Universidad Nacional
Facultad Ciencias de la Salud
Escuela de Medicina Veterinaria

Pasantía en buiatría en la zona del Volcán Poás y Varablanca con énfasis en el metabolismo del calcio, fósforo y magnesio durante el período del periparto

Modalidad: Pasantía

Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado Académico de Licenciatura en Medicina Veterinaria

Manuel Eduardo Cervantes Aguilar

Campus Presbítero Benjamín Núñez

2013

APROBACIÓN DEL COMITÉ EXAMINADOR

Pasantía en buiatría en la zona del Volcán Poás y Varablanca con énfasis en el metabolismo del calcio, fósforo y magnesio durante el período del periparto

MSc. María Antonieta Corrales Araya

Decana Facultad Ciencias de la Salud _____

Dra. Laura Castro Ramírez

Directora Escuela de Medicina Veterinaria _____

Dr. Jaime Murillo Herrera

Tutor _____

Dra Laura Bouza Mora

Lectora _____

Dr. Frank Hueckmann Voss

Lector _____

Miércoles 30 de enero, 2013

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado primero que todo a Dios.

También quiero dedicárselo a mi Mamá y a mi Papá, ya que ellos siempre han estado dándome su apoyo incondicional

Manuel

AGRADECIMIENTOS

A mis papás Vera y Fernando, porque gracias a ellos cumplo hoy una de las etapas más importantes de mi vida

A Diego, por ser siempre mucho más que un hermano

A Angelita por apoyarme siempre

Al Dr Jaime Murillo por la oportunidad de realizar la pasantía, por todos los consejos y por su amistad

A Diana, por toda la amistad que hemos tenido y tendremos

A la Dra Laura Bouza, por toda su ayuda

Al Dr Frank, por todas sus enseñanzas

Al personal de la AgroVeterinaria San José y a la familia Murillo Herrera, por hacer de Poás un segundo hogar para mí

A todas las personas de las fincas visitadas, ¡¡MUCHAS GRACIAS!!

RESUMEN

El presente trabajo describe una pasantía realizada en buiatría en la zona del Volcán Poás y Varablanca, Costa Rica, que tuvo una duración de tres meses (febrero, marzo y abril del 2012). En esta pasantía se realizaron visitas programadas aproximadamente a 17 fincas lecheras, que están en el protocolo de visitas del tutor.

El trabajo se dividió en dos grandes áreas, una fue participar de las visitas a las diferentes fincas y luego clasificar las actividades realizadas de acuerdo al área de atención veterinaria pertinente. El grueso de la casuística lo conformó el área de salud de hato con 1479 casos.

La otra área de la pasantía consistió en evaluar el metabolismo del calcio, fósforo y magnesio en la sangre de los bovinos antes y después del parto. Para esto se muestrearon 50 animales en dos momentos: aproximadamente de 5 a 10 días antes del parto y de 5 a 10 días después. Los resultados de las muestras procesados se clasificaron de acuerdo con el número de partos del animal.

ABSTRACT

This project involved an internship in buiatrics in the area of the Poás Volcano and Varablanca, Costa Rica, during three months (February, March, and April 2012). Throughout this internship, programmed visits to seventeen dairy farms were carried out; which are included in the visits program of the supervisor.

This work is divided in two main areas. One was participating on the visits of the different farms and then classifying the activities depending on the pertinent veterinary attention. The bulk of casuistry was conformed of the herd health area with 1479 cases.

The other area of the internship consisted on the evaluation of the calcium, phosphorous and magnesium metabolism in the bovine blood before and after giving birth. For this, 50 animals were used for samples on two rounds: approximately 5 to 10 days before giving birth and 5 to 10 days after giving birth. The results of these samples were processed and classified depending on the amount of animal's births.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL COMITÉ EXAMINADOR ..... **i**

DEDICATORIA ..... **ii**

AGRADECIMIENTOS ..... **iii**

RESUMEN ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÍNDICE DE CONTENIDOS ..... **vi**

ÍNDICE DE CUADROS ..... **viii**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **ix**

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS ..... **x**

1. INTRODUCCIÓN **1**

1.1. Antecedentes **1**

1.1.1. Calcio *3*

1.1.2. Fósforo *4*

1.1.3. Magnesio *5*

1.1.4. Enfermedades del periparto *6*

1.2. Justificación **7**

1.3. Objetivos **10**

1.3.1. Objetivo general *10*

1.3.2. Objetivos Específicos *10*

2. METODOLOGÍA **11**

2.1. Área de trabajo **11**

2.2. Período de estudio **11**

2.3. Animales **11**

2.4. Muestras de sangre y análisis **13**

2.4.1. Calcio *13*

2.4.2. Fósforo *14*

2.4.3. Magnesio *14*

2.5. Análisis estadístico **14**

2.6. Bitácora **14**

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN **15**

3.1. Casuística **15**

3.2. Metabolismo de minerales **27**

3.2.1. Fósforo *28*

3.2.2. Calcio *30*

3.2.3. Magnesio *31*

3.2.4. Dietas preparto *32*

3.2.5. Enfermedades del periparto *33*

4. CONCLUSIONES **37**

5. RECOMENDACIONES **38**

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **39**

7. ANEXOS **43**

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de las fincas utilizada en el muestreo. 12

Cuadro 2. Distribución de la casuística según el área específica de atención veterinaria, durante la pasantía. 15

Cuadro 3. Distribución de la casuística en el área de Salud de Hato, durante la pasantía. ..16

Cuadro 4. Distribución de la casuística en el área de Clínica según el sistema afectado, durante la pasantía. 17

Cuadro 5. Distribución de las casuística de las enfermedades del sistema reproductor, durante la pasantía. 18

Cuadro 6. Distribución de la casuística de las enfermedades del sistema mamario, durante la pasantía. 20

Cuadro 7. Distribución de la casuística de las enfermedades metabólicas, durante la pasantía. 21

Cuadro 8. Distribución de la casuística de las enfermedades del sistema locomotor, durante la pasantía. 22

Cuadro 9. Distribución de la casuística de las enfermedades del sistema digestivo, durante la pasantía. 23

Cuadro 10. Perfil metabólico en vacas de 1 y 2 partos durante la pasantía. 27

Cuadro 11. Perfil metabólico en vacas de 3, 4 y 5 partos durante la pasantía. 28

Cuadro 12. Perfil metabólico en vacas de 6 o más partos durante la pasantía. 28

Cuadro 13. Datos completos del perfil metabólico en vacas de 1 y 2 partos durante la pasantía. 43

Cuadro 14. Datos completos del perfil metabólico en vacas de 3, 4, y 5 partos durante la pasantía. 44

Cuadro 15. Datos completos del perfil metabólico en vacas de 6 partos o más durante la pasantía. 45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vacas prontas (Poás, 2012) 12

Figura 2. Vaca con retención de placenta (Poás, 2012) 19

Figura 3. Vaca con mastitis (Poás, 2012) 21

Figura 4. Proceso de la línea blanca (Varablanca, 2012) 23

Figura 5. Heces sanguinolentas (Poás, 2012) 25

Figura 6. Ruptura de ciego (Poás, 2012) 26

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Ca: Calcio

dl: decilitro

g: gramo

K: Potasio

m.s.n.m.: metros sobre el nivel del mar

Mg: Magnesio

mg: miligramo

ml: mililitro

mmol: milimol

nm: nanómetro

N: Nitrógeno

Na: Sodio

P: Fósforo

Stb: somatrotopina bovina

Stbr: somatotropina bovina recombinada

VAMPP: Programa Automatizado para el Control de Producción y Manejo Veterinario

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Los pilares fundamentales de cualquier sistema de producción animal son la nutrición, la reproducción, la sanidad y la genética. Todos ellos se interrelacionan íntimamente y determinan la eficiencia productiva y la rentabilidad de esos sistemas (Meléndez, 2005). La nutrición es de estos factores, el más importante y generalmente se encuentra bajo el control directo del ganadero. Esta ejerce una influencia profunda sobre la producción del animal sano, es fácil de modificar y representa el costo variable independiente mayor (Chamberlain, 2002).

Bradford (2009) concluyó que en los últimos años el mejoramiento genético de la vaca lechera se ha orientado básicamente a producir elevadas cantidades de leche y día a día se realizan esfuerzos para que, mediante una dieta estricta, se exprese todo este potencial genético. También Radostits (2002) citado por Paniagua (2008) afirma que las vacas lecheras de alta producción, se encuentran generalmente en el límite de su capacidad para autorregular su medio interno, siendo de esta forma muy susceptibles a sufrir alteraciones de origen fisiológico.

Anteriormente la actividad de los veterinarios se limitaba principalmente a la atención de problemas individuales específicos; en la actualidad esta actividad lo que busca es la prevención de estos problemas específicos, mediante la implementación de diferentes estrategias que logren el manejo de la finca para llegar a una producción eficiente. El objetivo principal de un programa de manejo de salud de hato y de la producción, es optimizar la eficiencia y la sostenibilidad de la finca. El veterinario debe ser capaz de

realizar un buen diagnóstico clínico, en el que van incluidos tratamientos de problemas de salud e ineficiencia productiva, así como conocer técnicas en medicina preventiva (De Graaf et al., 1995).

Hay un grupo de enfermedades que son causadas a los animales al ser llevados a producir un producto final más rápido de lo que el cuerpo puede procesar la ingesta de alimento; éstas se conocen como enfermedades metabólicas, las cuales son el resultado inevitable del éxito de los avances logrados en la mejora genética, la nutrición y la productividad. La desventaja radica en que la capacidad de los animales para mantener el ritmo de estos avances ha superado el proceso de funcionamiento normal del cuerpo. Por ejemplo, para que el animal pueda mantener la homeostasis del calcio, debe remplazar las pérdidas del mineral, removiendo éste de los huesos e incrementando su absorción de la dieta (Sainsbury, 1998; Sánchez, 2012).

Para conservar el medio adecuado para las células, el organismo se sirve de sistemas autorreguladores que le permiten mantener la constancia del medio ambiente interno. Esencialmente todos los órganos y tejidos del organismo animal llevan a cabo funciones que ayudan a mantener la homeostasis. Por otro lado, la homeorresis es el conjunto de mecanismos que aseguran la prioridad de un determinado proceso o estado metabólico por sobre el resto de las funciones, donde el organismo se aparta temporalmente del estado de homeostasis, sin comprometer las condiciones vitales (Cronjé, 2000; García et al., 1998; Guyton, 2001).

Cuando una vaca lechera se encuentra en el período de transición, sufre cambios significativos en su fisiología y nutrición, ya que, al pasar de un estado de preñez a un

estado de lactancia, los requerimientos nutricionales de energía, glucosa, calcio y proteína metabolizable, se incrementan de manera sustancial. Uno de los principales desafíos que tiene la vaca durante el periparto es mantener normales sus niveles de calcio; ya que niveles inferiores a 8 mg/100 ml de plasma pueden reducir la función neuromuscular, el consumo de materia seca y la respuesta inmune (Sánchez, 2012).

El diagnóstico de las deficiencias minerales no siempre es sencillo, porque los síntomas pueden confundirse perfectamente con otros problemas metabólicos, nutricionales o sanitarios y no son totalmente específicos. La clave para el diagnóstico seguro y rápido de estos problemas mencionados, radica en mantener unos buenos registros (Hill, 2001).

Existen varios minerales necesarios en mayor o menor grado para mantener un buen estado sanitario y la función productiva de los rumiantes. Estos minerales se subdividen en dos clases: los macrominerales que son necesarios en cantidades relativamente elevadas (calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio, azufre y cloro) y los elementos traza, necesarios en cantidades mucho menores (hierro, cobre, molibdeno, zinc, cobalto, manganeso, selenio y iodo) (Hill, 2001).

1.1.1. Calcio

La prioridad de todos los mamíferos es mantener concentraciones de calcio (Ca) en plasma y fluidos extracelulares cerca de 2,5 mmol/ litro (Underwood, 2003). El Ca constituye alrededor del 2% del peso corporal y más del 45% del total de minerales del cuerpo (Ewing, 2007).

La eficacia de la absorción del Ca y el grado con que es utilizado, dependen de: la forma en la que éste es suministrado, el nivel y la forma de fósforo y el aporte de vitamina D. Un cociente Ca:P de 1:1 ó 2:1 es apropiado para las vacas lecheras (Hill, 2001). El Ca se encuentra bajo el control directo de tres hormonas: calcitonina, hormona paratiroidea (PTH) y vitamina D_3 (llamada también colecalciferol) (Chamberlain, 2002).

Las principales fuentes naturales de Ca aprovechables por el ganado son: los cultivos y forrajes que dependen de factores del suelo, especie de planta, la etapa de madurez, rendimiento, manejo de cultivos de clima, suelo y pH, los subproductos de cereales. Algunos otros que no pueden ser aprovechados por el ganado son: la leche, los vegetales de hojas verdes, las nueces, harina de pescado, etc. (Ewing, 2007).

1.1.2. Fósforo

El fósforo (P) se encuentra presente en una amplia gama de sustancias esenciales del organismo, tales como los ácidos nucleicos y los compuestos ricos en energía como ATP (adenosíntrifosfato) y fosfato de creatina (Chamberlain, 2002). El P constituye alrededor del 29% del total de minerales del cuerpo (Ewing, 2007).

La función del P en la vaca consiste en la formación de hidroxiapatita en la matriz ósea y ser incorporado a muchos compuestos químicos importantes del organismo, como parte de la membrana celular y de varios de los componentes celulares (Cunningham, 1997; Hill, 2001).

El P aparece en los alimentos como fosfatos inorgánicos simples y en moléculas orgánicas complejas llamadas fitatos, siendo estas últimas la forma predominante en la

mayoría de los alimentos para rumiantes (Chamberlain, 2002). En los forrajes generalmente los niveles de P son bajos, mientras que en los subproductos de granos y semillas los niveles son más altos. También es importante recordar que la concentración de P disminuye a medida que maduran los forrajes (Ewing, 2007).

1.1.3. Magnesio

El magnesio (Mg) es un activador importante de enzimas e interviene en el control de los impulsos nerviosos, asegurando que no se produzca una excesiva actividad de transmisión. También desempeña una función en el método para la transferencia de sodio y potasio a través de las membranas celulares (la bomba Na-K activada por Mg-ATPasa), controlando así el gradiente electroquímico global (Hill, 2001; Chamberlain, 2002). El magnesio resulta de vital importancia en el metabolismo de carbohidratos, lípidos, ácidos nucleicos y proteínas (Underwood, 2003).

Los suministros de magnesio a finales de la gestación e inicios de la lactancia son muy importantes para asegurar que la vaca no padecerá hipomagnesemia (Hill, 2001).

El Mg es abundante en la mayoría de los alimentos para animales. Algunas fuentes ricas de este mineral son: el salvado de trigo, harina de trigo y salvado de arroz. Los niveles varían según el tipo de forraje, el suelo y el clima; en las leguminosas estos niveles tienden a ser mayores que los pastos. Una alta fertilización con potasio (K) y / o nitrógeno (N) reduce el contenido de Mg los pastos. Además hay que recordar que existe una mayor concentración de Mg en los tallos que en las hojas (Ewing, 2007).

1.1.4. Enfermedades del periparto

Las enfermedades de la producción son provocadas por un desequilibrio entre el ingreso de elementos al organismo (ingestión), su biotransformación (metabolismo) y los egresos (orina, leche, etc.) (Oblitas, 2008). La mayor incidencia de estas enfermedades coincide generalmente con el período próximo al parto y se extiende hacia el pico de la lactancia (Maiztegui, 2009).

Es más probable que el efecto del agente causal de estas enfermedades sea menos obvio, que se reduzca la productividad del ganado ya sea por una desaceleración del crecimiento y/o la reducción de la eficiencia de conversión de alimentos. De ahí la importancia de los buenos registros, ya que sin ellos el productor puede no ser consciente de lo que está sucediendo (Sainsbury, 1998).

Los ajustes metabólicos asociados que sufren los bovinos durante la transición, desde la preñez hasta la lactancia, tienen lugar en todas las vacas –incluidas las que están bien alimentadas. Las vacas lecheras y las vacas de carne en un menor grado, experimentan un período de balance energético negativo previo al parto y durante 4 a 6 semanas después del mismo. Una variedad de factores metabólicos, hormonales y del medio ambiente influyen en la respuesta individual de la vaca a este balance energético negativo y las consecuencias sobre salud, producción y reproducción. Dentro de estas enfermedades metabólicas están (Youngquist, 2007):

- Cetosis.
- Hígado graso.
- Hipocalcemia.

- Hipofosfatemia.
- Hipomagnesemia.
- Hipokalemia.
- Desplazamiento de abomaso.

1.2. Justificación

Se decide realizar la pasantía en buiatría en el área del volcán Poás y Varablanca, por el gran número de fincas dedicadas a la producción lechera en la zona, además la mayoría de éstas cuentan con un sistema de registros muy eficiente y también utilizan programas de salud de hato en ellas. Algunas de estas fincas cuentan con visitas programadas del Dr. Jaime Murillo H., profesional con el cual se realizará la pasantía y quien posee mucha experiencia en la implementación de programas de salud de hato.

En el 2010 Padilla realizó un estudio sobre los perfiles metabólicos en bovinos especializados en producción de leche de altura y concluyó que sería importante efectuar estudios similares, porque en Costa Rica este tema ha sido poco estudiado. Se han realizado varios trabajos principalmente en la década de 1980 a 1990. Estos no son apropiados para ser utilizados como valores de referencia según la etapa productiva del animal, por el simple hecho de ser tomados de vacas en producción, sin especificar los días de lactancia y sin tomar en cuenta las vacas en transición (Meneses et al., 1990), ni las fincas muestreadas eran homogéneas (Villalobos, 1981).

Los animales productores de alimentos hacen importantes contribuciones a la agricultura y al bienestar humano. Una de las funciones más importantes de los animales

domésticos de granja es la conversión de los forrajes, así como subproductos y residuos de cosechas no comestibles para los humanos, en carne, leche y huevos de alta calidad para su consumo en el país (Radostits, 2001). Por tanto, los médicos veterinarios debemos de velar por que estas conversiones se den de la manera más eficiente posible.

La nutrición mineral es una pequeña parte de la nutrición completa de un animal. A menudo puede ser ignorada y, sin embargo, es fundamental para el alto rendimiento y el bienestar de cada animal, después de que las necesidades de energía y proteínas se hayan alcanzado. Por tanto, es dinámica y requiere de una evaluación coherente, regular y minuciosa en todos los sistemas de producción animal (Ewing, 2007).

Los avances en el control de muchas infecciones en animales han dado lugar a la eliminación efectiva de considerables causas tradicionales de enfermedad, esto se ha logrado mediante la combinación del uso adecuado de vacunas, buenos medicamentos veterinarios, la mejora continua en medidas de higiene, etc. Estos avances han hecho posible mantener a los animales en grupos mucho más grandes, pero no necesariamente se ha logrado una desaparición de las enfermedades (Sainsbury, 1998).

Los análisis de sangre, como en el resto de las especies domésticas, son un importante apoyo que permite, no sólo fortalecer el diagnóstico clínico provisional, sino también descubrir procesos subclínicos o asintomáticos que no se habían observado y que pueden ser la causa de reducciones en la producción o del incremento de los índices de transformación (medida para cuantificar qué tan eficiente es un animal en transformar la masa alimenticia que consumen, en aumento de peso) en animales aparentemente normales (Cebrían et al., 2005).

Las deficiencias de minerales y de elementos traza son la causa de algunos de los principales trastornos metabólicos que afectan a la productividad del ganado vacuno (Chamberlain, 2002). La nutrición de la vaca gestante es, por consiguiente, un aspecto importante y el desarrollo de planes de manejo de la nutrición evitará errores que puedan influir sobre el bienestar de la vaca y ser costosos en términos financieros (Hill, 2001).

La necesidad de evaluar el equilibrio mineral de los animales se ha vuelto más importante por varias razones: mayores niveles de producción de ganado de alto valor genético, cambios en los piensos, la fertilización de cultivos y alteración del equilibrio del suelo, las complejas interacciones de los elementos minerales, la necesidad de reducir el daño ambiental del uso excesivo de productos químicos y además de los nuevos suplementos que afectan a los métodos de absorción y disponibilidad (Ewing, 2007).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Desarrollar habilidades y destrezas para el abordaje de un programa de salud de hato en fincas de producción lechera; mediante las visitas programadas a las diferentes fincas de la zona.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Mejorar destrezas al abordar un caso clínico específico, mediante el examen objetivo general en los casos de animales enfermos que requieran atención específica.
- Describir y clasificar la casuística que se presente durante la realización de la pasantía, por medio de una bitácora que se actualizará diariamente.
- Correlacionar los valores séricos del calcio, fósforo y magnesio en los períodos previos y posteriores al parto. Se harán tablas comparativas de los resultados obtenidos en el período de estudio y se compararán con los obtenidos en estudios anteriores.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de trabajo

La pasantía se llevó a cabo en los cantones de Poás, Grecia, San Carlos y Varablanca. Se visitaron aproximadamente 17 explotaciones de producción lechera. La frecuencia de las visitas variaba dependiendo de las necesidades y posibilidades de cada finca, ya fuera una, dos, tres o cuatro veces al mes; y se realizaban de acuerdo al programa ya establecido del Dr. Jaime Murillo H.

Se seleccionaron cinco fincas (cada finca, contaba con un sistema de salud de hato bien definido, además contaba con el Programa Automatizado para el Control de Producción y Manejo Veterinario –VAMPP, por sus siglas en inglés-).

2.2. Período de estudio

La pasantía tuvo una duración de tres meses, inició el 2 de febrero y finalizó el 4 de mayo del 2012.

Toda la casuística de la pasantía y los datos obtenidos de los muestreos se registraron en una bitácora. Con esta posteriormente se hizo una clasificación de la información para poder analizarla.

2.3. Animales

El muestreo se realizó en cinco fincas definidas previamente (Cuadro 1): la Carmela, la Isabelita, Edimu, el Corso y la Rosalía; se coordinó previamente con los encargados de dichas fincas los horarios y los días de los muestreos.

Cuadro 1. Descripción de las fincas utilizada en el muestreo.

Finca	Ubicación	Animales en ordeño	Raza	Altitud (m.s.n.m)	Manejo
La Carmela	Poás	110	Holstein	2400	Pastoreo
El Corso	Poás	250	Jersey	2000	Semiestabulado
Edimu	Varablanca	140	Jersey	2400	Pastoreo
La Isabelita	Poás	70	Holstein	2400	Semiestabulado
La Rosalía	Poás	120	Jersey y Holstein	1800	Pastoreo
Total animales		**690**			

En cada finca se eligieron diez animales saludables (vacas prontas) de las razas Jersey y Holstein, que se encontraban en un período aproximado de cinco a diez días antes de la posible fecha de parto, para realizar el primer muestreo. Y luego, cinco a diez días después de la fecha real de parto se realizó el segundo muestreo de los mismos animales. Se recolectaron un total de 100 muestras, con el fin de comparar el metabolismo de los minerales en el período del periparto. La existencia de los potreros para las vacas prontas, además de las cuadras de transición (Figura 1) facilitaban la labor a la hora de la toma de las muestras.

Figura 1. Vacas Prontas (Poás, 2012)

Cuadra de transición para vacas prontas, en donde se tomaban las muestras preparto

2.4. Muestras de sangre y análisis

De cada animal se tomaron dos muestras de 9 ml de sangre sin anticoagulante para realizar las determinaciones de química sérica, una en el periparto y otra en el posparto. El lugar de elección para la extracción de sangre fue el paquete arteria-vena coccígea. Antes de proceder a la extracción sanguínea, se desinfectó la zona de punción, se pinchó con la aguja acoplada a un sistema vacutainer y se aspiró suavemente para tratar de evitar la hemólisis. Recogida la cantidad de sangre suficiente, se extrajo la aguja y se hizo presión sobre el punto, con el algodón utilizado en la desinfección, para evitar la formación de hematomas (Cebrían et al., 2005).

Se disponía de un día a la semana para el procesamiento de las muestras; si las muestras se tomaban en un día diferente a éste, se centrifugaban a 4000 revoluciones por minuto, durante 5 minutos, se separaban los sueros y se refrigeraban a 4°C, para su posterior traslado en una hielera a la misma temperatura.

Ya en el Laboratorio de Análisis Clínicos de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional se procesaron las muestras tomadas, en el analizador clínico semiautomático de última generación Metrolab 1600® de Wiener-Lab y el Selectra Jr® de inmumo lab.

2.4.1. Calcio

El calcio reacciona con arsenazo III dando un complejo de color azul que se mide fotocolorimétricamente a 650 nm (Wiener Laboratorios, 2000).

2.4.2. Fósforo

El fósforo inorgánico (Pi) reacciona en medio ácido con el molibdato para dar un complejo fosfomolíbdico que se mide espectrofotométricamente a 340 nm (Wiener Laboratorios, 2000).

2.4.3. Magnesio

El Mg en medio alcalino, reacciona con el xylidyl blue formando un complejo de color púrpura cuya intensidad es proporcional a la concentración de Mg presente en la muestra. La incorporación del complejante EGTA al reactivo elimina la interferencia con los iones calcio (Wiener Laboratorios, 2000).

2.5. Análisis estadístico

El estudio realizado es del tipo descriptivo, ya que por la cantidad total de muestras el mismo no es estadísticamente significativo. Para el cálculo de promedios, valores máximos y mínimos, se utilizó el programa Excel de Windows.

2.6. Bitácora

Para poder cumplir con parte de los objetivos específicos del presente trabajo, se llevó un bitácora que se actualizaba diariamente, en donde se anotaban los datos de los animales muestreados (fecha del muestreo, fecha de parto esperada, fecha real de parto). También se registraba la información de la casuística, para luego clasificarla a lo largo de la pasantía.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La pasantía realizada por el autor como proyecto de graduación, se dividió en dos grandes partes. Una consistió en las visitas programadas junto con el Dr. Jaime Murillo H. a las diferentes fincas de la zona y la posterior clasificación de la casuística.

La otra parte consistió en el estudio del metabolismo del calcio, fósforo y magnesio en sangre durante los períodos del preparto y del postparto. Para luego compararlos con un estudio hecho previamente.

3.1. Casuística

El cuadro 2 muestra la distribución de la totalidad de los casos que requirieron atención veterinaria a lo largo de la pasantía.

Cuadro 2: Distribución de la casuística según el área específica de atención veterinaria, durante la pasantía.

Actividad	Número de Casos	Porcentaje
Salud de hato	1479	73,21
Exámenes de laboratorio	279	13,81
Clínica	250	12,37
Procedimientos quirúrgicos	10	0,09
Necropsias	2	0,09
Total	**2020**	**100,00**

Se pudo observar que el área de atención veterinaria que requirió más atención fue la salud de hato con casi un 75%, que concuerda con estudios anteriores. Esto simplemente sirve para reforzar el papel actual que posee el médico veterinario, el cual consiste en prevenir las enfermedades del hato. Además, llevando a un nivel realmente bajo los casos clínicos (12,37%) y los procedimientos quirúrgicos (0,09%) para así poder alcanzar la mayor eficiencia del sistema productivo.

Los procedimientos quirúrgicos consistieron básicamente en orquiectomías (9) y solamente una herniorrafia umbilical.

En el cuadro 3 se muestra la diferente casuística que se tuvo el área de la salud de hato.

Cuadro 3: Distribución de la casuística en el área de Salud de Hato, durante la pasantía.

Actividad	Número de Casos	Porcentaje
Exámenes ginecológicos	531	35,90
Pruebas de California para mastitis	403	27,25
Evaluación de condición corporal	267	18,05
Desparasitaciones	138	9,33
Descornes	75	5,07
Vacunaciones contra brucelosis	35	2,37
Actualización/análisis VAMPP	19	1,28
Orquiectomía	8	0,54
Amputación pezones supranumerarios	1	0,07
Atención de partos	1	0,07
Arete en tabique nasal	1	0,07
Exámenes ginecológicos	**1479**	**100,00**

Los servicios por los cuales fue requerido más el médico veterinario, fueron los exámenes ginecológicos, ya que representan un poco más de la tercera parte (35,90%) del total de la casuística en el área de salud de hato. Esto debido a que en una finca lechera, el aspecto de la reproducción es de los más importantes; por lo tanto, el diagnóstico de la preñez y la ausencia de esta para resincronizar, son fundamentales para mantener un rendimiento reproductivo constante y óptimo. Con esta información el finquero perderá el menor tiempo posible con la vaca vacía y el intervalo entre partos se acercará a la meta establecida o se mantendrá en esta (Peters, 2008).

El aspecto que está en segundo lugar con un 27,25% es el de la prueba de California para mastitis (CMT, por sus siglas en inglés), esto se muestra el papel tan importante que

tiene dentro de las fincas lecheras el protocolo de salud de ubre y calidad de leche (Rojas, 2006).

Otro punto significativo de un programa de salud de hato es la prevención de enfermedades, esto se ve representado con un 11,7% que incluye las desparasitaciones en vacas y terneras, además de las vacunas contra brucelosis en terneras (enfermedad también significativa en el campo de la Salud Pública).

Dentro de un programa de salud de hato, también se encuentran procedimientos que son de cirugía menor como por ejemplo: corte de pezones supranumerarios, orquiectomía, colocación de un anillo para toro en el tabique nasal.

En el cuadro 4, se muestra la distribución de los casos en área de clínica, según el sistema involucrado.

Cuadro 4: Distribución de la casuística en el área de Clínica según el sistema afectado, durante la pasantía.

Sistema	Número de casos	Porcentaje
Reproductor	77	30,80
Mamario	76	30,40
Digestivo	47	18,80
Enfermedades metabólicas	34	13,60
Respiratorio	10	4,00
Locomotor	6	2,40
Total	**220**	**100,00**

En el área de clínica, el sistema que aportó un 30,8% a la casuística fue el sistema reproductor, lo cual muestra concordancia con otras prácticas realizadas en la misma zona (Murillo, 2005; Paniagua, 2008; Padilla, 2010). Esto refleja la importancia que tiene dicho sistema en la visitas programadas del médico veterinario, ya que la evaluación del sistema reproductor es casi que imprescindible en cada visita.

Otro sistema que también contribuyó con un gran número de casos (76), fue el mamario, lo cual se relaciona con el desafío al que es sometido este sistema en las explotaciones lecheras. La clínica relacionada con el sistema digestivo también tuvo un aporte significativo con 47 casos, lo cual representa un 21,36% del total.

Cabe destacar la poca incidencia de casos que incluyeran al sistema locomotor (6) a lo largo de la pasantía, con lo que se refuerza el éxito de la implementación de los protocolos de salud de hato.

En el cuadro 5 se detallan las enfermedades referentes al sistema reproductor.

Cuadro 5: Distribución de las casuística de las enfermedades del sistema reproductor, durante la pasantía.

Patología	Número de Casos	%
Endometritis	43	55,84
Quistes ováricos	11	14,29
Anestro	9	11,69
Retención de placenta	8	10,39
Piómetra	3	3,90
Masas periuterinas y pericervicales	2	2,60
Abortos	1	1,30
Total	**77**	**100,00**

La patología que presentó más incidencia fue la endometritis con más de la mitad de los casos referentes al sistema reproductor (43), los casos de metritis se incluyen dentro de este rubro, ya que ninguno tuvo compromiso sistémico antes de los 15 días postparto. Esta enfermedad es consecuencia de un retraso para que el útero recupere el tamaño propio del animal no gestante y probablemente la padecen aproximadamente el 10% de todas las vacas que paren. Esta condición puede darse como consecuencia del parto, la monta natural, la inseminación artificial, o también por la infusión de soluciones irritantes en la cavidad endometrial. El animal afectado raramente presenta una enfermedad sistémica. El problema

tiene un efecto perjudicial sobre la fertilidad al aumentar el intervalo entre el parto la concepción (Hill, 2001; Youngquist, 2009).

La cantidad de animales encontrados en anestro verdadero tuvo un valor considerable de 11,69% y en todas ellas la causa se debía más que todo a un problema nutricional. Otra patología que también tuvo relevancia en la pasantía fue la retención de placenta (Figura 2), con la cual se pudo comprobar la eficacia de los diferentes productos comerciales, ya que no en todas las fincas manejan la misma marca comercial.

Figura 2. Vaca con retención de placenta (Poás, 2012)
Remoción manual de placenta

En el cuadro 7 se puede ver la cantidad de animales que presentaron mastitis durante la pasantía.

Cuadro 6: Distribución de la casuística de las enfermedades del sistema mamario, durante la pasantía.

Patología	Número de Casos	%
Mastitis subclínica	47	61,84
Mastitis clínica	29	38,16
Total	**76**	**100**

Para la detección de todos los casos de mastitis subclínica fue necesario la CMT. En cambio los casos de mastitis clínica se veían a simple vista por la inflamación de la glándula (Figura 3), o por la poca producción de leche del cuarto o cuartos afectados. Al ver el alto número de animales con la presentación subclínica (47), se refuerza la importancia de realizar los diagnósticos con cierta frecuencia a todo el hato para el control de esta enfermedad económica presente en las lecherías, ya que con un menor número de casos de mastitis subclínica por un lado la producción aumenta y por el otro, disminuyen el conteo de células somáticas y el costo de los tratamientos (Rojas, 2006).

Otro caso en donde también se pudo reconocer la eficacia de un producto sobre otro, y también la implementación de diferentes marcas comerciales del mismo principio activo con eficacia semejante, fue en los casos de mastitis clínica. Debido a lo complicado de algunos cuadros, se manejó la opción de utilizar cánulas intramamarias, teniendo en cuenta que el pronóstico era malo.

Figura 3. Vaca con mastitis (Poás, 2012)
Evaluación de la ubre, como parte del examen objetivo general

En el cuadro 8, se puede ver la distribución que se tuvo de las enfermedades metabólicas.

Cuadro 7: Distribución de la casuística de las enfermedades metabólicas, durante la pasantía.

Patología	Número de Casos	%
Cetosis subclínicas	14	50
Hipocalcemia	19	25
Aciduria paradójica	1	25
Total	**4**	**100**

Se puede ver un bajo número de casos de enfermedades metabólicas en el período de la pasantía, lo cual va de la mano con los excelentes programas de salud de hato que se manejan en la mayoría de las fincas. Pero no hay que olvidar, que estas enfermedades la mayoría del tiempo se muestran en su presentación subclínica. Por ejemplo los casos que se detectaron de cetosis subclínicas fueron gracias a un estudio, con el que estaba colaborando el Dr. Jaime Murillo, en el cual se medía el betahidroxibutirato en la sangre, por medio de

glucómetros. Mientras que los casos de hipocalcemia se detectaron gracias a los perfiles metabólicos realizados como parte de la pasantía.

Las enfermedades referentes al sistema locomotor, se enumeran en el cuadro 8.

Cuadro 8: Distribución de la casuística de las enfermedades del sistema locomotor, durante la pasantía.

Patología	Número de Casos	%
Lesión nervio ciático	3	50,00
Proceso de la línea blanca	1	16,67
Poliartritis	1	16,67
Luxación de patela	1	16,67
Total	**6**	**100**

Al igual que en la práctica realizada por Padilla (2010), la casuística pertinente al sistema locomotor, se encuentra en los últimos lugares de la lista de la clínica en general. Nuevamente, si se comparan estos valores con los obtenidos en prácticas anteriores que alcanzaban valores de hasta un 42% (Murillo, 2005), se manifiesta la eficacia de los protocolos de salud de hato, enfocados en el sistema locomotor. Aspectos como el mejoramiento de los caminos, el tratamiento oportuno de los casos, el aseo de las instalaciones, son algunos de los cambios que se enumeran en ese tipo de protocolos. En el caso del proceso de la línea blanca (Figura 4) se requirió un recorte de la pezuña, además del tratamiento parenteral. Es importante recordar que la pasantía se realizó durante los meses de febrero a mayo, los cuales corresponden con la época de verano de la zona, por lo que es un aspecto importante en la baja incidencia de los casos, ya que los caminos y los potreros se mantienen más secos y en mejor estado.

Figura 4. Proceso de la línea blanca (Varablanca, 2012)
Evaluación de la pezuña como parte del examen objetivo general

En el cuadro 9, se muestra la distribución de los casos referentes a las enfermedades del sistema digestivo.

Cuadro 9: Distribución de la casuística de las enfermedades del sistema digestivo, durante la pasantía.

Patología	Número de Casos	%
Disentería de invierno	25	53,19
RPT	12	25,53
Diarrea en terneras	6	12,77
Indigestión simple	2	4,26
Clostridiosis	1	2,13
Torsión de ciego	1	2,13
Total	**47**	**100**

La patología más comúnmente diagnosticada durante la pasantía fue la disentería de invierno, que representó más del 50% de la casuística, con un total de 25 casos. Se asocia al alto número de casos los cambios bruscos de temperatura que sufren los animales en las madrugadas frías contrastados con las mañanas y tardes calientes (Hueckmann, 2012).

Cabe aclarar que se manejó como un diagnóstico presuntivo, ya que no fue posible confirmar la presencia del virus con exámenes de laboratorio.

La disentería de invierno es una enfermedad diarreica explosiva, aguda y contagiosa del ganado que se produce en forma epizoótica en hato. El período de la enfermedad en un individuo es breve, y dentro de un rebaño, usualmente el brote dura menos de 2 semanas. La recuperación es espontánea en la mayoría de las animales, pero en algunos casos la terapia de apoyo puede estar indicada (Bradford, 2009).

La disentería de invierno se presenta acompañada de un cierto grado de anorexia y depresión. En vacas lecheras, la producción de leche se reduce; la pérdida de peso es notable y es causada por la pérdida del llenado ruminal. La motilidad ruminal generalmente se reduce. Otro signo indicativo de la enfermedad, es la presencia de sangre en las heces (Figura 5) de varios animales en un grupo, típicamente en las novillas de primera lactancia. Un síntoma que se observó en la mayoría de los casos de la pasantía, fue un cuadro respiratorio leve, con la presencia de una secreción serosa nasolagrimal y una ligera tos se observaba antes de la diarrea (Bradford, 2009).

Figura 5. Heces sanguinolentas (Poás, 2012)
Atención de un caso de posible disentería de invierno

El período de incubación se cree que es de dos a ocho días. La incidencia típica de diarrea durante un brote comienza con la aparición de los signos explosivos en un 10% a 15% de los animales en el primer día. En el segundo día otro 20% a 40% se ven afectados. Por lo general, luego de dos semanas del inicio de la diarrea, todos los animales se han recuperado. Las novillas en su primera lactancia generalmente, son las más severamente afectadas, pero también las vacas recién paridas o que tengan alguna condición clínica especial pueden tener una presentación clínica más extensa (Bradford, 2009).

En el caso específico de la ruptura de ciego, el animal presentaba una sintomatología compatible con desplazamiento de abomaso, pero al momento de la auscultación del abdomen con el estetoscopio, se escuchaba líquido libre en la cavidad abdominal. Esto hizo que se tomara la decisión de realizarle la eutanasia al animal y posteriormente la necropsia, en donde se encontró una ruptura a nivel del ciego (Figura 6).

Figura 6. Ruptura de ciego (Poás, 2012)
Se realizó necropsia al animal, para poder tener el diagnóstico definitivo

Un punto aparte importante fue la utilización en muchas fincas de la somatotropina bovina (STb). También conocida como hormona bovina del crecimiento, es una hormona natural producida por la glándula pituitaria que estimula la producción de leche en el ganado vacuno lechero. La tecnología moderna del ADN recombinante permite la producción de somatotropina en cantidades comerciales (Chamberlain, 2002; Raymond et al., 2010).

La somatotropina bovina recombinante (STbr) es el equivalente biológico a STb y su administración mejora la productividad, de manera notable, de las vacas lecheras en producción. El uso de la STbr no aumenta la eficacia con que es sintetizada la leche, sino que mejora la eficacia total del empleo de la energía, ya que la mayor producción de leche diluye el efecto de las necesidades de mantenimiento, por ende, la respuesta a la STbr es probable que sea buena, solamente si se tiene un buen manejo del rebaño; si se pretende

obtener una respuesta máxima, entonces resulta preciso que sean excelentes tanto el manejo como la alimentación (Chamberlain, 2002; Raymond et al., 2010).

3.2. Metabolismo de minerales

Los valores referenciales de los siguientes cuadros fueron tomados, del estudio realizado por Padilla (2010), en el que se pudo determinar valores referenciales de hemograma y metabolitos séricos en bovinos especializados en la producción de leche.

Los promedios, los valores mínimos y máximos del perfil metabólico de vacas de primer y segundo parto se muestran en el cuadro 10. De este grupo se muestrearon en total 19 animales. La totalidad de datos se muestran en el cuadro 13 que se encuentra en la sección de anexos.

Cuadro 10. Perfil metabólico en vacas de 1 y 2 partos durante la pasantía.

	P mg/dl	Ca mg/dl	Mg mg/dl	P mg/dl	Ca mg/dl	Mg mg/dl
	PREPARTO			POSTPARTO		
Valor referencial*	6,5	10,2	2,6	6,0	8,9	2,5
Promedio	**6,4**	**9,4**	**2,8**	**6,8**	**9,5**	**3,6**
Mínimo	**5,0**	**8,1**	**2,0**	**3,9**	**8,5**	**2,1**
Máximo	**9,0**	**10,4**	**4,2**	**8,9**	**10,3**	**7,1**

**(Padilla, 2010)*

Los promedios, los valores mínimos y máximos del perfil metabólico de vacas de tercer, cuarto y quinto parto se muestran en el cuadro 11. De este segundo grupo se muestrearon en total 29 animales. La totalidad de datos se muestran en el cuadro 14 que se encuentra en la sección de anexos.

Cuadro 11. Perfil metabólico en vacas de 3, 4 y 5 partos durante la pasantía.

	P mg/dl	Ca mg/dl	Mg mg/dl	P mg/dl	Ca mg/dl	Mg mg/dl
	PREPARTO			POSTPARTO		
Valor referencial*	6,5	10,2	2,6	6,0	8,9	2,5
Promedio	**5,9**	**9,2**	**2,9**	**6,6**	**8,9**	**3,0**
Mínimo	**4,3**	**7,7**	**1,4**	**4,0**	**7,1**	**1,6**
Máximo	**8,2**	**10,0**	**4,0**	**9,8**	**11,0**	**4,7**

**(Padilla, 2010)*

Los promedios, los valores mínimos y máximos del perfil metabólico de vacas con seis o más partos se muestran en el cuadro 12. En este último grupo se muestrearon 7 animales en total. La totalidad de datos se muestran en el cuadro 15 que se encuentra en la sección de anexos.

Cuadro 12. Perfil metabólico en vacas de 6 o más partos durante la pasantía.

	P mg/dl	Ca mg/dl	Mg mg/dl	P mg/dl	Ca mg/dl	Mg mg/dl
	PREPARTO			POSTPARTO		
Valor referencial*	6,5	10,2	2,6	6,0	8,9	2,5
Promedio	**6,7**	**8,9**	**2,3**	**6,3**	**8,6**	**3,1**
Mínimo	**5,3**	**8,7**	**0,7**	**4,1**	**7,5**	**1,3**
Máximo	**9,2**	**9,2**	**2,8**	**9,4**	**9,6**	**7,0**

**(Padilla, 2010)*

3.2.1. Fósforo

Al analizar, en los tres grupos, los valores obtenidos para el P (6,4 mg/dl, 5,9 mg/dl y 6,7 mg/dl) en el preparto se puede ver la concordancia con el valor de referencia de 6,5 mg/dl; de la misma manera en el postparto al comparar los valores obtenidos (6,8 mg/dl, 6,6 mg/dl, 6,3 mg/dl) con el referencial de 6,0 mg/dl.

Una diferencia importante entre los animales rumiantes y los no rumiantes, es la gran cantidad de fósforo secretado en la saliva por los rumiantes durante la rumia; este flujo de fósforo al rumen, es incluso superior al ingerido con la ración (Underwood, 2003).

El fósforo está involucrado en casi todas las reacciones metabólicas. Dentro de las funciones principales del P están: actúa como cofactor para enzimas y activa las vitaminas del complejo B, está involucrado en la mineralización del hueso, componente de ácidos nucleicos, presente en la digestión de azúcares y la producción de energía, además es requerido por los microrganismos del rumen para la digestión de celulosa y la síntesis de proteínas microbianas (Ewing, 2007).

La absorción del P se da a lo largo del tracto intestinal, pero especialmente en el duodeno y yeyuno. Después de absorbido, el P es almacenado y secretado al lumen del tracto gastrointestinal para: reabsorción, o utilizado para la formación de hueso, leche o huevos, etc. (Ewing, 2007).

Dietas con un cociente alto Ca:P tienden a reducir la absorción de P, normalmente, si la ración es adecuada en vitamina D, un cociente Ca:P de 1:1 ó 2:1 será suficiente; pero si la relación es menor de 1:1, la absorción de calcio se ve afectada y el exceso de P puede causar malformaciones del hueso. La deficiencia primaria de fósforo no es común en vacas lecheras, cuando se detecta suele ser secundaria a una deficiencia de calcio y desaparece cuando se resuelve la deficiencia de éste. Una deficiencia de P se puede ver reflejada en la reproducción con efectos en la infertilidad (estros irregulares, celos silentes, concepciones bajas) (Hill, 2001; Chamberlain, 2002; Ewing, 2007).

El principal antagonista del P es el Mo, ya que niveles de Mo pueden alterar el metabolismo del P. Por otro lado, mientras se tenga un buen nivel de la vitamina D el animal puede tolerar una amplia gama de niveles dietéticos de Ca:P (Ewing, 2007).

3.2.2. Calcio

En el caso del Ca, al comparar los valores obtenidos en el preparto (9,4 mg/dl, 9,2 mg/dl y 8,9 mg/dl) con el referencial de 10,2 mg/dl, se puede observar la similitud que existe. Sucede igualmente en los valores del postparto (9,5 mg/dl, 8,9 mg/dl y 8,6 mg/dl) al compararlos con el valor referencial 8,9 mg/dl.

El calcio es el principal catión requerido en la dieta de los mamíferos. La mayor parte del calcio se encuentra en los huesos y el resto se distribuye entre los otros tejidos y la sangre. La función básica del calcio es proporcionar una armazón fuerte para soportar y proteger los órganos más delicados. El calcio interviene en la coagulación de la sangre, el mantenimiento y la estabilidad de las membranas celulares, la transmisión de impulsos nervioso, la liberación de hormonas por exocitosis y en una amplia gama de acciones enzimáticas incluyendo la contracción de los músculos y la transmisión de los impulsos nerviosos. La pérdida de esta última función es la que provoca los síntomas clínicos de la fiebre de leche y es responsable en último término de la muerte (Cunningham, 1997; Hill, 2001; Chamberlain, 2002; Underwood, 2003; Vitti, 2010).

La absorción del calcio es tanto activa como pasiva y se realiza a lo largo de la mayor parte del tracto intestinal; el duodeno y el yeyuno son sitios de más absorción activa. El proceso de absorción se puede aumentar a través de: vitamina D, raciones acidogénicas, bajar la proporción de aniones:cationes. Pero también se puede ver disminuida si hay un

desequilibrio con P, altos niveles de grasa, deficiencia de vitamina D, pH alto, niveles altos Mg, P y S en la dieta (Ewing, 2007).

El metabolismo del Ca está bajo control hormonal monitoreado por la hormona paratiroidea. Si se presenta un nivel plasmático bajo, se aumenta la absorción intestinal y se reduce la pérdida urinaria; si los niveles de Ca siguen cayendo debajo de las necesidades, el Ca es reabsorbido del hueso para asegurar que haya suficiente calcio extracelular. Al disminuir la intensidad de la remodelación ósea con la edad, también disminuye la cantidad de calcio que puede ser movilizado; por esta razón la fiebre de la leche es más común en las vacas más viejas (Chamberlain, 2002; Ewing, 2007).

El Ca es antagonista con ciertos minerales, si existe un nivel alto de Ca puede reducir la absorción de F, Mg, Mn, P, Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, I. Vacas hipocalcémicas son más susceptibles a la toxicidad de Al. Por otro lado, puede trabajar muy bien con otros minerales: Ca y Mg trabajan juntos para la salud y circulación del corazón, Ca y P trabajan juntos para mantener la salud de los huesos y los dientes (Ewing, 2007).

3.2.3. Magnesio

Y finalmente con el Mg se puede ver la mínima diferencia que existe entre los valores obtenidos en el preparto (2,8 mg/dl, 2,9 mg/dl y 2,3 mg/dl) y el valor de referencia de 2,6 mg/dl. En el caso del postparto la relación de los valores obtenidos (3,6 mg/dl, 3,0 mg/dl y 3,1 mg/dl) son ligeramente más altos que el valor de referencia 2,5 mg/dl, pero de nuevo muy similares.

El magnesio está presente en varias funciones corporales, algunas de ellas son; contribuye con integridad del hueso y los dientes, está presente en la actividad

neuromuscular, es esencial para la respiración celular, también es necesario para la sensibilidad normal de la insulina (Ewing, 2007).

La leche determina un drenaje considerable de magnesio (0,13 g/litro). Los principales factores que influyen sobre su absorción en el intestino son los niveles elevados de potasio en la dieta (reducen la absorción), como sucede con algunos ácidos orgánicos y proteínas. A diferencia del calcio, no existe control hormonal sobre la concentración de magnesio en sangre. La absorción se produce a través del tracto digestivo y de las secreciones endógenas que pueden ser reabsorbidas. El rumen constituye el principal órgano para la absorción de magnesio (Hill, 2001; Chamberlain, 2002; Ewing, 2007).

Un exceso de Mg afecta el metabolismo de Ca y P y viceversa, niveles elevados Ca o P en la dieta reducen la disponibilidad de Mg. En contraparte, la lactosa aumenta la absorción de Mg. Altos niveles de F y Mg en la dieta son de carácter sinérgico en la reducción de la tasa de crecimiento y la ceniza de hueso (Ewing, 2007).

Hay que recordar la relación que existe entre el potasio y el magnesio, ya que niveles altos de potasio van a disminuir la absorción del magnesio. Esto sucede cuando los animales ingieren grandes cantidades de pastos muy tiernos, igualmente a la hora de fertilizar los potreros. Por esto es de gran importancia realizar evaluaciones periódicas no sólo al pasto, sino que también al suelo (Ewing, 2007; Sánchez 2012).

3.2.4. Dietas preparto

La diferencia está a la hora de comparar los valores antes del parto y después del parto en cualquiera de las clasificaciones. Los valores obtenidos previos al parto son más bajos que los posteriores al mismo. Esto se debe a que las dietas de las vacas prontas son

básicamente aniónicas, buscando precisamente una acidificación digestiva y metabólica, provocada por la disminución de estos minerales en la dieta, principalmente el calcio, para estimular la movilización del mismo en el hueso y su absorción en el intestino (Sánchez, 2012) y así, el metabolismo en la vaca se mantiene activo, creando condiciones óptimas para la circulación de los minerales, y por consiguiente, previniendo enfermedades posteriores al parto (Huala, 2012; Sánchez, 2012).

El suministro de dietas aniónicas a vacas secas durante el preparto produce un ingreso excesivo de cloruros y sulfatos. La necesidad fisiológica de mantener la electroneutralidad hace que se liberen protones H provocando una acidificación del medio interno que favorece la excreción de Ca por orina reduciéndose los niveles del mismo en sangre. Esto genera la liberación de la hormona paratiroidea y 1,25-dihidroxivitamina D que terminan aumentando la concentración plasmática del Ca (Huala, 2012).

3.2.5. Enfermedades del periparto

Cuando la vaca está en estado de acidosis metabólica, los depósitos de calcio son mayores, mientras que cuando el animal está en una alcalosis metabólica, estos son menores. Esta alcalosis metabólica es causada principalmente por el consumo de dietas que aportan niveles altos de potasio y sodio, con respecto a los cloruros y sulfatos; lo que causa una descompensación en la homeostasis del calcio, al bloquear la respuesta del animal a la hormona paratiroidea (Sánchez, 2012).

Las dos enfermedades más comúnmente presentadas por un deficiencia de minerales son la hipocalcemia, también conocida como fiebre de leche, y la hipomagenesemia, conocida también como tetania de los pastos (Ewing, 2007).

La hipocalcemia se da como consecuencia de una deficiencia de calcio en las proximidades del parto. Existen tres factores que ejercen una influencia importante: una pérdida excesiva de Ca con el calostro, una alteración del Ca en el intestino en los momentos del parto y una movilización de los depósitos corporales de Ca que no es suficientemente rápida (Hill, 2001; Chamberlain 2002).

La hipocalcemia se puede dividir en tres fases. La primera consiste en un corto período de hiperexcitación e hipersensibilidad con temblores musculares y contracciones nerviosas. En la segunda la vaca se postra en posición esternal normal, disminuye la actividad muscular y el animal no defeca ni orina, deja de rumiar y su respiración es superficial con una frecuencia cardiaca lenta. Si no recibe el tratamiento oportuno, entra en la tercera fase en la que la actividad muscular se debilita todavía más, la vaca aparece postrada sobre un costado, con frecuencia presenta timpanismo y los latidos cardiacos cada vez son más débiles. Posteriormente el animal muere a causa del timpanismo que compromete la capacidad respiratoria o por ser muy débil la actividad cardiaca (Hill, 2001; Chamberlain 2002).

El tratamiento para la hipocalcemia consiste en administrar 400 o 500 ml de solución de brogluconato de calcio al 20% o 40%, intravenoso lento o subcutáneo, o una combinación de ambos (Hill, 2001; Chamberlain 2002).

La hipomagnesemia es una alteración compleja que frecuentemente está acompañada de una ligera deficiencia de calcio; debido a que afecta el metabolismo de éste reduciendo la secreción de la hormona paratiroidea cuando bajan los niveles de calcio plasmático y también, reduce la sensibilidad de los receptores a esta hormona (Hill, 2001; Sánchez, 2012).

Se presenta básicamente cuando las vacas tienen acceso a potreros con pasto con un crecimiento rápido particularmente en zonas que han sido fertilizadas con potasa y, en menor medida, con nitrógeno. Con frecuencia aparece esta enfermedad tras un período de mal tiempo. Muchas vacas expulsan heces muy sueltas en los pastos y esto reduce el tiempo de paso del alimento a través del intestino con lo que desciende la absorción del Mg y de otros nutrientes (Hill, 2001; Chamberlain 2002).

Los síntomas clínicos comienzan por hiperexcitabilidad y una reacción intensa al tocar o conducir el animal. Pronto, la vaca aparece tumba postrada y se aprecia un intenso movimiento descoordinado de las extremidades. La vaca puede morir en uno de estos periodos de actividad frenética, y la muerte suele producirse entre media y una hora después de postrarse el animal. Las marcas dejadas por las extremidades del animal en el suelo pueden ayudar al diagnóstico una vez que la vaca haya muerto (Hill, 2001; Chamberlain 2002).

El tratamiento consiste en la aplicación de magnesio en forma de sulfato de magnesio bajo la piel, también está reportada la vía intravenosa, pero esta tiene que hacerse sumamente lento, ya que de lo contrario podría matar al animal. Algunas veces es necesario sedar el animal, para poder relajarlo un poco y evitar un estimulo con la aguja que pueda provocar convulsiones fatales (Hill, 2001; Chamberlain 2002).

Algunos puntos importantes a considerar en la dieta de las vacas prontas son (Chamberlain 2002; Sánchez, 2012):

- Usar dietas aniónicas durante el periodo seco, ya que si las vacas reciben bajos niveles de calcio previo al parto, se produce una acidosis metabólica compensada en el organismo; lo que estimula la sensibilidad de los receptores de la hormona

paratiroidea, para aumentar la eficacia con que los enterocitos absorben el mineral y así el animal pueda mantener una normocalcemia a pesar de la gran demanda de calcio que implica la lactancia.

- Dietas ricas en magnesio durante el periodo seco, el magnesio interviene en la movilización del calcio, por lo que las dietas pobres en magnesio reducen la movilización del calcio.
- El monitoreo del pH de la orina es un buen método para determinar el grado de acidificación del animal y por consiguiente, para determinar la cantidad de aniones que se debe suministrar a la vaca.

4. CONCLUSIONES

- Durante el período de la pasantía se logró cumplir con el objetivo principal planteado al iniciado de la misma, que consistía en realizar un protocolo ordenado de como abordar una finca y poder implementar un programa de salud de hato en las diversas áreas de trabajo.
- Se mejoraron y obtuvieron nuevas destrezas y conocimiento a la hora de abordar los casos clínicos, para así poder brindarle al propietario un diagnóstico acertado y preciso e incorporar medidas preventivas a nivel de hato según el caso particular.
- Se corroboraron resultados de estudios anteriores, que al igual que éste tuvieron una baja casuística en medicina interna y cirugía, lo que refuerza la importancia para el productor y para el veterinario de la incorporación de programas de salud de hato y el trabajo en equipo.
- Se pudo entender la importancia que tiene el perfil metabólico en vacas de alta producción como método de diagnóstico complementario del metabolismo del calcio, fósforo y magnesio en sangre en el período del periparto.

5. RECOMENDACIONES

- Hacer énfasis en el uso de sales aniónicas para bajar el pH de las vacas que se encuentra en el período seco. Además de hacer mediciones, al menos una vez a la semana del pH en la orina.
- Hacer ver a los propietarios de las fincas y a sus administradores la importancia de realizar evaluaciones periódicas de los pastos y los suelos.
- Recalcar la importancia del uso de los perfiles metabólicos para la prevención de enfermedades metabólicas.
- Intensificar las medidas de manejo en periodo de transición para lograr que la vaca exprese todo su potencial genético para la producción de leche.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bradford, P.S. 2009. Large animal internal medicine. 4th ed. Mosby, St. Louis, Missouri, U.S.

Cebrián Yagüe, L.M., J. Pastor Meseguer, J.J. Ramos Antón & L.M. Ferrer Mayayo. 2005. La exploración clínica del ganado vacuno. Servet, Zaragoza, España.

Chamberlain, A.T. & J.M. Wilkinson. 2002. Alimentación de la vaca lechera. Acribia, Zaragoza, España.

Cronjé, P.B. 2000. Ruminant phisiology, digestion, metabolism, growth and reproduction. CABI Publishing. MA, USA.

Cunningham, J.G. 1997. Fisiología veterinaria. 2 ed. McGraw-Hill Interamericana. México D.F., Méx.

De Graaf, T., E. Pérez G., R. Baars, S. Estrada König, C. Solano Patiño & B. Vargas Leitón. 1995. Manual para el manejo de la salud y producción del hato. 1 ed. T. Graaf, San José, C.R.

García Sacristán, A., F. Castejón Montijano, L.F. de la Cruz Palomino, J. Gonzáles Gallego, M.D. Murillo López de Silanes & G. Salido Ruiz. 1998. 1 ed. McGraw-Hill Interamericana. Madrid, España.

Guyton, A.C. 2001. Tratado de fisiología média.10 ed. McGraw-Hill Interamericana. México D.F., Méx.

Hill, J. & A.H. Andrews. 2001. Cuidados de la vaca lechera gestante. Acribia. Zaragoza, España.

Huala, S. 2012. Manejo de las dietas aniónicas en bovinos. [en línea] Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Arg. http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/179-dietas_anionicas.pdf (Consulta: 14 ene, 2013)

Hueckmann Voss, F. 2012. Entrevista con el señor Frank Hueckmann Voss. Médico Veterinario. Práctica privada, Alajuela, C.R. Ago 8.

Maiztegui, J. 2009. Manejo nutricional de vacas secas y prevención de hipocalcemia con balance anión-catión. [en línea] Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Arg. http://www.fcv.unl.edu.ar/archivos/grado/catedras/nutricionrumiantes/informacion/material/Manejonutricionaldelavacasecabalanceanioncation.pdf (Consulta: 17 mar. 2012)

Meléndez, P. & C. Risco. 2005. Una buena alimentación optimiza la fertilidad del ganado [en línea]. Universidad de Florida, Florida, U.S. http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion7/articulo4-s7.pdf (Consulta: 15 mar. 2012).

Meneses, A. 1993. Manual de hematología y química clínica en medicina veterinaria. Fundación UNA, Heredia, C.R.

Meneses, A., C. Jiménez & O. Mesén. 1990. Perfil metabólico en vacas Holstein de la región central de Costa Rica. Cien. Vet. 12: 3-8.

Murillo, J. 2005. Abordaje de patologías reproductivas ocasionadas por los agentes infecciosos HVB-1, VDVB, VLVB y *N. caninum*. Tesis. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Nuñez Ochoa L. & J. Bouda. 2008. Patología clínica veterinaria. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, México.

Oblitas G., F. 2008. Uso de los perfiles metabólicos en el diagnóstico y prevención de trastornos metabólicos y nutricionales en vacas lecheras de la campiña de Cajamarca. [en línea] Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Oblitas_perfiles_metabolicos.pdf (Consulta: 10 mar. 2012).

Padilla Rodríguez, R. 2010. Perfiles metabólicos en bovinos especializados en producción de leche de la raza Holstein, en la zona del Volcán Poás: determinación de valores referenciales. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional, Heredia, C.R.

Paniagua, L.E. 2008. Enfermedades metabólicas en vacas lecheras en la zona del volcán Poás. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional, Heredia, C.R.

Peters, A.R. & P.J.H. Ball. 2008. Reproduction in cattle. 3 ed. Blackwell. U.K.

Radostits, O.M. 2001. Herd health – food animal production medicine. 3 ed. W.B. Saunders Company. Pennsylvania, U.S.

Radostits, O.M., C.C. Gay, D.C. Blood & K.W. Hinchcliff. 2002. Medicina veterinaria. 9 ed. Vol. 2. McGraw-Hill, Interamericana, España.

Raymond, R., C.W. Bales, D.E. Bauman, D. Clemons, R. Kleinman, D. Lanna, S. Nickerson & K. Sejrsen. 2010. Somatotropina bovina recombinante (STbr): una evaluación de inocuidad. American Dairy Science Association. Montreal, Canadá.

Sainsbury, D. 1998. Animal health. 2 ed. Blackwell Science. Massachusetts, U.S.

Sánchez, J. M. 2012. Nutrición mineral y vitamínica durante el período de transición de la vaca lechera. Ventana Lechera. 20: 37-41.

Underwood, E.J. & N.F. Suttle. 2003. Los minerales en la nutrición del ganado. 3 ed. Acribia. Zaragoza, España.

Villalobos, L. 1981. Perfiles metabólicos en vacas Holstein. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional, Heredia, C.R.

Vitti, D. & E. Kebreab. 2010. Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals. CAB. Oxfordshire, UK.

Weiner Laboratorios. Vademecum de Wiener. 2000. Weiner Lab. Group. Argentina

Youngquist, R.S.& W.R. Threlfall. 2007. Current therapy in large animal theriogenology. 2nd ed. Saunders-Elsevier. Missouri, U.S.

7. ANEXOS

Cuadro 13. Datos completos del perfil metabólico en vacas de 1 y 2 partos durante la pasantía.

Número de vaca	P mg/dl	Ca mg/dl	Mg mg/dl	P mg/dl	Ca mg/dl	Mg mg/dl
	PREPARTO			POSTPARTO		
544	5,5	8,9	2,5	5,9	9,3	3,8
552	5,1	9,1	2,5	7,6	8,9	2,5
590	6,2	9,5	3,4	6,9	9,2	2,7
587	5,8	9,5	2,3	7,5	9,5	3,1
1140	7,1	9,7	3,5	7,6	9,6	7,1
1285	7,0	10,1	3,4	7,6	9,6	7,1
712	6,9	9,2	2,8	6,2	8,9	3,0
710	6,1	10,4	2,4	7,3	9,5	2,4
483	7,2	9,7	2,3	8,9	10,1	3,0
950	6,4	9,4	2,2	8,0	10,1	2,6
477	5,6	9,0	2,3	6,9	9,8	2,8
955	7,1	9,6	2,1	7,3	9,8	2,1
953	5,7	9,6	2,0	3,9	9,7	2,3
954	5,7	9,5	2,1	7,4	8,5	5,2
2819	6,1	8,1	3,0	4,1	9,0	3,4
2839	6,8	9,2	3,2	6,3	9,9	3,4
2933	5,0	9,4	3,4	5,2	9,1	3,3
2860	9,0	9,8	3,4	5,9	9,8	3,5
2998	7,6	9,8	4,2	8,8	10,3	5,3
Prom.	**6,4**	**9,4**	**2,8**	**6,8**	**9,5**	**3,6**
Mín.	**5,0**	**8,1**	**2,0**	**3,9**	**8,5**	**2,1**
Máx.	**9,0**	**10,4**	**4,2**	**8,9**	**10,3**	**7,1**

Cuadro 14. Datos completos del perfil metabólico en vacas de 3, 4, y 5 partos durante la pasantía.

Número de vaca	P mg/dl	Ca mg/dl	Mg mg/dl	P mg/dl	Ca mg/dl	Mg mg/dl
	PREPARTO			POSTPARTO		
379	4,8	8,6	2,6	6,5	8,8	4,6
445	5,1	9,1	2,9	7,7	9,1	3,6
496	4,3	8,3	2,6	5,2	9,4	3,0
385	5,9	8,4	2,4	7,3	8,3	3,2
487	5,3	8,5	2,8	6,8	8,6	3,0
430	5,5	8,8	3,2	7,7	9,1	3,4
458	6,4	9,3	3,2	8,5	8,4	2,2
989	7,0	9,8	2,5	5,6	9,0	2,6
948	4,5	7,7	2,9	7,7	9,4	2,7
830	5,2	9,3	3,1	4,7	8,8	3,5
801	5,9	8,9	3,1	4,7	8,0	2,4
957	5,7	9,2	2,9	8,3	9,2	2,9
973	5,2	9,1	2,3	5,9	9,0	2,4
1039	5,8	9,5	2,8	5,2	8,0	3,3
990	6,8	9,7	3,2	7,7	9,6	1,6
976	7,9	10,0	3,6	9,8	9,1	1,8
528	5,6	9,3	2,7	6,5	9,4	3,9
694	7,9	9,9	1,4	7,7	9,6	1,6
2472	4,9	8,8	2,0	4,0	9,1	3,1
2500	4,6	9,2	2,5	5,1	8,5	3,4
2798	5,9	9,1	3,2	9,5	9,2	3,1
2648	4,9	9,1	3,1	6,1	7,1	4,7
2575	8,2	10,0	4,0	5,1	9,1	4,3
2663	7,7	9,9	3,4	7,1	9,6	3,3
2667	6,7	9,6	3,6	9,4	8,2	3,2
867	5,7	8,9	2,6	5,6	9,1	2,6
822	6,2	9,5	3,0	5,1	9,3	2,1
839	5,8	10,0	3,1	6,4	11,0	3,3
793	5,6	9,7	2,2	5,7	8,0	3,2
Promedio	**5,9**	**9,2**	**2,9**	**6,6**	**8,9**	**3,0**
Mínimo	**4,3**	**7,7**	**1,4**	**4,0**	**7,1**	**1,6**
Máximo	**8,2**	**10,0**	**4,0**	**9,8**	**11,0**	**4,7**

Cuadro 15. Datos completos del perfil metabólico en vacas de 6 partos o más durante la pasantía.

Número de vacas	P mg/dl	Ca mg/dl	Mg mg/dl	P mg/dl	Ca mg/dl	Mg mg/dl
	PREPARTO			POSTPARTO		
325	6,9	3,5	5,3	8,7	2,7	7,2
415	6,7	3,2	5,7	8,8	2,7	6,8
506	7	3,6	6,9	9,2	2,8	6,5
490	6,7	3,6	6,8	9,1	2,5	6,9
449	6,6	3,4	5,6	8,7	2,2	6,3
428	5,9	3,2	7,3	9,2	2,6	6,1
485	6,2	3,6	9,2	8,8	0,7	6,5
Promedio	**6,6**	**3,4**	**6,7**	**8,9**	**2,3**	**6,6**
Mínimo	**5,9**	**3,2**	**5,3**	**8,7**	**0,7**	**6,1**
Máximo	**9,2**	**9,2**	**2,8**	**9,4**	**9,6**	**7**