

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MEDICINA
VETERINARIA**



**NIVELES SÉRICOS DE Ca, P, Mg EN ÉPOCA DE SECA Y
LLUVIA EN VACAS EN PRODUCCIÓN EN CINCO
DISTRITOS - REGIÓN AYACUCHO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
MÉDICO VETERINARIA**

**PRESENTADA POR:
CARLA JONES HUAMÁN**

**AYACUCHO – PERÚ
2011**

**“NIVELES SÉRICOS DE Ca, P, Mg EN ÉPOCA DE SECA Y
LLUVIA EN VACAS EN PRODUCCIÓN EN CINCO
DISTRITOS – REGIÓN AYACUCHO”**

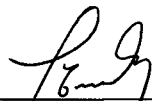
Recomendado : 20 de abril de 2011
Aprobado : 10 de junio de 2011



M.V. CARLOS ALBERTO PISCOYA SARMIENTO
Presidente del Jurado



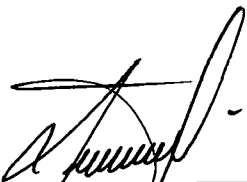
M.V. FLORENCIO CISNEROS NINA
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. FELIPE ESCOBAR RAMÍREZ
Miembro del Jurado



M.V. ALBO ALEXI CIPRIAN CARREÓN
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

A mis padres con todo mi amor, quienes con sus enseñanzas, paciencia y amor me guiaron y apoyaron para culminar mi profesión.

Con cariño para mis hermanos John, Franz, Erick y Karina, por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por permitirme hacer realidad mi profesión.
- A la Escuela de Formación Profesional de Medicina Veterinaria, y a sus Docentes por brindarme sus conocimientos durante mi formación profesional.
- Al M.V Florencio Cisneros Nina, M.V Aldo Ciprian Carreón y Mg. Sc. Elmer Meza Rojas por sus asesorías en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.
- A la institución SOLID-OPD, por permitirme realizar y financiar mi trabajo de investigación.
- A los profesionales que forman parte del proyecto lácteos de la institución SOLID-OPD, por brindarme sus conocimientos, su amistad pero sobre todo su apoyo para la realización del presente trabajo de investigación.
- A los clientes de la institución SOLID-OPD, por darme la oportunidad de obtener muestras de sus animales, para la ejecución del presente trabajo.

INDICE

	Pág.
RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	8
CAPITULO I. REVISIÓN DE LITERATURA	11
1.1. Calcio	11
1.2. Fósforo	16
1.3. Magnesio	19
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	23
2.1. Lugar de estudio	23
2.2. Recursos forrajeros	23
2.3. Manejo de los animales	24
2.3.1. Alimentación	24
2.3.2. Sanidad	24
2.4. Material experimental	25
2.4.1. Animales	25
2.4.2. Materiales	26
2.5. Metodología	26
2.5.1. Obtención de las muestras	26
2.5.2. Metodología y análisis de laboratorio	27
2.6. Análisis estadístico	32
CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1. Niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas en producción según el número de parto	34
3.2. Niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas en producción según el	

período de lactación.....	34
3.3. Niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas en producción según el distrito.....	44
3.4. Niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas en producción según la época del año.....	41
3.5. Relación entre la producción láctea y los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio.....	44
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
BIBLIOGRAFIA.....	51
ANEXOS.....	54

RESUMEN

El presente estudio se realizó en los distritos de Morochucos, Vinchos, Chiara, Socos y Chuschi del departamento de Ayacucho con la finalidad de determinar los niveles séricos de Ca, P, Mg en vacas en producción en dos épocas del año, teniendo como muestra 400 vacas en producción, distribuidos según número de partos, y registro de producción de leche diaria. La técnica de laboratorio utilizada para la determinación cuantitativa de minerales fue colorimétrica; utilizando un "Set" de reactivos del laboratorio Human. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Patología Clínica de la Escuela de Formación Profesional de Medicina Veterinaria-UNSCH.

Niveles promedio para el calcio sérico fueron de 8.96 mg/dl, 8.66 mg/dl y 8.97mg/dl para el primer, segundo y tercer parto respectivamente. Dichos promedios no muestran diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) según el número de parto de las vacas. En cuanto a los promedios de fósforo sérico, se determinó 4.63 mg/dl, 4.46mg/dl y 4.34mg/dl para el primer, segundo y tercer parto respectivamente. Al igual que el caso anterior, se aprecia que no existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre las medias según el número de partos de la vacas. En relación al nivel de magnesio sérico, se halló que su valor promedio no difiere de manera significativa ($p < 0.05$) según el número de parto de la vaca.

También se observa en el presente estudio que el promedio de calcio sérico en vacas que se encuentran en un periodo de lactación de 1 a 2 meses muestran un valor superior y de manera significativa ($P < 0.05$), respecto a las vacas que se encuentran en un periodo de

lactación de 0 a 1 mes; sin embargo, no muestra diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) con vacas que se encuentran en periodos de lactación de 2 a 3 y de 3 a 4 meses.

En cuanto al nivel de fósforo sérico, se aprecia que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los valores promedios registrados en las vacas que se encuentran en diferentes periodos de lactación. En relación al nivel de magnesio sérico, se pudo encontrar una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) a favor de aquellas vacas que se encuentran en un periodo de lactación de 0 a 1 mes, respecto a aquellas vacas que se encuentran en un periodo de lactación de 3 a 4 meses, no mostrando diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) con los valores promedios registrados en el grupo de vacas que se encuentran en otros periodos de lactación.

Teniendo en cuenta la época del año se obtuvo que el nivel promedio de calcio, fósforo y magnesio sérico es significativamente mayor ($p < 0.05$) en aquellas vacas que fueron explotadas bajo condiciones de época de lluvia, respecto a aquellas que fueron explotadas bajo condiciones de sequía.

Finalmente se determinó que no existe relación entre los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio con la producción de leche.

I. INTRODUCCIÓN

La incesante búsqueda por maximizar la producción ganadera altoandina lleva a que los requerimientos nutricionales sean cada vez más altos. De acuerdo con la mayoría de los reportes, los principales factores que limitan el comportamiento productivo de los animales en pastoreo son: el bajo contenido proteínico de las plantas, el bajo consumo de energía debido al alto contenido de fibra en los forrajes y la deficiencia de minerales y/o vitaminas (Ramírez, 2003).

La función de los minerales es múltiple y variada, sin lugar a duda su función principal es la formación del esqueleto. Sin embargo las funciones fisiológicas y metabólicas de los minerales son de igual o mayor importancia que los otros elementos. La deficiencia de los minerales se manifiesta por signos externos. Entre los macrominerales el calcio, fósforo y magnesio son los que comúnmente presentan deficiencias o desbalances (Swenson, 1999).

El calcio y el fósforo son los elementos minerales más importantes para las vacas lecheras. Se estudian juntos debido a sus interacciones entre ellos. Cuando el ganado

lechero se alimenta con forrajes leguminosos, las deficiencias de calcio no aparecen, siendo más probable que se produzca una deficiencia de fósforo y cuando el forraje es una gramínea deberá hacerse una mayor suplementación de calcio. Una deficiencia origina una movilización de calcio óseo (de los huesos) por acción de la glándula paratiroides. Cuando la deficiencia es grave en calcio y fósforo, se produce un descenso en la producción lechera. La deficiencia de fósforo provoca una disminución del contenido del fósforo inorgánico en el plasma sanguíneo, un descenso del apetito, anorexia, apetito depravado, que les estimula a los animales a comer madera, palos, etc. (Almeyda, 2000)

El 70% del magnesio en el organismo animal está en el hueso. Además el músculo cardíaco, el músculo esquelético y el tejido nervioso dependen de un equilibrio correcto entre los iones de calcio y los de magnesio. El Mg es un componente activo de varios sistemas enzimáticos en los que el pirofosfato de tiamina es un cofactor. La fosforilación oxidativa se reduce mucho en ausencia de magnesio. El Mg también es un activador esencial de las enzimas que transfieren fosfato como la miocinasa. También activa a la carboxilasa de ácido pirúvico, la oxidasa de ácido pirúvico y la enzima condensadora para las reacciones en el ciclo del ácido cítrico. La deficiencia de Mg se estudió intensamente primero en ratas, pero se ha producido en otras especies. La deficiencia aguda de magnesio ocasiona vasodilatación, y después de varios días de una alimentación deficiente en magnesio se presentan eritema e hiperemia. La hiperirritabilidad neuromuscular aumenta si la deficiencia continúa y puede seguirle arritmia cardíaca y temblores generalizados. Los síntomas de la deficiencia de Mg son similares a los de la tetania por falta de calcio. La concentración de Mg en el plasma sanguíneo es normalmente de 2 a 3 meq/l. (Swenson, 1999).

Teniendo en cuenta la importancia de la nutrición mineral en el ganado vacuno; en el presente trabajo de investigación se vio por conveniente realizar el estudio de las concentraciones de calcio, fósforo y magnesio en el suero sanguíneo de vacas en producción en los distritos de Socos, Vinchos, Morochucos, Chiara y Chuschi .

En este sentido los objetivos para la ejecución del presente estudio, fueron:

Objetivo general:

Determinar los niveles séricos de Ca, P, Mg en vacas en producción en los distritos de Morochucos, Vinchos, Chiara, Socos y Chuschi en dos épocas del año.

Objetivos específicos:

- Determinar los niveles séricos de Ca, P, Mg respecto al número de partos y tiempo de producción.
- Determinar los niveles séricos de Ca, P, Mg en época de seca y lluvia.
- Determinar los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas de producción según distritos.
- Determinar la relación entre los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio con la producción de leche.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. CALCIO

POND (2002), menciona que el calcio se halla presente en la sangre, en su mayor parte en el plasma(extracelular) en una concentración de alrededor de 10mg/dl, y existe en tres estados: como ión libre(60%),ligado una proteína(35%) o formando complejos con ácidos orgánicos como citrato o con ácidos inorgánicos como fosfatos(5-7%); mientras que el 99% de Ca almacenado en el cuerpo del animal se halla en el esqueleto como constituyente de los huesos y los dientes. En los huesos se encuentra en una proporción de 2:1 con el P, principalmente como cristales de hidroxapatita. Las funciones son: Constituyente fundamental de la estructura ósea, actúa sobre la secreción hormonal (fundamentalmente a nivel de la paratiroides), estabiliza la membrana celular, interviene en la coagulación sanguínea, en la excitabilidad neuromuscular y en la transmisión nerviosa. Una disminución de la concentración plasmática de Ca activa a la glándula paratiroides para *incrementar* la secreción de la hormona paratiroidea, la cual estimula la biosíntesis de la forma activa de la vitamina D por el riñón, la que a su vez, provoca una mayor absorción de calcio en el conducto gastrointestinal e incrementa la reabsorción de Ca a partir del hueso. Un incremento de la concentración plasmática de Ca hace que las “células C” de la glándula tiroides liberen calcitonina, una hormona que disminuye el Ca plasmático al

inhibir la reabsorción ósea. De ésta manera, los factores dietéticos que afectan la absorción de Ca afectan al sistema endocrino como respuesta directa a la cantidad de calcio que llega a la sangre proveniente del conducto gastrointestinal.

RABOVEC (1991), menciona que la absorción de Ca puede también ser afectada por otros factores, incluyendo la vitamina D, la ingestión de fósforo y el equilibrio ácido-base. Las dietas de alto contenido de grasa hacen aumentar las pérdidas de Ca fecal por causa de formación de jabones. Por otra parte también menciona que cada kilogramo de leche con un 4% de grasa contiene 1,23g de calcio como término medio. Suponiendo un aprovechamiento del 45%, la necesidad de calcio para la lactación es de 2,7g por cada kilogramo de leche producida.

SWENSON (1999), menciona que durante los períodos de deficiencia alimentaria o cuando aumentan las necesidades, como durante la gestación y la lactación. El calcio y el fósforo se movilizan de los huesos para mantener concentraciones normales y casi constantes (en especial de calcio) en la sangre y en otros tejidos blandos. Normalmente el plasma o suero sanguíneo contiene 5meq de calcio por litro (9 a 11 mg/dl en la mayoría de las especies).

RAMIREZ (2003), menciona que los principales factores que limitan el comportamiento productivo de los animales en pastoreo son: el bajo contenido proteínico de las plantas, el bajo consumo de energía debido al alto contenido de fibra en los forrajes y las deficiencias minerales o vitamínicas. Los elementos minerales son nutrientes esenciales para todos los animales e influyen en la eficiencia de la producción del ganado; de hecho aproximadamente 5% del peso del animal consiste en minerales. Los desbalances de minerales (deficiencias o excesos) en suelos y forrajes se han considerado responsables de la baja producción y de los problemas reproductivos entre los rumiantes que están en

pastoreo. En los forrajes, la concentración de un mineral varía grandemente dependiendo del suelo, de la planta y de los factores de manejo.

MCDONALD (1992), menciona que, la leche, los forrajes verdes frondosos especialmente las leguminosas, la pulpa de remolacha azucarera son buenas fuentes de calcio; por el contrario lo cereales y las raíces contienen poca cantidad de calcio. En algunas variedades de alfalfa, el calcio ligado a oxalatos no puede utilizarse.

Los subproductos de origen animal que incluyen el hueso como la harina de pescado, son fuentes excelentes. Los suplementos minerales de calcio que suelen administrarse a los animales especialmente a las hembras lactantes y las gallinas ponedoras son el carbonato cálcico, la harina de huesos al vapor y el fosfato bicalcico. Al administrar a los animales fosfato cálcico de roca, es necesario comprobar que carece de flúor ya que, de lo contrario el suplemento puede resultar toxico. Los altos niveles de grasa en la ración de los animales mono gástricos determina la formación de jabones de calcio con los ácidos grasos, lo que reduce la absorción de calcio.

MCDONALD (1992), menciona que si la ración de los animales jóvenes en crecimiento es deficiente en calcio, no puede realizarse la dosificación normal y se presenta el raquitismo. Los síntomas de raquitismo son: huesos mal formados, engrosamiento de las articulaciones, cojeras y rigidez. En los animales adultos, la deficiencia de calcio determina la osteomalacia, en la que el calcio movilizado de los huesos no es reemplazado. En la osteomalacia, los huesos se hacen frágiles y se fracturan con facilidad. En las gallinas, la deficiencia origina el ablandamiento del pico de los huesos, retraso en el crecimiento y extremidades arqueadas; la cascara de los huesos es muy fino, y la producción puede reducirse. Los síntomas correspondientes al raquitismo y al osteomalacia no son específicos para el calcio, ya que también pueden presentarse en la deficiencia del fosforo,

si la relación calcio y fosforo no es adecuado, o en la avitaminosis D. Es evidente que la calcificación puede verse afectada por diversos factores. Y la fiebre vitularia (paresia puerperal) es un trastorno que se presenta con cierta frecuencia en las vacas lecheras, poco tiempo después del parto. Se caracteriza por el descenso de calcio en sangre, espasmos musculares y en los casos graves, parálisis y coma. No se conoce con exactitud la causa de la hipocalcemia responsable de la fiebre vitularia pero se considera que al iniciarse la lactación, la glándula paratiroides no responde con suficiente rapidez para incrementar la absorción de calcio en el intestino, para cubrir las mayores necesidades. La calcemia normal puede restablecerse mediante inyecciones intravenosas de gluconato cálcico, aunque de este modo no siempre se logra un efecto permanente se ha comprobado que evitando la ingestión excesiva de calcio u manteniendo niveles adecuados de fósforo en la ración durante el periodo en que las vacas están secas. Se reduce la incidencia de la fiebre vitularia. El empleo deliberado de raciones de bajo contenido en calcio para incrementar la absorción con objeto de prevenir la fiebre vitularia requiere de una buena estimulación en el parto ya que puede producirse una deficiencia en conseguir el calcio. Además es difícil conseguir raciones de bajo contenido en calcio al emplear forraje, salvo que se incluya paja, últimamente se ha logrado cierto éxito sobre el control de la fiebre vitularia actuando sobre el equilibrio acido-base de la ración. La administración de grandes cantidades de vitamina D₃ durante un breve periodo de tiempo antes del parto, a resultado efectiva aunque resulta critico ajustar los tiempos.

UNDERWOOD (2003), menciona que una vaca tras el parto puede perder 23 g de calcio en 10 kg de calostro en 24 horas, pero en su torrente sanguíneo solo hay 3g; además, su ingestión será mínima durante varias horas .Por ello, todas las vacas adultas muestran una reducción acentuada pero limitada del calcio plasmático al parto, que puede repetirse

aproximadamente cada 9 días a medida que se reajusta las demandas de lactación. Durante los episodios de fiebre de la leche el fósforo inorgánico, en el suero también disminuye, hasta aproximadamente una tercera parte de su contenido normal (0,5 mmol) y el magnesio en suero también suele estar por debajo de lo normal ($< 0,8-1,2\text{mmol}$). En una deficiencia crónica de Ca. Existe una tendencia a aumentar el fósforo plasmático y viceversa, en una deficiencia crónica de fósforo aumenta el calcio plasmático, por ello son necesarios *mecanismos fisiológicos de control independientes para los dos minerales.*

VALDIVIA (2002), al estudiar los niveles séricos de calcio y fósforo inorgánico en 120 vacunos donde 60 fueron criollos y 60 Brown Swiss en la comunidad campesina San José de Collana-Paucarcolla- encontró un valor promedio general de calcio sérico en bovinos Criollo y Brown Swiss, de 10.65 mg/dl, con extremos entre 7.93 y 14.80 mg/dl. Los valores según razas fue 10.80 mg/dl en Brown Swiss y 10.51 mg/dl en el Criollo ($P>0.05$). Las hembras en general presentan 10.59 mg/dl en promedio y los machos 10.71 mg/dl ($P > 0.05$). En los vacunos jóvenes (toretos y vaquillas) es 11.04 mg/dl, seguido por adultos (toros y vacas) 10.53 mg/dl y crías (terneros y terneras) 10.40 mg/dl. ($P>0.05$).

RIBOTY (1959), al estudiar los niveles séricos de calcio y fósforo inorgánico en el suero sanguíneo de vacas en seca y en producción láctea en la campiña de Cajamarca que en las vacas en lactación obtuvieron un valor medio de calcio de 11.9 mg/dl en el suero sanguíneo, una desviación standard de ± 0.903 .

LOPEZ (2006), al realizar el estudio sobre la evaluación de la nutrición mineral en sabanas bien drenadas al sur del estado Monagas, Venezuela, encontró que las concentraciones séricas de calcio fueron de 7,65 mg/100ml en época de lluvia y de

7,25mg/100ml en época de sequía, valores muy cerca del límite establecido como mínimo (8-12 mg/100ml), con diferencias estadísticas altamente significativas entre épocas.

CUADRO 1.1: Concentraciones plasmáticas (mg/dl) de Calcio, Fósforo y Magnesio en vacas normales, fiebre vitularia y tetania pratense.

Situación	Calcio iónico	Calcio total	Fósforo inorgánico	Magnesio
Vaca normal	1,65	9,35	4,57	1,66
Fiebre vitularia	0,44	4,35	2,16	2,19
Tetania pratense	1,18	6,65	4,33	0,46

Fuente: García- Belenguer, 1992

1.2. FOSFORO

POND (2002), menciona que en el suero sanguíneo, el fósforo se halla en las formas inorgánica y orgánica, la última como constituyente de los lípidos. Del fósforo inorgánico, alrededor del 10% está ligado a proteínas séricas y del 50 al 60% está ionizado. El fósforo de los glóbulos rojos está presente como P inorgánico, P soluble en ácidos orgánicos, P de lípidos y P del ARN; las proporciones varían con la edad y la especie. La concentración total de P sérico en condiciones normales en la mayor parte de las especies es de 6 a 9 mg/dl.

Las funciones son: Como en el caso del calcio la función más obvia del fósforo es de un componente del esqueleto. Puesto que el fósforo y el calcio se hallan juntos en el esqueleto. El fósforo es un componente de los fosfolípidos, que son importantes en el transporte y el metabolismo de los lípidos y la estructura de las membranas celulares. Por tanto el fósforo se encuentra en todas las células. El fósforo interviene en el metabolismo energético como un componente del adenosinmonofosfato (AMP), el ADP y el ATP y de la fosfocreatina.El. El fósforo es un componente en forma de fosfato del RNA y el DNA, los constituyentes vitales de las células que se requieren para la síntesis de proteínas.

La absorción del fósforo es en el conducto gastrointestinal se lleva a cabo por transporte activo y difusión pasiva. La vitamina D tiene de modo evidente un efecto sobre la absorción del fósforo. Un exceso de P dietético con respecto al calcio disminuye la absorción de Ca.

RABOVEC (1991), menciona que el exceso de hierro, aluminio o magnesio interfiere en la absorción de fósforo mediante la formación de fosfatos insolubles.

UNDERWOOD (2003), menciona que en los rumiantes, son muy importantes las necesidades las necesidades del rumen y de la microflora del colon y del ciego, por ello en raciones pobres en fósforo la síntesis de proteína microbiana puede verse perjudicada.

RAMIREZ (2003), menciona que la deficiencia de este elemento puede considerarse como la más difundida e importante económicamente de todos los minerales no disponibles que afectan al ganado en pastoreo. Los suelos deficientes en P son comunes y los forrajes producidos en estos suelos son pobres en P. Además, muchas gramíneas que contienen más de 3.0g/Kg de P, durante las primeras etapas de crecimiento están

disponibles sólo por cortos periodos para rumiantes en pastoreo. La condición de aridez y el aumento en la madurez también repercuten en bajas concentraciones de P en el forraje. Los signos de deficiencia son: Huesos frágiles, debilidad general, emaciación, pérdida de peso, articulaciones rígidas, pobre utilización de los alimentos, apetito depravado, producción lechera disminuida, desórdenes reproductivos, como el anestro, y bajas tasas de concepción. Los excesos de fósforo pueden causar desórdenes como osteomalacia, osteoporosis, hipertiroidismo secundario, cálculos urinarios, reducción del calcio sérico, disminución del consumo del alimento.

POND (2002), menciona que el fósforo en cantidades altas tiene un efecto laxante, de modo que los excesos en la dieta resultan en diarrea y pérdida fecal alta de fósforo, así como de otros nutrimentos.

McCLURE (1998), menciona que los forrajes deficientes en fósforo suelen ser deficientes en carbohidratos fácilmente utilizables, proteína, otros minerales y caroteno.

KRAFT (1998), indica que el fósforo en el suero sanguíneo se valora como fósforo inorgánico. El contenido de fósforo de la sangre obtenida de vena yugular en un 20% es más bajo que la vena coccígea. Las muestras de sangre deben ser centrifugadas antes de 4 horas desde su obtención, porque se libera el P de los hematíes y aumenta la cifra sérica. El fósforo en el plasma sanguíneo de los herbívoros domésticos varía entre 4.0 – 8.00 mg/100 ml, en la edad juvenil es más alto y declina en adultos. La valoración del fósforo en la sangre tiene interés en el diagnóstico diferencial de este complejo patológico (“síndrome de la vaca echada”) carencias o excesos de fósforo pueden producir también en el ganado vacuno, trastornos de la fertilidad. En el raquitismo y la osteomalacia está disminuido el fósforo sérico.

VALDIVIA (2002), al estudiar los niveles séricos de calcio y fósforo inorgánico en 120 vacunos donde 60 fueron criollos y 60 Brown Swiss en la comunidad campesina San José de Collana-Paucarcolla, encontró que el valor promedio de fósforo inorgánico sérico en bovinos en general fue de 7.15 mg/dl, con extremos entre 4.28 mg/dl y 9.68 mg/dl. Según raza la concentración en Brown Swiss fue 7.23 mg/dl y en el Criollo 7.48 mg/dl. ; Según sexo las hembras en general presentaron 6.95 mg/dl en promedio y los machos 7.76 mg/dl ($P < 0.05$), y Según edad o clase animal, los vacunos crías (terneros y terneras) presentaron 7.65 mg/dl.; jóvenes (torettes y vaquillas) 7.48 mg/dl, seguido por adultos (toros y vacas) con 6.94 mg/dl.

RIBOTY (1959), al estudiar los niveles séricos de calcio y fósforo inorgánico en el suero sanguíneo de vacas en seca y en producción láctea en la campiña de Cajamarca que en las vacas en lactación obtuvieron un valor medio de fósforo inorgánico de 5.79 mg/dl en el suero sanguíneo, una desviación standard de $\pm 1,104$.

LOPEZ (2006), al realizar el estudio sobre la evaluación de la nutrición mineral en sabanas bien drenadas al sur del estado Monagas, Venezuela, encontró que las concentraciones de fósforo sérico fue de 3,32 mg/100ml época de lluvia y de 3,45 mg/100ml en época de sequía.

1.3 MAGNESIO

SWENSON (1999), menciona que aproximadamente el 70% del magnesio en el organismo animal está en el hueso. Además el músculo cardíaco, el músculo esquelético y el tejido nervioso dependen de un equilibrio correcto entre los iones de calcio y los de magnesio. El Mg es un componente activo de varios sistemas enzimáticos en los que el pirofosfato de tiamina es un cofactor. La fosforilación oxidativa se reduce mucho en

ausencia de magnesio. El Mg también es un activador esencial de las enzimas que transfieren fosfato como la miocinasa. También activa a la carboxilasa de ácido pirúvico, la oxidasa de ácido pirúvico y la enzima condensadora para las reacciones en el ciclo del ácido cítrico. La deficiencia de Mg se estudió intensamente primero en ratas, pero se ha producido en otras especies. La deficiencia aguda de magnesio ocasiona vasodilatación, y después de varios días de una alimentación deficiente en magnesio se presentan eritema e hiperemia. La hiperirritabilidad neuromuscular aumenta si la deficiencia continúa y puede seguirle arritmia cardíaca y temblores generalizados. Los síntomas de la deficiencia de Mg son similares a los de la tetania por falta de calcio. La concentración de Mg en el plasma sanguíneo es normalmente de 2 a 3 meq/l.

POND (2002), menciona que el Mg sanguíneo se distribuye así: alrededor del 75% en los glóbulos rojos (6 meq/l) y 25% en el suero (1.1 a 2.0 meq/l). La concentración en el suero varía entre las especies. Del magnesio del suero, alrededor del 35% se halla ligado a proteínas en los mamíferos y las aves, aun cuando el magnesio total es variable entre las especies. El examen de las funciones del Mg demuestra con claridad que su metabolismo es complejo y variado. La absorción en el conducto gastrointestinal ocurre en su mayor parte en el ileón. No se conoce ningún transportador para la absorción del Mg ni se ha demostrado que la D aumente su absorción. Las cantidades altas de Ca y P en la dieta agravan la deficiencia de Mg, probablemente a causa de una menor absorción de Mg, y acentúan la calcificación de los tejidos blandos relacionados con una cantidad inadecuada de Mg. Un problema común del ganado vacuno en pastoreo es el síndrome conocido como tetania de los pastos. Se presenta con mayor frecuencia en bovinos que pastorean en forrajes cerealeros o pastos nativos en periodos de crecimiento exuberante

(por lo general en los meses de primavera), pero en ocasiones también constituye un problema en el ganado alimentado con raciones comunes de invierno.

UNDERWOOD (2003), menciona que la hipomagnesemia aparece cuando la producción, sea de leche o carne, es elevada.

RAMIREZ (2003), menciona que en los rumiantes, el retículo- rumen es el sitio donde ocurre la mayor absorción de Mg. Muchos factores dietéticos influyen en la absorción de Mg, en los que se incluyen: K, Ca, P, Al, Fe, Na, proteína, grasa, ácidos orgánicos, tipos de carbohidratos, pH ruminal alto y frecuencia de alimentación.

MCDONALD (1992), menciona que el magnesio es necesario para el desarrollo normal del esqueleto como un constituyente del hueso, las mitocondrias del tejido cardíaco y probablemente la de otros tejidos lo necesita para efectuar la fosforilación oxidativa. El magnesio se requiere para la activación de las enzimas que rompen y transfieren fosfatasas y las muchas enzimas que participan en las reacciones en las que interviene el ATP. El magnesio es un cofactor de la descarboxilación y se requiere para activar ciertas peptidasas.

LOPEZ (2006), al realizar el estudio sobre la evaluación de la nutrición mineral en sabanas bien drenadas al sur del estado Monagas, Venezuela, encontró que las concentraciones de magnesio en suero sanguíneo fue de 1,56 época de lluvia y de 1,65 mg/100ml en época de seca. Estos valores se encuentran muy cerca del nivel crítico (1,8-3,1 mg/100ml), con diferencias significativas entre épocas.

CUADRO 1.2: Concentraciones de Mg sérico en los seres humanos y los animales.

Especie	Concentración de Mg(meq/l)
Vaca	1.6
Perro	1.6
Cabra	1.9
Caballo	1.5
Gallina	1.6
Humano	2.0
Ratón	1.1
Cerdo	1.3
Conejo	2.1
Rata	1.6
Oveja	1.7

Fuente: Pond, 2002

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LUGAR DE ESTUDIO.

El presente trabajo de investigación, fue realizada con muestras de sangre de vacas en producción de la raza Brown Swiss, procedentes de los distritos de Chiara, Socos, Vinchos, Chuschi y Morochucos, pertenecientes a las provincias de Huamanga y Cangallo respectivamente, departamento de Ayacucho a una altitud de 3200 – 3800 msnm.

Las muestras de sangre fueron tomadas en época de sequía entre los meses de Octubre - noviembre del 2009 y en la época de lluvia entre los meses de febrero, marzo y abril del 2010. Los análisis de laboratorio respectivos se realizaron en el Laboratorio de Patología Clínica de la Escuela de Formación Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

2.2 RECURSOS FORRAJEROS

Las comunidades campesinas pertenecientes a los distritos de Chiara, Socos, Vinchos, Chuschi y Morochucos, se caracterizan por presentar áreas de pasto nativo o natural y pasturas de los tipos gramíneas, leguminosas. Dentro de las especies de pasturas

predominantes se encuentran las gramíneas como reygrass italiano, reygrass inglés, y entre las leguminosas se tiene principalmente al trébol rojo, trébol blanco y alfalfa. Todas las familias cuentan con forrajes de cultivo temporal utilizado como complemento alimenticio, como la avena seca. Finalmente debe señalarse que algunas familias poseen pequeñas parcelas de alfalfa y *Dactylis glomerata*. Además en la época de estriaje algunas familias ya cuentan con el ensilado de avena para alimentar a sus animales.

2.3. MANEJO DE LOS ANIMALES.

2.3.1 Alimentación

Los vacunos son criados bajo un sistema de pastoreo semiextensivo, es decir por las mañanas y/o en las tardes reciben como complemento forrajes como la avena seca o conservada como heno, para luego salir a pastorear en las parcelas de pasto asociado y también los llevan a pastar en pasturas naturales o nativos, algunas familias acostumbran a darles a sus animales papa en trozos. Generalmente todas las familias poseen parcelas que no están todas juntas, sino separadas y en otros casos distantes hasta donde caminan los animales en busca de alimentos. También conviene mencionar que algunas familias campesinas conocen el uso de los suplementos alimenticios principalmente de minerales y vitaminas que son administradas parenteralmente, oralmente como los minerales en bloque y en polvo, para prevenir que el animal tenga un apetito pervertido (pica), bajen de peso y para que mantenga su producción láctea. En época de estriaje algunas familias alimentan a sus animales con ensilado de avena.

2.3.2 Sanidad

Referente al manejo sanitario, los productores realizan tratamiento antiparasitario a sus animales contra los parásitos internos, así como realizan el tratamiento contra los

ectoparásitos. La prevalencia de enfermedades infecciosas, al parecer es mínimo, porque existen los que prestan servicios profesionales en Medicina Veterinaria, los que realizan las inmunizaciones y tratamientos de enfermedad existentes.

2.4. MATERIAL EXPERIMENTAL

2.4.1 Animales

Se realizó el muestreo en forma sistemática a un total de 200 vacas en producción en época de sequía y 200 vacas en producción en época de lluvia, todos ellos aparentemente sanos; se tuvo en cuenta la producción de leche diaria de cada animal muestreado, el número de parto y el tiempo de producción, la distribución de los animales se puede apreciar en el cuadro 3.

CUADRO 2.1: Tamaño muestral y Distribución de vacunos Según Distritos

Distritos	Morochucos	chiara	vinchos	socos	chuschi	total
Animales producción	473	295	132	120	57	1077
%	43.9	27.39	12.25	11.14	5.29	100
Tamaño de muestra	88	55	24	22	11	200

2.4.2 Materiales:

a) De campo:

- Sogas
- Naricera
- Algodón

- Antiséptico (Alcohol)
- Agujas
- tubos vacutainer
- Agenda de campo
- Culer
- Geles refrigerantes.

b) De laboratorio

- Micropipetas de 1000 μ l. y 100 μ l.
- Viales de 2 ml
- Gradillas
- Guantes

c) Equipos

- Analizador bioquímico.
- Centrífuga
- Congeladora

d) Reactivos

- Set de reactivos Human, para la determinación cuantitativa de calcio sérico.
- Set de reactivos Human, para la determinación cuantitativa de Fósforo sérico.
- Set de reactivos Human, para la determinación cuantitativa de Mg. sérico.
- Agua destilada.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Obtención de las muestras

Las muestras de sangre fueron obtenidas por punción en la vena yugular, previa antisepsia de la piel con alcohol. La sangre fue colectada en tubos vacutainer en una

cantidad de 5 ml, sin anticoagulante. Luego los tubos fueron transportados al laboratorio en un Culer acondicionado con geles refrigerantes. Luego fueron centrifugadas a 3500 rpm durante 10 minutos; el suero obtenido fue depositado en viales previamente rotulados e identificados y luego se sometió a congelación y conservados a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta el momento de su utilización.

2.5.2 Metodología y análisis de laboratorio

a) Determinación cuantitativa de calcio en el suero:

El método empleado fue fotométrica colorimétrica; utilizando un “Set” de reactivos para la determinación cuantitativa de calcio sérico del laboratorio Human.

Principio:

Los iones de calcio reaccionan con o-cresolftaleina-complexona en un medio alcalino, para formar un complejo de color púrpura.

La absorbancia de este complejo es directamente proporcional a la concentración de calcio en la muestra.

Reactivos:

BUF: 100ml Solución Buffer

Buffer Lisina (pH 11,1) 0,2mol/l

Azida de sodio 0,095%

RGT: 100ml Reactivo de Color

8-hidroxiquinolona 14mmol/l

o- cresoltaleina-complexona 0,1mmol/l

Acido clorhídrico 40mmol/l

STD: 3ml Patrón

Calcio (II) 8mg/dl ó 2mmol/l

Azida de sodio 0,095%

Preparación de los reactivos:

Añadir RGT a un volumen igual de BUF según se requiera, mezclar y dejar reposar por 30 minutos a temperatura ambiente antes de su uso.

Estabilidad de los reactivos:

Los reactivos y el patrón son estables hasta la fecha de caducidad aún después de abiertos cuando se almacena de 2...25°C.

El reactivo de trabajo es estable por 7 días de 2... 8°C.

Procedimiento:

- Marcar tres viales: B (blanco), STD1 (standard), STD2 (standard) y enumerar los viales que van a contener la muestra (suero).
- Pipetear 10 ul. de la muestra (suero) y colocarlo en los viales.
- Pipetear 10 ul. del standard y colocarlo en el vial STD1 lo mismo para STD2.
- Pipetear 250 ul. del reactivo de trabajo y colocar en cada uno de los viales que contienen la muestra (suero).

- Pipetear 250 ul. del reactivo de trabajo y colocar en el vial para que sea el Blanco reactivo.
- Mezclar y dejar reposar por lo menos 10 minutos a temperatura ambiente.
- Llevar el analizador bioquímico a cero con el blanco reactivo.
- Leer STD1 en el analizador bioquímico como standard.
- Leer STD2 en el analizador bioquímico como muestra.
- Finalmente leer en el analizador bioquímico todos los viales que contienen las muestras (suero) y se registró las concentraciones de calcio sérico en mg/dl.

B. Determinación cuantitativa de fósforo inorgánico sérico:

El método empleado fue fotométrica colorimétrica; utilizando un “Set” de reactivos para la determinación cuantitativa de fósforo sérico del laboratorio Human.

Principio:

El fósforo reacciona con molibdato en un medio fuertemente ácido para la formación de un complejo. La absorbancia de este complejo leído en UV cercano es directamente proporcional a la concentración de fósforo.

Reactivos:

RGT: 2 x 100ml Reactivo

Amonioheptamolibdato 0,3mmol/l

Acido Sulfúrico (pH menor 1,0) 160mmol/l

Detergente 1%

Activadores y estabilizadores.

STD: 1 x5 ml Estándar

Fósforo 10mg/dl ó 3,2 mmol/l

Preparación de los reactivos:

Los reactivos y el estándar están listos para su uso.

Estabilidad de los reactivos:

Los reactivos y el patrón son estables hasta la fecha de caducidad aún después de abiertos cuando se almacena de 2...25°C. Evitar la contaminación.

Procedimiento:

- Marcar tres viales: B (blanco), STD1 (standard), STD2 (standard) y enumerar los viales que van a contener la muestra (suero).
- Pipetear 10 ul. de la muestra (suero) y colocarlo en los viales.
- Pipetear 10 ul. del standard y colocarlo en el vial STD1 lo mismo para STD2.
- Pipetear 500 ul. de RGT y colocar en cada uno de los viales que contienen la muestra (suero).
- Pipetear 500 ul. del RGT y colocar en el vial para que sea el Blanco reactivo.
- Mezclar y dejar reposar por lo menos 10 minutos a temperatura ambiente.
- Llevar el analizador bioquímico a cero con el blanco reactivo.
- Leer STD1 en el analizador bioquímico como standard.
- Leer STD2 en el analizador bioquímico como muestra.

- Finalmente leer en el analizador bioquímico todos los viales que contienen las muestras (suero) y se registró las concentraciones de fósforo sérico en mg/dl.

c) Determinación cuantitativa de magnesio sérico:

El método empleado fue fotométrica colorimétrica; utilizando un “Set” de reactivos para la determinación cuantitativa de magnesio sérico del laboratorio Human.

Principio:

Los iones de magnesio en medio alcalino forman un complejo azul coloreado con el azul de xilidil. El incremento de la absorbancia es directamente proporcional a la concentración de magnesio en la muestra. El ácido glicoleterdiamina tetraacético es usado como agente bloqueador para el calcio.

Reactivos:

RGT: 2 x 100ml Reactivo de color

CAPS 49 mmol/l

GEDTA 0,13 mmol/l

Azul de xilidil 0,09 mmol/l

Azida de sodio 0,095%

Activadores

STD: 1 x3 ml Estándar

Magnesio 2,5mg/dl ó 1,03 mmol/l

Azida de sodio 0,095%

Preparación de los reactivos:

RGT y STD están listos para su uso.

Estabilidad de los reactivos:

RGT y STD son estables hasta la fecha de caducidad aún después de abiertos cuando se almacena de 2...25°C.

Procedimiento:

- Marcar tres viales: B (blanco), STD1 (standard), STD2 (standard) y enumerar los viales que van a contener la muestra (suero).
- Pipetear 10 ul. de la muestra (suero) y colocarlo en los viales.
- Pipetear 1000 ul. del standard y colocarlo en el vial STD1 lo mismo para STD2.
- Pipetear 1000 ul. de RGT y colocar en cada uno de los viales que contienen la muestra (suero).
- Pipetear 1000 ul. del RGT y colocar en el vial para que sea el Blanco reactivo.
- Mezclar y dejar reposar por lo menos 10 minutos a temperatura ambiente.
- Llevar el analizador bioquímico a cero con el blanco reactivo.
- Leer STD1 en el analizador bioquímico como standard.
- Leer STD2 en el analizador bioquímico como muestra.
- Finalmente leer en el analizador bioquímico todos los viales que contienen las muestras (suero) y se registró las concentraciones de magnesio sérico en mg/dl.

2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

La información se analizó mediante la prueba t – student para muestras apareadas, teniendo en cuenta el tipo de variable estudiada y sus respectivos niveles. La prueba t-student tiene la siguiente expresión:

$$T = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\bar{S}^2_c}{n_1} + \frac{\bar{S}^2_c}{n_2}}}$$

$$\bar{S}^2_c = \frac{(n_1 - 1)S^2_1 + (n_2 - 1)S^2_2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Para observar la relación existente entre el nivel de producción láctea y los niveles de calcio, fósforo y magnesio sérico, se realizó una regresión lineal simple, siendo su expresión el siguiente:

$$Y = a + bX + e$$

Siendo:

Y= Nivel del mineral observado en suero sanguíneo (Ca, P, Mg)

a= intercepto del nivel de minerales con la producción de leche

b=coeficiente de regresión del nivel de producción de leche sobre los niveles de minerales

x=nivel de producción de leche

e= error aleatorio

$$b = \frac{SP(X, Y)}{SC(X)}$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas en producción según el número de parto

En el cuadro 3.1 y gráfico 3.1, se presenta los promedios de los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas en producción de la raza Brown swiss, teniendo en cuenta el número de partos.

CUADRO 3.1: Promedio y desviación estándar de los valores séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas en producción según número de parto

N° de partos	N° de observaciones	Ca mg/dl	P mg/dl	Mg mg/dl
		Prom. ± D.S.	Prom. ± D.S.	Prom. ± D.S.
Primer parto	142	8.96 a ± 2.23	4.63 a ± 1.52	2.25 a ± 0.40
Segundo parto	131	8.66 a ± 1.91	4.46 a ± 1.52	2.18 a ± 0.46
Tercer parto	138	8.97 a ± 1.79	4.34 a ± 1.55	2.21 a ± 0.44
Total	411	8.872 ± 1.992	4.478 ± 1.529	2.213 ± 0.433

Nota: Letras iguales en sentido vertical indican que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$)

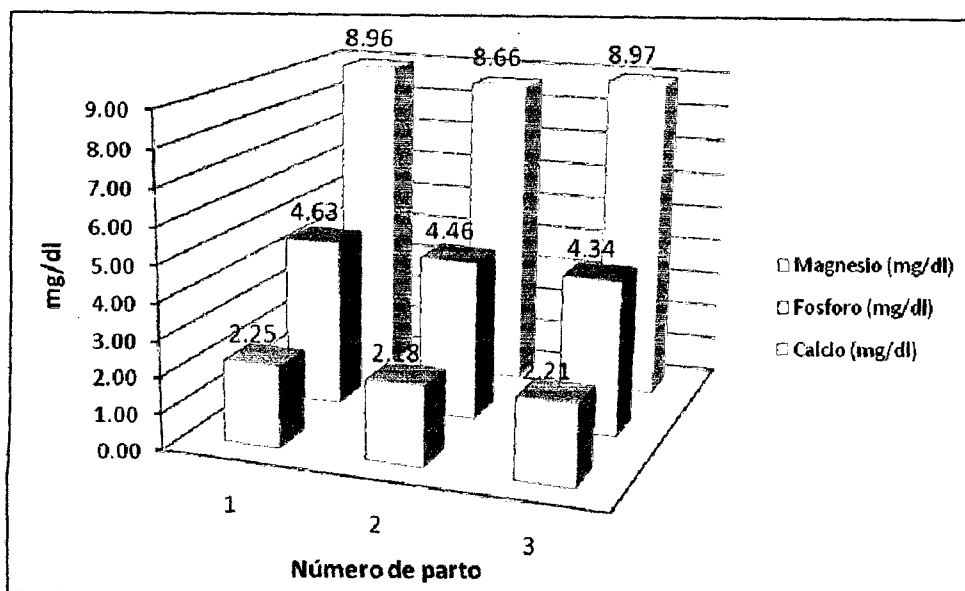


GRÁFICO 3.1: Promedios de los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio según número de parto de la vaca.

Según el cuadro 04 y el gráfico 1, se aprecia que los promedios de calcio sérico son de 8.96 mg/dl, 8.66 mg/dl y 8.97mg/dl para el primer, segundo y tercer parto respectivamente. Dichos promedios no muestran diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) según el número de parto de las vacas.

Similar resultado al que se obtuvo en el presente estudio logro registrar Martínez, et.al (2002), al evaluar los niveles séricos de calcio según el número de parto en vacas lecheras holstein; obteniendo promedios de calcio sérico de 9.25mg/dl, 8.94 mg/dl y 9.16 mg/dl para el primer, segundo y tercer parto respectivamente, sin encontrar diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$).

De igual manera Díaz (1952), al realizar un estudio de los niveles séricos de calcio de las vacas lecheras en la Hacienda Pando y Matazango obtuvo promedios de séricos de calcio de 9.52 mg/dl, 9.55mg/dl y 9.50 mg/dl para el primer, segundo y tercer parto respectivamente; sin encontrar diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$).

Los resultados obtenidos en el presente estudio son similares al de los autores antes mencionados, y ello se debe a que desde el punto de vista fisiológico, normalmente los animales suelen movilizar las reservas óseas de calcio para proveer las demandas de la lactación y de esa forma mantener los niveles séricos dentro de los límites normales.

También se puede apreciar que los promedios de calcio sérico obtenidos en el presente estudio son inferiores a los valores reportados en vacuno lechero por los autores antes mencionados; sin embargo se encuentran dentro de los valores normales de 8-12 mg/dl (Lopez,2006). Lo anterior podría tener fundamento en que la concentración total de calcio sérico en los mamíferos varía según la especie, edad, alimentación y método de análisis empleado (Charles, 1989).

En cuanto al nivel de fósforo sérico, se aprecia que los promedios son de 4.63 mg/dl, 4.46mg/dl y 4.34mg/dl para el primer, segundo y tercer parto respectivamente. Al igual que el caso anterior, se aprecia que no existen diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) entre las medias según el número de partos de la vaca. Sin embargo, se observa cierta tendencia a disminuir el nivel de fósforo conforme aumenta el número de parto de la vaca. Esto se debería a que las demandas de fósforo serían mayores en las tres primeras lactaciones, ya que las vacas tendrían que atender sus necesidades de crecimiento, su aporte a las crías y las que necesita la glándula mamaria para la síntesis de la caseína y fosfatos de la leche (Díaz, 1952).

De igual manera Díaz (1952), al realizar un estudio de los niveles séricos de fósforo de las vacas lecheras en la Hacienda Pando y Matazango obtuvo promedios de séricos de fósforo de 6.46 mg/dl,6.38mg/dl y 6,16 mg/dl para el primer, segundo y tercer parto respectivamente, donde se aprecia una disminución del fósforo sérico a medida que aumenta el parto.

Similar resultado obtuvo Martínez,et.al(2002), evaluando los niveles séricos de fósforo según el número de parto en vacas lecheras holstein; obteniendo promedios de fósforo sérico de 6.42mg/dl,6.40mg/dl y 6.37mg/dl para el primer, segundo y tercer parto respectivamente, sin encontrar diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$).

También se puede apreciar que los promedios de fósforo sérico obtenidos en el presente estudio son inferiores a los valores reportados en vacuno lechero por los autores antes mencionados; sin embargo se encuentran dentro de los valores normales de 4-8 mg/dl (Garamendia,1997) y 3-8mg/dl(Lopez,2006).

En relación al nivel de magnesio sérico, podemos observar que su valor promedio no difiere de manera significativa ($p<0.05$) según el número de parto de la vaca.

Similar resultado obtuvo Martínez,et.al(2002), evaluando los niveles séricos de magnesio según el número de parto en vacas lecheras; obteniendo promedios de magnesio sérico de 2.03 mg/dl, 1.94 mg/dl y 2.07 mg/dl para el primer, segundo y tercer parto respectivamente, sin encontrar diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$).

De igual manera Díaz (1952), al realizar un estudio de los niveles séricos de magnesio de las vacas lecheras en la Hacienda Pando y Matazango obtuvo promedios de séricos de calcio de 2.98 mg/dl, 3.02mg/dl y 2.88 mg/dl para el primer, segundo y tercer parto, respectivamente.

También se puede apreciar que los promedios de magnesio sérico obtenidos en el presente estudio son similares a los valores reportados en vacuno lechero por los autores antes mencionados. Asimismo los valores hallados se encuentran dentro de los parámetros normales 1.8-3.1mg/dl. (López, 2006).

3.2. Niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas de producción según periodo de lactación

En el cuadro 3.2 y gráfico 3.2, se presenta los promedios de los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas en producción de la raza Brown swiss, teniendo en cuenta el periodo de lactación.

CUADRO 3.2. Promedio y desviación estándar de los valores séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas en producción según periodo de lactación

Periodo de lactación (mes)	N° de observaciones	Ca mg/dl	P mg/dl	Mg mg/dl
		Prom. ± D.S.	Prom. ± D.S.	Prom. ± D.S.
0-1	120	8.61a ± 1.71	4.34a ± 1.47	2.29a ± 0.43
1-2	113	9.10b ± 2.09	4.53a ± 1.57	2.20ab ± 0.39
2-3	87	8.82ab ± 1.90	4.64a ± 1.53	2.21ab ± 0.44
3-4	83	9.05ab ± 2.23	4.45a ± 1.56	2.15b ± 0.47
Total	403	8.88 ± 1.97	4.48 ± 1.53	2.21 ± 0.43

Nota: Letras iguales en sentido vertical indican que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$) y letras diferentes en sentido vertical indica que existe diferencias significativas ($p < 0.05$).

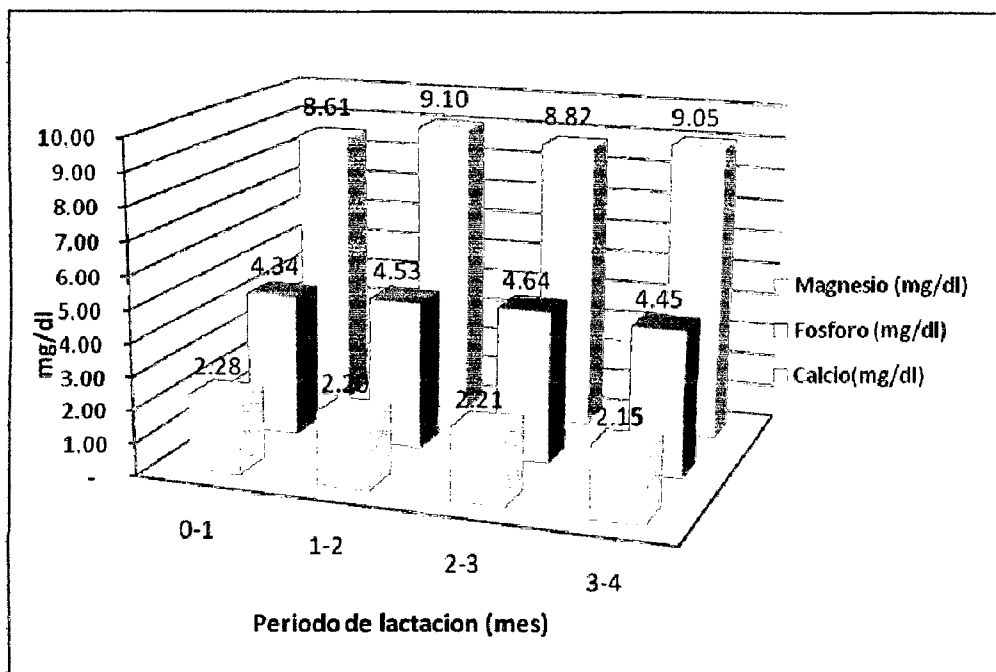


GRÁFICO 3.2: Promedios de los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio según período de lactación

Se observa que el promedio de Calcio sérico en vacas que se encuentran en un periodo de lactación de 1 a 2 meses muestran un valor superior y de manera significativa ($P < 0.05$), respecto a las vacas que se encuentran en un periodo de lactación de 0 a 1 mes; sin embargo, no muestra diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) con vacas que se encuentran en periodos de lactación de 2 a 3 y de 3 a 4 meses. No se han reportado trabajos similares en el país.

Sin embargo Cevallos (2004), al realizar un estudio de la concentración de calcio en vacas lecheras en Colombia obtuvo como resultado que la concentración sérica de calcio presenta diferencias según la semana productiva de la vaca. Indica también que esto está relacionado con la inestabilidad de los mecanismos encargados de la regulación metabólica, de la calcemia en los primeros días después del parto

Rakower (1969) señala, que en el parto los niveles de calcio sérico bajan en todas las vacas, produciéndose en ellas un balance de calcio negativo, pero en esto ocurre en mayor grado que en otras, variación que se debe a susceptibilidad individual.

En cuanto al nivel de fósforo sérico, se aprecia que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los valores promedios registrados en las vacas que se encuentran en diferentes periodos de lactación. Los valores hallados de fósforo inorgánico en los diferentes periodos de lactación se encuentran dentro de los valores normales que oscilan de 4-8 mg/dl (Espino, 1997).

En relación al nivel de magnesio sérico, se pudo encontrar una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) a favor de aquellas vacas que se encuentran en un periodo de lactación de 0 a 1, respecto a aquellas vacas que se encuentran en un periodo de lactación de 3 a 4 meses, no mostrando diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) con los valores promedios registrados en el grupo de vacas que se encuentran en otros periodos de lactación.

Cevallos (2004), al realizar un estudio de la concentración de calcio en vacas lecheras en Colombia señala que en el inicio de la lactancia se han reportado por otros autores una baja en la concentración de magnesio, pudiendo observarse desde el parto por un consumo inadecuado de este mineral, la hipomagnesemia se produce por la pérdida que impone la producción de leche, dicho resultado difiere con los resultados obtenidos en el presente estudio.

3.3 Niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas de producción según época del año

En el cuadro 3.3 y gráfico 3.3, se presenta los promedios de los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas en producción de la raza Brown swiss, teniendo en cuenta la época del año.

CUADRO 3.3: Promedio y desviación estándar de los valores séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas en producción según época del año

Época del año	N° de observaciones	Ca mg/dl	P mg/dl	Mg mg/dl
		Prom. ± D.S.	Prom. ± D.S.	Prom. ± D.S.
Sequía	203	8.27a ± 1.37	3.88a ± 1.4	1.99a ± 0.4
Lluvia	199	9.50b ± 2.31	5.10b ± 1.4	2.44b ± 0.33
Total	402	8.88 ± 1.99	4.48 ± 1.53	2.21 ± 0.43

Nota: Letras diferentes en sentido vertical indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$).

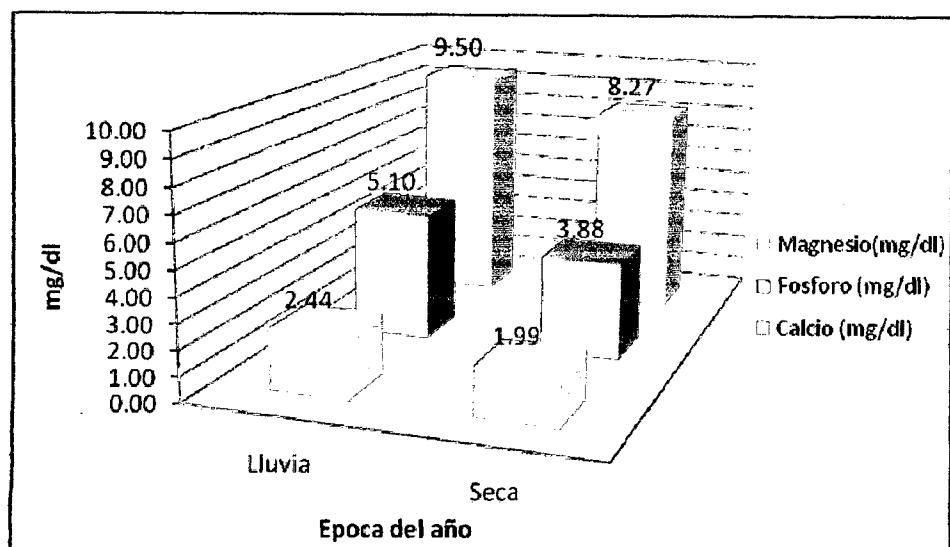


GRÁFICO 3.3: Promedios de los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio según época del año.

Se observa que el nivel promedio de calcio sérico es significativamente mayor ($p < 0.05$) en aquellas vacas que fueron explotadas bajo condiciones de época de lluvia, respecto a aquellas que fueron explotadas bajo condiciones de sequía. Similar resultado obtuvo López (2006), cuando realizó la evaluación de la nutrición mineral en sabanas bien drenadas al sur del estado de Monagas-Venezuela en vacas de doble propósito.

De igual manera Romero (2007), en el estudio que realizó determinando los metabolitos sanguíneos en vacas Charolais en pastoreo en el norte de México, señala que la concentración sérica de calcio varió por efecto de la época del año

Sin embargo los valores hallados de calcio sérico en época de lluvia y seca se encuentran dentro de los parámetros normales 8-12mg/dl.

En cuanto al nivel de fósforo sérico, se aprecia un mayor valor promedio en el grupo de vacas que fueron explotadas bajo condiciones de lluvia, respecto a las que fueron

explotadas bajo condiciones de sequia, siendo esta diferencia estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Similar resultado obtuvieron López (2006) y Romero (2007). (McDowell, 1997) , señala que la estación del año afecta el consumo mineral, el cual es frecuentemente es mayor durante el invierno o la estación seca, cuando los forrajes dejan de crecer, pierden su color verde, y se vuelven altos en fibra y lignina y bajos en digestibilidad y disponibilidad de minerales. A medida que las plantas maduran, su contenido mineral declina. El consumo del suplemento mineral se incrementa para contrarrestar la baja disponibilidad de minerales en el forraje, así como el bajo nivel de consumo de éste debido a su palatabilidad reducida.

Los valores encontrados de fósforo inorgánico en el presente estudio en época de sequía están por debajo de los parámetros normales para ganado bovino 4-8 mg/dl señalados por (Espino, 1997).

Espino (1997), señala que bovinos que pastorean áreas deficientes en fósforo y minerales pueden presentar síntomas tales como: disminución del fósforo plasmático inorgánico por debajo de los niveles normales (4-6 mg% en adultos y 6-7 mg% en animales jóvenes) y empobrecimiento del contenido mineral del hueso, reducción del apetito (primer síntoma clínico de la deficiencia), asociado con pica y posteriormente con disminución de la ganancia de peso, producción de leche y fertilidad.

En relación al nivel de magnesio sérico, se pudo encontrar una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) a favor de aquellas vacas que fueron explotadas bajo condiciones de lluvia, respecto a aquellas que fueron explotadas bajo condiciones de sequia.

Sin embargo ambos resultados se encuentran dentro de los parámetros normales de 1,8-3,1 mg/dl (López).

Similar resultado obtuvo López, M (2006), cuando realizó la evaluación de la nutrición mineral en sabanas bien drenadas al sur del estado de Monagas-Venezuela en vacas de doble propósito.

De igual manera Romero (2007), en el estudio que realizó determinando los metabolitos sanguíneos en vacas Charolais en pastoreo en el norte de México, señala que la concentración sérica de magnesio varía por efecto de la época del año

3.4. Niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas de producción según distritos

En el cuadro 3.4 y gráfico 3.4, se presenta los promedios de los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas en producción de la raza Brown swiss, teniendo en cuenta los distritos.

CUADRO 3.4: Promedio de los valores séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas en producción según distritos.

Variable	Vinchos	Chiara	Morochucos	Socos	Chuschi
Calcio	8.615a	9.008a	8.899a	8.930a	8.613a
Fósforo	4.537a	4.608ac	4.478ac	4.568ac	3.603b
Magnesio	2.138a	2.218a	2.215a	2.283a	2.197a

Nota. Letras iguales en sentido horizontal indican que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$). Letras diferentes en sentido horizontal indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$).

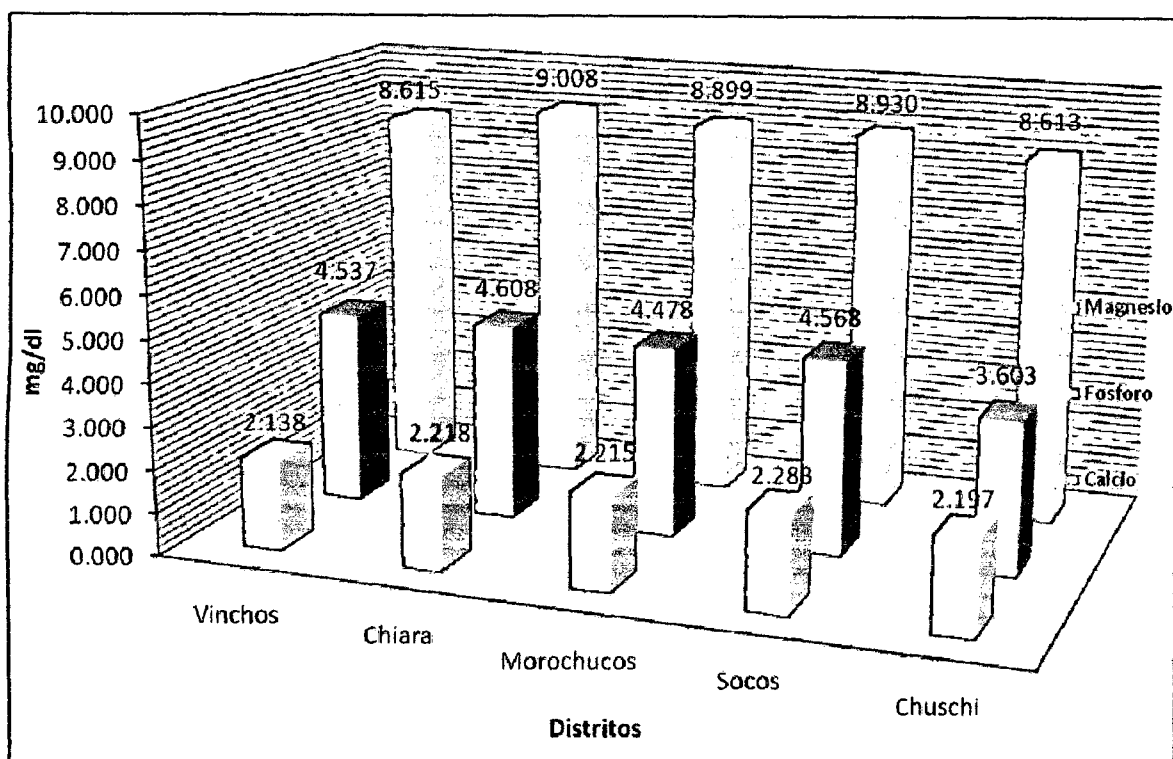


GRÁFICO 3.4: Promedios de los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas de producción según distrito.

Según el cuadro 3.4 y el gráfico 3.4, se aprecia que los promedios de calcio sérico son de 8.615mg/dl, 9.008 mg/dl, 8.899 mg/dl, 8.930mg/dl, 8.613 mg/dl para los distritos de Vinchos, Chiara, Morochucos, Socos y Chuschi respectivamente. Dichos promedios no muestran diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) según el distrito.

También se observa que los promedios de fósforo sérico en vacas explotadas en el distritos de Vinchos, Chiara, Morochucos, Socos, muestran valores superiores y de manera significativa ($P < 0.05$), respecto a las vacas que fueron explotadas en el distrito de Chuschi. Se debe señalar que el promedio de fósforo sérico en vacas criadas en el distrito de Chuschi está por debajo de los valores normales de 4-8 mg/dl (Garamendia 1997). Esta diferencia probablemente se debe al tipo de manejo que los ganaderos brindan a sus animales.

Respecto al magnesio sérico se obtuvo los promedios de 2.138 mg/dl, 2.218 mg/dl, 2.215mg/dl, 2.283 mg/dl, 2.197 mg/dl para los distritos de Vinchos, Chiara, Morochucos, Socos y Chuschi respectivamente. Dichos promedios no muestran diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) según el distrito.

3.5. Relación entre la producción láctea y los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio

En el cuadro 3.5 se presenta el grado de relación entre la producción láctea y los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio.

Cuadro 3.5: Relación entre la producción láctea y los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio

Variables intervinientes	Coefficiente de correlación (r_{xy})	Significancia	Coefficiente de regresión (b_{xy})	Significancia
Producción láctea (Lt.) vs. Nivel de Calcio (mg./dl)	0.096	0.056	0.107	0.056
Producción láctea (Lt.) vs. Nivel de Fosforo (mg./dl)	-0.024	0.622	-0.036	0.622
Producción láctea (Lt.) vs. Nivel de Magnesio (mg./dl)	0.047	0.034	0.246	0.342

3.5.1 Producción de leche y nivel de calcio sérico

En el cuadro 3.5 y gráfico 3.5, se observa que no existe relación de correlación significativa ($p < 0.05$) entre la producción de leche (kg) y el nivel de calcio sérico (mg/dl); sin embargo, podemos considerar con un nivel de 0.056 que si existe cierta relación de

dependencia significativa entre ambas variables, actuando la producción leche como dependiente. Este último aspecto, estaría indicando un incremento en la producción de leche de 0.107 por cada unidad adicional que se registraría en el nivel de calcio sérico.

Cabe mencionar que este resultado tendría que ser tomado como mucho cuidado para su interpretación, puesto que con R^2 de 0.009, estaría indicando un pobre nivel predictivo de la regresión estimada, lo cual quiere decir que existe otros factores explicativos o causas que estarían inmiscuido en este comportamiento sin ningún patrón definido entre la producción de leche con los niveles de Calcio sérico, por lo que no podríamos decir de manera contundente que un aumento en los niveles de calcio sérico acarrearía un incremento en la producción láctea.

En términos prácticos, no sería prudente manifestar que si una vaca registra cierto nivel de producción láctea, tendrá en términos predictivos determinado nivel de calcio sérico, puesto que existen otros factores de tipo fisiológico que harían sesgar tal posibilidad de afirmación.

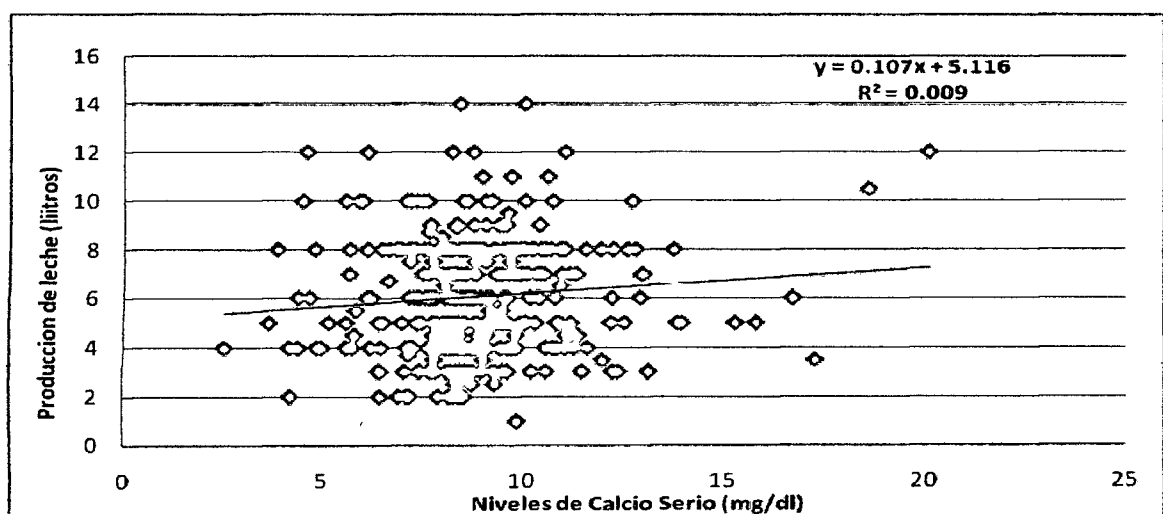


GRÁFICO 3.5: Regresión entre la producción de leche (litros) y los niveles de calcio (mg/dl)

3.5.2 Producción de leche y nivel de fósforo sérico

En el cuadro 3.6 y gráfico 3.6, se observa que no existe relación de correlación y de regresión lineal significativa ($p < 0.05$) entre la producción de leche (litro) y el nivel de fósforo sérico (mg/dl). Este último aspecto, estaría indicando que no habría forma de explicar un incremento o disminución en la producción de leche a causa de un incremento o decremento en los niveles de fósforo sérico.

Por tanto, un R^2 de 0.000, estaría indicando un nulo nivel predictivo de la regresión estimada entre ambas variables, lo cual quiere decir que existe una serie de factores no conocidos que estarían inmiscuidos en este comportamiento aleatorio sin ningún patrón definido entre la producción de leche con los niveles de fósforo sérico, por lo que no podríamos decir de manera contundente que un aumento en los niveles de fósforo sérico acarrearía un decremento en la producción láctea, pese a que el coeficiente de regresión entre ambas variables estudiadas es de -0.036

Al igual que en el caso anterior, en términos prácticos no sería productivo manifestar que si una vaca registra cierto nivel de producción láctea, tendrá en términos predictivos determinado nivel de fósforo sérico, puesto que existen otros factores de tipo fisiológico que harían sesgar tal posibilidad de predicción.

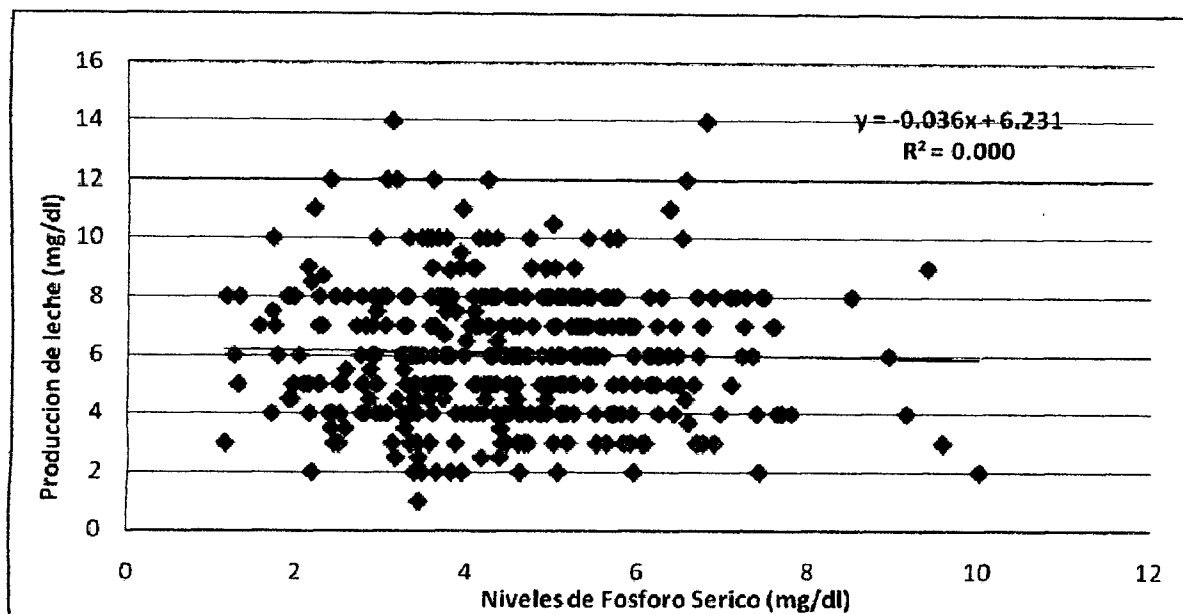


GRÁFICO 3.6: Regresión entre la producción de leche (kg) y los niveles de fosforo (mg/dl)

3.5.3 Producción de leche y nivel de magnesio sérico

En el cuadro 3.7 y grafico 3.7, se observa que no existe relación de correlación y de regresión lineal significativa ($p < 0.05$) entre la producción de leche (litros) y el nivel de magnesio sérico (mg/dl). Este último aspecto, estaría indicando que no habría forma de explicar un incremento o disminución en la producción de leche a causa de un incremento o decremento en los niveles de magnesio sérico.

Por consiguiente, un R^2 de 0.002, estaría indicando casi un nulo nivel predictivo de la regresión estimada entre ambas variables, lo cual quiere decir que existe una serie de factores no conocidos que estarían inmiscuidos en este comportamiento aleatorio sin ningún patrón definido entre la producción de leche con los niveles de magnesio sérico, por lo que no podríamos decir de manera contundente que un aumento en los niveles de fosforo sérico acarrearía un decremento en la producción láctea, pese a que el coeficiente de regresión entre ambas variables estudiadas es de 0.246

Al igual que en el caso anterior, en términos prácticos no sería productivo manifestar que si una vaca registra cierto nivel de producción láctea, tendrá en términos predictivos determinado nivel de magnesio sérico, puesto que existen otros factores de tipo fisiológico que harían sesgar tal posibilidad de predicción.

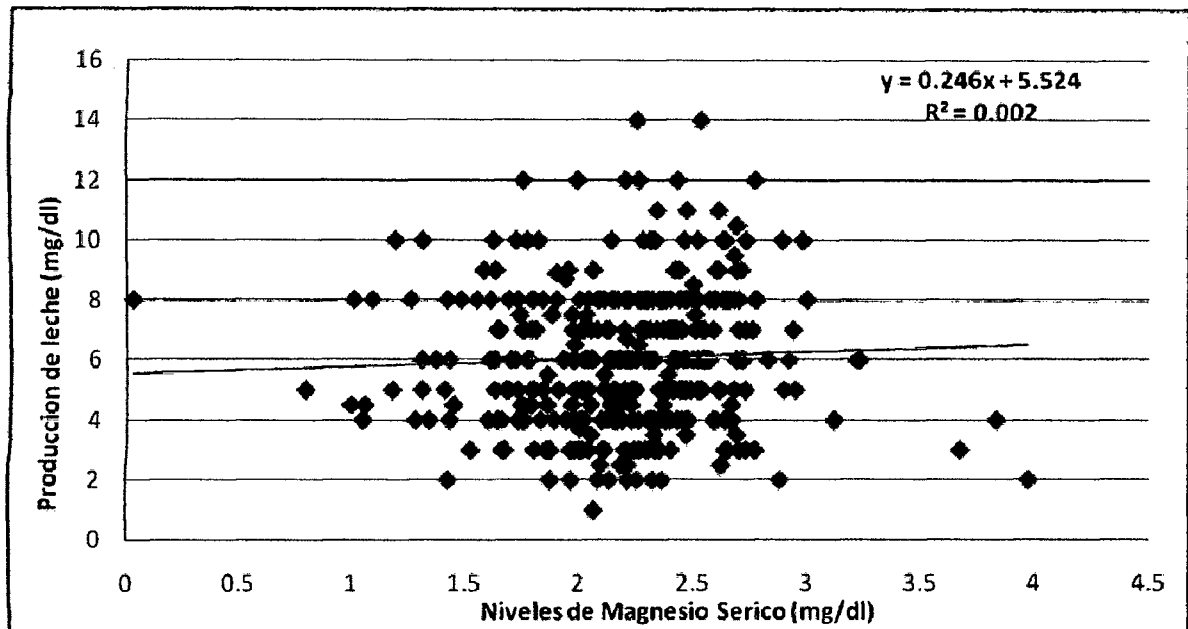


GRÁFICO 3.7: Regresión entre la producción de leche (litros) y los niveles de magnesio (mg/dl)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

- 4.1 Los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio son constantes en vacas de distintos partos.
- 4.2 Para el calcio según el periodo de lactación se determinó que las vacas que se encuentran en un periodo de lactación de 1 a 2 meses muestran un valor superior y de manera significativa ($P < 0.05$), respecto a las vacas que se encuentran en un periodo de lactación de 0 a 1 mes; sin embargo, no difieren los promedios para las vacas que se encuentran en periodos de lactación de 2 a 3 y de 3 a 4 meses.
- 4.3 En cuanto al nivel de fósforo sérico, se aprecia que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los valores promedios registrados en las vacas que se encuentran en diferentes periodos de lactación.
- 4.4 En relación al nivel de magnesio sérico, se pudo encontrar una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) a favor de aquellas vacas que se encuentran en un periodo de lactación de 0 a 1, respecto a aquellas vacas que se encuentran en un periodo de lactación de 3 a 4 meses, no mostrando diferencias significativas ($p < 0.05$) con los

valores promedios registrados en el grupo de vacas que se encuentran en otros periodos de lactación.

4.5 Las vacas en producción en la estación de lluvia son las que muestran mayor concentración de los niveles séricos de calcio, fósforo y Magnesio.

4.6 La concentraciones de fósforo sérico de las vacas explotas en los distritos de Vinchos, Chiara, Morochucos, Socos muestran un valor superior respecto a las vacas explotadas en el distrito de Chuschi.

4.7 No existe relación entre los niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio con la producción de leche.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los investigadores a continuar estudios similares en vacas en producción con sistemas de manejo en pastoreo en la región altoandina, para completar los datos.
2. Se recomienda realizar una investigación con el fin de analizar los niveles de concentración de minerales en forrajes de la zona, a fin de determinar los índices de deficiencia de dichos minerales, información que sería de suma utilidad y aplicación en proyectos tendientes a mejorar la alimentación mineral en ganado vacuno, optimizando la productividad del mismo, lo cual redundaría en el incremento del bienestar socio-económico de los habitantes de dicha zona.
3. Se recomienda que en la época de sequía los ganaderos suplementen con sales minerales a las vacas en producción ya que en esta época del año existen deficiencias por escasas de alimento, teniendo como consecuencia que los animales manifiesten apetito depravado o pica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. ALMEYDA MATÍAS, José (2000) “Manual de alimentación y Manejo de Ganado Lechero” Fac. Zootecnia -UNALM. Lima- Perú.
2. CHARLES C, Capen (1989) “Clinical Biochemistry of domestic Animals” Fourth Edition. Edited by Jiros. Kanebo. San diego-California.
3. CEVALLOS MARQUEZ, Alejandro (2004) “Determinación de la concentración de calcio, fósforo y magnesio en el periparto de vacas lecheras en Manizales, Colombia”
4. DIAZ BORNA, Ernesto (1952) “Contribución al estudio de Calcio, fosforo, magnesio en suero del Ganado vacuno” Lima-Perú
5. SWENSON REECE, Melvin “Fisiología de los animales domésticos” Quinta Edición Editorial Limusa, México.
6. GARCÍA BELENGUER, Silvia (1992) “Manual Práctico de Análisis Clínico en Veterinaria” Editorial Mira Editores.
7. ESPINO SOTO, Héctor (1997) “Uso de fuente nacional de fósforo en la suplementación de novillas Brahman” Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias

8. KRAFT, Hans (1998) “Métodos de laboratorio clínico en Medicina Veterinaria de Mamíferos domésticos”. Editorial Acribia S.A. España.
9. LOPEZ ALFARO, Manuel (2006) “Evaluación de la nutrición mineral en sabanas bien drenadas al sur del estado Monagas, Venezuela” INIA-Venezuela.
10. McDOWELL, L. CONRAD (1984) “Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones Tropicales en ciencias animales”-Universidad de Florida.
11. MCCLURE, T.J (1998) “Infertilidad Nutricional Metabólica de la Vaca”
Editorial Acribia, S.A.
12. MC DONALD, P. (1992) “Nutrición Animal” Editorial Acribia S.A, Sexta Edición,
Zaragoza-España.
13. MARTINEZ GONZALES, Adolfo (1970) “Valores de calcio, fosforo en suero de vacas Holstein según el número de lactación Lima-Perú
14. POND, W.G. (2002) “Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales”
Editorial Limusa, Segunda edición.
15. RAKOWER, Manuel (1969) “Enfermedades metabólicas de los animales domésticos”.
UNMSM - Lima –Perú.
16. RAMIREZ LOZANO, Roque (2003) “Nutrición de Rumiantes en Sistemas Extensivos” Primera Edición. Editorial Trillas, México.

17. ROMERO GUTIERREZ, Elvia (2007) “Estacionalidad en la concentración de metabolitos sanguíneos de vacas Charolais en pastoreo en el noreste de México”.
18. RABOVEC, Carlos (1991) “Necesidades Nutritivas del Ganado Vacuno Lechero” Segunda Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires-Argentina
19. RIBOTY SOTO, Raúl (1959) “El Calcio y Fósforo inorgánico en el suero sanguíneo de vacas en seca y en Producción Láctea de la Campiña De Cajamarca”, Lima-Perú.
20. SWENSON REECE, Melvin “Fisiología de los animales domésticos” Quinta Edición Editorial Limusa, México.
21. UNDERWOD, E.J (2003)“Los Minerales en la Nutrición del ganado” Tercera Edición Editorial Acribia, Zaragoza – España.
22. VALDIVIA LOZA, Rosario (2002) “Niveles Séricos de Calcio y Fósforo en Vacunos Criollos y Brown Swis En la Comunidad Campesina San José de Collana-Paucarcolla-Puno” Puno-Perú.

ANEXOS

Análisis SAS regresión

The CORR Procedure

4 Variables: cal fos mag leche

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
cal	402	8.87214	1.99215	3567	2.55000	20.13000
fos	402	4.47535	1.52816	1799	1.16000	10.00000
mag	402	2.21346	0.43281	889.81000	0.03000	3.97000
leche	402	6.06965	2.24443	2440	1.00000	14.00000

Pearson Correlation Coefficients, N = 402

Prob > |r| under H0: Rho=0

	cal	fos	mag	leche
cal	1.00000	-0.04680	0.31316	0.09539
		0.3493	<.0001	0.0560
fos	-0.04680	1.00000	0.13979	-0.02464
	0.3493		0.0050	0.6224
mag	0.31316	0.13979	1.00000	0.04746
	<.0001	0.0050		0.3425
leche	0.09539	-0.02464	0.04746	1.00000
	0.0560	0.6224	0.3425	

EXTRACCIÓN DE SANGRE A LA VACA



OBTENCION DE LA MUESTRA PARA SU POSTERIOR ANÁLISIS



VISTA PANORAMICA DE LOS ANIMALES EN ESTUDIO



ALIMENTACIÓN DE LAS VACAS CON AVENA SECA

