en la dieta de ambos, la adecuada proporción (2 Ca:1 P) y la presencia de la vitamina D, son factores necesarios para su óptima utilización. (Ruiz, 2019, p.8)

La proporción de Ca: P adecuada, como sugiere Pittaluga (2009) “debe encontrarse entre 1:1 y 2:1, ya que ésta es la relación aproximada de los dos minerales en los huesos” (p.4).

Cuando el calcio en la dieta supera la proporción establecida en relación al fósforo, interfiere en la absorción del fósforo y otros minerales tales como: magnesio, manganeso y zinc; misma que será causa de crecimiento retardado por el bajo índice de mineralización ósea. (NRC, 1998. Como se citó en Bavera, 2006, p.36)

Una relación Ca: P alta disminuye la actividad de las fitasas. Ya que el calcio extra es capaz de unirse con fitatos, dando como resultados compuestos insolubles, sobre las cuales no pueden actuar las enzimas fitasas. Godoy y Chicco (2005)

1.2.3. Magnesio

Es uno de los minerales más abundantes en el organismo animal ocupando el cuarto lugar. Depende bastante de la ingesta de alimentos ricos en este mineral, debido a la labilidad de su metabolismo. Es un componente principal de la clorofila de los forrajes, por lo cual su disponibilidad abundará en las partes verdes. (Bavera, 2006, p.36)

a) Funciones

El magnesio cumple muchas funciones en el organismo, como en el sistema esquelética, es necesario para mantener la integridad de huesos y dientes. A nivel del líquido

extracelular, después del potasio es el segundo en importancia, ya que participa como un ion esencial en reacciones enzimáticas del metabolismo de carbohidratos y lípidos, activa otras enzimas. También es importante en la transmisión de señales neuromusculares (Ruiz, 2018, p.5).

Por lo menos 300 enzimas son mediadas por el magnesio. Participando en procesos de síntesis de biomoléculas, glucolisis, participa en el transporte energía-dependiente a través de la membrana, en el ciclo AMP, el complejo MG-ATP. Es importante para el desarrollo del esqueleto, la transmisión del código genético, el mantenimiento de los potenciales eléctricos en los nervios y membranas del músculo y la transmisión nerviosa. (Wacker, 1980. Como se citó en Bavera, 2006, p.36).

A nivel intracelular el Mg, activa más de 100 enzimas (quinasas, enolasas, mutasas, peptidasas, carboxilasas, fosfatasas y sobre todo enzimas que transfieren fosfato). Participa en la síntesis de grasas neutras en el epitelio intestinal a partir de CoA, ATP y Mg^{++} en la transferencia de grupos metilo, en la activación del acetato y en la fosforilación oxidativa. (De Luca, 2002)

Su función en las transmisiones nerviosas es que el Mg extracelular actúa destruyendo la Acetil Colina (quien fue liberada por la presencia de Ca^{++}), puesto que activa la Acetilcolinesterasa (quien fue liberada por el Mg^{++} e inhibe la Acetil colina) a nivel de las terminaciones nerviosas. El Mg^{++} también participa en la contracción muscular, inhibiendo la reacción Miosina-ATPasa, es decir, el complejo contráctil de este modo actúa como relajante del musculo estriado (efecto pastizante). (De Luca, 2002)

El contenido de magnesio en alimentos concentrados es alto en aquellas semillas ricas en aceite (0,3 a 0,6 %) sin embargo, los granos o cereales son pobres (0,11 a 0,17 %). Por otro lado, en los forrajes ricos en potasio y nitrógeno, el magnesio es pobre. (Bavera, 2006)

b) Metabolismo y homeostasis

Absorción

La absorción de magnesio en el retículo-rumen representa un 80 % y el 20 % se absorbe en el intestino delgado. El mecanismo de absorción es mediante un proceso sodio-

enganche activo (bomba de sodio), por lo cual es importante la adecuada concentración de sodio en la dieta para una eficiente absorción de magnesio. (Bavera, 2006, p. 37)

La absorción de magnesio se da en el rumen, abomaso y el tercio medio del yeyuno. Su absorción será mediada por factores como la relación de Ca/Mg correcta, Proteína: Mg y Mg:PO₄ correcta, pH adecuado, y lo más importante la relación K: Mg. El Mg atraviesa el intestino hacia la circulación de forma pasiva, por lo que la cantidad de magnesio en la dieta y el tiempo de contacto con la superficie de absorción, serán los responsables de la eficiencia de absorción. (De Luca, 2002)

Distribución en el organismo

Este elemento no tiene un depósito ni una regulación hormonal, por lo cual su concentración en la sangre dependerá del consumo en la dieta. (Kaneko et al., 2008).

Del total de magnesio en el organismo animal, el 75% se halla en los huesos, de ello el 35% se usa como reserva para la movilización en casos de deficiencia. El magnesio encontrado en los huesos, la porción removible es fácilmente diluible con ácidos, este se encuentra en la superficie de los cristales de hidroxapatita que forman el calcio y fósforo. Mientras que la porción de magnesio firmemente unida al hueso es componente de la trama cristalina de los huesos. (De Luca, 2002)

En los músculos, el magnesio se halla en forma iónica y libre. La forma iónica es la intercambiable, y la libre está unida a la apoenzima proteica. Un bovino de 500 kg, con hematocrito de 40/60, y considerando que la sangre es de 21 lt, el magnesio se hallara en el plasma como 0.525 gr, ya que el magnesio representa un 2,5mg%. (De Luca, 2002)

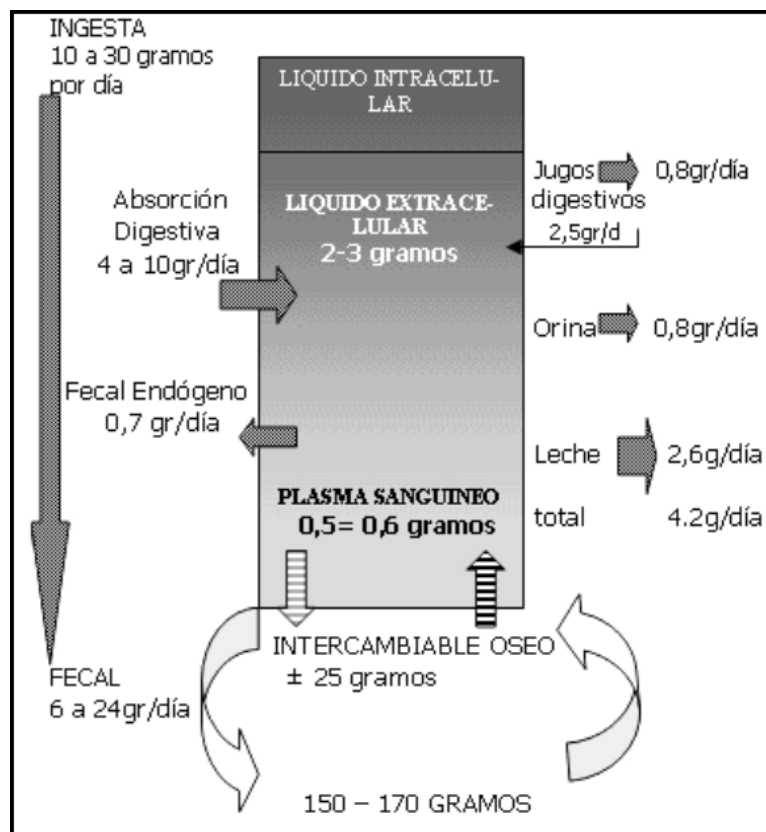


Figura 1.5. Dinámica del magnesio en el organismo animal

Fuente: De Luca, 2002, p.4

Regulación y fisiología

El magnesio no posee regulación hormonal que mantenga las deficiencia o excesos equilibrados, sin embargo, su concentración está ligada a proteínas, similares al calcio, razón por la cual competirán por los mismos receptores. De modo que la concentración de magnesio sanguínea es baja y el calcio alto. Los excesos serán regulados mediante el sistema urinario. (Álvarez, 2001, p.74).

Su concentración en sangre será directamente dependiente del ingreso de magnesio en las dietas. A nivel del riñón, el Ca^{++} y el K^+ , tienen los mismos mecanismos de reabsorción tubular. Su homeostasis es el resultado de balancear la absorción gastrointestinal y la eliminación renal. La aldosterona es una hormona que estimula la eliminación de potasio, y esta al ser eliminada arrastra al Mg, de modo que, por cada mol de K^+ eliminado se lleva consigo a 1.5 moles de Mg. Por lo tanto, es importante vigilar a las vacas que consumen dietas altas en potasio, la cual va a provocar un estado hiperaldosterónico, por consiguiente, pueda llevar a una hipomagnesemia. (De Luca, 2002)

El sistema esquelético es fuente de Mg, pero este magnesio es de lenta movilización además de ello la parte movilizable es pequeña, y su utilización no cambia significativamente el nivel del plasma sanguíneo. Con lo lento de la movilización de Mg óseo al plasma se demora bastante en equilibrar. (De Luca, 2002)

Excreción

La excreción del magnesio se da por tres rutas: 1) mediante las heces se elimina el magnesio no absorbido (80%), esto variará dependiendo de los factores que afectan como: las relaciones con otros elementos (Ca, K, P), tipo de dieta, la cantidad de amoníaco, pues este en un ambiente alcalino formara complejos Hidróxido amónico-magnésico que son insolubles. Mediante las heces una vaca pierde 2 mg/kg/día, 2) el riñón elimina 0,5 gr/día de magnesio, sin embargo, esto no es indicativo de hipomagnesemia, 3) a través de la glándula mamaria, la vaca elimina aproximadamente 130 mg/litro de leche, por lo cual una vaca de alta producción (más de 25 litros) pierde 3,0 a 3,3 gramos por día por la leche. Es muy importante conocer que no hay una caída de Mg en leche aún en condiciones de hipomagnesemia o cuando el Mg se reduce en la dieta. (De Luca, 2002, p.8)

c) Alteraciones de la concentración normal

“Los cambios en la concentración de Mg sérico no sólo conducen a la hipomagnesemia, sino que además provocan alteración del metabolismo del Ca y P” (Bednarek et al., 2000. Como se citó en Albornoz et al., 2017, p.5).

En una vaca de 500 kg/pv, que produce 20 litros de leche al día, el magnesio intercambiable disponible en el hueso es 4,536 gramos, en los tejidos blancos es 6,710 gramos, dando un total 11,246 gramos. De los cuales en la leche se usa 130 mg por litro que resultarían 2,600 gr/día, a través del tubo digestivo hay una pérdida de 0,750 gr/día y mediante el riñón 0,800 gr/día, dando un final de 4,150 gr/día de magnesio perdido. Viendo de este modo, la vaca pierde 8 veces magnesio (teniendo en cuenta que la magnesemia normal es de 0,525 gr) en la producción lechera. Por lo tanto, en tres días el animal entra en hipomagnesemia con una dieta baja en Mg. Como en el caso del Ca, el Mg del plasma está ligado a proteínas. La competencia por los mismos receptores proteicos también significa que si la concentración de Ca aumenta, la de proteínato de magnesio disminuirá y la de iones magnesio aumentará. (De Luca, 2002)

La hipomagnesemia produce tetanias, que se manifiestan en el ganado en pastoreo con falta de apetito, rápida agitación, hipersalivación y convulsiones. El ganado de avanzada edad, es más susceptible a la presentación de tetania de los pastos debido a que va perdiendo la habilidad de movilizar el magnesio de los huesos. (Mc Dowell & Arthington, 2005. Como se citó en Pittaluga, 2009, p.5).

El empaste se presenta con mayor frecuencia en ganados con deficiencia de magnesio, debido a que se disminuye las contracciones ruminales y no es posible la eliminación de gases. (Bavera. 2006, p.38)

En la etapa de mayor producción se nota una deficiencia de magnesio alta, debido a las pérdidas en la leche, a causa del balance energético negativo, donde hay un escaso consumo, pero alta producción. Produciéndose una tetania magnesémica a causa de la deficiencia en las neuronas y el líquido cefalorraquídeo. El poco aporte de magnesio en la ración, la presencia de los factores citados que interfieren la absorción de magnesio desde el aparato digestivo o la movilización de grasas orgánicas debido a un balance energético negativo. (Bavera. 2006, p.39)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. LUGAR DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la Granja Montefino del Grupo Solid Perú, ubicado en la comunidad de Llachoccmayo a 3690 m.s.n.m. Cuyas coordenadas son 13° 25´ latitud sur en el distrito de Chiara, provincia Huamanga, región Ayacucho.

2.1.1. Recursos forrajeros

La Granja Montefino posee potreros de pastoreo con pasto asociado como las leguminosas: (*Trifolium pratense*, *Trifolium repens*) y las gramíneas como: (*Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*) y (*Avena sativa*) este último en heno, y se les suplementó con alimento balanceado, elaborado en la misma Granja.

2.1.2. Manejo de los animales

a) Alimentación y pastoreo

La alimentación de los animales fue a base de los recursos forrajeros de la Granja. Con un pastoreo de 10 horas diarias, y descanso en los corrales. Suplementado con una dieta a base de alimento balanceado, con contenido nutricional de:

- Proteína cruda: 17,3 %
- Energía metabolizable: 2794%
- Calcio: 3,892%
- Fósforo: 0,8%
- Grasa: 3,6%
- Fibra: 5,5%

La cantidad de alimento balanceado se les proporcionó de acuerdo a la categoría a la que pertenecen:

- **Vacas en lactación:** 5 kilos al día, dividida en 2 porciones (mañana y tarde) por cada vaca.
- **Último mes de gestación:** 2 kilos al día, dividida en 2 porciones (mañana y tarde) por cada vaca.

También se les adicionó heno de avena en empaques de 25 kg. El heno de avena se les proporcionó de igual manera que el alimento balanceado, por categorías y dos veces al día, antes de salir al ordeño en vacas en producción:

- **Vacas en lactación:** 1 empaque de 25 kilos por la mañana y 2 empaques por la tarde por 15 vacas.
- **Último mes de gestación:** 1 empaque al día por 5 vacas.

También se les ofreció bloques de sal, que está constante todo el año. Y agua *Ad libitum*, que estaban en cada corral.

b) Instalaciones

Las instalaciones favoreció la crianza estabulada, ya que los animales lo usaban para el descanso de noche, en ella también se le ofrecía el alimento balanceado y el heno, cada corral contó con comedero de cemento y bebederos. El piso era de concreto y piedras.

c) Sala de ordeño

La sala de ordeño era de tipo espina de pescado, con capacidad de ordeño para 10 vacas simultáneamente. En la granja se realizó 2 ordeños al día (5:00 am y 5:00 pm). Las vacas en producción fueron 45 vacas.

d) Registros

El registro fue llevado por el médico veterinario. El cual utilizaba el programa Excel.

2.1.3. Sanidad

En la granja se realizó las desparasitaciones en las vacas en producción una vez que estas entraban en seca.

Sobre vacunaciones, no se realizaban, debido a no haber antecedentes de cualquiera enfermedad que lo requería (rabia, carbunco sintomático, etc.)

El SENASA, realizaba la toma de muestras anuales para la detección de Brucelosis y Tuberculosis, sin embargo, los resultados de la granja fueron siempre negativas.

2.2. MATERIALES Y EQUIPOS

2.2.1. Material biológico

El muestreo se realizó de un total de 17 vacas, entre 3 a 14 días pre parto y 14 vacas entre los 7 a 14 días post parto entre los meses de abril a setiembre. Todas ellas aparentemente sanas.

En la tabla 2.1, se muestran los datos colectados de los registros de la granja, las vacas tuvieron como mediana 2 partos, mientras que la producción lechera resultó en promedio \pm D.E. de $18,45 \pm 4,66$, la cual fue obtenida de la observación diaria, se realizaban dos ordeños; finalmente, la condición corporal se obtuvo una mediana de 3,25, la cual fue evaluada según escala de 1-5.

Tabla 2.1. Resultados promedios de la producción, número de partos y condición corporal de vacas Brown Swiss de la Granja Montefino

N° de parto	Producción de leche	Condición corporal
2,00	$18,45 \pm 4,66$	3,25

2.2.2. Materiales

a) De campo

- Soga
- Naricera
- Antiséptico (alcohol)
- Algodón
- Agujas de extracción
- Tubos vacutainer sin aditivo (tapa roja)
- Cajas térmicas
- Geles refrigerantes

b) De laboratorio

- Gradillas
- Tips blanco, amarillo y azul

- Rack porta Tips amarillo y azul.
- Criovial de polipropileno estéril
- Tubos de plástico Ependorf estéril.
- Micropipetas de 1000 μ l y 100 μ l
- Guantes
- Gorras
- Mascarillas
- Agua destilada

c) Equipos

- Analizador bioquímico semi-automático modelo Urit-810
- Centrífuga
- Refrigeradora
- Baño María

d) Reactivos

Kit de determinación de calcio (CALCIUM MTB liquid, FAR Diagnostics)

- **Reactivo 1:** Monoetanolamina 0,7 mol/L, sulfito de sodio 500 mmol/L
- **Reactivo 2:** MTB (azul de metiltimol) 0,4 mmol/L, 8-oxiquinolina 100 mmol/L
- **Estándar:** Calcio 10 mg/dl (2495 mmol/L)

Kit de determinación de Fósforo (Fosfatemia - Wiener lab)

- **Reactivo A:** solución de molibdato de amonio 2 mmol/l en ácido sulfúrico 1%.
- **S. Standard*:** solución estabilizada de fosfatos equivalente a 4 mg/dl de fósforo inorgánico.

Kit de determinación de Magnesio (MAGNESIUM CALMAGITE liquid de FAR Diagnostics)

- **Reactivo 1:** Tampón AMP (pH > 10) 0,75 mol/L, detergente 0,25mmol/L, EGTA
- **Reactivo 2:** Calmagita 0,6 mmo/L.
- **Estándar:** Magnesio 2 mEq/L (1 mmol/L)

2.3. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál será el perfil del calcio en vacunos altoandinos Brown Swiss de doble propósito en periodo de transición?
- ¿Cuál será el perfil del fósforo en vacunos altoandinos Brown Swiss de doble propósito en periodo de transición?
- ¿Cuál será el perfil del magnesio en vacunos altoandinos Brown Swiss de doble propósito en periodo de transición?

2.4. MÉTODO PROCEDIMENTAL

2.4.1. Obtención de las muestras

- Se identificaron y se seleccionaron las vacas de la raza Brown Swiss pertenecientes a la Granja Montefino, 45 a 30 días antes del parto.
- Para ello se definió el grupo o los grupos de animales de similar condición genética, fisiológica, de alimentación y manejo a ser examinados.
- Vacas en transición pre parto: 3 a 14 días antes del parto.
- Vacas en transición post parto: 7 a 14 días después del parto.
- De los animales seleccionados se obtuvieron las muestras requeridas acorde a las variables a analizar. En este caso para evaluar los minerales.
- Las muestras de sangre fueron obtenidas por punción en la vena yugular y caudal, en previa antisepsia de la piel con alcohol. La sangre fue colectada en tubos vacutainer en una cantidad de 4 ml, sin anticoagulante.
- Luego los tubos fueron llevados al laboratorio para la separación del suero del resto de componentes sanguíneos. Las muestras fueron centrifugados a 3000 rpm durante 20 minutos.
- El suero obtenido fue depositado en viales previamente rotulados e identificados y almacenados en cajas térmicas acondicionado con geles refrigerantes a una temperatura próxima a 4°C.
- Luego fue transportado hacia el laboratorio de análisis, con un tiempo que demando entre 1-2 horas, para inmediatamente ser analizadas.

2.4.2. Lugar de procesamiento laboratorial

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio clínico veterinario “LabVet Centro”.

2.5. ANÁLISIS DE LABORATORIO

2.5.1. Determinación de Calcio sérico

Procedimiento:

- En un vial, se colocó 300 µl del reactivo 1, y añadió 300 µl del reactivo 2.
- Se llevó a incubar durante 5 minutos a temperatura ambiente.
- Luego se agregó 10 µl de la muestra, el suero sanguíneo.
- Después se homogenizó cuidadosamente, evitando la formación de burbujas.
- Se llevó a lecturar en el analizador bioquímico el cual ya fue programado debidamente.
- Finalmente se anotó el resultado obtenido en pantalla.

Principio o fundamento

En medio alcalino y en presencia de azul de metiltimol (MTB), el calcio formó un complejo de color azul estabilizado por el reductor sulfito de sodio. La determinación no se vio influenciada por la presencia de magnesio, fosfatos o bilirrubina en la muestra, aunque fuera en concentraciones elevadas. En particular, cualquier interferencia debida al magnesio fue eliminada por el complejo 8-oxiquinolina.

Reactivos

- Reactivo 1: Monoetanolamina 0,7 mol/L, sulfito de sodio 500 mmol/L.
- Reactivo 2: MTB (azul de metiltimol) 0,4 mmol/L, 8-oxiquinolina 100 mmol/L.
- Estándar: Calcio 10 mg/dl (2495 mmol/L)

Método

Punto final creciente

Longitud de onda

612 (580 – 630) nm

Temperatura

15 o 30 °C

Lectura

Inmediato

2.5.2. Determinación de Fósforo

Procedimiento

- En un vial, se colocó 500 µl del reactivo 1.
- Se incubó durante 10 minutos a temperatura ambiente.
- Se agregó 5 µl del suero.
- Después se homogenizó cuidadosamente, evitando formar burbujas.
- Seguidamente se llevó a lecturar en el analizador bioquímico semiautomático.
- Se anotó el resultado obtenido de la pantalla.

Principio o fundamento

El fósforo inorgánico (Pi) reaccionó en medio ácido con el molibdato para dar un complejo fosfomolibdato que se midió espectrofotométricamente a 340 nm.

Reactivos

- Reactivo A: solución de molibdato de amonio 2 mmol/l en ácido sulfúrico 1%.
- Standard: solución estabilizada de fosfatos equivalente a 4 mg/dl de fósforo inorgánico.

Método

UV

Longitud de onda

340 nm (Hg 334 ó 366 nm)

Temperatura

Temperatura ambiente

Lectura

10 minutos

2.5.3. Determinación de Magnesio

Procedimiento

- En un vial, se colocó 250 µl del reactivo 1 a ello añadió 250 µl del reactivo 2.

- Se añadió 5 μl de la muestra.
- Se homogenizó con mucho cuidado, sin formar burbujas.
- Se incubó a 37 $^{\circ}\text{C}$, en baño María durante 5 minutos.
- Se llevó a lecturar en el analizador semiautomático
- Finalmente anotando los resultados.

Principio o fundamento

Con el colorante calmagita, el ion magnesio formó un complejo violeta, cuya intensidad de color fue proporcional a la concentración de magnesio presente en la muestra.

Reactivos

- Reactivo 1: Tampón AMP (pH > 10) 0,75 mol/L, detergente 0,25mmol/L, EGTA.
- Reactivo 2: Calmagita 0,6 mmol/L.
- Estándar: Magnesio 2 mEq/L (1 mmol/L)

Método

Punto final creciente

Longitud de onda

515 nm (480 - 540)

Temperatura

20-37 $^{\circ}\text{C}$

Lectura

Inmediato

2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron la captura de los datos en una hoja electrónica de Microsoft Excel®. Los datos obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva, con un intervalo de confianza al 95%, promedio, desviación estándar para lo cual se empleó el software estadístico Minitab 18. Se determinó la distribución normal de los errores con la Prueba de Anderson-Darling, las diferencias entre grupos (pre parto y post parto) se evaluó mediante análisis de varianza con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CALCIO

Los resultados obtenidos de la concentración de calcio en el suero sanguíneo de vacas Brown Swiss de la Granja Montefino, resultaron: $9,79 \pm 1,12$ mg/dl y $10,41 \pm 1,20$ mg/dl para el periodo pre parto y post parto respectivamente (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Niveles séricos de Calcio (mg/dl) obtenidos durante el pre parto y post parto de vacas Brown Swiss en época seca

Variable	Nº.	Media	E. estándar de la media	Desv. Est.	Var.	Coef. Var	Mín.	Máx.
Pre parto	14	9,786	0,299	1,118	1,251	11,43	7,21	11,32
Post parto	17	10,414	0,29	1,195	1,427	11,47	8,63	12,9

El valor obtenido para calcio en la etapa de pre parto se mantuvo dentro de los rangos citados por otros autores como Albornoz et al (2017), ($9,30 \pm 1,60$ mg/dl), quienes también estudiaron vacas en sistema Semi-pastoril, pero en raza Holstein y a menor altura. Igualmente, resultó similar a lo obtenido por Ceballos et al. (2004), $9,66 \pm 0,4$ mg/dl; cuyo trabajo lo realizaron en vacas Holstein y criollas, en sistema de pastoreo intensivo y con 15 litros de leche producida al día. También fue similar a lo obtenido por Cedeño et al (2011), quienes establecieron $9,74 \pm 2$ mg/dl, en vacas Holstein a 3200 m.s.n.m, la producción de leche fue similar, al igual que la condición corporal y número de partos.

El calcio sérico en el periodo post parto determinado, $10,41 \pm 1,20$ mg/dl, valor hallado dentro del rango referencial para vacunos establecido por Wittwer (2006), sin embargo, resultó superior a lo determinado por otros autores que realizaron trabajos similares, como Yanapa (2019), $9,44 \pm 0,90$ mg/dl, quien realizó el estudio en el distrito de Vilque, Puno a una altitud de 3950 m.s.n.m, en vacas Brown Swiss de diferentes números de lactaciones

(1ra, 2da y 3ra), concluyendo que no afecta el número de lactaciones a la concentración de Ca sérico, el valor superior obtenido por parte nuestra, podría deberse a la adición de alimento balanceado, cosa que no sucedió en el trabajo de Yanapa (2019). Igualmente, nuestros valores obtenidos fueron superiores a lo propuesto por Jones (2011), quien halló $8,27 \pm 1,37$ mg/dl, cuyo trabajo lo realizó en las comunidades campesinas de distintos distritos de Ayacucho, en vacunos de la raza Brown Swiss, criadas en un sistema semi extensivo, a alturas comprendidas entre 3200 a 3800 m.s.n.m., durante la época seca. La superioridad de nuestro valor, se debería en principio a la uniformidad en la alimentación de nuestras muestras, siendo estas de una sola Granja y la suplementación con alimento balanceado a las vacas en producción, mientras que Jones (2011) obtuvo sus muestras de diversas comunidades, en las cuales, durante la época seca, el forraje verde es escaso y no todas las familias acostumbran suplementar con alimento balanceado.

En cuanto a la variación del nivel de Ca sérico en el periodo pre parto y post parto, nuestros resultados no muestran diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que el Ca en la sangre de vacas Brown Swiss de la granja Montefino se mantuvieron dentro del rango referencial 8,02 – 10,42 mg/dl, tal como lo propone Wittwer (2006), así como otros autores reportaron valores similares durante estos periodos, Cedeño et al (2011) halló resultados iguales para el periodo pre parto y post parto; Albornoz et al (2017), tampoco halló diferencia significativas ($9,30 \pm 1,60$ mg/dl y $9,36 \pm 1,73$ mg/dl para periodo pre parto y post parto, respectivamente). Similar a ello Ceballos et al (2004), reporta $9,66 \pm 0,4$ mg/dl para el pre parto y $9,58 \pm 0,4$ mg/dl para el post parto; sin existir diferencia estadística. Ya que, al trabajar con vacas aparentemente sanas, con una buena alimentación, una condición corporal óptima y la administración de vitamina D al momento del secado, garantiza que el organismo animal vaya adaptándose a los cambios que ocurren en este periodo y activan adecuadamente las regulaciones hormonales encargadas de mantener estable el nivel de Ca sérico.

Durante el periparto, las necesidades del calcio serán incrementadas en gran medida, la misma que llevará a un desequilibrio en la concentración sanguínea, lo cual no puede ser considerada como una verdadera deficiencia (Corbellini, 2000), frente a esta situación se desencadenarán los mecanismos homeostáticos de la siguiente manera: en la glándula paratiroidea existen receptores para el calcio, quienes vigilan la correcta concentración del calcio sanguíneo, los cuales, en caso de disminución de calcio y elevación de fósforo

sérico, secretan la hormona parathormona, esta actúa en tres partes del organismo animal, 1) a nivel intestinal, incrementando la absorción de calcio, gracias a la acción de la 1,25-di hidroxí vitamina D3 quien va a estimular la síntesis de proteínas facilitadoras del transporte de calcio; 2) a nivel del riñón, disminuyendo la pérdida a través de la orina, de ese modo se eleva la disponibilidad de calcio en sangre. Finalmente, 3) a nivel óseo, la PTH actuara sobre los osteoblastos quienes van a interactuar con los pre osteoclastos, uniendo el RANKL con el receptor que desencadenará una serie de reacciones intracelulares dando a lugar al osteoclasto maduro, quien al liberar una serie de enzimas que serán capaces de romper los cristales de hidroxapatita liberando Ca^{++} al torrente sanguíneo. (Martínez, 2018). Manteniendo de este modo los niveles de Ca constantes. Además del hecho que son vacas de doble propósito y una producción de leche media (18 litros), por lo cual no habría pérdidas significativas de calcio en la leche que sea capaz de provocar una hipocalcemia grave.

En casos que la regulación hormonal no se active correctamente, estaremos frente a una alteración en la concentración ya que en todos los fluidos corporales de una vaca adulta, la cantidad promedio de calcio es 10g, durante el parto, el animal pierde 20 a 30 gramos de calcio en la producción del calostro, siendo esta cantidad 2 a 3 veces la cantidad total contenida en su organismo. Por lo mismo, al ser el calcio deficiente la vaca presentara debilidad muscular, por tanto, postración. Así también se verán afectados otros órganos como los digestivos, uterinos, con complicaciones como desplazamiento del abomaso, débiles contracciones uterinas y retención de placenta, problemas de metritis. Dificultades a nivel del esfínter del pezón y riesgos de presentar mastitis. Muchos de estos problemas contribuirán al menor consumo de alimento por parte de la vaca, por tanto, la ingesta y absorción de Ca en la dieta escasa. (Sepúlveda & Wittwer, 2017)

3.2. FÓSFORO

Los niveles de fósforo sérico en vacas Brown Swiss, resultaron para el periodo pre parto y post parto, $5,55 \pm 0,874$ mg/dl y $5,766 \pm 0,908$ mg/dl respectivamente (Tabla 3.2). No se encontró diferencia significativa entre ambos grupos.

Tabla 3.2. Niveles de Fósforo (mg/dl) en el suero sanguíneo de vacas Brown Swiss obtenidos durante el periodo pre parto y post parto

Variable	Nro.	Media	E. estándar de la media	Desv. Est.	Var.	Coef Var.	Mín.	Máx.
P (mg/dl)								
Pre parto	13	5,55	0,242	0,874	0,763	15,74	4,55	7
Post parto	17	5,766	0,22	0,908	0,824	15,74	4.060	7

El valor obtenido para el periodo pre parto, $5,55 \pm 0,86$ mg/dl, resulto similar a estudios realizados por Cedeño et al (2011), quienes reportaron $5,67 \pm 1,55$ mg/dl; asimismo, nuestros resultados coincidieron con lo obtenido por Albornoz et al. (2017), quienes establecieron $5,62 \pm 1,24$ mg/dl, finalmente, Ceballos et al (2004), obtuvo valores superiores, $7,37 \pm 1,89$ mg/dl; si bien nuestros datos se hallan dentro del rango referencial establecido por Wittwer (2006), el cual es 3,41-7,12 mg/dl, el resultar menor a lo referido por Ceballos et al (2004), sería probablemente por las diferentes razas, el lugar de estudio, que se realizó en la zona tropical de Colombia, y las altas precipitaciones al año que mantienen el contenido de fósforo en los forrajes en alto porcentaje. A diferencia nuestra, que se realizó el estudio en la época seca, donde los contenidos en fósforo tienden a escasear por el lento desarrollo de los forrajes debido a heladas.

Durante el periodo post parto, se obtuvo $5,76 \pm 0,90$ mg/dl, que es un valor coincidente con trabajos de autores como Cedeño et al. (2011), quien propuso $5,73 \pm 1,55$ mg/dl. Fue también similar a lo obtenido por Albornoz et al. (2017), quien obtuvo $5,83 \pm 1,58$ mg/dl. A si como, Yanapa (2019), halló $5,40 \pm 0,85$ mg/dl. Sin embargo, Jones (2011), obtuvo valores inferiores, $3,88 \pm 1,4$ mg/dl; probablemente por las diferencias en la alimentación de los animales, ya que, en las comunidades campesinas, en la época seca, la base de alimentación es generalmente con pasto asociado (que en tiempo de seca tiene poco desarrollo) y heno, que son alimentos deficientes en minerales. Mientras, Ceballos et al (2004), obtuvo valores superiores a lo nuestro ($6,85 \pm 1,55$ mg/dl), debido probablemente a la diferencia de zonas de estudio (zona tropical frente a la sierra) y precipitaciones por época (abundante en la zona tropical y escasa en la sierra).

Viendo las variaciones entre periodos (pre parto y post parto), encontramos que varios autores también no encontraron diferencias significativas estadística al igual que

nosotros. Entre ellos, Cedeño et al (2011) y Albornoz et al (2017), a diferencia de Ceballos et al (2004), quien si halló diferencia significativa.

Los resultados que obtuvimos y la mantención de los niveles de fosforo no variables en el periodo pre y post parto se debe a la correcta respuesta de los mecanismos reguladores del animal, aunque el fósforo no posee una regulación hormonal propia, está mediada por las mismas hormonas que regulan el calcio. (Contreras, 2002). Pero siempre manteniendo la relación 2:1 de Ca y P respectivamente, ya que el desequilibrio ocasionará la ineficaz utilización de estos minerales (Ruiz, 2019). Y para mantener esta relación el organismo animal creará mecanismos como la eliminación de fósforo endógena mayor (el doble de lo que se elimina de calcio) o la eliminación mayor en la orina de fosforo. (De Luca, 2003).

Siendo el fosforo un mineral sin regulación hormonal propia, la mantención de los niveles sanguíneos dependerá de la ingesta de dietas ricas en este elemento. Ya que los mecanismos mediados por la PTH, Vit D3 no serán de respuesta rápida como lo es para el calcio (De Luca, 2003). Sin embargo, al ser los rumiantes capaces de asimilar fósforo inorgánico a partir de las fuentes de fitatos, estas se degradan después de ser incubado durante 24 horas en el rumen, por lo menos un 99% son asimilados. (Morse, 1989). De todo ello se absorbe de 45 a 70% de fósforo y el exceso eliminado por riñones e intestinos. (Bavera, 1992). Por lo mismo que la alteración de fosforo no será de gran importancia, más aún en sistemas pastoriles, donde el forraje verde es una fuente importante de fosforo capaz de suplir las deficiencias, las mismas que ocasionaron patologías metabólicas como el síndrome de la vaca caída, por su acción conjunta con el calcio. En estos casos se observará una vaca alerta e incapaz de ponerse en pie. (Radostitis, 1999). Cuando ocurre déficit de fósforo, las reservas corporales (huesos), son los encargados de equilibrar la diferencia, por esto, los síntomas de déficit suelen aparecer días después del inicio de la alteración y la duración, dependerá del tiempo que tome reponer las reservas mediante la ingestión adecuada. (Bavera, 2006)

3.3. MAGNESIO

Los niveles de magnesio en el suero sanguíneo que se obtuvieron en las vacas Brown Swiss, fueron $2,49 \pm 0,61$ mg/dl y $2,26 \pm 0,48$ mg/dl para el periodo pre parto y post parto respectivamente (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Nivele de magnesio (mg/dl) hallados en vacas Brown Swiss en los periodos pre parto y post parto

Variable	Nro.	Media	E. estándar de la media	Desv. Est.	Var.	Coef Var.	Mín.	Máx.
Pre parto	14	2,491	0,162	0,607	0,368	24,35	1,46	3,35
Post parto	17	2,256	0,115	0,475	0,226	21,06	1,65	3,1

En el periodo pre parto hallamos $2,49 \pm 0,607$ mg/dl, valor hallado dentro del rango referencial establecido por Wittwer (2006), asimismo fue coincidente con lo propuesto por Cedeño et al (2011), quienes obtuvieron $2,43 \pm 0,24$ mg/dl, de igual forma nuestro resultado es similar a lo establecido por Albornoz et al (2017), quienes propusieron $2,35 \pm 0,46$ mg/dl, sin embargo, Ceballos et al (2004) halló $1,99 \pm 0,07$ mg/dl, lo cual es inferior a nuestros resultados. Esto podría ser a causa que los forrajes de los que se alimenta son pobres es este mineral o no son digeribles, y la suplementación con sales no sea la adecuada.

En el periodo post parto se determinó $2,256 \pm 0,475$ mg/dl de Mg sérico, valor similar a los establecido por Cedeño et al (2011), $2,43 \pm 0,24$ mg/dl; similar también a lo obtenido por Albornoz et al (2017), quienes reportaron $2,37 \pm 0,42$ mg/dl; asimismo, Yanapa (2019) determino $2,36 \pm 0,43$ mg/dl. Sin embargo, nuestros resultados fueron ligeramente superiores a lo reportado por Jones (2011), $1,99 \pm 0,4$ mg/dl durante la época de sequía. Similar al Ca y P, el magnesio también suele encontrarse en mayor porcentaje en leguminosas y forrajes verdes, ya que como menciona Rojas y Rovalo (1986), a medida que madura el forraje, los minerales se dirigen hacia las raíces. Acción que sucederá en tiempos de sequía, al haber poco riego y ser afectados por las heladas, los forrajes se tornan pobres en contenidos minerales. Por lo mismo, la deficiencia en minerales en animales criados en sistemas de pastoreo será frecuente, más en tiempos de sequía y sin suplementación de alimentos balanceados.

En las variaciones del magnesio en periodo pre parto y post parto, resultó no significativa estadísticamente, similar a lo reportado por Cedeño et al (2011) y Albornoz et al (2017). Indicándonos que los animales estudiados mantienen los niveles de magnesio sérico en su organismo, que el manejo y alimentación realizado en ellos, posiblemente sea la correcta. Puesto que el magnesio es un componente principal de la clorofila de los

forrajes, su disponibilidad abundará en las partes verdes (Bavera, 2006), por lo que la respuesta del organismo animal es la correcta y adecuada para evitar las complicaciones que se presentan por la deficiencia de este mineral.

El magnesio no posee regulación hormonal, pero su concentración está ligada a proteínas, que son similares del calcio, lo que dará una competición por los mismos receptores. (Álvarez, 2001) Entonces la homeostasis del magnesio sérico será un balance de la ingesta en la dieta y la eliminación fecal y excreción renal. (De Luca, 2002).

La depleción de la concentración de Mg en el LEC (líquido extracelular) es la causa de los síndromes tetánicos clásicos de hiperexcitabilidad, nerviosismo, micciones frecuentes, tembleque general, finalmente convulsiones y muerte. (De Luca, 2002).

CONCLUSIONES

1. Se logró determinar el perfil del calcio en vacunos altoandinos Brown Swiss de doble propósito en periodo pre parto y post parto. Los cuales resultaron en promedio $9,79 \pm 1,12$ mg/dl y $10,41 \pm 1,20$ mg/dl respectivamente. Además, sin haber hallado diferencia estadística significativa entre los grupos, concluimos que, el nivel de calcio sérico en vacas Brown Swiss altoandinas de doble propósito no varía en los periodos pre y post parto.
2. Se determinó el perfil del fósforo en vacunos altoandinos Brown Swiss de doble propósito en periodo pre parto y post parto, resultando $5,55 \pm 0,863$ mg/dl y $5,766 \pm 0,908$ mg/dl respectivamente. Asimismo, al no haber encontrado diferencia estadística significativa entre los valores pre parto y post parto, podemos afirmar que los valores de fósforo sanguíneo en vacas Brown Swiss altoandinas de doble propósito no se alteran.
3. Al determinar el perfil del magnesio en vacunos altoandinos Brown Swiss de doble propósito en periodo pre parto y post parto resultó, $2,49 \pm 0,61$ mg/dl y $2,26 \pm 0,48$ mg/dl respectivamente. No se halló diferencias significativas entre grupos (pre parto y post parto), por lo que podemos concluir que, no existe variación de la concentración de magnesio sérico en vacas Brown Swiss altoandinas de doble propósito durante los periodos pre y post parto.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un trabajo más completo, incluyendo a otros minerales que son de importancia fisiología en el ganado bovino.
2. Realizar estudios sobre minerales en otras categorías etarias: vaquillas, vaquillonas, estudiar el comportamiento de los minerales a través de la etapa productiva del animal.
3. Realizar un análisis bromatológico del contenido mineral de los forrajes que consumen los animales, que permitiría realizar una correlación de la ingestión y cómo repercute en la concentración de los minerales en la sangre del animal. Sumando a ello, sería necesario analizar el suelo de los potreros y su contenido mineral, para tener una información más completa.
4. Se recomienda trabajar en la determinación de minerales en la sangre, en época de lluvia, como un estudio complementario a lo desarrollado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albornoz L. (2006). Hipocalcemia puerperal, variaciones de minerales en el periparto y evaluación de tratamientos. Tesis de Maestría, Programa de Posgrados de la Facultad de Veterinaria, UdelaR, Montevideo, Uruguay
- Albornoz L., Albornoz JP., Cruz JC, Fidalgo LE, Espino L, Morales M, Ruprecht G, Piaggio J, Verdes JM. (2017). Estudio comparativo de los niveles de Calcio, Fósforo y Magnesio durante el periparto en vacas lecheras en diferentes sistemas de producción en Uruguay y España. *Veterinaria (Montevideo)* Volumen 53 N.º 205 (2017) 4-12. Montevideo, Uruguay.
- Alonso AJ y González JR. (1997). Profilaxis de la paresia puerperal hipocalcémica bovina. *Med Vet* 14:610-614.
- Álvarez, J. (2001). *Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico*, 1o Ed., Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.
- Armienta, G. T. (1995). Perfil mineral del suelo, forraje y tejidos del ganado en agostaderos del estado de Nuevo León (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Barrios, M., Sandoval, E., Camacaro, O., & Borges, J. (2010). Importancia del fósforo en el complejo suelo-animal. *Mundo Pecuario*, 6(2), 151-156.
- Bavera, G. A. (2001). *Manual de aguas y aguadas para el ganado*. Ed. del autor, Río Cuarto, 388 pág.
- Bavera, G.A. (2006). *Suplementación mineral con nitrógeno no proteico del bovino a pastoreo*. 3ra edición. Edición del autor. Río Cuarto, Argentina. P. 21-45
- Bondi, A. (1988). *Nutrición animal*. Primera edición. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza – España
- Bouda J., Gutiérrez A., Salgado G., Kawabata C., (2009). Monitoreo, diagnóstico y prevención de trastornos metabólicos en vacas lecheras. *Fac. de Med. Vet. UNAM, México*. Recuperado el 19/07/2022 de <https://docplayer.es/17675049-Monitoreo-diagnostico-y-prevencion-de-trastornos-metabolicos-en-vacas-lecheras.html>
- Ceballos, A., Villa, N. A., Betancourth, T. E., Roncancio, D. V. (2004). Estudio la determinación de la concentración de calcio, fósforo y magnesio en el periparto de vacas lecheras en Manizales, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias*

- Pecuarias, vol. 17, núm. 2, abril-junio, 2004, pp. 125-133. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Cedeño, D. A., Garzón, C., Ceballos, A. Daza, C. A. (2011). Estudio Comparativo de Perfiles Metabólicos Minerales en Lecherías de dos Regiones de Nariño. Revista ORINOQUIA Volumen 15(2): 160-168.- Universidad de los Llanos-Villavicencio, Meta. Colombia.
- Contreras PA. (2002). Hipomagnesemia: efectos y procedimientos de prevención en los rebaños. VIII Congreso de la Sociedad Española de Medicina Interna Veterinaria. León, España, pp. 20-29
- Corbellini CN. (1998). Etiopatogenia y control de hipocalcemia e hipomagnesemia en vacas lecheras. En: Seminario Internacional sobre Deficiencias Minerais em Rumiantes, Porto Alegre. Brasil
- Corbellini CN. (2000). Influencia de la Nutrición en las enfermedades de la producción de las vacas lecheras en transición. XXI Congreso Mundial de Buiatría, Punta del Este, Uruguay. pp. 16.
- Coria M. (2020). Nutrición mineral en ganadería. EEA Cesáreo Naredo, INTA - Argentina. Recuperado el 11/07/2022 de https://inta.gov.ar/sites/default/files/nutricion_mineral_en_ganaderia.pdf
- De Groote, G. (1990). VIº Curso de Especialización FEDNA, Madrid. 45 pp.
- De Luca, L. J. (2002). Fisiología del magnesio. Laboratorios Burnet S.A. En: www.produccion-animal.com.ar
- De Luca L.J. (2003). Calcio, Fósforo, Vitamina D Y Parathormona. Burnet Laboratorios S.A., Bs. As. www.produccion-animal.com.ar
- Dhiman TR, Sasidharan V. (1998). Effectiveness of calcium chloride in increasing Blood calcium concentrations of periparturient dairy cows. J Anim Sci 77:1597-1605.
- Dukes, H. (2015). Physiology of domestic animals. 13th Edition. John Wiley & Sons, Inc. USA.
- Engelhardt, W.V y Breves, G. (2005). Physiologie der Haustiere (Fisiología de los animales domésticos). Enku Verlag in MVS media in verlage. Ed por E. Pfeffer y Flachowsky. G. Acribia SA. Zaragoza. España. p. 637-651.
- Fraga, M. y Blas, C. (1981). Alimentación de los rumiantes. Editorial Mundi Prensa, Madrid-España.
- Godoy, S. y Chicco, C. (2005). Utilización del fósforo fítico en la nutrición de los rumiantes. Revista Digital CENIAP HOY N° 9, Maracay, Aragua, Venezuela.

- Goff JP. (2010). En Smith B. Medicina Interna de grandes animales. 4 ed. El Sevier.
- Guyton A, Hall J. (2008). Tratado de Fisiología Médica. 12° Ed. 2008
- Hernández F. (1999). Bioquímica animal. Ministerio de Educación Superior. La Habana.
- Horst RL, Kimura K, Goff JP. (1998). Effect of mastectomy on plasma calcium and vitamin A and E metabolism in the periparturient dairy cows. National Animal Disease Center, 10^{mo} International Conference on Production Diseases in Farm Animals. A8:34-43.
- Hove K. (1986) Cyclic changes in plasma and the calcium homeostatic endocrine system of the post parturient dairy cow. J. Dairy Sci 1986; 69:2072- 81.
- Igarza, L. (1994). Importancia de los minerales en el rumen. Jornadas de actualización Técnica sobre minerales en nutrición y salud animal, 29, 15-19.
- Jones C. (2011) Niveles Séricos de Ca, P, Mg en época seca y lluvia en vacas en producción en cinco distritos – Región Ayacucho.
- Kaneko J.J., Harvey JW, Bruss ML. (1997). Clinical biochemistry of domestic animals, 5th ed, San Diego, Academic Press. 1997. 932p.
- Kaneko J.J., Harvey J. Bruss M. (2008). Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Sixth Edition. Elsevier Inc. California United States of America.
- Kincaid R.L., Hillers, J.K and Cronrath, J.D. (1981). Calcium and phosphorus supplementation of rations for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 64:754.
- Lincoln S.D, Lane, VM. (1990). Serum Ionized calcium concentration in clinically normal dairy cattle, and changes associated with calcium abnormalities. J Am Vet Med Ass 1990; 97:1471-74.
- Luna M.L. (2011). Caracterización del perfil mineral de bovinos lecheros en establecimientos del Departamento Las Colonias-Región Centro de Santa Fe.
- Martínez M.G. (2018). Hipocalcemia en vacas: Si se trabaja antes no haya nada que temer. INTA, EEA Salta. Jujuy-Argentina.
- Mc Donald P. y Edwards R. (1999). Nutrición animal. 5ta edición. Editorial Acribia, Zaragoza España.
- Morse D. (1989). Studies of modification of phosphorus concentration in diets, hydrolysis of phytate bounds phosphorus, and excretion of phosphorus by dairy cow. PhD Dissertation.
- Nockels Ch. F. (1992). Alteraciones minerales asociadas con el estrés, traumas e infección y su efecto sobre la inmunidad. Therios, 19 (95):344-353.

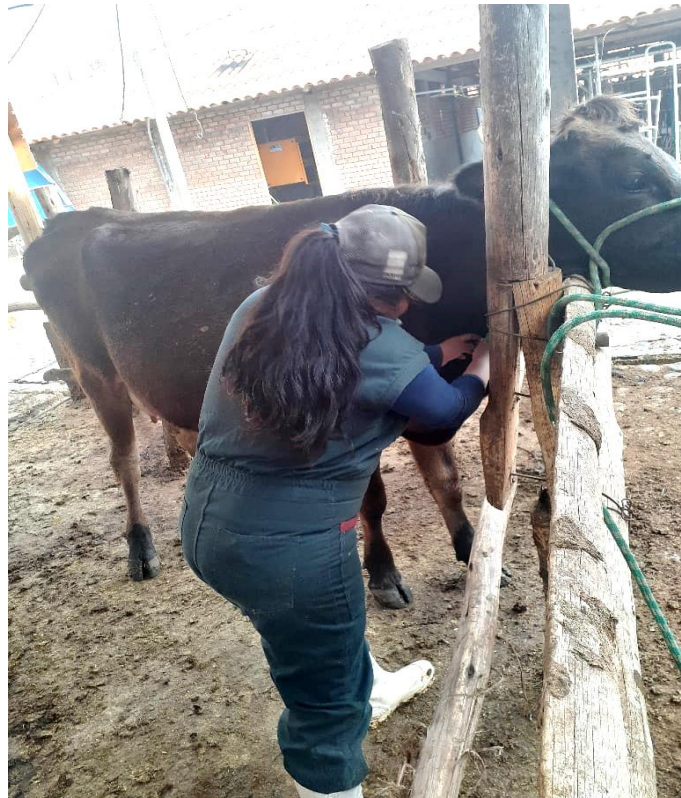
- Pérez H. (2009). Fisiología animal II. Universidad Agraria de la Habana, Cuba. Managua, Nicaragua
- Pittaluga O. (2009) Rol de los minerales en la producción de bovinos para carne en Uruguay. Boletín Divulgación N° 96. INIA. Montevideo-Uruguay.
- Radostits O., Gay C.C., Blood D.C., Hinchcliff K.F. (1999). Medicina Veterinaria (Vol. II). 9a Ed. McGraw-Hill – Interamericana España. Madrid, España. pp. 2159-2161.
- Rojas M. y M. Rovalo (1986). Fisiología Vegetal. Ed. Mc GrawHill. México.
- Ruiz D. (2019). Niveles séricos de Ca y P en ganado bovino lechero criado extensivamente en el caserío el progreso distrito de Jayanca. TESIS UNPRG. Lambayeque-Perú
- Sepúlveda P. y Wittwer, F. (2017). Período de transición: Importancia en la salud y bienestar de vacas lecheras. Reporte técnico. Valdivia, Chile.
- Underwood, E.J (2003) Los Minerales en la Nutrición del ganado. Tercera Edición. Editorial Acribia, Zaragoza – España.
- Wagemann C., Wittwer F., Chihuailaf R. y Noro M. (2014). Estudio retrospectivo de la prevalencia de desbalances minerales en grupos de vacas lecheras en el sur de Chile. Arch Med Vet 46: 363-373.
- Wittwer F.G. (2006). Patología clínica animal. Instituto de ciencias clínicas veterinarias. UACH. Valdivia-Chile
- Yanapa A. (2019) Niveles séricos de calcio, fósforo y Magnesio en vacas Brown Swiss según Número de partos y nivel de producción. Tesis-Repositorio UNA. Puno-Perú

LISTADO DE ABREVIATURAS

Ca	= Calcio
P	= Fósforo
Mg	= Magnesio
PTH	= Hormona parathormona
CT	= Calcitonina
mg/Dl	= Miligramos por decilitro
Mmol/L	= Milimol por litro
HPO_4^{2-}	= Ión fosfato
PO_4^{3-}	= Anión fosfato
ATP	= Adenosin tri fosfato
ADP	= Adenosin di fosfato
AMP	= Adenosin mono fosfato

ANEXOS

Anexo 1. Extracción de sangre de la vena yugular



Anexo 2. Extracción de sangre de la vena caudal



Anexo 3. Centrifugado de las muestras para obtener suero



1. Rotulado de las muestras y colocación en la centrifuga.



2. Centrifugar durante 20 minutos a 3000 rpm.



3. Separación del suero.



4. Almacenamiento del suero en viales y envío al laboratorio.

Anexo 4. Análisis laboratorial, materiales



Micropipetas, tips, reactivos ,viales.

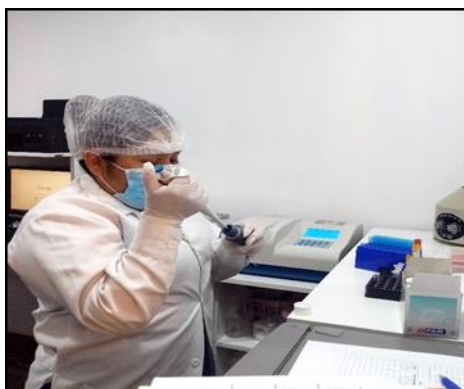


Analizador bioquímico.



Baño María

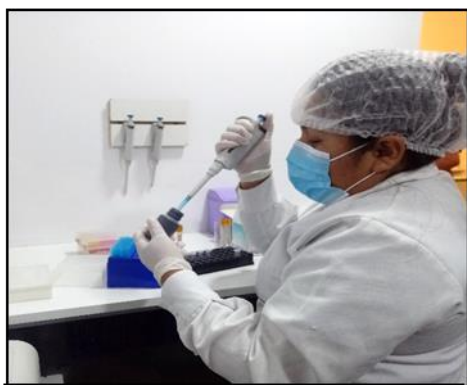
Anexo 5. Determinación de la concentración de Calcio



1. Tomar 250 μ l del reactivo 1.



2. Colocar en el vial.



3. Tomar 250 μ l del reactivo 2.



4. Colocar en el vial e incubar durante 5 min a temperatura ambiente.



5. Añadir 10 μ l de la muestra y homogenizar con mucho cuidado.



6. Realizar la lectura en el analizador.

Anexo 6. Determinación del fósforo en el suero



1. En un vial colocar 500 ul del reactivo. Y dejar incubar a temperatura ambiente por 10 minutos.



2. Agregar 5 ul de la muestra.



3. Homogenizar cuidadosamente.



4. Realizar la lectura en el analizador.

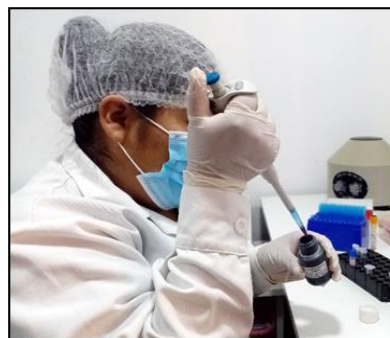
Anexo 7. Determinación de la concentración de magnesio en suero sanguíneo



1. Tomar 250 ul del reactivo 1.



2. Colocar en un vial.



3. Tomar 250 ul del reactivo 2.



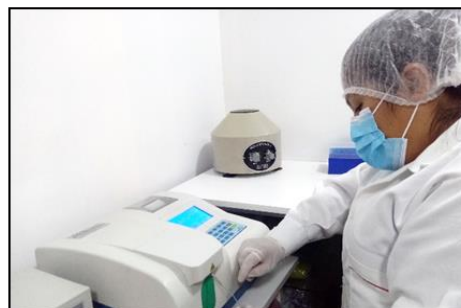
4. Colocar en el vial y homogenizar.



5. Añadir 5 ul de la muestra y homogenizar.

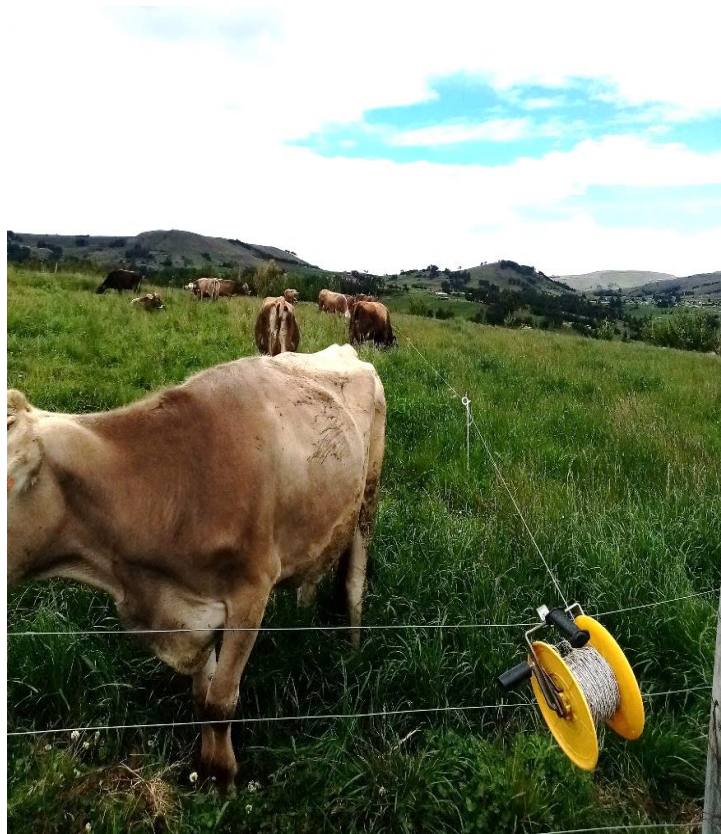
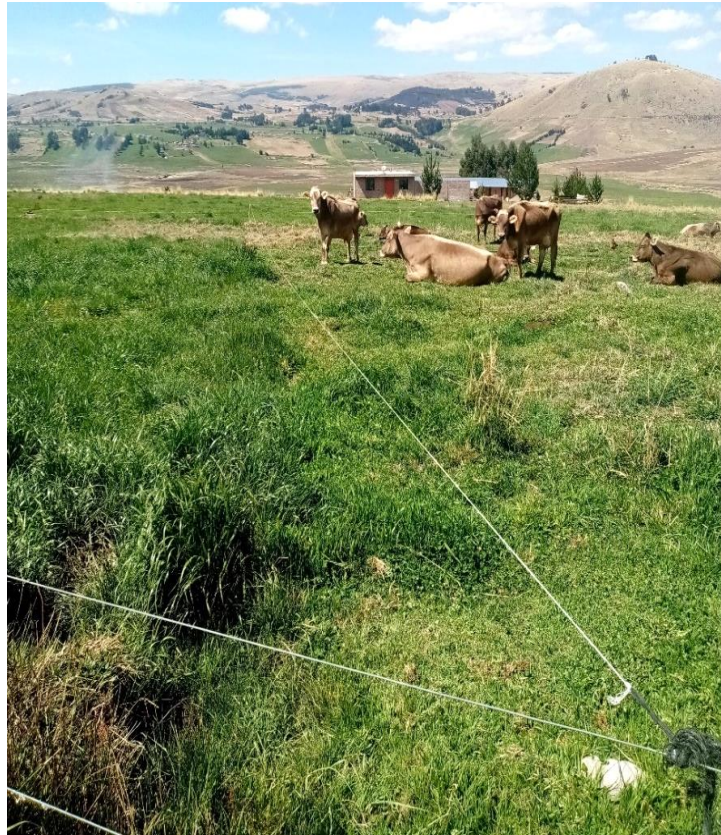


6. Incubar en baño María a 37 grados, durante 10 minutos.



7. Realizar la lectura en el analizador.

Anexo 8. Pastoreo de los animales



Anexo 9. Estadísticos descriptivos: Calcio Pre Parto mg/dl

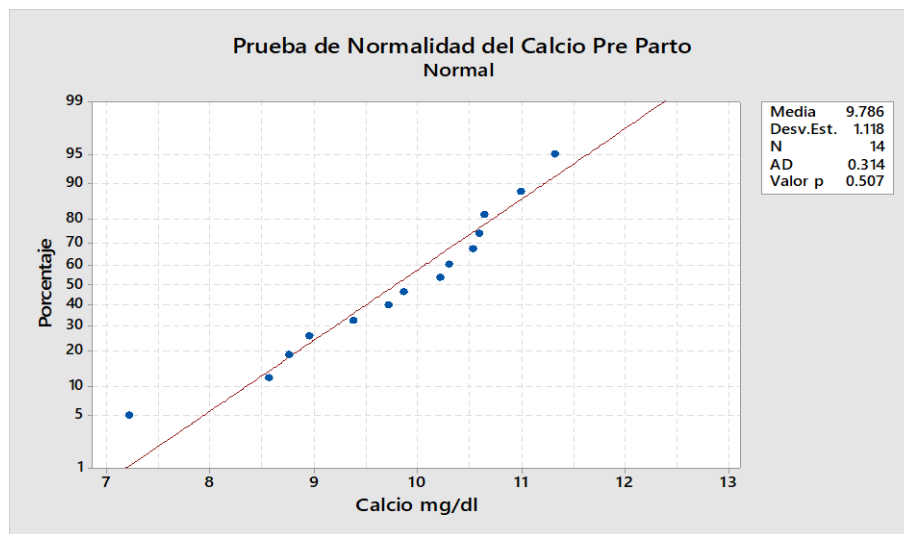
Variable	Nº	Media	E. estándar de la media	D.E.	Var.	Coef. Var	Mín.	Máx.
Calcio mg/dl	14	9.786	0.299	1.118	1.251	11.43	7.210	11.320

Verificando el supuesto que los errores se distribuyen normalmente

H0: Los errores se distribuyen normalmente

H1: Los errores no se distribuyen normalmente

α : 0.05



Como p- valor= 0.507 > a 0,05, se acepta la H0

Con un nivel de significación de 0.05, Los errores se distribuyen normalmente

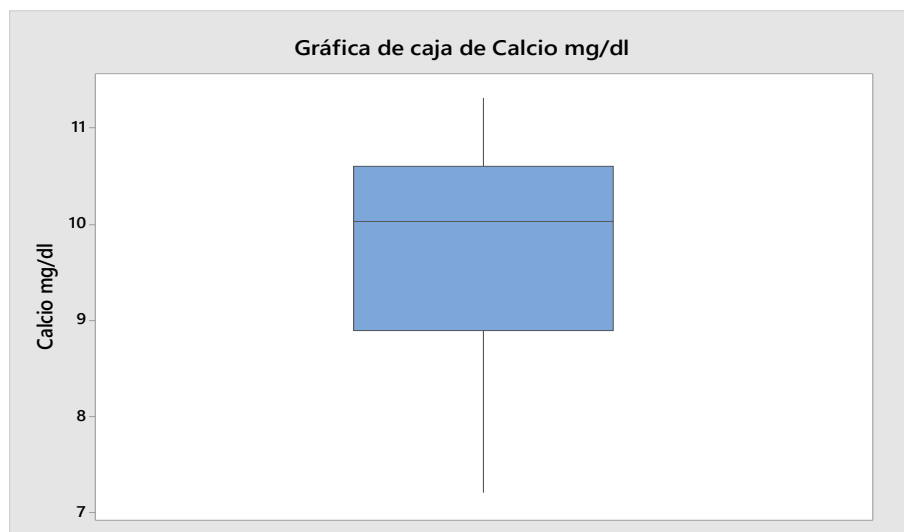


Diagrama de caja y bigotes, para ver la distribución de datos de Ca pre parto.

Anexo 10. Estadísticos descriptivos: Calcio Post Parto mg/dl

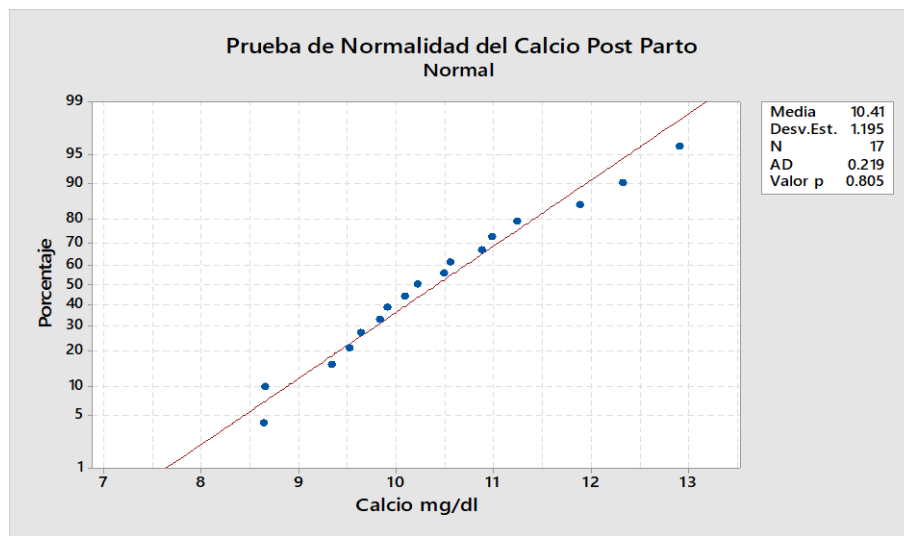
Variable	Nº	Media	E. estándar de la media	D.E.	Var.	Coef. Var	Mín.	Máx.
Calcio mg/dl	17	10,414	0,290	1,195	1,427	11,47	8,630	12,900

Verificando el supuesto que los errores se distribuyen normalmente

H0: Los errores se distribuyen normalmente

H1: Los errores no se distribuyen normalmente

α : 0.05



Como p - valor = 0.805 > a 0.05, se acepta la H0

Con un nivel de significación de 0.05, Los errores se distribuyen normalmente

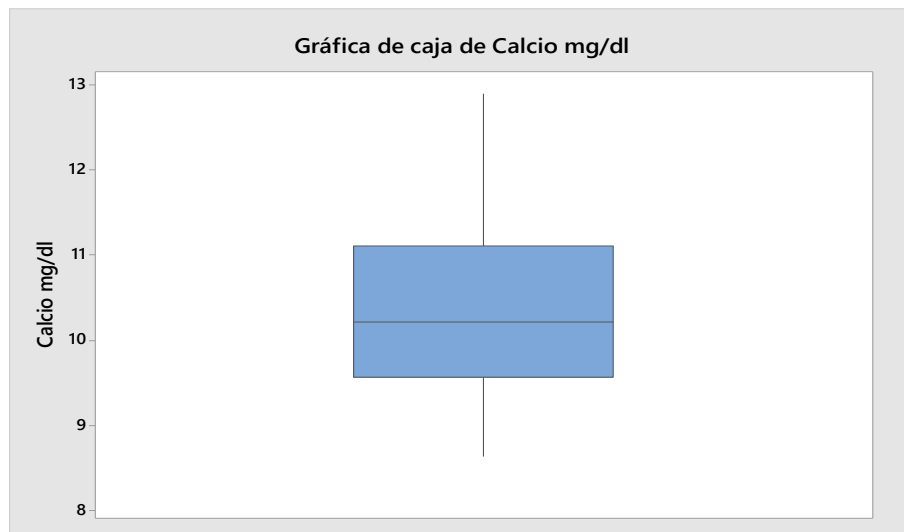


Diagrama de caja y bigotes, para ver la distribución de datos de Ca post parto.

Anexo 11. Estadísticas descriptivas: Fósforo Pre Parto mg/dl

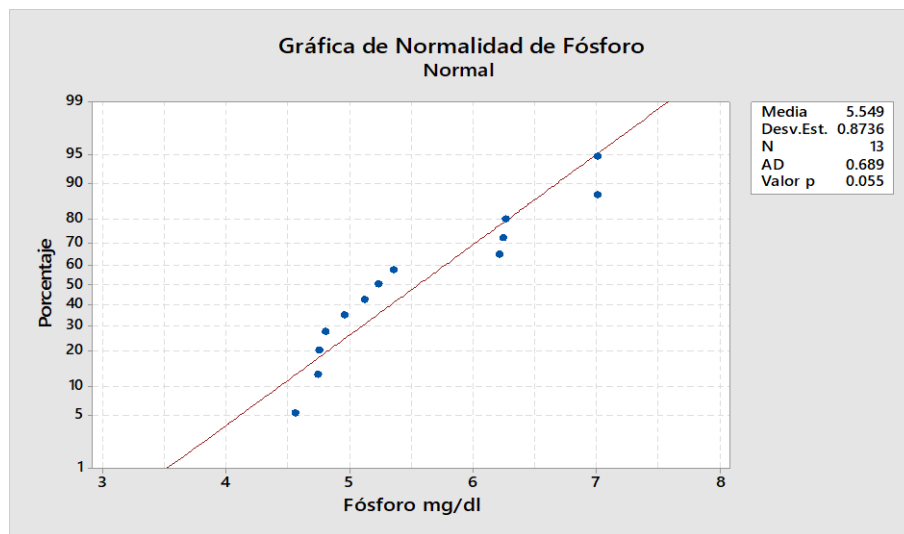
Variable	Nº	Media	E. estándar de la media	D.E.	Var.	Coef Var.	Mín.	Máx.
Fósforo mg/dl	13	5.55	0.242	0.874	0.763	15.74	4.55	7.00

Verificando el supuesto que los errores se distribuyen normalmente

H0: Los errores se distribuyen normalmente

H1: Los errores no se distribuyen normalmente

α : 0.05



Como p - valor= 0.055 > a 0.05, se acepta la H0

Con un nivel de significación de 0.05, Los errores se distribuyen normalmente

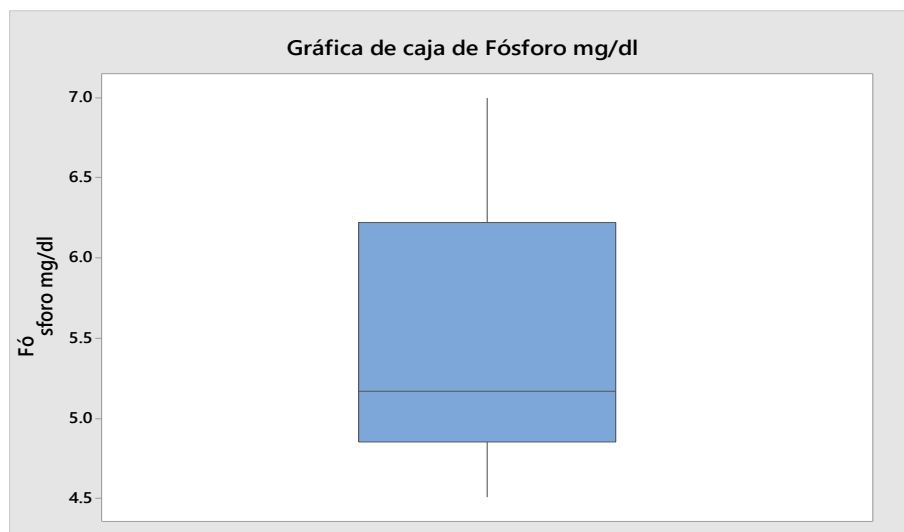


Diagrama de caja y bigotes, para ver la distribución de datos de P pre parto.

Anexo 12. Estadísticas descriptivas: Fósforo Post Parto mg/dl

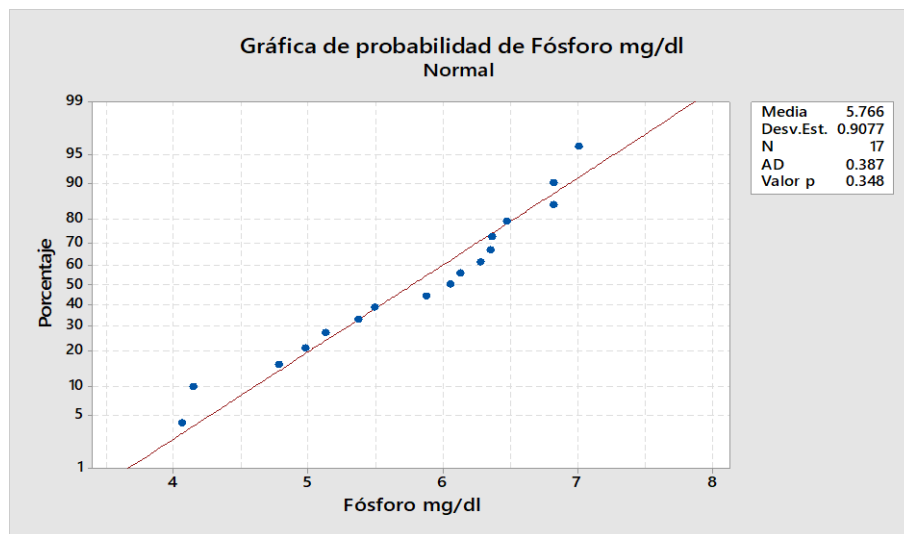
Variable	Nº	Media	E. estándar de la media	D.E.	Var.	Coef Var.	Mín.	Máx.
Fósforo mg/dl	17	5.766	0.220	0.908	0.824	15.74	6.05	7.00

Verificando el supuesto que los errores se distribuyen normalmente

H0: Los errores se distribuyen normalmente

H1: Los errores no se distribuyen normalmente

α : 0.05



Como p - valor = 0.348 > a 0.05, se acepta la H0

Con un nivel de significación de 0.05, Los errores se distribuyen normalmente

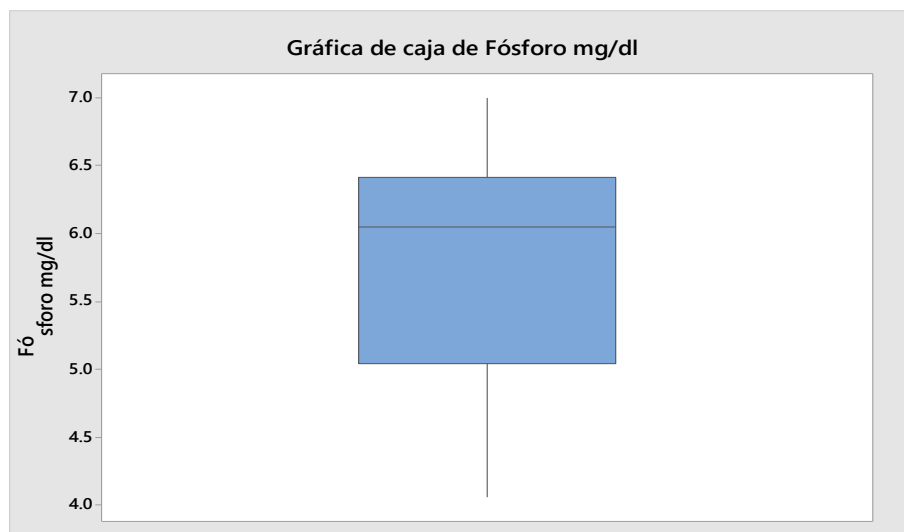


Diagrama de caja y bigotes, para ver la distribución de datos de P post parto.

Anexo 13. Estadísticos descriptivos: Magnesio Pre Parto mg/dl

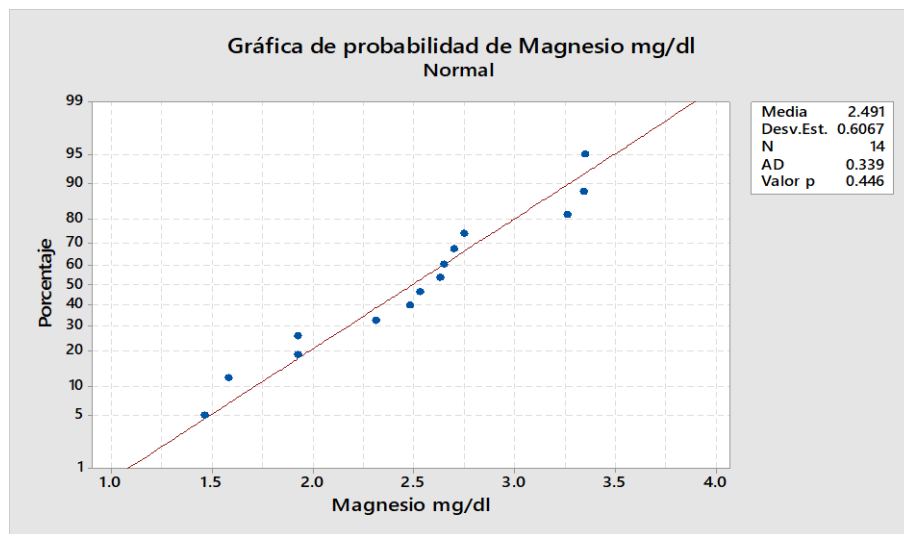
Variable	Nº	Media	E. estándar de la media	D.E.	Var.	Coef Var.	Mín.	Máx.
Magnesio mg/dl	14	2.491	0.162	0.607	0.368	24.35	1.460	3.350

Verificando el supuesto que los errores se distribuyen normalmente

H0: Los errores se distribuyen normalmente

H1: Los errores no se distribuyen normalmente

α : 0.05



Como p- valor= 0.446 > a 0.05, se acepta la H0

Con un nivel de significación de 0.05, Los errores se distribuyen normalmente

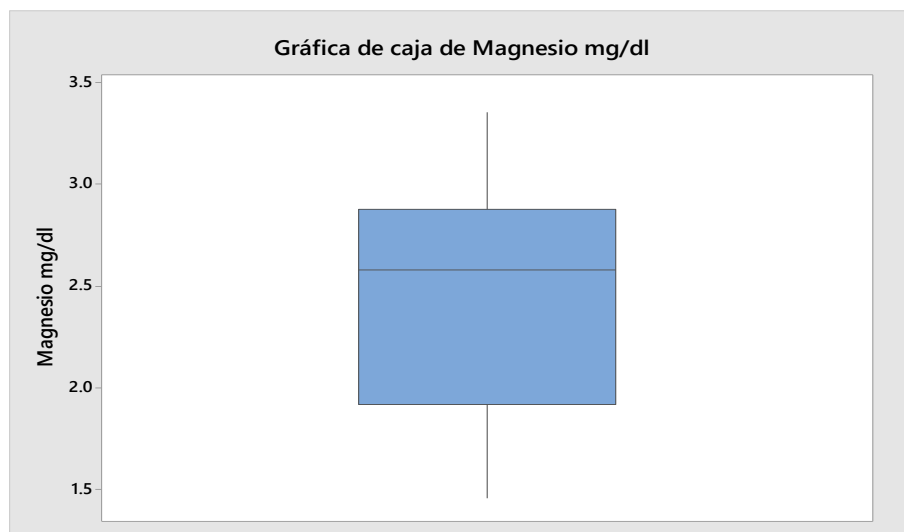


Diagrama de caja y bigotes, para ver la distribución de datos de Mg pre parto.

Anexo 14. Estadísticos descriptivos: Magnesio Post Parto mg/dl

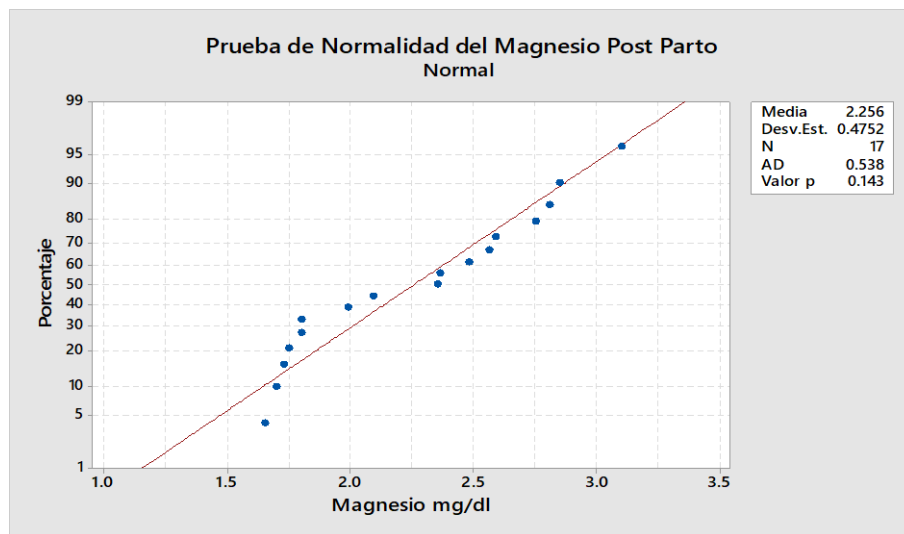
Variable	Nº	Media	E. estándar de la media	D.E.	Var.	Coef. Var	Mín.	Máx.
Magnesio mg/dl	17	2.256	0.115	0.475	0.226	21.06	1.650	3.100

Verificando el supuesto que los errores se distribuyen normalmente

H0: Los errores se distribuyen normalmente

H1: Los errores no se distribuyen normalmente

α : 0.05



Como p- valor= 0.143 > a 0.05, se acepta la H0

Con un nivel de significación de 0.05, Los errores se distribuyen normalmente

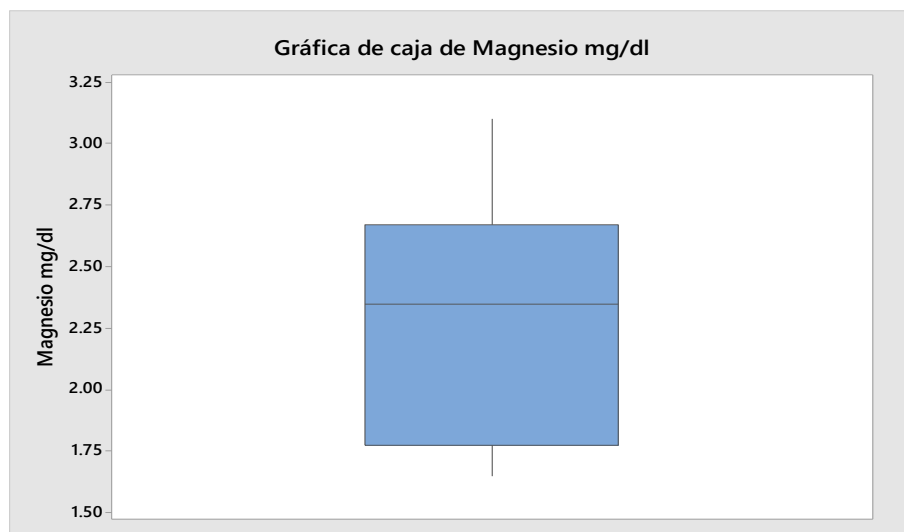


Diagrama de caja y bigotes, para ver la distribución de datos de Mg post parto.

Anexo 15. Prueba de Kruskal-Wallis: Calcio mg/dl vs. Periodo

Estadísticas descriptivas

Periodo	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
1	14	10,035	14.2	-0.99
2	17	10,220	17.5	0.99
General	31		16.0	

Prueba

Hipótesis nula H_0 : Todas las medianas son iguales

Hipótesis alterna H_1 : Al menos una mediana es diferente

GL	Valor H	Valor p
1	0,98	0,321

En estos resultados, las estimaciones de las medianas de la muestra para los dos grupos son 10.035, y 10.220. Puesto que el valor de p es mayor que el nivel de significancia de 0.05, se acepta la hipótesis nula y concluir que las medianas son todas iguales.

Anexo 16. Prueba de Kruskal-Wallis: Fósforo vs. Periodo

Estadísticas descriptivas

Periodo	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
1	13	5,22	13.8	-0,90
2	17	6,05	16.8	0,90
General	30		15.5	

Prueba

Hipótesis nula H_0 : Todas las medianas son iguales

Hipótesis alterna H_1 : Al menos una mediana es diferente

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	1	0,81	0,368
Ajustado para empates	1	0,81	0,368

En estos resultados, las estimaciones de las medianas de la muestra para los dos grupos son 5,22, y 6,05. Puesto que el valor de p es mayor que el nivel de significancia de 0.05, se acepta la hipótesis nula y concluir que las medianas son todas iguales.

Anexo 17. Prueba de Kruskal-Wallis: Magnesio vs. Periodo

Estadísticas descriptivas

Periodo	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
1	14	2.58	17.9	1.03
2	17	2.35	14.5	-1.03
General	31		16.0	

Prueba

Hipótesis nula H_0 : Todas las medianas son iguales

Hipótesis alterna H_1 : Al menos una mediana es diferente

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	1	1.07	0.302
Ajustado para empates	1	1.07	0.302

En estos resultados, las estimaciones de las medianas de la muestra para los dos grupos son 2,58, y 2,35. Puesto que el valor de p es mayor que el nivel de significancia de 0.05, se acepta la hipótesis nula y concluir que las medianas son todas iguales.

Anexo 18. Resultados individuales de las vacas Brown Swiss obtenidos para calcio, magnesio y fósforo en el periodo pre parto

Nº de arete	EDAD	PRE PARTO		
		Calcio mg/dl	Magnesio mg/dl	Fósforo mg/dl
80	3.8	10.30	1.58	
7	3.0	9.86	2.63	6.23
18	3.3	11.32	2.65	6.20
74	3.3	10.64	2.53	4.73
63	2.8	8.56	1.46	5.11
21	8.0	10.59	2.48	6.25
55	8.0	10.53	3.26	5.35
59	3.5	8.75	2.75	4.75
24	2.8	9.71	3.34	5.22
41	3.3	8.95	1.92	4.95
33	3.8	10.21	3.35	4.80
42	3.3	9.38	2.70	7.00
16	3.0	7.21	1.92	4.55
39	2.5	10.99	2.31	7.00

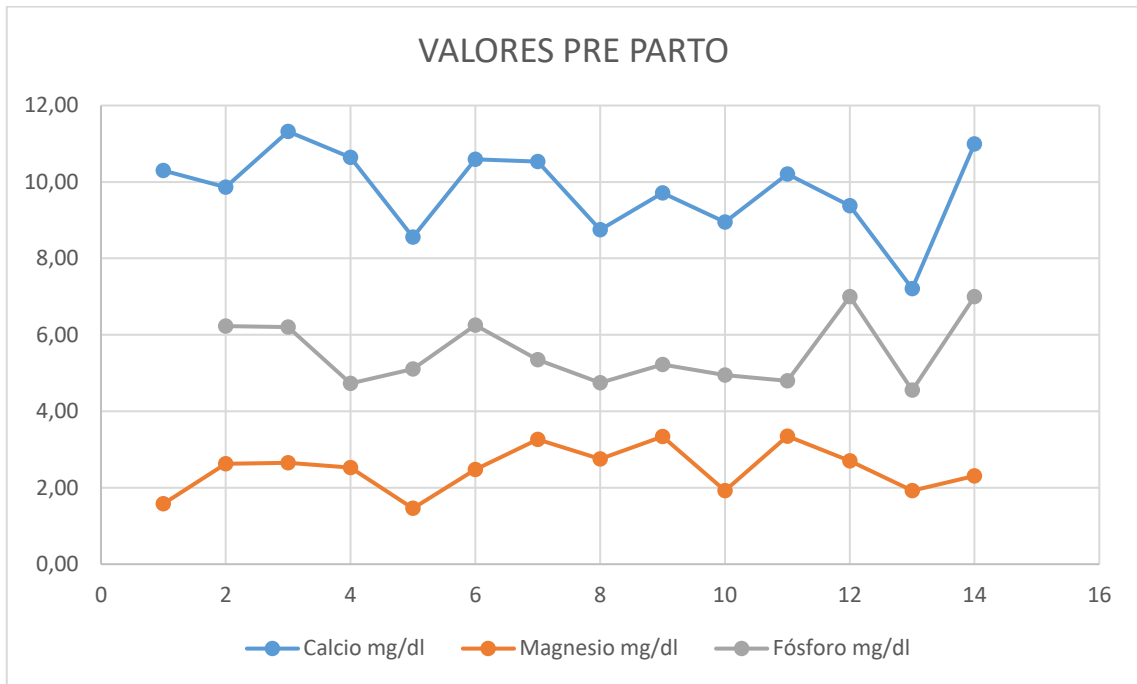
Anexo 19. Resultados individuales de las vacas Brown Swiss obtenidos para calcio, magnesio y fósforo en el periodo post parto

Nº de arete	EDAD	POSTPARTO		
		Calcio mg/dl	Magnesio mg/dl	Fósforo mg/dl
80	3.75	8.65	2.85	5.49
7	3	12.32	2.09	7.00
18	3.25	11.24	1.65	6.47
74	3.25	10.88	3.10	6.27
63	2.75	10.98	2.75	4.06
21	3.25	9.52	2.56	4.97
27	3.5	10.55	2.35	6.12
55	4	9.63	1.80	6.05
59	3.5	9.91	1.75	5.12
24	2.75	9.33	2.48	4.14
54	2.5	12.90	2.81	6.81
41	3.25	11.88	1.73	5.36
33	3.75	10.22	1.99	6.81
42	3.25	8.63	1.70	4.78
52	2.75	9.82	2.36	6.35
16	3	10.48	1.80	5.87
39	2.5	10.09	2.59	6.36

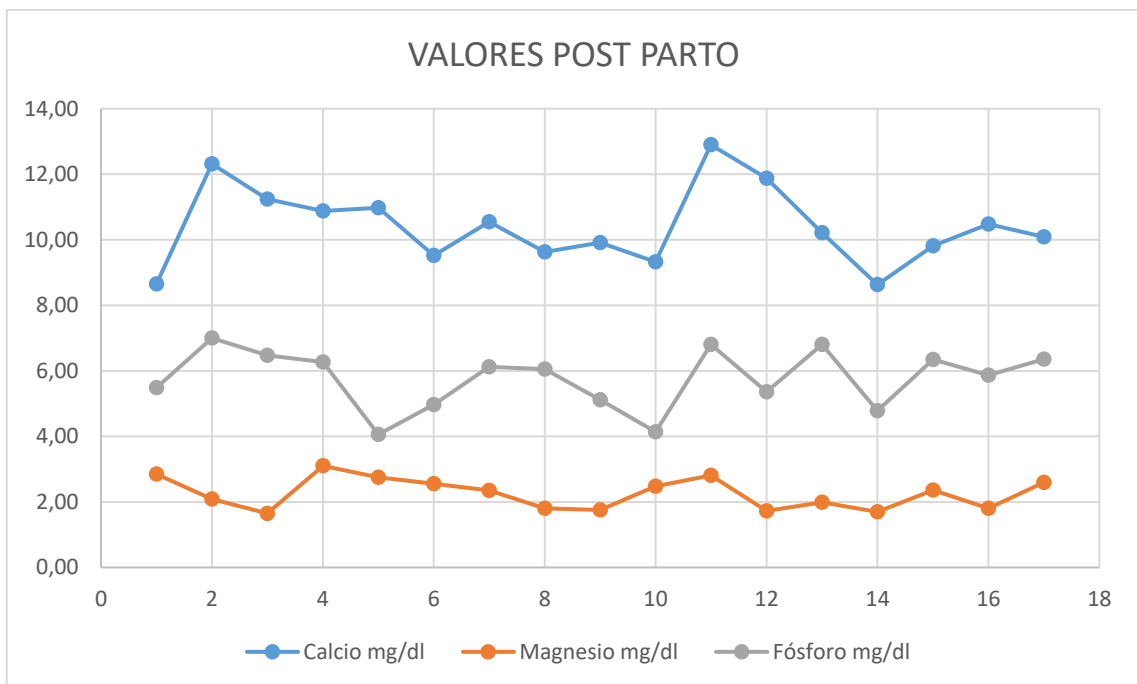
Anexo 20. Resultados individuales del número de partos, producción de leche promedio y condición corporal

N° de arete	Nombre de vaca	N° de parto	Producción de Leche	Condición corporal
80	YULIET	2.0	23.52	3.75
7	ANNIE	2.0	18.90	2.75
18	DEYDI KATYA	2.0	23.58	3.50
74	YADIRA	4.0	25.28	3.50
63	ROSS	1.0	14.30	3.00
21	ELVA	5.0	20.83	3.25
27	INGE	2.0	12.10	3.75
55	PAOLA	5.0	18.23	4.00
59	PRIYA	4.0	20.35	3.00
24	GINA	2.0	21.53	2.75
54	PAMELA	1.0	8.90	2.75
41	LIN II	2.0	17.50	3.50
33	KASHIEL	3.0	15.95	4.00
42	LIZ LUCIA	2.0	21.80	3.25
52	NIEVE	4.0	14.00	3.00
16	DAYANA	5.0		3.00
39	LEA	1.0		2.75
PROMEDIO			18.45	
D.E.			4.66	
MEDIANA		2.0		3.25

Anexo 21. Distribución de los valores de Ca, P y Mg en el pre parto



Anexo 22. Distribución de los valores de Ca, P y Mg en el post parto





ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. YOHANA HUICHO MIGUEL
R.D. N° 433-2022-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los veintiocho días del mes de diciembre del año dos mil veintidós, siendo las ocho horas con diez minutos, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del jurado conformado por: Dr. Luis Arturo Rodríguez Zamora, M.V. William Ulises Palomino Conde como asesor, M.V. Gloria Betti Adrianzen Facundo y el M.V. Alfredo Pozo Curo, bajo la presidencia del señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias y actuando como secretario docente el Mtro. Ennio Chauca Retamozo para participar en la sustentación de la Tesis titulada: **Perfiles séricos pre y post parto de Ca, P y Mg en vacunos altoandinos Brown Swiss. Ayacucho, 2021** y así obtener el Título Profesional de Médico Veterinaria del Bachiller **YOHANA HUICHO MIGUEL**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó al bachiller **YOHANA HUICHO MIGUEL** que proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente.

Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invitó a la sustentante y asistentes abandonar temporalmente el auditorio para la deliberación y calificación por parte de los miembros de la comisión, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Luis Arturo Rodríguez Zamora	20	16	18	18
M.V. William Ulises Palomino Conde	18	18	18	18
M.V. Gloria Betti Adrianzen Facundo	18	18	17	17
M.V. Alfredo Pozo Curo	17	15	17	16
PROMEDIO GENERAL				18

Acto seguido se invita al sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

Dr. Luis Arturo Rodríguez Zamora
Presidente

M.V. William Ulises Palomino Conde
Asesor

M.V. Gloria Betti Adrianzen Facundo
Jurado

M.V. Alfredo Pozo Curo
Jurado

Mtro. Ennio Chauca Retamozo
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias, deja constancia que el trabajo de tesis titulado;

Perfiles séricos pre y post parto de Ca, P y Mg en vacunos altoandinos Brown Swiss. Ayacucho, 2021

Autor : Yohana Huicho Miguel

Asesor : William Ulises Palomino Conde

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de 13 % de similitud.

Por lo que, de acuerdo al porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de originalidad de trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, es procedente otorgar la Constancia de Originalidad.

Ayacucho, 10 de febrero de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Walter A. Mateu Mateo
M. Sc. Walter A. Mateu Mateo
Pdr. Comisión Turnitin - FCA

Perfiles séricos pre y post parto de Ca, P y Mg en vacunos altoandinos Brown Swiss. Ayacucho, 2021

por Yohana Huicho Miguel

Fecha de entrega: 10-feb-2023 11:28p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2011430052

Nombre del archivo: TESIS_YOHANA_HUICHO_MIGUEL.pdf (2.01M)

Total de palabras: 15374

Total de caracteres: 79942

Perfiles séricos pre y post parto de Ca, P y Mg en vacunos altoandinos Brown Swiss. Ayacucho, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	vsip.info Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	www.engormix.com Fuente de Internet	2%
4	www.redalyc.org Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
8	cd.dgb.uanl.mx Fuente de Internet	<1%

9	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
10	id.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
11	1library.co Fuente de Internet	<1 %
12	fisasposadasmisionesargentina.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
13	files.wiener-lab.com Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

PERFILES SÉRICOS PRE Y POST PARTO DE Ca, P Y Mg EN VACUNOS ALTOANDINOS BROWN SWISS. AYACUCHO, 2021

Bach. Huicho Miguel, Yohana; M.V. Palomino Conde, William Ulises

Línea de investigación: Medicina y Salud Animal, Salud
pública y saneamiento ambiental

Área de investigación: Biotecnología

E-mail: yohana.huicho.24@unsch.edu.pe; william.palomino@unsch.edu.pe

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el perfil mineral del calcio, fósforo y magnesio en ganado bovino de la raza Brown Swiss doble propósito durante el periodo pre parto y post parto, en sistema semi pastoril durante la época seca (abril-septiembre), se estudió el suero sanguíneo de vacas de la granja Montefino del Grupo Solid Perú, ubicado en la comunidad de Llachoccmayo a 3690 m.s.n.m. en el distrito de Chiara, provincia Huamanga, departamento Ayacucho. Los animales estudiados resultaron con una mediana de 2.0 partos, con $18,45 \pm 4,66$ litros diarios de producción y con 3,25 de condición corporal promedio. Para determinar el Ca, P y Mg, se extrajo sangre de las vacas de 14 a 3 días antes del parto y 7 a 14 días después del parto. El suero obtenido fue llevado al laboratorio para su análisis con kits diagnósticos para Ca (CALCIUM MTB liquid, FAR Diagnostics), P (Fosfatemia - Wiener Lab) y Mg (MAGNESIUM CALMAGITE liquid de FAR Diagnostics). Los resultados obtenidos fueron analizados con estadística descriptiva, empleando el software estadístico Minitab 18, se determinó la distribución normal de los errores ejecutando la Prueba de Anderson-Darling, el promedio, la desviación estándar, con un intervalo de confianza al 95%; las diferencias entre grupos (pre parto y post parto) se evaluó mediante análisis de varianza con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. De ello resultó, Ca para el periodo pre parto y post parto: $9,79 \pm 1,12$ mg/dl y $10,41 \pm 1,20$ mg/dl respectivamente; P: $5,55 \pm 0,863$ mg/dl y $5,766 \pm 0,908$ mg/dl, en el periodo pre parto y post parto, respectivamente, finalmente el Mg resultó: $2,49 \pm 0,61$ mg/dl y $2,26 \pm 0,48$ mg/dl para el periodo pre parto y post parto respectivamente. Sin existir diferencia estadística significativa entre los grupos pre parto y post parto. Concluyendo que las vacas de la granja Montefino durante la época seca, mantuvieron estables los niveles de Ca, P y Mg en el periodo pre parto y post parto.

Palabras clave: Ca, P, Mg, Brown Swiss, sistema semi-pastoril, doble propósito

PRE AND POST PARTUM SERUM PROFILES OF Ca, P AND Mg IN HIGH ANDEAN BROWN SWISS CATTLE. AYACUCHO, 2021

ABSTRACT

In order to determine the mineral profile of calcium, phosphorus and magnesium in Brown Swiss dual-purpose cattle during the prepartum and postpartum period, in a semi- grazing system during the dry season (April-September), the blood serum of cows from the Montefino ranch of Grupo Solid Perú, located in the community of Llachoccmayo at 3690 m.a.s.l. in the district of Chiara, Huamanga province, Ayacucho department, was studied. The animals studied had a median of 2.0 parturitions, with 18.45 ± 4.66 liters of daily production and 3.25 of average body condition. To determine Ca, P and Mg, blood was extracted from the cows between 14 and 3 days before calving and between 7 and 14 days after calving. The serum obtained was taken to the laboratory for analysis with diagnostic kits for Ca (liquid CALCIUM MTB, FAR Diagnostics), P (Phosphatemia - Wiener Lab) and Mg (liquid MAGNESIUM CALMAGITE from FAR Diagnostics). The results obtained were analyzed with descriptive statistics, using Minitab 18 statistical software, the normal distribution of the errors was determined by the Anderson-Darling test, the mean, the standard deviation, with a confidence interval of 95%; the differences between groups (prepartum and postpartum) were evaluated by analysis of variance with the Kruskal-Wallis nonparametric test. As a result, Ca for the prepartum and postpartum period was 9.79 ± 1.12 mg/dl and 10.41 ± 1.20 mg/dl, respectively; P: 5.55 ± 0.863 mg/dl and 5.766 ± 0.908 mg/dl, in the prepartum and postpartum period, respectively; finally, Mg was 2.49 ± 0.61 mg/dl and 2.26 ± 0.48 mg/dl for the prepartum and postpartum period, respectively. There were no significant statistical differences between the prepartum and postpartum groups. It was concluded that cows from Montefino farm during the dry season, maintained stable Ca, P and Mg levels in the prepartum and postpartum period.

Key words: Ca, P, Mg, Brown Swiss, semi-pastoral system, dual purpose.

INTRODUCCIÓN

La ganadería lechera es una actividad en ascenso en la región de Ayacucho, de modo que el estudio de los principales pilares de la producción ganadera (nutrición, reproducción) es muy urgente actualmente, para de esta forma mejorar la producción lechera. Uno de los estudios más requeridos e importantes en el aspecto de nutrición animal son los perfiles metabólicos y dentro de ello, el perfil mineral.

Los minerales son elementos inorgánicos, los cuales son componentes de diferentes compuestos como son las sales, compuestos orgánicos (carbono, hidrógeno, oxígeno o nitrógeno). (Underwod, 2003). Se determinan por combustión total, denominándose cenizas. Ocupan de 4,3 a 4,7% del total de la masa de un animal superior (vacunos, equinos), de modo que un animal que pese 100 kg tendría un total 4,5 kg de minerales. (Hernández, 1999)

El calcio representa un 1,5% del peso vivo en el animal, siendo el elemento más abundante en el cuerpo del animal. Cumple un sin número de funciones como: la excitabilidad neuromuscular, la secreción de las hormonas, la estabilidad de la membrana celular la contracción muscular, la división celular, la activación enzimática y la coagulación de la sangre, son funciones dependientes del calcio (Goff, 2010). La caída del calcio sanguíneo será muy notoria en vacas que atraviesan el periparto, debido al ingreso en cantidades enormes de calcio del plasma hacia las glándulas mamarias, es tan rápida que no da tiempo a los mecanismos de regulación hormonal compensar la pérdida (Alonso & González, 1997; Dhiman & Sasidharan, 1998; Horst et al., 1998). El calcio disminuirá su concentración a menos de 8mg/dl en la sangre, dando lugar a una hipocalcemia subclínica. Esto, generalmente en vacas de alta producción lechera (Albornoz, 2006). La hipocalcemia (paresia puerperal, fiebre de leche) es la enfermedad más destacable entre todas las enfermedades ocasionadas por el déficit mineral, el cual se presenta generalmente justo después del parto, caracterizado por una hipocalcemia, hipofosfatemia y parálisis muscular (vaca echada) que en casos graves llevarán al animal a la muerte. (Corbellini, 1998; Hove, 1986; Lincoln & Lane, 1990).

El 80 a 86% del **fósforo** del organismo animal se halla en el sistema esquelético y la dentadura, y el restante se encuentra distribuido entre los tejidos blandos. (Barrios et al., 2010) cumple numerosas funciones como la mantención de la estructura celular, actúa en la síntesis y degradación de varios compuestos de carbono, tiene la indispensable función de depositar, liberar y transferir energía. (De Luca, 2003). El contenido de fósforo en el suelo jugará un

papel fundamental para el contenido de fósforo en el forraje, por lo tanto, en la cantidad de ingesta fosfórica del animal, mismo que repercutirá en la fisiología (Barrios *et al.*, 2010), la dilución y la traslocación de los minerales al sistema de raíces, son procesos naturales que se llevan a cabo en los forrajes cuando va avanzando la maduración, por consiguiente, los niveles de minerales irán disminuyendo (Rojas & Rovalo, 1986). La regulación del fósforo está mediada por la acción que tienen las hormonas que actúan sobre el calcio, como la PTH y CT, no tiene una regulación propia (Contreras, 2002). Los valores referenciales para fósforo se encuentran entre 2 y 8 mg/dL, y su deficiencia produce raquitismo debido a la inadecuada fijación de fosfato tricálcico en el esqueleto (Dukes, 2015).

El magnesio es uno de los minerales más abundantes en el organismo animal ocupando el cuarto lugar. Depende bastante de la ingesta de alimentos ricos en este mineral, debido a la labilidad de su metabolismo. Es un componente principal de la clorofila de los forrajes, por lo cual su disponibilidad abundará en las partes verdes. (Bavera, 2006), cumple muchas funciones en el organismo, como en el sistema esquelético, es necesario para mantener la integridad de huesos y dientes. A nivel del líquido extracelular, después del potasio es el segundo en importancia, ya que participa como un ion esencial en reacciones enzimáticas del metabolismo de carbohidratos y lípidos, activa otras enzimas, también es importante en la transmisión de señales neuromusculares (Ruiz, 2018). Este elemento no tiene un depósito ni una regulación hormonal, por lo cual su concentración en la sangre dependerá del consumo en la dieta (Kaneko *et al.*, 2008). La hipomagnesemia produce tetanias, que se manifiestan en el ganado en pastoreo con falta de apetito, rápida agitación, hipersalivación y convulsiones. El ganado de avanzada edad, es más susceptible a la presentación de tetania de los pastos debido a que va perdiendo la habilidad de movilizar el magnesio de los huesos. (Mc Dowell & Arthington, 2005. Como se citó en Pittaluga, 2009).

Considerando todo lo anterior y resaltando la importancia de conocer las concentraciones de estos minerales en el suero sanguíneo para detectar enfermedades metabólicas subclínicas a tiempo y evitar pérdidas económicas graves, se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de determinar el perfil del calcio, fósforo y magnesio en vacunos altoandinos Brown Swiss de doble propósito en periodo pre parto y post parto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La investigación se realizó en la granja Montefino del Grupo Solid Perú, ubicada en la comunidad de Llachoccmayo a 3690 m.s.n.m. Cuyas coordenadas son 13° 25´ latitud sur en el distrito de Chiara, provincia Huamanga, región Ayacucho.

Material biológico

El muestreo se realizó de un total de 17 vacas, entre 3 a 14 días pre parto y 14 vacas entre los 7 a 14 días post parto entre los meses de abril a septiembre. Todas ellas aparentemente sanas, criadas bajo un sistema semi-pastoril. Las vacas tuvieron como mediana 2 partos, mientras que la producción lechera resultó en promedio \pm D.E. de $18,45 \pm 4,66$, la condición corporal se obtuvo una mediana de 3,25.

Metodología

El trabajo comenzó con la identificación de vacas gestantes próximas al parto, para las muestras pre parto se tomó a las vacas que se hallasen entre los 14 a 3 días antes del parto (teniendo en cuenta los registros donde indiquen la fecha probable del parto). Mientras que para las muestras para el post parto se realizó el seguimiento a las vacas paridas y se extrajo la sangre a aquellas que tuvieron entre 7 a 14 días después del parto.

La toma de muestra se llevó a cabo en las mañanas, antes que el animal fuera a pastorear. El procedimiento se realizó mediante punción venosa yugular y caudal, procediendo con el centrifugado para la obtención de suero sanguíneo y esta misma fue llevado al laboratorio de análisis (LabVet Centro) para la determinación de los minerales con el uso de kits diagnósticos para Ca (CALCIUM MTB liquid, FAR Diagnostics), P (Fosfatemia - Wiener Lab) y Mg (MAGNESIUM CALMAGITE liquid de FAR Diagnostics).

Análisis de datos

Se realizó la captura de los datos en una hoja electrónica de Microsoft Excel®. Los datos obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva, con un intervalo de confianza al 95%, promedio, desviación estándar para lo cual se empleó el software estadístico Minitab 18. Se determinó la distribución normal de los errores con la Prueba de Anderson-Darling, las diferencias entre grupos (pre parto y post parto) se evaluó mediante análisis de varianza con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calcio

Tabla 1.

Niveles séricos de Calcio(mg/dl) obtenidos durante el pre parto y post parto de vacas Brown Swiss en época seca

Ca (mg/dl)	Nro.	Media	D.E.	Var.	Coef. Var	Mín.	Máx.
Pre parto	14	9,786	1,118	1,251	11,43	7,21	11,32
Post parto	17	10,414	1,195	1,427	11,47	8,63	12,9

Los resultados obtenidos de la concentración de calcio en el suero sanguíneo, resultaron: $9,79 \pm 1,12$ mg/dl y $10,41 \pm 1,20$ mg/dl para el periodo pre parto y post parto respectivamente (Tabla 1). El valor obtenido para calcio en la etapa de pre parto se mantuvo dentro de los rangos citados por otros autores como Albornoz *et al* (2017), ($9,30$

$\pm 1,60$ mg/dl), Ceballos *et al.* (2004), $9,66 \pm 0,4$ mg/dl y Cedeño *et al* (2011), quienes establecieron $9,74 \pm 2$ mg/dl mientras que para la etapa post parto el valor resultado está dentro del rango referencial para vacunos establecido por Wittwer (2006), sin embargo, resultó superior a lo determinado por otros autores que realizaron trabajos similares, como Yanapa (2019), $9,44 \pm 0,90$ mg/dl, y Jones (2011), quien halló $8,27 \pm 1,37$ mg/dl. En cuanto a la variación del nivel de Ca sérico en el periodo pre parto y post parto, nuestros resultados no muestran diferencias estadísticas significativas, ya que, al trabajar con vacas aparentemente sanas, con una buena alimentación, una condición corporal óptima y la administración de vitamina D al momento del secado, garantiza que el organismo animal vaya adaptándose a los cambios que ocurren en este periodo y activan adecuadamente las regulaciones hormonales encargadas de mantener estable el nivel de Ca sérico.

Fósforo

Tabla 2.

Niveles de Fósforo (mg/dl) en el suero sanguíneo de vacas Brown Swiss obtenidos durante el periodo pre parto y post parto.

P (mg/dl)	Nro.	Media	D. E.	Var.	Coef Var.	Mín.	Máx.
Pre parto	13	5,55	0,874	0,763	15,74	4,55	7
Post parto	17	5,766	0,908	0,824	15,74	4,060	7

Los niveles de fósforo sérico en vacas Brown Swiss, resultaron para el periodo pre parto y post parto, $5,55 \pm 0,874$ mg/dl y $5,766 \pm 0,908$ mg/dl respectivamente (Tabla 2). Sin encontrar diferencia estadística significativa entre ambos grupos.

El valor obtenido para el periodo pre parto, resultó similar a estudios realizados por Cedeño *et al* (2011) $5,67 \pm 1,55$ mg/dl y Albornoz *et al.* (2017) $5,62 \pm 1,24$ mg/dl, mientras que Ceballos *et al* (2004), obtuvo valores superiores, $7,37 \pm 1,89$ mg/dl; esto debido probablemente a que el estudio se desarrolló en la época seca, donde los contenidos en fósforo tienden a escasear por el lento desarrollo de los forrajes debido a heladas.

Durante el periodo post parto, un valor coincidente con autores como Cedeño *et al.* (2011) $5,73 \pm 1,55$ mg/dl, Albornoz *et al.* (2017) $5,83 \pm 1,58$ mg/dl y Yanapa (2019) $5,40 \pm 0,85$ mg/dl. Sin embargo, Jones (2011), obtuvo valores inferiores, $3,88 \pm 1,4$ mg/dl; mientras, Ceballos *et al* (2004), obtuvieron valores superiores a lo nuestro ($6,85 \pm 1,55$ mg/dl), debido probablemente a la diferencia de zonas de estudio (zona tropical frente a la sierra) y precipitaciones por época (abundante en la zona tropical y escasa en la sierra). Los resultados que obtuvimos y la mantención de los niveles de fósforo no variables en el periodo pre y post parto se debe a la correcta respuesta de los mecanismos reguladores del animal, aunque el fósforo no posee una regulación hormonal propia, está mediada por las mismas hormonas que regulan el calcio. (Contreras, 2002). Pero siempre manteniendo la relación 2:1 de Ca y P respectivamente, ya que el desequilibrio ocasionará la ineficaz utilización de estos minerales (Ruiz, 2019). Y para mantener esta relación el organismo animal creará mecanismos como la eliminación de fósforo endógena mayor (el doble de lo que se elimina de calcio) o la eliminación mayor en la orina de fósforo. (De Luca, 2003).

Magnesio

Tabla 3.

Niveles de magnesio (mg/dl) hallados en vacas Brown Swiss en los periodos pre parto y post parto

Mg (mg/dl)	Nro.	Media	D. E.	Var.	Coef. Var.	Mín.	Máx.
Pre parto	14	2,491	0,607	0,368	24,35	1,46	3,35
Post parto	17	2,256	0,475	0,226	21,06	1,65	3,1

Los niveles de magnesio en el suero sanguíneo que se obtuvieron en las vacas Brown Swiss, fueron $2,49 \pm 0,61$ mg/dl y $2,26 \pm 0,48$ mg/dl para el periodo pre parto y post parto respectivamente (Tabla 3), sin encontrar diferencia estadística significativa.

En el periodo pre parto, el valor hallado está dentro del rango referencial establecido por Wittwer (2006), asimismo fue coincidente con lo propuesto por Cedeño et al (2011) $2,43 \pm 0,24$ mg/dl y Albornoz et al (2017) $2,35 \pm 0,46$ mg/dl, sin embargo, Ceballos et al (2004) halló $1,99 \pm 0,07$ mg/dl, lo cual es inferior a nuestros resultados.

En el periodo post parto se determinó un valor similar a lo establecido por Cedeño et al (2011), $2,43 \pm 0,24$ mg/dl, Albornoz et al (2017) $2,37 \pm 0,42$ mg/dl y Yanapa (2019) $2,36 \pm 0,43$ mg/dl. Sin embargo, nuestros resultados fueron ligeramente superiores a lo reportado por Jones (2011), $1,99 \pm 0,4$ mg/dl durante la época de sequía. Similar al Ca y P, el magnesio también suele encontrarse en mayor porcentaje en leguminosas y forrajes verdes, ya que como menciona Rojas y Rovalo (1986), a medida que madura el forraje, los minerales se dirigen hacia las raíces. Acción que sucederá en tiempos de sequía, al haber poco riego y ser afectados por las heladas, los forrajes se tornan pobres en contenidos minerales. Por lo mismo, la deficiencia en minerales en animales criados en sistemas de pastoreo será frecuente, más en tiempos de sequía y sin suplementación de alimentos balanceados.

CONCLUSIONES

1. Se logró determinar el perfil del calcio en vacunos altoandinos Brown Swiss de doble propósito en periodo pre parto y post parto. Los cuales resultaron en promedio $9,79 \pm 1,12$ mg/dl y $10,41 \pm 1,20$ mg/dl respectivamente. Además, sin haber hallado diferencia estadística significativa entre los grupos, concluimos que, el nivel de calcio sérico en vacas Brown Swiss altoandinas de doble propósito no varía en los periodos pre y post parto.
2. Se determinó el perfil del fósforo en vacunos altoandinos Brown Swiss de doble propósito en periodo pre parto y post parto, resultando $5,55 \pm 0,863$ mg/dl y $5,766 \pm 0,908$ mg/dl respectivamente. Asimismo, al no haber encontrado diferencia estadística significativa entre los valores pre parto y post parto, podemos afirmar que los valores de fósforo sanguíneo en vacas Brown Swiss altoandinas de doble propósito no se alteran.

3. Al determinar el perfil del magnesio en vacunos altoandinos Brown Swiss de doble propósito en periodo pre parto y post parto resultó, $2,49 \pm 0,61$ mg/dl y $2,26 \pm 0,48$ mg/dl respectivamente. No se halló diferencias significativas entre grupos (pre parto y post parto), por lo que podemos concluir que, no existe variación de la concentración de magnesio sérico en vacas Brown Swiss altoandinas de doble propósito durante los períodos pre y post parto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albornoz L. (2006). Hipocalcemia puerperal, variaciones de minerales en el periparto y evaluación de tratamientos. Tesis de Maestría, Programa de Posgrados de la Facultad de Veterinaria, UdelaR, Montevideo, Uruguay
- Albornoz L., Albornoz JP., Cruz JC, Fidalgo LE, Espino L, Morales M, Ruprecht G, Piaggio J, Verdes JM. (2017). Estudio comparativo de los niveles de Calcio, Fósforo y Magnesio durante el periparto en vacas lecheras en diferentes sistemas de producción en Uruguay y España. Veterinaria (Montevideo) Volumen 53 N.º 205 (2017) 4-12. Montevideo, Uruguay.
- Alonso AJ y González JR. (1997). Profilaxis de la paresia puerperal hipocalcémica bovina. Med Vet 14:610-614.
- Barrios, M., Sandoval, E., Camacaro, O., & Borges, J. (2010). Importancia del fósforo en el complejo suelo-animal. Mundo Pecuario, 6(2), 151-156.
- Bavera, G.A. (2006). Suplementación mineral con nitrógeno no proteico del bovino a pastoreo. 3ra edición. Edición del autor. Río Cuarto, Argentina. P. 21-45
- Ceballos, A., Villa, N. A., Betancourth, T. E., Roncancio, D. V. (2004). Estudio la determinación de la concentración de calcio, fósforo y magnesio en el periparto de vacas lecheras en Manizales, Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, vol. 17, núm. 2, abril-junio, 2004, pp. 125-133. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Cedeño, D. A., Garzón, C., Ceballos, A. Daza, C. A. (2011). Estudio Comparativo de Perfiles Metabólicos Minerales en Lecherías de dos Regiones de Nariño. Revista ORINOQUIA Volumen 15(2): 160-168.- Universidad de los Llanos-Villavicencio, Meta. Colombia.
- Contreras PA. (2002). Hipomagnesemia: efectos y procedimientos de prevención en los rebaños. VIII Congreso de la Sociedad Española de Medicina Interna Veterinaria. León, España, pp. 20-29

- Corbellini CN. (1998). Etiopatogenia y control de hipocalcemia e hipomagnesemia en vacas lecheras. En: Seminario Internacional sobre Deficiencias Minerais em Rumiantes, Porto Alegre. Brasil
- De Luca L.J. (2003). Calcio, Fósforo, Vitamina D Y Parathormona. Burnet Laboratorios S.A., Bs. As. www.produccion-animal.com.ar
- Dhiman TR, Sasidharan V. (1998). Effectiveness of calcium chloride in increasing Blood calcium concentrations of periparturient dairy cows. J Anim Sci 77:1597-1605.
- Dukes, H. (2015). Physiology of domestic animals. 13th Edition. John Wiley & Sons, Inc. USA
- Goff JP. (2010). En Smith B. Medicina Interna de grandes animales. 4 ed. El Sevier.
- Hernández F. (1999). Bioquímica animal. Ministerio de Educación Superior. La Habana.
- Horst RL, Kimura K, Goff JP. (1998). Effect of mastectomy on plasma calcium and vitamin A and E metabolism in the periparturient dairy cows. National Animal Disease Center, 10mo International Conference on Production Diseases in Farm Animals. A8:34-43.
- Hove K. (1986) Cyclic changes in plasma and the calcium homeostatic endocrine system of the post parturient dairy cow. J. Dairy Sci 1986; 69:2072- 81.
- Jones C. (2011) Niveles Séricos de Ca, P, Mg en época seca y lluvia en vacas en producción en cinco distritos – Región Ayacucho.
- Kaneko J.J., Harvey J. Bruss M. (2008). Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Sixth Edition. Elsevier Inc. California, United States of America.
- Lincoln S.D, Lane, VM. (1990). Serum Ionized calcium concentration in clinically normal dairy cattle, and changes associated with calcium abnormalities. J Am Vet Med Ass 1990; 97:1471-74.
- Pittaluga O. (2009) Rol de los minerales en la producción de bovinos para carne en Uruguay. Boletín Divulgación N° 96. INIA. Montevideo-Uruguay
- Rojas M. y M. Rovalo (1986). Fisiología Vegetal. Ed. Mc Graw Hill. México.
- Ruiz D. (2019). Niveles séricos de Ca y P en ganado bovino lechero criado extensivamente en el caserío el progreso distrito de Jayanca. TESIS UNPRG. Lambayeque-Perú
- Underwood, E.J (2003) Los Minerales en la Nutrición del ganado. Tercera Edición. Editorial Acribia, Zaragoza – España.

Wittwer F.G. (2006). Patología clínica animal. Instituto de ciencias clínicas veterinarias.
UACH. Valdivia-Chile

Yanapa A. (2019) Niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas Brown Swiss según
Número de partos y nivel de producción. Tesis-Repositorio UNA. Puno- Perú