

**Universidad Nacional
Facultad Ciencias de la Salud
Escuela de Medicina Veterinaria**

**Diagnóstico de enfermedades metabólicas en 30 hatos lecheros
del Valle Central y Zona Norte de Costa Rica y elaboración de
una propuesta para su prevención.**

Modalidad: Proyecto de graduación

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

**Fabián José Torres Chacón
Guillermo José Ramírez Rodríguez
José Vidal Segura Cubero**

Tutor: Carlos Luna Tortós, Ph.D

**Lectores:
Humberto Cedeño Guerra, Ph.D
Carlos Alpízar Solís, M.Sc.**

Heredia, Campus Benjamín Núñez

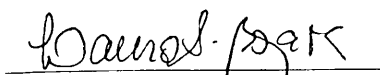
2017

TRIBUNAL EXAMINADOR

Rafael Vindas Bolaños, Lic.
Decano Facultad de Ciencias de la Salud



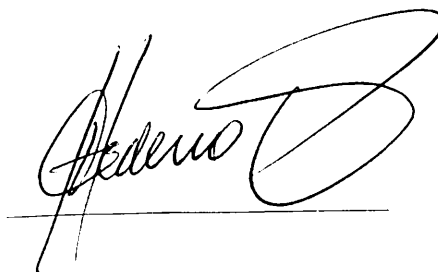
Laura Bouza Mora, M.Sc.
Subdirectora Escuela de Medicina Veterinaria



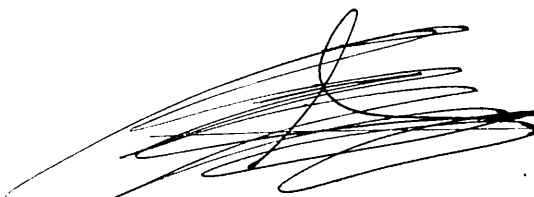
Carlos Luna Tortós, Ph.D.
Tutor



Humberto Cedeño Guerra, Ph.D.
Lector



Carlos Alpízar Solís, M.Sc.
Lector



Fecha: 2017

DEDICATORIA

A Dios, por brindarnos la sabiduría y mostrarnos el camino hacia el aprendizaje durante la carrera. A nuestros padres, por todo el esfuerzo que hacen cada día para que alcancemos nuestras metas y por su apoyo incondicional en cada momento de la vida, porque siempre están atentos para dar el mejor consejo y por inculcarnos el deseo de superación, a nuestros hermanos y hermanas, porque representan un pilar fundamental en el éxito de nuestras vidas. Finalmente, a todos los productores de Costa Rica, que luchan cada día por producir los alimentos de nuestras mesas y quienes nos inspiran a seguir trabajando.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos llegar a este momento tan importante de nuestras vidas. A nuestros padres, que han puesto todo su empeño para que nos superemos día con día, a nuestros hermanos y hermanas, que son cómplices de cada uno de nuestros logros y porque siempre velan por nuestro bienestar. A nuestra segunda familia, conformada por nuestros compañeros y amigos, porque siempre son ese soporte que permite sobrellevar los momentos difíciles. A todos los productores de leche del país, especialmente a los que abrieron las puertas de sus fincas para llevar a cabo esta investigación, por su amabilidad y por los tiempos compartidos que hicieron más amena esta experiencia. A todos los profesores y funcionarios de la Escuela de Medicina Veterinaria porque gracias a ellos logramos escalar a lo largo de la carrera. Al personal del Laboratorio de Análisis Clínicos, al Laboratorio de Toxicología y al Departamento de Nutrición por el apoyo brindado, a Lilliana Campos, Dra. Rose Marie Huertas, Andrés Villalobos y a Gilberto Herrera por el importante trabajo realizado en el procesamiento de muestras. Además al Dr. Juan José Romero por su invaluable e incondicional ayuda durante el análisis de datos. Finalmente, un agradecimiento muy especial a los doctores Carlos Luna Tortós, Carlos Alpízar Solís y Humberto Cedeño Guerra, por ser los guías de este proceso, por enseñarnos con dedicación y pasión; y por todos los buenos momentos compartidos con ellos.

A todos, muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

TRIBUNAL EXAMINADOR.....	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	9
1.3. Objetivos:	11
1.3.1. Objetivo General	11
1.3.2. Objetivos específicos.....	11
2. METODOLOGÍA: MÉTODOS Y MATERIALES.....	12
3. RESULTADOS	17
3.1 Validación de los protocolos.....	17
3.2 Datos colectados en 30 fincas lecheras.....	18
3.2.1. Caracterización de los hatos estudiados:	18
3.2.2. Caracterización de los animales estudiados.....	26
3.2.3. Transición preparto.....	28
3.2.4. Transición post parto	30
3.2.5. Alteraciones en consumo de concentrado y suplementos	35
3.2.6. Datos clínicos de las vacas en el post parto.....	37
3.2.7. Indicadores metabólicos:	40
3.2.8. Datos de Salud de Hato.	49
3.2.9. Nitratos en pastura.....	50
3.2.10. Resultados de parámetros reproductivos de las fincas visitadas	52
4. DISCUSIÓN.....	54
4.1. Caracterización de los hatos estudiados.....	54
4.2. Transición pre parto.	54

4.3.	Transición postparto.	56
4.3.1.	Concentrado.....	56
4.3.2.	Minerales.	57
4.3.3.	Buffer.....	58
4.3.4.	Grasa de sobrepaso.	58
4.4.	Alteraciones en el consumo de concentrado y suplementos.....	59
4.5.	Revisión clínica de los animales.....	60
4.6.	Indicadores metabólicos.	62
4.6.1.	Beta-hidroxibutirato.	62
4.6.2.	pH ruminal.....	63
4.6.3.	Calcio.....	66
4.6.5.	Fósforo.....	68
4.6.5.	Magnesio.	68
4.7.	Nitratos en pastura.	69
5.	CONCLUSIONES	70
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
7.	ANEXOS.....	80
7.1.	Propuesta para la prevención de enfermedades metabólicas.	80
7.2.	Protocolos para recolección de la información.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución altitudinal de las fincas en estudio.	18
Cuadro 2. Distribución altitudinal por Cantón.	19
Cuadro 3. Forrajes de pastoreo.	21
Cuadro 4. Forrajes de corta.....	22
Cuadro 5. Frecuencia de pesa de leche.....	23
Cuadro 6. Indicadores productivos de hato.	24
Cuadro 7. Composición de la dieta.....	25
Cuadro 8. Distribución racial.....	26
Cuadro 9. Indicadores (re)productivos de las vacas en estudio.....	28
Cuadro 10. Duración en semanas de transición preparto reportadas en las fincas visitadas.	29
Cuadro 11. Dosificación del mineral en el periodo preparto*.....	30
Cuadro 12. Realización de prácticas de manejo de alimentación postparto en las fincas visitadas.	30
Cuadro 13. Duración en semanas de la transición postparto de las fincas visitadas.	31
Cuadro 14. Dosificación del concentrado al inicio de la lactancia.....	31
Cuadro 15. Raciones de concentrado al día en las fincas visitadas.....	32
Cuadro 16. Momento postparto en que se suministra la cantidad máxima de concentrado según pesa de leche.....	32
Cuadro 17. Cantidad diaria individual de minerales en el inicio de la lactancia.....	33
Cuadro 18. Uso de buffer diariamente en finca.....	33
Cuadro 19. Frecuencia de uso al día del buffer en finca.	34
Cuadro 20. Cantidad de buffer utilizado individualmente.	34
Cuadro 21. Frecuencia del uso de grasa de sobrepaso.	34
Cuadro 22. Cantidad de grasa de sobrepaso utilizada individualmente.	35
Cuadro 23. Semana de consumo de máxima cantidad de la grasa de sobrepaso.	35
Cuadro 24. Frecuencia de robo, rechazo y desperdicio de concentrado en las fincas visitadas.	36
Cuadro 25. Frecuencia de robo, rechazo y desperdicio de suplementos en las fincas visitadas.	36
Cuadro 26. Llenado ruminal de las vacas de 0 a 120 días post parto.	38
Cuadro 27. Estratificación ruminal de las vacas de 0 a 120 días post parto.....	38
Cuadro 28. Evaluación uterina por medio de palpación transrectal en vacas de 0 a 120 días post parto.	39
Cuadro 29. Evaluación ovárica por medio de palpación transrectal en vacas de 0 a 120 días post parto.	39

Cuadro 30. Clasificación de la consistencia, color, grano, fibra, muco y sangre de las heces en vacas de 0 a 120 días post parto.....	40
Cuadro 31. Niveles de BHB en sangre en vacas de 0 a 120 días post parto.	41
Cuadro 32. Descripción de la condición corporal de las vacas con cetosis clínica, subclínica y sin cetosis.....	41
Cuadro 33. Descripción de los días seca antes del último parto de las vacas con cetosis clínica, subclínica y sin cetosis.....	42
Cuadro 34. Descripción de la producción de leche en las vacas con cetosis clínica, subclínica y sin cetosis.	42
Cuadro 35. Descripción de los días en lactancia de las vacas con cetosis clínica, subclínica y sin cetosis.....	42
Cuadro 36. Medidas resumen de los valores de pH ruminal obtenido por medio de ruminocentesis en vacas de 0 a 120 días post parto.	43
Cuadro 37. Clasificación de los valores de pH ruminal obtenidos por medio de ruminocentesis en vacas de 0 a 120 días post parto.	43
Cuadro 38. Descripción de los días en lactancia en las vacas con diferentes rangos de pH ruminal.....	44
Cuadro 39. Descripción de la producción de leche en las vacas con diferentes rangos de pH ruminal.....	44
Cuadro 40. Descripción del consumo de concentrado en las vacas con diferentes rangos de pH ruminal.....	44
Cuadro 41. Descripción del llenado ruminal en las vacas con diferentes rangos de pH ruminal.....	45
Cuadro 42. Descripción de las contracciones ruminales en las vacas con diferentes rangos de pH ruminal.	45
Cuadro 43. Descripción de la estratificación ruminal en vacas con diferentes rangos de pH ruminal.....	45
Cuadro 44. Nivel sérico de calcio, fósforo, magnesio y la relación calcio/fósforo sérico de vacas entre los 0 a 120 días en lactancia.	46
Cuadro 45. Clasificación de los valores de calcio sérico de vacas entre los 0 a 120 días post parto.	46
Cuadro 46. Días en lactancia promedio de las vacas con hipocalcemia y sin hipocalcemia subclínica.	47
Cuadro 47. Producción promedio de las vacas con hipocalcemia y sin hipocalcemia.....	47
Cuadro 48. Descripción del estado del útero en vacas con hipocalcemia subclínica.....	47
Cuadro 49. Descripción del estado del útero en vacas normocalcémicas.	47
Cuadro 50. Clasificación de los valores de fósforo sérico de vacas entre los 0 a 120 días post parto.	48
Cuadro 51. Relación calcio-fósforo sérico de vacas entre los 0 a 120 días post parto.....	48

Cuadro 52. Clasificación de los valores de magnesio sérico de vacas entre los 0 a 120 días post parto.	49
Cuadro 53. Nitratos en la pastura de piso.	51
Cuadro 54. Medidas resumen del porcentaje de nitratos en la pastura de piso clasificado por especie forrajera.	51
Cuadro 55. Medidas resumen del porcentaje de nitratos en la pastura de corta clasificado por especie forrajera.	52
Cuadro 56. Datos reproductivos de hato en las fincas visitadas.	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de fincas por cantón	18
Figura 2. Disponibilidad de materia seca por Hectárea (MS/Ha) de las fincas visitadas según la altitud respectiva.....	25
Figura 3. Distribución de las vacas muestreadas según número de lactancias.....	27
Figura 4. Condición corporal de las vacas de 0 a 120 días post parto.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS

AOAC: Association of Official Agricultural Chemists.

BHB: Beta Hidroxibutirato.

Ca: Calcio.

CC: Condición Corporal.

CS: Células Somáticas.

CV: Coeficiente de variación.

D.E.: Desviación estándar.

DIM: Días en lactancia.

EMV: Escuela de Medicina Veterinaria.

FDN: Fibra Detergente Neutra.

g: Gramos.

ha: Hectáreas.

IA: Inseminación Artificial.

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

ITH: Índice de Temperatura.

Kg: Kilogramos.

Km²: Kilometros cuadrados.

LlR: Llenado ruminal.

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

Máx: Máximo.

Mg: Magnesio.

mg/dL: Miligramos por decilitro.

MHz: Megahertz.

Mín: Mínimo.

ml: Mililitros.

MS: Materia seca.

MS/ha: Materia seca por hectárea

n: Número.

NEFA: Ácidos grasos no esterificados.

TMR: Ración total mixta.

UNA: Universidad Nacional.

µg/Kg: Microgramos por kilogramo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo diagnosticar las principales enfermedades metabólicas en ganado de leche mediante un protocolo de abordaje integral. Se evaluaron 30 hatos lecheros de la Zona Norte y Valle Central de Costa Rica, las cuales se seleccionaron aleatoriamente de la base de datos del programa VAMPP Bovino 3.0 perteneciente al Programa CRIPAS, de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional. Las afecciones en cuestión abarcaron: acidosis ruminal, cetosis (clínica y subclínica), alteraciones séricas de calcio, fosforo y magnesio y alteraciones reproductivas, adicionalmente se analizaron los niveles de nitratos de las pasturas.

Previo a la investigación, se realizó una validación de protocolos y estandarización de metodología de trabajo en cinco hatos lecheros, cuyos productores decidieron participar voluntariamente de esta fase previa, los datos generados en esta etapa no son incluidos en los resultados oficiales del estudio. Una vez concluido este periodo se dio inicio a las visitas oficiales.

En cada una de las giras se recopiló información sobre el sistema de la explotación, obtenido mediante observación y una encuesta aplicada al personal, adicionalmente se realizaron pruebas clínicas y de laboratorio en un promedio de diez animales que se encontraran entre el día cero y 120 en lactancia, para un total de 300 vacas analizadas. Sumado a esto, el grupo lactante de cada lechería fue evaluada para locomoción, llenado ruminal, condición corporal y comportamiento de rumia.

Una vez concluida cada una de las visitas, se realizaba una sesión de discusión de los hallazgos más relevantes junto con el equipo de trabajo de las fincas, donde se brindaban recomendaciones para las principales deficiencias encontradas. Cuando se obtenían todos los resultados de laboratorio se elaboraba un informe detallado sobre hallazgos, posibles causales y recomendaciones que se le envió al productor correspondiente.

Dentro de los principales hallazgos se encuentran una alta presencia de acidosis en las fincas visitadas, ya que un 44,3% de los animales muestreados estaban afectados.

Respecto a la cetosis se obtuvo un 14,3% y 2,5% de los animales con cetosis subclínica y clínica respectivamente. Al analizar los metabolitos en suero, se observó un 32,3% de los animales con hipocalcemia subclínica, 0,6% con hiperfosfatemia, 20,6% con una relación calcio/fósforo alterada y un 8,5% de hipomagnesemia. Además, se encontró un 20,4% de los animales con (endo)metritis y un 6,4% con involución anormal.

Posteriormente, se realizó una descripción estadística de los resultados, finalmente se elaboró una propuesta de prevención de enfermedades metabólicas en ganado lechero, basado en las observaciones realizadas en cada una de las fincas.

ABSTRACT

The present research work has the objective of diagnose the main metabolic diseases in dairy cattle, through an integral approach protocol. 30 dairy herds from the North and Central Valley of Costa Rica were evaluate, which were randomly selected from the “VAMPP bovino 3.0” database, which belongs to the CRIPAS Program of Veterinary Medicine School of Universidad Nacional. The diseases studied were: ruminal acidosis, ketosis (clinical and subclinical), serum calcium, phosphorus and magnesium alterations and reproductive illnesses as endometritis and abnormal involution. In addition, the nitrate levels of the pastures were analyzed.

Protocol validation and standardization of work methodology were performed in five dairy herds, its farmers voluntarily participate in this previous phase, the data generated at this stage are not included in the official results of the study. After this period, official visits began. Information about feeding and management system were collected and obtained by observation and a survey applied to the farm staff, also clinical and laboratory tests were performed on an average of ten animals per farm (totally 300 cows) that were in lactation between day zero and 120. Additionally, in each dairy the lactation group was evaluated for lameness index, ruminal fill, body condition score and rumination behavior.

After each visit, a discussion session of the most relevant findings had been made with the farm staff, and recommendations were made for the main problems. When all the laboratory results were obtained, a detailed report was made and sent to each farmer, about the findings, possible causes and recommendations.

One of the main findings is a high presence of acidosis in the farms, 44,3% of tested animals were below 5,8 of pH. Concerning ketosis, 14,3% had subclinical ketosis and 2,5% clinical ketosis. When analyzing the serum metabolites, 32,3% of the animals had subclinical hypocalcemia, 0,6% had hyperphosphataemia, 20,6% had an altered calcium / phosphorus ratio and 8,5% of hypomagnesemia were observed. In addition, 20,4% of the animals were found with (endo) metritis and 6,4% with abnormal involution of the uterus.

Subsequently, a statistical description of the results was made. Finally, a proposal was made for the prevention of metabolic diseases in dairy cattle, based on the observations made in each one of the farms.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Las enfermedades metabólicas en el ganado lechero son desórdenes relacionados con la alteración de procesos del metabolismo, que ocurren generalmente durante la transición, periodo que comprende desde tres semanas antes hasta tres semanas después del parto, aunque algunas también se pueden presentar durante el pico de la lactancia. Dentro de las principales afecciones metabólicas se encuentran: hipocalcemia, hipomagnesemia, retención de placenta, metritis y endometritis, cetosis-lipidosis hepática y la acidosis ruminal (Ametaj, 2014).

La transición es un lapso en el cual se dan tres principales cambios fisiológicos que deben llevarse de una manera correcta para prevenir las enfermedades: adaptación del sistema digestivo a dietas con alta densidad de energía, mantenimiento de la normocalcemia y de un sistema inmune fuerte; si alguno de estos cambios se ve afectado, se incrementa el riesgo de trastornos metabólicos (Goff y Horst, 1997).

Un aspecto de gran importancia en la presentación de estas enfermedades, es que sus efectos en la salud y rendimiento productivo y reproductivo persisten en la lactación que inicia, es por esto que se requiere de un abordaje integral para su diagnóstico y prevención efectiva, con el fin de evitar las consecuencias en los animales y en la rentabilidad de los establecimientos (Mulligan y Doherty, 2008).

A continuación se hace una breve descripción de las principales enfermedades metabólicas que afectan el ganado lechero.

Cetosis:

La cetosis es una enfermedad caracterizada por concentraciones anormalmente altas de cuerpos cetónicos en tejidos y fluidos corporales. Los cuerpos cetónicos son la acetona, ácido acetoacético y ácido β -hidroxibutírico (BHB) y son producidos principalmente en el hígado (McFarlane, 2010). Esta es una enfermedad metabólica de las vacas altas productoras y está asociada con un consumo inadecuado de energía para mantener las demandas para la producción de leche.

Se puede clasificar en cetosis tipo I, la cual ocurre en vacas altas productoras tres a seis semanas después del parto debido a un inadecuado consumo de energía de la dieta. La cetosis tipo II, la cual ocurre en las primeras dos semanas posteriores al parto, se cree que está relacionada con la resistencia a la insulina debido a una excesiva movilización de lípidos en el hígado durante la lactancia temprana (Scott et al., 2011).

La producción de leche alcanza su pico aproximadamente cuatro semanas posteriores al parto, pero la ingesta dietética en base a la materia seca no alcanza su pico, sino hasta las siete u ocho semanas, por lo que las vacas lecheras experimentan un balance energético negativo aproximadamente durante ocho semanas (McFarlane, 2010). Al tener un balance energético negativo y debido a bajas concentraciones séricas de glucosa, la vaca puede movilizar las reservas de grasa y proteína que hay en su cuerpo. El movilizar el tejido adiposo provoca un aumento de las concentraciones séricas de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y subsecuentemente betahidroxibutirato (BHB) (Radostits et al., 2006).

La cetosis tiene marcados efectos en la salud, productividad y fertilidad de la vaca; la presentación clínica de la enfermedad consta de pérdida de apetito, disminución de consumo de concentrado y disminución de producción de leche, así como una disminución de la condición corporal, además es característico un olor dulce del aliento de las vacas. Puede llegar a presentar hasta sintomatología nerviosa debido a una encefalopatía de origen hipoglicémico (Scott et al., 2011).

Saborío y Sánchez (2013) determinaron en un hato de vacas Jersey que los factores de riesgo para el desarrollo de la cetosis son: la pérdida de la condición corporal en el parto, la duración del periodo seco y el número de partos de las vacas. Además de esta investigación, pocos trabajos se han desarrollado en nuestro país enfocados a esta patología (Moreno, 1990; Cedeño, 1995; Martínez, 2002).

Lipidosis Hepática:

Se refiere a una alteración metabólica multifactorial en vacas lecheras generalmente en la lactancia temprana y que se encuentra asociada a una disminución en el estado de salud, desempeño productivo y reproductivo. Se produce cuando la recepción de lípidos en el hígado, provenientes del tejido adiposo excede su oxidación y secreción, precedido por

una alta concentración plasmática de ácidos grasos no esterificados (NEFA); este exceso de lípidos se almacena en forma de triacilglicéridos en el hígado, lo que disminuye el metabolismo del mismo (Bobe et al., 2004; Rehage et al., 2006). Ocurre principalmente en vacas con una condición corporal buena a excesiva, que sufren del balance energético negativo y por los eventos fisiológicos desafiantes para la vaca que ocurren en el período periparto, como lo son el crecimiento del feto, el final de la gestación, inicio de la lactancia y la involución uterina; ya que estos cambios afectan el estado nutricional e inmune del animal (Hayirli y Grummer, 2004; Pearson, 2010).

Según Bobe y colaboradores (2004) las vacas con hígado graso presentan una función inmune disminuida, la cual es indispensable en la involución uterina postparto, por lo que esta se vería retrasada, aumentando el riesgo de infecciones uterinas. Además, el reinicio de la actividad ovárica se puede ver afectada por una síntesis retrasada de hormonas y también por altas concentraciones de ácidos grasos no esterificados y triglicéridos; así como concentraciones disminuidas de glucosa, insulina y lipoproteínas; que es el perfil metabólico común de las vacas periparturientas (Hayirli y Grummer, 2004).

El cuadro clínico se presenta con un ánimo disminuido, inapetencia y caída rápida de la condición corporal que puede llevar a que el animal se tumbe. Incluso, pueden aparecer otros signos que están relacionados con enfermedades concurrentes, las cuales se deben diagnosticar y tratar, puesto que agravan el cuadro clínico (Pearson, 2010).

La clave para reducir la incidencia del síndrome es evitar la obesidad en los animales al final del período de lactancia, para la cual también se requiere de un programa de reproducción eficaz, es decir, mantener un intervalo entre partos de 12 a 13 meses; aunado a un control de la condición corporal en las etapas más críticas de la lactancia. Otras medidas preventivas son la preparación del rumiante con cereales en el período de transición para afrontar las raciones que le serán brindadas posterior al parto; además, prestar suma atención al consumo de materia seca de la vaca, la cual se ve bastante deprimida en el periparto de manera normal, por lo que se deben de establecer estrategias de alimentación para mejorarla luego del parto (Hayirli y Grummen, 2004; Rehage et al., 2006; Pearson, 2010).

Acidosis ruminal:

La acidosis ruminal es un desorden metabólico que toma mucha importancia en vacas lecheras de alta producción, las cuales son alimentadas con dietas altas en carbohidratos fermentables para suplir sus necesidades energéticas. La rápida fermentación de almidones y azúcares en el rumen elevan la concentración de ácidos grasos volátiles, superando la capacidad de absorción, por lo que disminuye el pH del rumen, creando las condiciones para el desarrollo de bacterias ácido-lácticas, las cuales aumentan la cantidad de hidronios producidos y conllevan, en última instancia, a una disminución marcada en el pH del rumen, y desencadenan la acidosis ruminal. Tal condición se traduce en alteraciones del funcionamiento fisiológico normal del rumen y en desequilibrios en las relaciones simbióticas que allí son llevadas a cabo, afectándose la digestibilidad del forraje (Jones y Smith, 2010; Salcedo et al., 2012; Gao y Oba, 2014; Plaizier et al., 2014).

La presentación de la acidosis ruminal puede ser aguda, la cual se da principalmente por un consumo abrupto y/o exagerado de fuentes de alimento altamente fermentables, sumado a una deficiencia absoluta o relativa en el aporte de fibra efectiva. También puede tener una presentación subaguda o subclínica, la cual es la más común y se debe a un consumo de dieta altamente fermentable por períodos prolongados, constituyendo un problema intermitente y prolongado (Jones y Smith, 2010). Así mismo, Salcedo y colaboradores (2012) determinaron que esta es la presentación más importante desde el punto de vista económico, ya que es la que afecta la mayor parte del hato. Por su parte, Humer y colaboradores (2015) afirman que el periodo de la lactancia más susceptible es en etapas tempranas y medias (pico de lactancia).

La acidosis ruminal, está relacionada con importantes pérdidas económicas en la industria lechera, ya que se asocia con disminución del consumo de alimento, presencia de abscesos hepáticos, disminución del porcentaje de grasa en la leche, diarrea, laminitis, incremento de toxinas bacterianas circulantes y otros procesos inflamatorios, como por ejemplo ruminitis (Jones y Smith, 2010; Gao y Oba, 2014). Por lo tanto es importante realizar un control de este problema mediante medidas de manejo y alimentación adecuadas, favoreciendo el consumo de materia seca y fibra para promover el adecuado funcionamiento de los sistemas de tamponamiento del rumen (Jones y Smith, 2010; Plaizier et al., 2014). El diagnóstico se realiza mediante la medición de pH del líquido ruminal colectado por ruminocentesis de manera más confiable en donde el pH normal debería ser

entre 6,0 y 7,0 en dietas predominantemente de forrajes y un pH de 5,5 a 6,5 en dietas ricas en concentrados (Jones y Smith, 2010). Según Garret (1999), la acidosis ruminal subaguda se define en un hato cuando estadísticamente se encuentra un pH ruminal ≤ 5.5 en tres o más animales de una muestra de 12. No obstante, esta definición no la correlaciona con datos de función ruminal, sino que es un valor estadístico.

Según datos de Luna y Cedeño (2015), expuestos en el Congreso Nacional Lechero 2015, en un total de 23 evaluaciones de líquido ruminal en diferentes hatos lecheros con un total de 57 animales evaluados, un 52,2% presentó acidosis ruminal sub-aguda, mientras que un 13% presentó acidosis ruminal aguda, definidas estas como evidentes alteraciones de la función ruminal en el hato (bajo porcentaje de animales rumiando en reposo y bajo promedio de masticaciones por bolo de rumia), aunque el pH ruminal tenía un valor promedio de $5,9 \pm 0,4$ para la acidosis no aguda, lo cual quiere decir que se debe explorar más valores y ajustar la definición a parámetros fisiológicos relacionados con eficiencia ruminal, más que a una definición estadística de pH ruminal.

Hipocalcemia e hipomagneemia:

Es de gran importancia que se mantengan las concentraciones sanguíneas adecuadas de calcio (Ca) y magnesio (Mg), ya que estos intervienen en una serie de procesos fisiológicos, que son indispensables para la supervivencia del animal y para asegurar un adecuado rendimiento productivo y reproductivo de la vaca. Por lo tanto, concentraciones por debajo de lo normal, pueden provocar alteraciones tales como que el animal no pueda ponerse de pie y sufrir de alteraciones cardíacas y neurológicas, esto porque el Ca y el Mg participan en el funcionamiento nervioso y muscular. Sin embargo, en casos en los que los desbalances no son tan severos, se pueden observar síntomas como disminución en el consumo de alimento, baja motilidad ruminal e intestinal, baja producción y una mayor susceptibilidad a padecer otras enfermedades de tipo infeccioso y metabólico (McFarlane, 2010; Sanchez y Saborio⁽¹⁾, 2014; Sánchez y Saborío⁽²⁾, 2014). De esta manera, los valores sanguíneos normales para el calcio se encuentran entre 8,5 y 10 mg/dL, mientras que para el magnesio van de 1,8 a 2,4 mg/dL (McFarlane, 2010).

Los requerimientos de Ca y Mg, varían considerablemente de acuerdo a la etapa fisiológica en la que se encuentra el animal. De esta manera, desde horas anteriores al parto

hasta el postparto temprano corresponden al momento más predisponente a sufrir desbalances de Ca y Mg, esto debido a las altas demandas de los mismos para este periodo. Sin embargo, existen otros factores que pueden favorecer esta condición, por ejemplo Sánchez y Saborío (2014) determinaron que las vacas de raza Jersey y Guernsey están más predispuestas que las vacas Holstein a sufrir hipocalcemia, del mismo modo animales con más de tres partos poseen mayor riesgo, así como vacas altas productoras. Otro factor importante es la dieta y el manejo de la misma en el periodo periparto.

Por otra parte, estos autores mencionan que el principal factor que predispone a la hipomagnesemia corresponde a una inadecuada absorción del mineral, ya sea por deficiencias en la dieta o bien por algún agente que antagonice su biodisponibilidad como lo es el potasio, el cual es frecuentemente elevado en pasturas muy succulentas. El mantenimiento de una magnesemia normal es básico para homeostasis del calcio, ya que el magnesio participa en el adecuado funcionamiento del receptor de parathormona (Murray et al., 2008).

En nuestro país, pocos estudios se han realizado que involucren aspectos sobre el metabolismo del calcio, fósforo y magnesio al tiempo que se toma en cuenta el estado metabólico general del hato, razón por la cual es imperativo una investigación más profunda sobre este tema (Meneses et al., 1990; Cervantes, 2013).

Retención de Placenta:

Luego del parto, lo normal es que la placenta sea expulsada en menos de 12 horas, pero si se tarda más, se considera una retención de membranas fetales; aunque existen autores que la consideran retención luego de seis horas postparto (Hillman y Gilbert, 2008; Gnemmi, 2015).

Según Eiler y Fecteau (2007) se clasifica como retención primaria, cuando hay un desprendimiento incompleto de los cotiledones placentarios de las carúnculas maternas; mientras que la secundaria se refiere a una incapacidad mecánica de expulsar la placenta que se desprendió correctamente.

En los últimos años, se ha discutido ampliamente sobre la participación de los leucocitos y su quimiotaxis en la etiología de la retención de placenta, debido a que se sabe que su actividad fagocítica, su capacidad de migración y la producción de aniones

superóxido, tienen un papel muy importante en la involución uterina, además de que son la fuente ambulatoria de colagenasas que ayudan en la liberación de la placenta (Smith y Risco, 2005).

El retraso en la expulsión de las membranas fetales se ha asociado a varios factores contribuyentes como la hipocalcemia, distocia, aborto, sexo de la cría, partos gemelares, natimuecos e inducción del parto, así como el estado de salud general de la vaca antes del parto (Smith y Risco, 2005).

Se ha observado que si la placenta no es expulsada dentro de las 12 horas posteriores al parto, trae consecuencias negativas para la vaca a nivel fisiológico, productivo, reproductivo y de salud (Eiler y Fecteau, 2007). Según Smith y Risco (2005) se considera como el principal factor predisponente para las infecciones uterinas, puesto que los animales que retienen la placenta tienen seis veces más probabilidad de desarrollar una infección uterina que una vaca que no la presenta.

Todo esto lleva a una afectación importante sobre la rentabilidad y productividad del establecimiento, debido a que disminuye la producción de leche, pero aumentan los costos por servicios veterinarios y tratamientos, además de verse afectado el intervalo entre partos y la tasa de descarte (Eiler y Fecteau, 2007; Gnemmi, 2015).

Infecciones uterinas post parto:

Normalmente en el periodo postparto se da un proceso de involución, regeneración del endometrio, eliminación de la contaminación bacteriana del útero y un regreso a la actividad cíclica ovárica (Scott et al., 2011). Si este proceso no ocurre adecuadamente pueden aparecer enfermedades del tracto reproductivo, como la metritis puerperal, la cual es una enfermedad sistémica aguda caracterizada por una descarga uterina fétida color café rojizo y fiebre, dentro de los primeros 21 días post parto.

Por otra parte, la metritis clínica es una descarga uterina purulenta con una involución macroscópica inadecuada en los primeros 21 días post parto, y por último la endometritis clínica es un exudado purulento o mucopurulento en la vagina y puede ocurrir a los 21 o más días a partir del parto, pero no hay signos sistémicos (Hudson et al., 2012).

Según LeBlanc (2012), un balance energético negativo contribuye a una disfunción inmune que a su vez es el mayor componente de las enfermedades inflamatorias del tracto reproductivo. Además, en el caso de la metritis puerperal esta se ve asociada a

manipulaciones obstétricas no higiénicas, posterior al nacimiento de gemelos, natimueertos, casos de abortos y retención de membranas fetales. También puede ocurrir en casos de vacas que sufren hipocalcemia (Scott et al., 2011).

En el caso de la endometritis los factores predisponentes son la distocia, partos asistidos, retención de membranas fetales, un parto sucio y complicado, un parto prematuro, retardo en el reinicio de la ciclicidad ovárica, sobre-condicionamiento físico, síndrome de hígado graso y deficiencia de vitamina E y selenio (Scott et al., 2011).

Las alteraciones de la involución uterina no se pueden diagnosticar por medio de palpación rectal en los primeros días posteriores al parto. Sin embargo, diez a 15 días después del parto se logra palpar el útero entero si la involución es normal. No debe palparse líquido dentro de la luz uterina a los 14 a 18 días después del parto. La reducción principal de tamaño y reparación histológica del endometrio de las vacas lecheras finaliza hacia los 40 o 50 días después del parto (Hillman y Gilbert, 2008).

Según Sheldon y colaboradores (2006) el uso de ultrasonografía transrectal permite una medición más objetiva del diámetro de los cuernos uterinos, cérvix y una visualización del mucus y pus dentro del lumen uterino. Sin embargo, en el presente hay poca evidencia de que el ultrasonido provea mayor información sobre la endometritis clínica que la examinación del fondo de la vagina. Estos autores sugieren que para el diagnóstico de esta enfermedad se realice una visualización del fondo vaginal en busca de contenido purulento.

1.2. Justificación

Nos encontramos en la segunda década del siglo XXI, y una de las principales preocupaciones a nivel mundial, es cómo vamos a obtener y producir los alimentos para la población en los próximos 40 años, en donde a su vez se proyecta un aumento en la demanda de productos como la carne y lácteos. Y esto toma mayor importancia ya que países en vías de desarrollo cada día toman mayor fuerza y logran avances en la economía y política mundial (Green, 2012).

Por ejemplo, según la Cámara Nacional de Productores de Leche (2010), Costa Rica alcanza el tercer lugar de la región Latinoamérica como productor y consumidor de productos lácteos. Del mismo modo, según el INEC (2015) el país cuenta con una extensión de 51 100 Km², de los cuales 24 064 Km² (47,1%), corresponden a la superficie agropecuaria, lo que evidencia que nuestro país está mayoritariamente dedicado a diferentes actividades de este sector productivo. Sin embargo, a pesar de esto, el último censo agropecuario de Costa Rica en 2014, refleja que respecto a 1984 ha decrecido en un 21,6% el terreno destinado a actividades agropecuarias, lo cual evidencia que los sistemas productivos se han tenido que intensificar con lo que actualmente se produce más a pesar de contar con menos terreno.

Según datos del INEC (2015) Costa Rica cuenta con 1 278 817 vacunos, de los cuales, un 25,6% están destinados a la producción de leche y un 32% a sistemas de explotación doble propósito, esto representa un gran desafío para todas las personas involucradas en el área, donde además de los productores, juegan un papel importante una serie de protagonistas como instituciones tanto de índole público como privado, así como el rol de muchos profesionales, como lo es el caso de ingenieros agrónomos y médicos veterinarios quienes deben velar por ejercer su función asesorando e investigando con el objetivo de maximizar la producción de una forma eficiente, haciendo uso razonable de todos los recursos para que además el sistema sea amigable con el ambiente.

Del mismo modo, de acuerdo con Madriz (2014), la producción de leche nacional, genera aportes importantes a la economía del país, de modo que la producción láctea, representa un 11,8% del valor agregado agropecuario, un 43,6% del valor agregado de las actividades pecuarias y un 54,8% del valor de las exportaciones del sector pecuario. Así mismo, genera a nivel nacional 46147 empleos entre fincas e industrias lecheras, lo cual representa un 5,5% del empleo del sector privado. Estas son razones de gran peso para

impulsar cada día mayor eficiencia en la producción de este sector, para aumentar la competitividad a nivel internacional y mantener un crecimiento estable y sostenido en dicha actividad pecuaria. Además, según INEC (2015), la producción de leche en el país, centra su mayor densidad en las provincias de Alajuela, Cartago y San José, razón que justifica llevar a cabo el trabajo en la Región Central y Zona Norte de Costa Rica.

El papel del médico veterinario, cumple un eje central en la prevención de enfermedades y en el mantenimiento de la salud de las vacas, lo cual es clave, ya que animales con excelente condición y bienestar son la base para una producción eficiente (Green, 2012).

De acuerdo con Senthilkumar y colaboradores (2013), la prevalencia de enfermedades animales en el mundo ha ido disminuyendo en las últimas cuatro décadas, esto debido a los esfuerzos que se hacen para asegurar la salud animal y pública. Sin embargo, existen aún algunas enfermedades que afectan los hatos, causando reducción en la producción y severas pérdidas económicas.

Dentro de estas enfermedades, están los desórdenes metabólicos, que son un grupo de enfermedades que afectan a las vacas lecheras principalmente después del parto o incluso algunos días antes del mismo. Las enfermedades metabólicas como la cetosis, fiebre de leche, y acidosis ruminal son ejemplos de las enfermedades más costosas en hatos lecheros.

Así, por ejemplo, se determinó que en Estados Unidos el costo de una vaca con cetosis subclínica es de \$78 US y la prevalencia de esta condición para este país ronda el 41% anual, por otra parte, el costo de un animal con cetosis clínica es de \$145 US. Del mismo modo, se estima que por caso de hipocalcemia las pérdidas económicas rondan los \$334 US y las vacas permanecen en promedio cinco días más abiertas. De esta manera, todas las enfermedades metabólicas que se presentan mayoritariamente en el periodo de transición representan altos costos y pérdidas económicas, en términos de gastos de veterinario, medicamentos, disminución en la producción y efectos a nivel reproductivo.

Por esta razón es de gran importancia determinar la ocurrencia de estas enfermedades en Costa Rica y aprender a tratar las mismas, pero más importante que todo, es aprender a establecer medidas en nuestros hatos lecheros con el objetivo de prevenir la presentación de este grupo de enfermedades.

1.3. Objetivos:

1.3.1. Objetivo General

1. Diagnosticar las principales enfermedades metabólicas de vacas lecheras en el periodo de transición en 30 fincas del Valle Central y Zona Norte de Costa Rica.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Validar el protocolo de abordaje para el diagnóstico de enfermedades metabólicas en al menos tres hatos lecheros.
2. Aplicar el protocolo validado en treinta hatos lecheros para diagnosticar la presencia de enfermedades metabólicas.
3. Elaborar estrategias de prevención basadas en las observaciones realizadas en cada hato lechero.

2. METODOLOGÍA: MÉTODOS Y MATERIALES

El proyecto se realizó durante el año 2016, bajo el marco del Proyecto FIDA: “Prevalencia de las principales enfermedades metabólicas y tóxicas de los bovinos de leche de las regiones Central y Huetar Norte en relación con variables de manejo y ambientales”, código SIA 0172-15.

Elaboración de protocolos para diagnóstico de las enfermedades

Inicialmente se tomaron como base los protocolos de trabajo establecidos por las Cátedras de Clínica de Especies Mayores y de Farmacología y Toxicología, así como por el Departamento de Nutrición Animal (ver anexos), con el fin de diseñar los protocolos de trabajo para el proyecto. Estos fueron validados, posteriormente, en cinco hatos lecheros previo a su aplicación en las fincas de estudio.

Mediante el proceso de validación se logró realizar modificaciones en los protocolos de trabajo, adecuándolos mejor a las necesidades propias del proyecto, al tiempo que se logró establecer una metodología de trabajo en finca y estandarizar procesos para la colecta apropiada de datos y muestras.

Selección de fincas

Para la realización del trabajo se visitaron 30 fincas lecheras, abordando un establecimiento por día con un total de dos a tres giras por semana según conveniencia logística.

A partir del programa VAMPP Bovino 3.0, el cual pertenece al Programa CRIPAS de la Escuela de Medicina Veterinaria de la UNA, se seleccionó una base de datos de aquellas fincas que mantuvieran actualizada la información. Se tomó esta lista como punto de partida para contactar a los productores, realizando una selección aleatoria mediante el programa Microsoft Excel 2010®, de acuerdo a las zonas geográficas de interés y a quienes se les planteó el proyecto; solamente se incluyeron a aquellos que estuvieran anuentes a ser parte del estudio y a la realización de técnicas invasivas a los animales (ruminocentesis).

Se incluyeron fincas donde se pese regularmente la leche y que tuvieran acceso a análisis adicionales, tales como contenido de sólidos en la leche de vacas individuales y

análisis de forrajes. Además, no se excluyeron fincas por nivel de producción o tecnificación, productividad actual o problemas reproductivos.

Visita a fincas, evaluación de animales y recolección de datos

Se le solicitó a cada uno de los productores que enviara, vía correo electrónico, un respaldo actualizado del VAMPP Bovino 3.0 uno o dos días antes de la respectiva visita previa coordinación, de manera tal que para el día de trabajo de campo se contara con la lista de animales elegidos para realizar las distintas pruebas y aplicar cada uno de los protocolos de recolección de información. Del mismo modo, a partir de dicho respaldo, se obtuvieron otros datos de interés, tales como aquellos de índole reproductivo y productivo, tanto a nivel individual de aquellos animales estudiados en detalle, así como a nivel de hato.

En cada visita se entregó una carta sobre manejo confidencial de datos. Además, se recopilaron datos de manejo del hato, que incluyeron los siguientes aspectos: tipo de establecimiento, tamaño del hato, producción actual, manejo de la nutrición, manejo de la reproducción, estimación del consumo real de materia seca, composición de sólidos totales de la leche, porcentaje de grasa, porcentaje de proteína y células somáticas en tanque, todo esto a partir de una encuesta realizada al productor y al personal encargado de la finca y mediante inspección de campo, así como por medio de la solicitud al propietario de documentación que respaldara y complementara la información requerida.

Durante la visita se midieron parámetros generales en el grupo de animales lactantes así como parámetros individuales en una muestra de vacas que tenían entre cero y 120 días en lactancia. En este grupo se evaluó: condición corporal (escala 1 -5), índice de locomoción, índice de suciedad (CDQAP, 2004), índice de consistencia de las heces (Bavera y Peñafort, 2006) e índice de llenado ruminal (Burfeind et al., 2010). Asimismo, se registraron indicadores como: actividad ruminal en reposo (masticaciones por bolo y porcentaje de animales rumiando), rechazo de alimento, rechazo de forraje en canoa y potrero, robo y desperdicio de alimento.

Adicionalmente, se llevó a cabo el examen reproductivo de los animales en estudio por medio de la palpación rectal para determinar la ciclicidad y el grado de involución uterina, utilizando como apoyo diagnóstico el ultrasonido en casos dudosos.

En algunos casos se complementó el diagnóstico por medio de vaginoscopía cuando se tuvo indicios de alguna alteración reproductiva, esto con el fin de determinar presencia de flujos anómalos o inflamaciones en cérvix y fondo vaginal. Se consultó en el VAMPP la presencia de casos de retención de placenta y mediante la historia consultada con el personal de la finca propiamente el día de la visita; sin embargo, en ambos casos la información fue poco confiable debido al escaso control y manejo de registros en este aspecto, de manera que las vacas con retención no siempre son reportadas en el sistema, o bien, los peones no recuerdan todos los casos al momento de consultarles.

Finalmente, se realizó evaluación de la condición corporal en aquellos animales que se encontraban en el periodo de los 30 días pre parto y para todo el grupo de vacas lactantes se evaluó el porcentaje de animales en reposo rumiando, número de masticaciones por bolo de rumia, locomoción sobre suelo duro y sin pendiente, porcentaje de animales con condición corporal menor de 2,5 y porcentaje de animales con llenado ruminal menor de 3.

Colecta de muestras y su procesamiento

Se tomaron muestras de sangre en tubo sin anticoagulante en un promedio de 9,4 animales por finca (rango de 8-12). La muestra se dejó reposar por un periodo comprendido entre 30 a 45 minutos para conseguir la retracción del coágulo, posteriormente fue centrifugada por cinco minutos; seguidamente mediante una micropipeta marca Fisherbrand®, modelo Finnpipette® II, se realizó la separación y deposición del suero en un nuevo tubo sin anticoagulante con la respectiva identificación de cada animal y se refrigeró para su transporte al Laboratorio de Análisis Clínicos de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional (EMV-UNA), donde fueron procesadas para determinar la concentración de calcio, fósforo, magnesio, actividad de enzimas AST y GGT, concentración de bilirrubina conjugada, bilirrubina no conjugada y bilirrubina total, como complemento para el diagnóstico de hipocalcemia, hipomagnesemia, cetosis y lipidosis.

Tan pronto se colectó la muestra de sangre se realizó de inmediato la determinación en finca del cuerpo cetónico beta-hidroxibutirato (BHB) utilizando el glucómetro FreeStyle Optium (Abbot), cuyo uso ha sido validado en bovinos (Iwersen et al., 2013).

Se realizó la medición de pH ruminal por medio de ruminocentesis, utilizando una aguja espinal (1,6mm x 130mm), luego de una sedación leve con xilacina (30-50 µg/Kg) y

el uso de lidocaína como anestésico local (8 ml/sitio de bloqueo); método empleado de rutina por el equipo proponente de la Cátedra de Clínica de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional (Rocket y Bosted, 2007). Se llevaron a cabo en promedio 4,4 ruminocentesis por finca, variando según el tamaño del grupo de estudio (vacas de 0-120 días post parto).

La muestra se recolectó en un periodo comprendido entre dos a cuatro horas después del consumo de grano (Garrett et al., 1999). La medición del pH del líquido ruminal colectado se llevó a cabo de inmediato utilizando el pHímetro OAKTON Ion6+ (Oakton Instruments), previamente calibrado.

Se realizaron ecografías abdominales en la región del hígado en aquellas vacas en que se tuviera alguna sospecha de lipidosis hepática, por ejemplo, animales con excesiva condición corporal al parto, síntomas de alguna enfermedad o valores de BHB muy elevados (Bobe et al., 1999), utilizando un ecógrafo marca SonoSite®, modelo M-Turbo Vet (FUJIFILM SonoSite, Inc. US), equipado con transductor convexo de 3.5-5.0 MHz.

Se realizó una estimación del consumo de materia seca para cada uno de los hatos, mediante la recopilación minuciosa de todos los aspectos concernientes a la dieta, incluido una estimación del consumo de forraje en pradera por medio de la técnica del botanal®. Para ello se realizaron mediciones de la disponibilidad de forraje antes de ser pastoreado y después del pastoreo para estimar la diferencia en la disponibilidad de pasto, que corresponde al consumo de forraje verde.

Esa información se complementó con la determinación de materia seca en el forraje evaluado, utilizando la metodología de muestreo y análisis propuesto por la AOAC (2000) tal y como lo contempla la metodología del Botanal, con lo que se logró la estimación del consumo de materia seca durante las horas de pastoreo para los potreros evaluados en el día de la visita.

Con el fin de determinar el contenido de nitratos en el forraje, se tomaron muestras en todo el potrero pre pastoreo, se etiquetaron y almacenaron en bolsas plásticas y se transportaron en hieleras refrigeradas al Laboratorio de Toxicología de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, donde fueron congeladas inmediatamente hasta su respectivo análisis cualitativo y cuantitativo. La determinación de nitratos se realizó mediante la prueba de difenilamina (método cualitativo) y el método

espectrofotométrico descrito por Cataldo y colaboradores (1975), como metodologías previamente estandarizadas en dicho laboratorio.

Al finalizar la rutina de trabajo en cada visita se procedió a realizar una sesión de discusión en conjunto con el equipo de trabajo de la finca y el propietario, en la cual se analizó la situación encontrada, y se exploraron posibles medidas de manejo que permitieran mejorar la salud del hato y su rentabilidad, permitiendo un enriquecimiento recíproco entre estudiantes, investigadores y productores, con el fin de comprender mejor el contexto de las enfermedades metabólicas en Costa Rica.

Una vez que se compiló toda la información referente a cada finca, incluidos los resultados de los laboratorios, se digitó y analizó la información y se procedió a la elaboración de un reporte escrito detallado que se le entregó al productor con las principales observaciones y hallazgos de la visita, así como con recomendaciones enfocadas a mejorar, corregir o prevenir condiciones que estuvieran favoreciendo la presentación de alguna de las enfermedades metabólicas en estudio dentro del hato.

Base de datos:

Posterior a la visita a las 30 fincas, se diseñó una base de datos, en donde se tabuló toda la información recolectada para facilitar su análisis estadístico posterior.

Análisis estadístico:

Se utilizó estadística descriptiva mediante el programa Infostat®, por medio del uso de las medidas de tendencia central y tablas de contingencia para datos categorizados. Esto permitió analizar las variables individuales, de salud de hato, de manejo y producción.

Propuesta de prevención:

Se elaboró una propuesta general de prevención de las enfermedades metabólicas basada en la información obtenida en las 30 fincas visitadas, dirigida principalmente a productores.

3. RESULTADOS

3.1 Validación de los protocolos.

Se desarrollaron y aplicaron un total de seis protocolos que incluyeron:

1. Información general del hato, la producción, las prácticas de alimentación y el manejo de la inseminación artificial.
2. Formulario de nutrición.
3. Protocolo de datos clínicos y toma de muestras en vacas seleccionadas.
4. Protocolo de antibacterianos usados en fincas.
5. Protocolo de evaluación de vacas prontas.
6. Protocolo de prácticas de fertilización y nitratos.

Adicionalmente, se debieron validar los procesos de logística como preparación de la gira y los procesos de trabajo en finca, para ello se validaron los siguientes documentos:

1. Guía de llamada y contacto para productores.
2. Hoja de colección de datos previos a la visita (para coordinar logística).
3. Protocolo de procedimiento.
4. Lista de chequeo de materiales.
5. Toma de muestras de leche para análisis de sólidos (el cual se remite al productor).
6. Declaración de confidencialidad para los productores.

Los protocolos fueron validados inicialmente en un total de cinco hatos ubicados en Mata de Plátano, Moravia, Zarcero, Copey de Dota y Ciudad Quesada. Dos de los hatos visitados en esta fase se incluyeron en la siguiente, pero como visita nueva, con protocolos ya validados. Los datos colectados durante la fase de validación no fueron incluidos en el análisis de datos que se presenta a continuación.

3.2 Datos colectados en 30 fincas lecheras.

3.2.1. Caracterización de los hatos estudiados:

Un total de 30 fincas dedicadas a la producción lechera especializada fueron visitadas en las regiones del Valle Central y Zona Norte de Costa Rica. Estos hatos lecheros se ubicaron en promedio a una altura de 1262 m.s.n.m. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución altitudinal de las fincas en estudio.

	Datos de altitud (m.s.n.m.)					
n	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
28	1262,1	678,5	53,8	118	2887	1431

La distribución de las fincas según los distintos cantones visitados se puede observar en la Figura 1 y en el Cuadro 2.

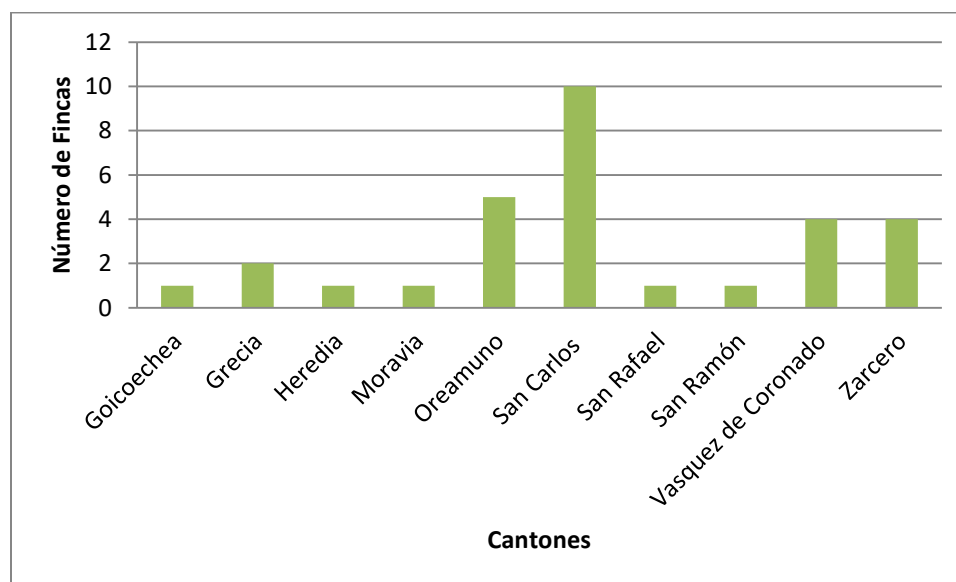


Figura 1. Distribución de fincas por cantón

Cuadro 2. Distribución altitudinal por Cantón.

		Datos de altitud (m.s.n.m.)					
Cantón	n	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
Goicoechea	1	1673	0	0	1673	1673	1673
Grecia	2	392	82,0	20,9	334	450	392
Heredia	1	1822	0	0	1822	1822	1822
Moravia	1	1480	0	0	1480	1480	1480
Oreamuno	5	2163,2	475,8	22	1632	2887	1980
San Carlos	10	574,7	414,3	72,1	118	1300	515
San Rafael	1	1738	0	0	1738	1738	1738
San Ramón	1	1220	0	0	1220	1220	1220
Vásquez de Coronado	4	1520	414,0	27,2	1042	1760	1758
Zarcero	4	1673,8	235,9	14,1	1431	1960	1652

Se encontró que los hatos en estudio realizaban su práctica bajo sistemas de producción tales como pastoreo día y noche (n=11), semiestabulado (n=18) o estabulado completo (n=1). En caso de sistemas de pastoreo se destinan dos apartos al día para dicho fin.

En algunas fincas las vacas consumen forraje principalmente de los apartos, sin forraje adicional en canoa (5/11), pero en otras también consumen forraje en el establo (6/11), aumentando el tiempo de permanencia en él. En dichos sistemas el consumo de concentrado se da en el establo dos veces al día, ingiriendo una cantidad muy importante de materia seca a partir del concentrado, por lo que, en gran medida, también son sistemas con semiestabulación.

La media de permanencia en potrero en sistemas de pastoreo día y noche es de 18,3 $\pm$ 2,2 horas diarias (14,5-21,0 horas, CV 12,5%), observándose claramente que en algunos casos permanecen mucho tiempo en los establos.

En el sistema “semiestabulado” se incluyeron hatos en los que típicamente los animales pastorean una vez al día (horas de luz o en la noche), se destina un solo aparto diario para pastoreo. En esos sistemas encontramos algunos hatos donde los animales se mantienen amarrados durante el tiempo de estabulación (4/18), mientras en otros casos se mantienen sueltos (14/18).

La estabulación se realiza al aire libre (1/18), en galerones techados (12/18) o en construcciones de tipo invernadero (5/18), estos últimos principalmente en las zonas altas, mientras que aquellos predominan en zonas bajas. En esos sistemas la media de permanencia en la pastura es de 13,1 $\pm$ 3,8 horas diarias (7,5-18,5 horas CV 28,6%), mientras que en el establo permanecen en promedio 7,7 $\pm$ 2,6 horas diarias (4,0-12,0 CV 34,1%), siendo situaciones muy heterogéneas. En algunos casos los animales permanecen estabulados varias horas sin forraje durante ese tiempo, sólo con acceso a agua (6/17).

Finalmente, en el hato estabulado, las vacas permanecen 18 horas en el establo y cuatro horas en las antesalas y salas de ordeño, en sistema suelto. No se determinaron las dimensiones de las construcciones.

En lo que respecta a los forrajes utilizados, se determinó que existe una gran variabilidad entre fincas en cuanto al tipo de pasto que se utiliza, tanto a nivel de pradera como a nivel de suplementación en canoa en los momentos de estabulación. De esta manera el forraje que predominó en el pastoreo fue la estrella africana (nueve fincas) seguido por el Kikuyo y el Tanner (ocho fincas cada uno). Por su parte, no se observó una mayor tendencia hacia un tipo de forraje de corta en específico. Los detalles de este aspecto se pueden apreciar en los Cuadros 3 y 4.

Cuadro 3. Forrajes de pastoreo.

		Datos de altitud (m.s.n.m.)					
Tipo de forraje	n	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
Kikuyo	8	1905,5	231,9	12,2	1673	2340	1764
Estrella africana	9	1218,3	585,8	48,1	118	1738	1480
Tanner	8	514,5	169,2	32,9	334	827	450
Rye grass	2	2302	452,5	19,7	1977	2887	1977
Tanner, estrella africana y guinea rastrera	1	1220	0	0	1220	1220	1220

Cuadro 4. Forrajes de corta.

		Datos de altitud (m.s.n.m.)					
Tipo de forraje	N	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
Kikuyo	1	1738	0	0	1738	1738	1738
Estrella africana	1	118	0	0	118	118	118
Mombaza	1	310	0	0	310	310	310
Rye grass	2	2118	262,7	12,4	1822	2340	2340
Suace	1	420	0	0	420	420	420
Camerún	1	827	0	0	827	827	827
King grass	2	824,6	507,1	61,5	450	1480	450
Maralfalfa	1	386	0	0	386	386	386
Cuba 22	1	213	0	0	213	213	213

El promedio de vacas en ordeño para los 30 hatos fue de $82,2 \pm 33,2$ vacas (36-172, CV 40,5%) vacas para el periodo en estudio. Por su parte, el número promedio de vacas elegibles (animales de 0 – 120 días en lactancia) para diagnóstico de las enfermedades metabólicas fue de $27,0 \pm 12,9$ vacas (5-64, CV 47,8%) vacas por finca; sin embargo, finalmente por razones logísticas y de planteamiento en la metodología se eligieron en promedio $10,6 \pm 2,7$ vacas (5-20, CV 26,4%) vacas en cada lechería para los análisis individuales de la investigación.

La totalidad de las fincas visitadas reportaron la realización de la pesa de leche de forma periódica, esto se llevaba a cabo en promedio cada 15,3 días, con un rango de frecuencia semanal hasta cada 30 días. En general, todas las fincas donde se pesa la leche semanalmente se ubican por encima de los 1480 m.s.n.m. (Cuadro 5); lo que indica que las fincas de bajura tienden a realizar pesas de leche más distanciadas.

Cuadro 5. Frecuencia de pesa de leche

		Datos de altitud (m.s.n.m.)					
Frecuencia de pesa de leche (días)	n	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
7	6	1776,0	167,3	9,4	1480	1980	1738
15	17	1189,2	688,3	57,9	213	2887	1220
30	4	1036,4	752,9	72,6	310	1960	420

Se determinó que en 23 de los hatos en estudio se utilizaba la producción de leche individual como principal o único criterio para la dosificación del concentrado, mientras que en otras cinco fincas realizaban la dosificación del concentrado estableciendo grupos de acuerdo a rangos de producción de leche. Solamente en dos fincas se realizaba la dosificación de concentrado en forma grupal según días en lactancia, sin tomar en cuenta la pesa de leche.

Los indicadores productivos de las lecherías en estudio, reflejaron un promedio de producción de 20,7 Kg de leche por vaca al día, con un promedio de sólidos totales de 12,6%, de lo cual se reportó un 4,0% como promedio de grasa y un 3,3 % de proteína y un promedio de relación grasa proteína de 1,2. Finalmente el promedio de días en lactancia para las fincas incluidas en estudio fue de 187,7 días (Cuadro 6).

Cuadro 6. Indicadores productivos de hato.

Variable	n	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
Promedio de producción (Kg)	20	20,7	5,13	24,8	10,2	32,9	20,4
Promedio de % sólidos totales	16	12,6	0,6	4,37	11,8	13,9	12,6
Promedio de % grasa	16	4,0	0,4	10,8	3,4	5,1	4,1
Promedio de % de proteína	16	3,3	0,2	5,6	3	3,7	3,3
Relación grasa proteína	16	1,2	0,1	7,1	1,1	1,4	1,2
Promedio de días en lactancia	28	187,7	23,6	12,6	151	235	183

Con respecto a la nutrición de las vacas, se obtuvo que en promedio las fincas cuentan con una disponibilidad de materia seca de 4756 Kg por hectárea a partir del forraje, con un consumo promedio de materia seca total de 18,8 Kg por animal al día. El promedio del porcentaje de forraje en la dieta fue de un 46,7%, donde solamente ocho fincas tuvieron un porcentaje de forraje en la dieta contemplado entre 50 y 60% y tan solo dos fincas con un valor superior al 60% (Cuadro 7).

Cuadro 7. Composición de la dieta.

Variable	n	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
Disponibilidad de materia seca Kg/Ha a partir del forraje	27	4756,0	1584,3	33,3	2009,2	7767,7	4481,0
Promedio de consumo de materia seca (Kg)	28	18,8	5,04	26,8	10,0	28,8	18,0
% de forraje en la dieta	28	46,7	13,5	28,8	10,3	73,5	47,6

Además, como se puede observar en la Figura 2, la disponibilidad de materia seca por hectárea es bastante variable según la altitud, aunque es notable que las fincas por debajo de 1500 m.s.n.m. tienden a tener una producción relativamente similar, mientras que las que se ubican por encima varían mucho más entre sí, pero es donde se encuentran las fincas de mayor producción (>7000 Kg MS/Ha).

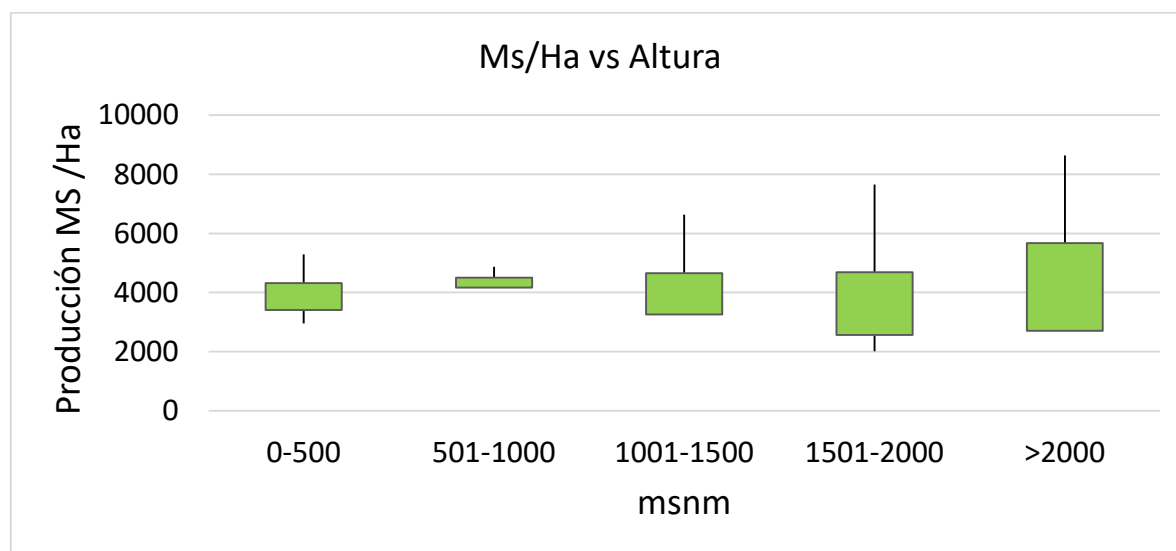


Figura 2. Disponibilidad de materia seca por Hectárea (MS/Ha) de las fincas visitadas según la altitud respectiva.

3.2.2. Caracterización de los animales estudiados.

Se seleccionó un total de 300 vacas en lactancia temprana [0 – 120 días en lactancia (DIM)], para realizar los análisis de interés para el diagnóstico de las enfermedades metabólicas. Dichas vacas tuvieron la siguiente distribución racial: 110 correspondieron a la raza Holstein, 114 a la raza Jersey, 39 chumecas (Holstein x Jersey) y 37 vacas de otras razas de menor predominancia en la producción de leche de Costa Rica, como la Pardo Suizo, Simmental y Montbéliarde. La distribución altitudinal para las diferentes razas se puede observar en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Distribución racial.

		Datos de altitud (m.s.n.m.)					
Raza	n	Media	D.E	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
Chumeca (Holstein x Jersey)	39	920,6	617,3	67,1	118	1960	827
Holstein	110	1457,0	601,1	41,3	310	2887	1606,5
Jersey	114	1207,9	729,5	60,4	118	2340	1220
OTRAS	37	1226,0	622,6	50,8	213	1977	1540

La distribución según el número de lactancias de las vacas examinadas reflejó lo siguiente: 66 primerizas (22%), 146 vacas de segundo y tercer parto (48,7%), 63 vacas de cuarto y quinto parto (21%) y 25 vacas de más de cinco partos (8,3%) (Figura 3).

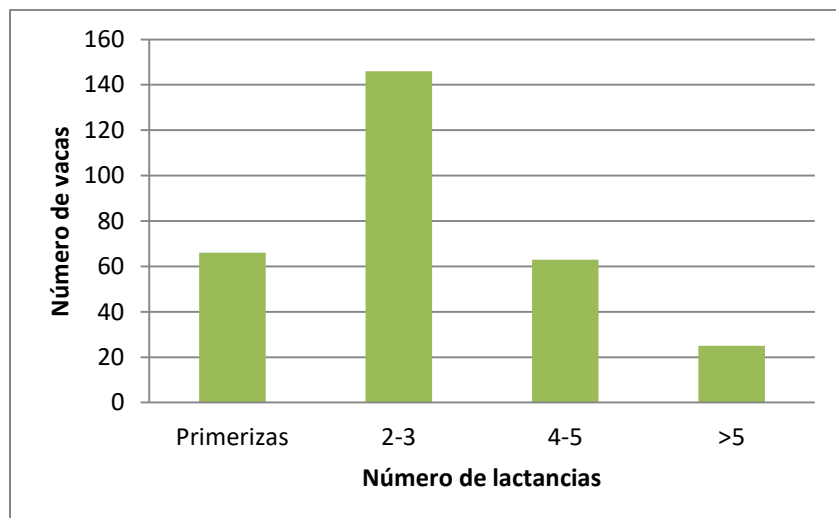


Figura 3. Distribución de las vacas muestreadas según número de lactancias.

Analizando la lactancia previa y el periodo seco de las vacas no primerizas se observó un promedio de 76,8 días de periodo seco y más de la mitad (58,8%) tuvieron periodos secos superiores a 60 días. La lactancia anterior tuvo una duración promedio de 326,3 días. Solo diez vacas (4,7%) reportaron haber tenido lactancias entre los 300 y 305 días.

El promedio de días en lactancia del grupo en estudio fue de 55,3 días y el promedio de producción, de 25,9 Kg diarios.

Adicionalmente, los datos referentes a los indicadores reproductivos reflejaron que el intervalo entre los dos últimos partos para las vacas en estudio fue en promedio de 401,4 días y requirieron en promedio 1,9 servicios por concepción. Sin embargo, es importante destacar que 52 vacas de más de una lactancia (22%) ocuparon tres o más servicios para ser preñadas. En contraposición, de las vacas primerizas solamente una requirió de más de dos servicios para ser concebida.

Otro de los parámetros reproductivos evaluados reflejó que el promedio del intervalo parto concepción para la lactancia actual de las vacas de más de un parto fue de 121,1 días, en donde a su vez, 124 vacas resultaron gestantes hasta después del día 90 post parto, pero solo 21 de estas vacas lo hicieron en el primer servicio, mientras que otras 45 lo

hicieron en el segundo servicio, y finalmente 57 vacas requirieron de tres o más servicios para ser preñadas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Indicadores (re)productivos de las vacas en estudio.

Variable	n	Media	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Mediana
Producción de leche (Kg)	204	25,9	8,2	31,6	8,6	53	25,6
Días seca (último periodo)	216	76,8	46,3	60,3	26	523	64
Duración en días de lactancia anterior	211	326,3	75,7	23,2	5	660	313
Intervalo de días entre últimos dos partos	223	401,4	74,1	18,5	295	721	378
Servicios para ultima gestación	273	1,9	1,3	67,8	1	8	1
Intervalo parto concepción para gestación de lactancia actual	223	121,1	73,3	60,5	18	431	98
Días en lactancia	300	55,3	34,0	61,5	1	125	51

3.2.3. Transición preparto.

Las 30 fincas reportaron realizar prácticas de manejo de transición antes del parto. En promedio se reportó una duración de 3,7 semanas de transición preparto, en donde 18 hatos realizaban cuatro semanas de adaptación mientras que nueve hatos lo hacían por tres semanas, otros dos lo hacían por dos semanas y tan solo una finca lo extendía por ocho semanas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Duración en semanas de transición preparto reportadas en las fincas visitadas.

Duración en semanas de transición pre parto	Número de fincas
2	2
3	9
4	18
8	1
Total	30

Las vacas fueron alimentadas utilizando cepos individuales en 18 fincas, mientras que la alimentación colectiva fue documentada en diez hatos. De otros hatos faltó información. El promedio de condición corporal para las vacas prontas fue de $3,6 \pm 0,3$ (3-4,2, CV 8,6%) (escala 1 – 5). No obstante, se obtuvieron diferencias importantes en la validación de las medidas usadas para dosificar el concentrado (con respecto a lo que realmente pesaban), mostrándose una diferencia media de 14,8% menor a lo estimado, variando desde 55,7% menos de lo estimado hasta un 9,2% más de lo estimado.

La mayoría de hatos usaban concentrados que no contenían sales aniónicas (20 fincas), mientras que los restantes utilizaban concentrados mezclados con sales aniónicas (diez fincas). De las fincas que no utilizaban concentrados preparados, 18 reportaron el uso de algún mineral para el periodo preparto, otras dos reconocieron no dar ningún suministro mineral; mientras que de las lecherías que utilizaban concentrados con sales aniónicas, siete de ellas añadían también algún mineral preparto (Cuadro 11).

Se reportó el uso de selenio parenteral en 21 de las 30 fincas, en promedio en el día 39 pre parto, una finca indicó que lo utilizaban vía oral y en siete fincas no lo usan del todo.

Cuadro 11. Dosificación del mineral en el periodo preparto*.

Variable	n	Media	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Mediana
Porcentaje de diferencia en las medidas (%)	19	13,1	84,2	641,7	-55,7	343,2	-8,8
Cantidad total diaria de mineral (g)	20	141,9	93,7	66,0	50,1	443,2	109,4

*Los minerales analizados en este cuadro pertenecen a diferentes fórmulas comerciales, la intención es ver la variación entre la dosis que se recomienda contra la que verdaderamente el productor ofrece a los animales.

3.2.4. Transición post parto

De las 30 fincas, 28 reportaron realizar prácticas de manejo de transición, básicamente relacionadas con el uso del concentrado en la alimentación post parto, de manera que dicha materia prima se suministraba cuidadosamente, con incrementos bajos y graduales a la dieta de la vaca. La mitad de los hatos indicaron que este manejo se extiende por dos semanas, y en menor número de fincas hasta la tercera, cuarta y quinta semana (Cuadros 12 y 13).

Cuadro 12. Realización de prácticas de manejo de alimentación postparto en las fincas visitadas.

Transición Postparto	Número de fincas	Porcentaje (%)
Transición súbita	2	6,7
Transición gradual (adaptación paulatina al grano)	28	93,3
Total	30	100,0

Cuadro 13. Duración en semanas de la transición postparto de las fincas visitadas.

Duración de la alimentación gradual postparto (semanas)	Número de fincas	Porcentaje (%)
1 semana	2	7,1
2 semanas	15	53,6
3 semanas	6	21,4
4 semanas	4	14,3
5 semanas	1	3,6
Total	28	100

3.2.4.1. Concentrados

Se encontró una gran variabilidad del tipo y cantidad de concentrado que se suministra en el post parto temprano; 27 fincas dan un sólo tipo de concentrado, mientras que tres fincas dan dos tipos concentrados para alimentar a sus animales.

Es interesante recalcar la cantidad promedio de concentrado que se le ofrece a las vacas al inicio de la lactancia, la cual es de 4056,8 g $\pm$ 2259,7 (898,6-13000, CV 55,7%), siendo esta una cantidad importante para un postparto temprano. Además, se observaron grandes diferencias en la validación de medidas para dosificar el concentrado de lactancia (con respecto a lo que realmente pesaban), mostrándose una diferencia media de 14,8% menor a lo estimado, variando desde 27,4% menos de lo estimado hasta un 12,1% más de lo estimado (Cuadro 14).

Cuadro 14. Dosificación del concentrado al inicio de la lactancia.

Concentrado	N	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
Porcentaje de diferencia en las medidas (%)	30	-3,4	9,7	283,6	-27,4	12,1	-0,5
Cantidad total diaria al inicio de la lactancia (g)	30	4056,8	2259,7	55,7	898,6	13000,0	3750,5

En nuestro país el manejo del concentrado se realiza según el tipo de sistema productivo que tenga la lechería, es por esto que en general los sistemas de pastoreo lo suministran dos veces al día, mientras que los sistemas semiestabulados y estabulados completos son los que las condiciones les permiten fraccionar el concentrado en tres o más veces al día (Cuadro 15).

Cuadro 15. Raciones de concentrado al día en las fincas visitadas.

Raciones al día	Número de fincas	Porcentaje (%)
2 veces	17	56,7
3 veces	12	40,0
5 veces	1	3,3
Total	30	100

Además, después del parto las fincas tardan en dar la cantidad total de concentrado principalmente alrededor de la segunda semana, y en menor número hasta la tercera, cuarta o quinta semana (Cuadro 16).

Cuadro 16. Momento postparto en que se suministra la cantidad máxima de concentrado según pesa de leche.

Semana de consumo máximo	Número de fincas	Porcentaje (%)
1ra semana	1	3,3
2da semana	17	56,7
3ra semana	6	20,0
4ta semana	5	16,7
5ta semana	1	3,3
Total	30	100

3.2.4.2. Minerales

En conjunto, la dosis ofrecida de minerales desde el inicio de la lactancia fue de $129,5 \text{ g} \pm 51,3 \text{ g}$ (54-280,1, CV 39,6%) Además, se observaron grandes diferencias en la validación de medidas para dosificar el concentrado de lactancia (con respecto a lo que

realmente pesaban), mostrándose una diferencia media de 13,6% mayor a lo estimado, variando desde 44,1% menos de lo estimado hasta un 158,6% más de lo estimado (Cuadro 17).

Cuadro 17. Cantidad diaria individual de minerales en el inicio de la lactancia.

Minerales	n	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máy	Mediana
Porcentaje de diferencia en las medidas (%)	30	13,6	39,9	294,3	-44,1	158,6	3,7
Cantidad total diaria al inicio de la lactancia (g)	30	129,5	51,3	39,6	54,0	280,1	117,6

3.2.4.3. Buffer

Con respecto al uso de buffer, este era utilizado solamente en diez hatos (Cuadro 18), a cinco de los cuales se les suministraba dos veces al día, mientras que en cuatro solo se servía a los animales una vez al día y tan solo en una finca se suministraba tres veces (Cuadro 19). Además, la dosis dada a los animales es muy variada, siendo en promedio una cantidad de $143,8 \text{ g} \pm 85,2$ (51 – 300, CV 59,3%) (Cuadro 20). Además, existe mucha diferencia en las medidas utilizadas para dosificar, puesto que en promedio varía un 7,9 más de lo estimado, desde un 16,1% menos hasta un 82,1% de más.

Cuadro 18. Uso de buffer diariamente en finca.

Uso de buffer	Número de fincas	Porcentaje (%)
No	20	66,7
Si	10	33,3
Total	30	100

Cuadro 19. Frecuencia de uso al día del buffer en finca.

Raciones al día	Número de fincas	Porcentaje (%)
1 vez	4	40,0
2 veces	5	50,0
3 veces	1	10,0
Total	10	100

Cuadro 20. Cantidad de buffer utilizado individualmente.

Variable	n	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
Porcentaje de diferencia en las medidas (%)	7	7,9	34,3	433,9	-16,1	82,1	-3,3
Cantidad total diaria al inicio de la lactancia (g)	8	143,8	85,2	59,3	51,0	300,0	135,7

3.2.4.4. Grasa de sobrepaso

En general, la mayoría de las fincas no utilizan grasa de sobrepaso (Cuadro 21), pero las que la utilizan (12 hatos) la brindan desde la primera semana de lactancia (Cuadro 23); con una dosis promedio de $200,6 \text{ g} \pm 88,1$ ($66,3 - 341,3$; CV 43,9%) en lo que respecta a la calibración de las medidas de dosificación, estas presentaron una diferencia de $3,3\% \pm 27,0$ respecto a la estimación que se tenía en la respectiva finca. Sin embargo, se encontró fincas que poseían una des calibración desde un 40,3% menos de los estimado, hasta un 35,8% de más (Cuadro 22).

Cuadro 21. Frecuencia del uso de grasa de sobrepaso.

Uso de grasa de sobrepaso	Número de fincas	Porcentaje (%)
No	18	60,0
Si	12	40,0
Total	30	100

Cuadro 22. Cantidad de grasa de sobrepaso utilizada individualmente.

Variable	n	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
Porcentaje de diferencia en las medidas	9	3,3	27,0	824,4	-40,3	35,8	13,8
Cantidad total diaria	10	200,6	88,1	43,9	66,3	341,3	169,8

Cuadro 23. Semana de consumo de máxima cantidad de la grasa de sobrepaso.

Semana de consumo máximo	Número de fincas	Porcentaje (%)
1ra semana	11	91,7
2da semana	1	8,3
Total	12	100

3.2.5. Alteraciones en consumo de concentrado y suplementos

En la mayoría de las fincas se encontraron alteraciones en el consumo de concentrado, es decir, robo, rechazo y desperdicio. Con respecto al robo de concentrado y suplementos (Cuadros 24 y 25), este se observó en 27 de los 30 establecimientos. En los hatos donde no se observó se debió a:

- Alimentación con ración total mixta o TMR
- Dosificación del concentrado individualmente en la sala de ordeño
- Presencia de separadores en canoa.

Cuadro 24. Frecuencia de robo, rechazo y desperdicio de concentrado en las fincas visitadas.

Robo de concentrado	n	Porcentaje (%)
No hay	3	10,0
Si hay	27	90,0
Total	30	100
Rechazo de concentrado	n	Porcentaje (%)
No hay	24	80,0
Si hay	6	20,0
Total	30	100
Desperdicio de concentrado	n	Porcentaje (%)
No hay	15	50,0
Si hay	15	50,0
Total	30	100

Cuadro 25. Frecuencia de robo, rechazo y desperdicio de suplementos en las fincas visitadas.

Robo de suplementos	n	Porcentaje (%)
No hay	3	10,0
Si hay	27	90,0
Total	30	100
Rechazo de suplementos	n	Porcentaje (%)
No hay	26	86,7
Si hay	4	13,3
Total	30	100
Desperdicio de suplementos	n	Porcentaje (%)
No hay	17	56,7
Si hay	13	43,3
Total	30	100

3.2.6. Datos clínicos de las vacas en el post parto.

Con relación a la condición corporal, se observó la mayor cantidad de los animales entre 2,5 y 3,25; siendo las condiciones bajas y altas menos frecuentes (Figura 4).

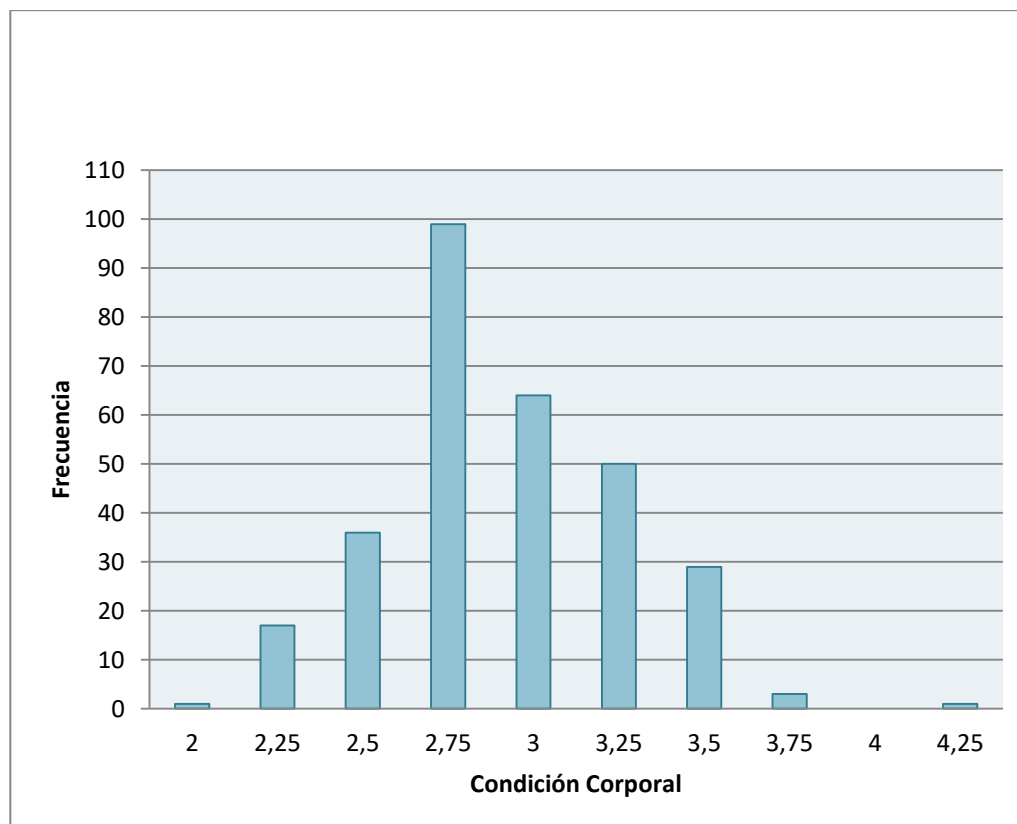


Figura 4. Condición corporal de las vacas de 0 a 120 días post parto.

Respecto al llenado ruminal (Cuadro 26), se mostró que un tercio de los animales (34%) tenían un llenado ruminal bajo (categorías entre 1 y 2), mientras que el resto presentó un llenado ruminal adecuado (categorías entre tres y cuatro).

Cuadro 26. Llenado ruminal de las vacas de 0 a 120 días post parto.

Categorías	n	Porcentaje (%)
1 (Vacío)	4	1,3
2 (Deficiente)	99	33,1
3 (Normal)	167	55,9
4 (Óptimo)	29	9,7
Total	299	100

Cuadro 27. Estratificación ruminal de las vacas de 0 a 120 días post parto.

Categoría	n	Porcentaje (%)
Normal	207	70,6
Acuosa	61	20,8
Compacta	25	8,6
Total	293	100

Al examen clínico reproductivo se encontró que a nivel uterino un 26,8% de las vacas evaluadas por medio de palpación rectal tenían un útero con alteraciones, entre (endo) metritis e involución anormal (Cuadro 28); mientras que a nivel ovárico se encontró un 15,2% de los animales con ovarios quísticos o en anestro (Cuadro 29).

Cuadro 28. Evaluación uterina por medio de palpación transrectal en vacas de 0 a 120 días post parto.

Útero	Total	Porcentaje (%)
Sin alteraciones	144	54,3
(Endo)metritis	54	20,4
Involución anormal	17	6,4
Preñez	19	7,2
Servicio reciente	31	11,7
Total	265	100

Cuadro 29. Evaluación ovárica por medio de palpación transrectal en vacas de 0 a 120 días post parto.

Ovarios	Total	Porcentaje (%)
Normal	173	84,8
Anestro	18	8,8
Quistes	13	6,4
Total	204	100

La evaluación de las heces se centró en la categorización de la consistencia, color y presencia de grano, fibra, muco y sangre de las heces (Cuadro 30). Las principales alteraciones se relacionaron con una consistencia baja (45%), una cantidad moderada-alta de grano (52,5%) y la presencia de fibra mayor a un centímetro (65,8%).

Cuadro 30. Clasificación de la consistencia, color, grano, fibra, muco y sangre de las heces en vacas de 0 a 120 días post parto.

Parámetro	n muestreados	Porcentaje Con alteración* (%)
Consistencia	271	45
Color	274	18,6
Grano	274	52,5
Muco	274	16
Sangre	273	9
Fibra	275	65,8

*Cada uno de los parámetros se consideran alterados cuando: Consistencia, en caso de ser blanda o muy líquida. Color, cuando es pálido, amarillo o café oscuro. Grano, cuando hay presencia alta a moderada. Muco, cuando es detectado sin importar intensidad. Sangre, cuando es detectada en cualquier intensidad. Fibra, cuando hay presencia de fibras de forraje mayores a 1 cm de longitud.

3.2.7. Indicadores metabólicos:

3.2.7.1. BHB

Al analizar los valores de BHB en los animales muestreados, se observó que un 14,3% presentó cetosis subclínica y un 2,5% con cetosis clínica, para un 16,8% de alteración (Cuadro 31).

Cuadro 31. Niveles de BHB en sangre en vacas de 0 a 120 días post parto.

BHB	Categoría	n	Porcentaje (%)
<1,4	Libre de cetosis	233	83,2
1,4-2,9	Cetosis subclínica	40	14,3
>2,9	Cetosis clínica	7	2,5
Total		280	100

Al comparar ciertos parámetros en los animales según el nivel de cetosis que presentaron, se observaron las siguientes tendencias promedio en los animales con cetosis clínica y subclínica en relación con los animales libres de cetosis:

- Presentaron una mayor condición corporal (Cuadro 32).
- Pasaron más días secas (Cuadro 33).
- Produjeron 0,9 Kg menos (Cuadro 34).

En el Cuadro 35 se incluye la distribución de grupos de cetosis según días en lactancia.

Cuadro 32. Descripción de la condición corporal de las vacas con cetosis clínica, subclínica y sin cetosis.

Variable	n	Media	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Mediana
Vacas con BHB ≥ 2,9	7	3,04	0,22	7,41	2,75	3,50	3,00
Vacas con BHB < 2,9 y ≥ 1,4	40	2,95	0,39	13,14	2,25	3,50	3,00
Vacas con BHB < 1,4	233	2,90	0,35	12,00	2,00	4,25	2,75

Cuadro 33. Descripción de los días seca antes del último parto de las vacas con cetosis clínica, subclínica y sin cetosis.

Variable	n	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
Vacas con BHB $\geq 2,9$	5	89,2	34,9	39,1	53,0	144,0	77,0
Vacas con BHB $< 2,9$ y $\geq 1,4$	30	83,5	36,5	43,7	45,0	219,0	69,5
Vacas con BHB $< 1,4$	165	76,1	49,3	64,8	26,0	523,0	63,0

Cuadro 34. Descripción de la producción de leche en las vacas con cetosis clínica, subclínica y sin cetosis.

Variable	n	Media	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Mediana
Vacas con BHB $\geq 2,9$	5	25,1	4,1	16,4	20,2	31,0	24,1
Vacas con BHB $< 2,9$ y $\geq 1,4$	30	25,6	8,1	31,6	11,4	47,2	24,7
Vacas con BHB $< 1,4$	156	26,0	8,4	32,4	8,6	53,0	26,0

Cuadro 35. Descripción de los días en lactancia de las vacas con cetosis clínica, subclínica y sin cetosis.

Variable	n	Media	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Mediana
Vacas con BHB $\geq 2,9$	7	27,6	14,0	50,9	12,0	53,0	22,0
Vacas con BHB $< 2,9$ y $\geq 1,4$	40	63,7	34,2	53,7	13,0	120,0	62,0
Vacas con BHB $< 1,4$	233	55,0	33,8	61,4	1,0	125,0	51,0

3.2.7.2. pH ruminal

El pH ruminal se determinó en 131 vacas mediante ruminocentesis llevada a cabo entre dos y cuatro horas posteriores al consumo de alimentos balanceados (Cuadro 36); del mismo modo, se observó que un 17,6% de esos animales presentó un pH ruminal inferior a 5,5 (Cuadro 37).

Cuadro 36. Medidas resumen de los valores de pH ruminal obtenido por medio de ruminocentesis en vacas de 0 a 120 días post parto.

Parámetro	n	Media	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Mediana
pH ruminal	131	5,9	0,4	6,8	5,1	6,8	5,9

Según el Cuadro 37, se mostró que en total 44,3% de los animales muestreados mediante ruminocentesis, mostraban valores de pH ruminal por debajo de 5,8 unidades.

Cuadro 37. Clasificación de los valores de pH ruminal obtenidos por medio de ruminocentesis en vacas de 0 a 120 días post parto.

pH ruminal	n	Porcentaje (%)
≤5,5	23	17,6
>5,5 - <5,8	35	26,7
≥5,8	73	55,7
Total	131	100

Al comparar ciertos parámetros promedio en los animales según el rango de pH que presentaron al realizar la ruminocentesis, se observó que los animales con pH ruminal < 5,5 en comparación con aquellos con un pH considerado adecuado:

- No variaron respecto a los días en lactancia (Cuadro 38).
- Produjeron 1,3 Kg de leche menos (Cuadro 39).
- Consumían 0,5 Kg más de concentrado (Cuadro 40).

- No presentaron diferencia respecto al llenado ruminal y a las contracciones ruminales por minuto (Cuadros 41 y 42).
- Tenían una estratificación ruminal más compacta (Cuadro 43).

Cuadro 38. Descripción de los días en lactancia en las vacas con diferentes rangos de pH ruminal.

Variable	n	Media	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Mediana
Vacas con pH ruminal $\leq 5,5$	23	46,5	28,6	61,5	12,0	104,0	48,0
Vacas con pH ruminal $>5,5$ y $<5,8$	32	50,3	33,8	67,2	7,0	118,0	42,0
Vacas con pH ruminal $\geq 5,8$	76	48,1	33,9	70,5	3,0	125,0	41,0

Cuadro 39. Descripción de la producción de leche en las vacas con diferentes rangos de pH ruminal.

Variable	n	Media	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Mediana
Vacas con pH ruminal $\leq 5,5$	18	25,1	9,1	36,1	9,0	46,2	25,3
Vacas con pH ruminal $>5,5$ y $<5,8$	24	26,5	6,8	25,6	15,0	41,0	26,3
Vacas con pH ruminal $\geq 5,8$	47	26,4	9,4	35,6	12,0	53,0	25,0

Cuadro 40. Descripción del consumo de concentrado en las vacas con diferentes rangos de pH ruminal.

Variable	n	Media	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Mediana
Vacas con pH ruminal $\leq 5,5$	23	9,0	2,3	26,0	6,0	13,0	9,0
Vacas con pH ruminal $>5,5$ y $<5,8$	31	9,1	2,2	24,4	5,0	12,0	10,0
Vacas con pH ruminal $\geq 5,8$	69	8,5	2,6	30,6	4,0	13,0	8,0

Cuadro 41. Descripción del llenado ruminal en las vacas con diferentes rangos de pH ruminal.

Variable	n	Media	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Mediana
Vacas con pH ruminal $\leq 5,5$	23	2,7	0,6	22,6	1,0	4,0	3,0
Vacas con pH ruminal $>5,5$ y $<5,8$	32	2,6	0,7	25,1	1,0	4,0	3,0
Vacas con pH ruminal $\geq 5,8$	75	2,7	0,6	22,5	1,0	4,0	3,0

Cuadro 42. Descripción de las contracciones ruminales en las vacas con diferentes rangos de pH ruminal.

Variable	n	Media	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Mediana
Vacas con pH ruminal $\leq 5,5$	22	2,3	0,7	30,9	1,0	3,0	2,0
Vacas con pH ruminal $>5,5$ y $<5,8$	32	2,3	0,6	27,9	1,0	3,0	2,0
Vacas con pH ruminal $\geq 5,8$	76	2,3	0,6	25,6	1,0	4,0	2,0

Cuadro 43. Descripción de la estratificación ruminal en vacas con diferentes rangos de pH ruminal.

Variable	N	Normal	Porcentaje (%)	Acuosa	Porcentaje (%)	Compacta	Porcentaje (%)
Vacas con pH ruminal $\leq 5,5$	22	15	68,2	3	13,6	4	18,2
Vacas con pH ruminal $>5,5$ y $<5,8$	30	22	73,3	6	20	2	6,7
Vacas con pH ruminal $\geq 5,8$	75	53	70,7	17	22,7	5	6,7

3.2.7.3. Marcadores metabólicos en suero.

En el Cuadro 44 se observa los resultados obtenidos de las mediciones en suero de calcio, fósforo, relación calcio/fósforo y magnesio realizados a 282 vacas en el período de transición post parto.

Cuadro 44. Nivel sérico de calcio, fósforo, magnesio y la relación calcio/fósforo sérico de vacas entre los 0 a 120 días en lactancia.

Variable	n	Media	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Mediana
Calcio (mg/dL)	282	8,6	0,6	6,9	6,0	10,5	8,6
Fósforo (mg/dL)	282	5,3	0,8	15,8	3,1	9,8	5,2
Relación Calcio/Fósforo	282	1,7	0,3	16,8	0,9	2,9	1,6
Magnesio (mg/dL)	282	2,2	0,4	16,8	0,8	3,1	2,3

Al analizar los valores de calcio sérico en el Cuadro 45, se detectó que el 32,3% de las vacas presentaban hipocalcemia subclínica (valores menores a 8,4 mg/dL).

Cuadro 45. Clasificación de los valores de calcio sérico de vacas entre los 0 a 120 días post parto.

Rangos	n	Porcentaje (%)
<8,4 (mg/dL)	91	32,3
>8,4 (mg/dL)	191	67,7
Total	282	100

Al comparar ciertos parámetros promedio en los animales según su calcemia, se observó que los animales con hipocalcemia subclínica en comparación con aquellos normocalcémicos:

- Estaban con menos días de lactancia (Cuadro 46).
- Produjeron 2,7 Kg de leche más (Cuadro 47).
- Presentaban más (endo) metritis e involución anormal, menor porcentaje de preñez y fueron menos frecuentes los servicios recientes (Cuadros 48 y 49).

Cuadro 46. Días en lactancia promedio de las vacas con hipocalcemia y sin hipocalcemia subclínica.

Variable	n	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
Vacas con calcemia entre 5,5 y 8,4 mg/dl	91	48,7	34,1	69,9	1,0	119,0	41,0
Vacas con calcemia entre 8,4 mg/dl y 10,5 mg/dl	191	58,6	33,4	57,0	2,0	125,0	57,0

Cuadro 47. Producción promedio de las vacas con hipocalcemia y sin hipocalcemia.

Variable	n	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
Vacas con calcemia entre 5,5 y 8,4 mg/dl	57	27,8	9,1	32,6	9,0	49,9	26,6
Vacas con calcemia entre 8,4 mg/dl y 10,5 mg/dl	136	25,1	7,7	30,8	8,6	53,0	25,0

Cuadro 48. Descripción del estado del útero en vacas con hipocalcemia subclínica.

Útero	Total	Porcentaje (%)
Normal	37	48,1
(Endo)metritis	26	33,8
Involución anormal	4	5,1
Preñez	3	3,9
Servicio <30 días	7	9,1
Total	77	100

Cuadro 49. Descripción del estado del útero en vacas normocalcémicas.

Útero	Total	Porcentaje (%)
Normal	104	58,8
(Endo)metritis	25	14,1
Involución anormal	13	7,3
Preñez	15	8,5
Servicio <30 días	20	11,3
Total	177	100

Al evaluar las concentraciones de fósforo en el suero se obtuvo que solo un 0,4% de los animales presentó niveles superiores al rango de referencia (Cuadro 50). Por otra parte en el Cuadro 51 se observa que un 20,6% de las vacas analizadas sufrían de una alteración en la relación calcio/fósforo. Finalmente con respecto al magnesio sérico solamente un 8,5% de las vacas muestreadas presentó un valor inferior a los parámetros de referencia (Cuadro 52).

Cuadro 50. Clasificación de los valores de fósforo sérico de vacas entre los 0 a 120 días post parto.

Rangos	Total	Porcentaje (%)
Vacas con fosfatemia entre 3,7 y 7,4 mg/dl	281	99,6
Vacas con fosfatemia entre 7,4 y 8,9 mg/dl	1	0,4
Total	282	100

Cuadro 51. Relación calcio-fósforo sérico de vacas entre los 0 a 120 días post parto.

Rangos	n	Porcentaje (%)
Vacas con relación calcio-fósforo menor a 1,4	58	20,6
Vacas con relación calcio-fósforo mayor a 1,4	224	79,4
Total	282	100

Cuadro 52. Clasificación de los valores de magnesio sérico de vacas entre los 0 a 120 días post parto.

Rangos	n	Porcentaje (%)
Vacas con magnesemia entre 1,4 y 1,7 mg/dl	24	8,5
Vacas con magnesemia entre 1,7 y 2,7 mg/dl	258	91,5
Total	282	100

3.2.8. Datos de Salud de Hato.

Los parámetros de salud de hato relacionados con la salud ruminal recolectados a nivel de finca para la población total se muestran a continuación.

Con respecto al porcentaje de vacas en reposo rumiando se obtuvo que solamente en diez de 28 fincas, en las que hubo posibilidad de hacer el muestreo, más del 60% de las vacas observadas en reposo estaban rumiando. Además, en 17 de 27 fincas se observó que menos del 60% de las vacas en reposo estaban rumiando. En tres fincas no se logró evaluar la rumia.

También se observaron las masticaciones por bolo de forma aleatoria en el hato y se encontró que en 22 fincas el promedio de masticaciones por bolo era inferior a 55, mientras sólo en cuatro fincas el promedio de masticaciones por bolo superó los 55 movimientos.

Con respecto a la evaluación de la locomoción en el hato, se encontró que en 17 de las 30 fincas visitadas más del 25% del hato presentó un índice de locomoción mayor o igual a L2. Solo en ocho de las fincas menos del 25% de los animales evaluados presentaba signos de claudicación.

En las 30 fincas la condición corporal fue evaluada en todo el hato y se obtuvo como resultado que en 11 de las fincas más del 5% de los animales presentaron una condición corporal menor a 2,5. Mientras que en 19 fincas menos del 5% de los animales presentaron una condición corporal menor a 2,5.

Con respecto al llenado ruminal evaluado en el hato, se obtuvo que en 19 de las 30 fincas más del 10% de las vacas en lactancia presentó un llenado ruminal menor o igual a 2,

lo que se clasifica como sub-óptimo (grado 2) o pobre (grado 1). Por el contrario, en las 11 fincas restantes menos del 10% de los animales presentaron un llenado ruminal afectado, lo cual es un indicador adecuado de llenado ruminal.

3.2.9. Nitratos en pastura.

Los nitratos en la pastura se analizaron en 28 de las 30 fincas, ya que en una finca las vacas no consumían pasto fresco, sino ensilaje. El proceso de ensilaje afecta el contenido de nitratos, por lo que no se midió en esa materia prima. Como se mencionó anteriormente el tipo de pasto más observado fue la Estrella Africana, que estuvo presente en nueve fincas, observándose una afectación en el 56% de las muestras (5/9). Seguidamente se registró el uso de pasto Kikuyo y Tanner en ocho fincas cada uno. Para el primero se encontraron 6/8 muestras positivas a niveles tóxicos de nitratos (75%) y 5/8 (63%) en el segundo caso. El Rye Grass se encontró en menor proporción, solamente en dos fincas, todas las muestras presentaron niveles de nitratos tóxicos. En total, el 60,7% de las muestras de pasto de potrero fueron positivas a nitratos en niveles superiores a lo recomendado (Cuadro 53).

Cuadro 53. Nitratos en la pastura de piso.

Tipo de pasto de piso	n	Nitratos mayor a 0,5% de la materia seca	Nitratos menor igual a 0,5% de la materia seca
Kikuyo	8	6	2
Estrella Africana	9	5	4
Tanner	8	4	4
Rye Grass	2	2	0
Combinación de pastos	1	0	1
Total	28 (100)%	17 (60,7%)	11 (30,3%)

En el Cuadro 54 se observa que del total de muestras se obtuvo una media de nitratos en pastura por especie forrajera superior al 0,5% de la materia seca, esto a excepción de una muestra que era una combinación de pasturas. El valor de nitratos más alto fue de 1,4% de la materia seca y se encontró en una pastura de estrella africana. Los valores máximos de nitratos siempre fueron mayores al 1% de la materia seca del forraje.

Cuadro 54. Medidas resumen del porcentaje de nitratos en la pastura de piso clasificado por especie forrajera.

Tipo pasto piso	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Mediana
Kikuyo	8	0,8	0,3	0,4	1,1	0,9
Estrella africana	9	0,7	0,4	0,3	1,4	0,7
Tanner	8	0,6	0,3	0,2	1,0	0,6
Rye grass	2	0,8	0,3	0,6	1,0	0,8
Combinación	1	0,3	0,0	0,3	0,3	0,3
Total	28	0,7	0,3	0,2	1,4	0,7

Con respecto a los pastos de corta, se recolectaron diez muestras, seis de las cuales tuvieron valores de nitratos superiores al 0,5% de la materia seca, en el Cuadro 55 se observan los detalles.

Cuadro 55. Medidas resumen del porcentaje de nitratos en la pastura de corta clasificado por especie forrajera.

Tipo pasto corta	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Mediana
Kikuyo	1	0,4	0,0	0,4	0,4	0,4
Estrella africana	1	0,6	0,0	0,6	0,6	0,6
Rye grass	2	0,8	0,7	0,3	1,3	0,8
Suace	1	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2
Camerún	1	0,6	0,0	0,6	0,6	0,6
King grass	2	1,9	0,5	1,5	2,2	1,9
Maralfalfa	1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Mombaza	1	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0
Total	10	0,8	0,7	0,1	2,2	0,6

3.2.10. Resultados de parámetros reproductivos de las fincas visitadas

Entre los parámetros reproductivos de los hatos destacó la baja tasa de preñez en general, altamente influenciada por un pobre desempeño en la observación de celos (Cuadro 56).

Cuadro 56. Datos reproductivos de hato en las fincas visitadas.

Variable	n	Media	D.E.	CV (%)	Mín	Máx	Mediana
Servicios por concepción	28	2,4	0,7	28,9	1,6	4,5	2,3
Tasa de concepción	27	31,8	10,8	33,9	13,8	56,1	29,3
Porcentaje de detección de celos	28	43,2	12,5	29,0	22,7	67,3	43,4
Tasa de preñez	27	14,0	7,9	56,6	5,0	38,0	12,0
Promedio de días en lactancia	28	187,7	23,6	12,6	151,0	235,0	183,0
Intervalo parto/primer servicio	28	68,1	21,7	31,9	45,0	134,0	62,0
Intervalo parto/concepción	28	163,9	47,8	29,2	80,0	269,0	161,5
Intervalo entre partos	28	407,5	28,5	7,0	375,0	495,0	399,0
Porcentaje de vacas lactantes preñadas	27	43,6	10,1	23,2	25,0	66,0	42,0
Porcentaje de vacas lactantes vacías	27	56,7	10,3	18,1	34,0	75,0	59,0
Porcentaje de vacas lactantes	29	83,7	6,2	7,4	74,0	96,0	84,0
Porcentaje de vacas secas	29	16,2	6,2	38,4	4,0	26,0	16,0

4. DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de los hatos estudiados.

De acuerdo a lo que se observa en los Cuadros 1 y 2, se determina que la investigación se llevó a cabo en la región de mayor densidad de lecherías del país (INEC 2015) tomando en consideración regiones altitudinales bajas, medias y altas en un total de diez cantones distribuidos en cuatro provincias centrales de Costa Rica.

En estas fincas el sistema predominante fue el de semiestabulado con el cual se busca confinar a las vacas en los respectivos establos para mantener a los animales y evitar el estrés calórico en el caso de regiones con temperaturas más elevadas (zonas más bajas) y alimentar a los mismos en estos lugares, o bien en las zonas de mayor altura, se practica este método para compensar faltante de espacio o evitar el robo de ganado en horas nocturnas.

4.2. Transición pre parto.

Si bien la mayoría de los hatos lecheros visitados reportan una duración de la transición preparto de tres a cuatro semanas, se debe prestar atención a ciertos aspectos de manejo en esta etapa previa al parto para prevenir las enfermedades del periparto. El primer punto a tomar en cuenta es el manejo de la condición corporal, la cual debe estar entre 3,25 y 3,5 (BCS: escala 1 - 5) de acuerdo con Roche y colaboradores (2013). Si los animales presentan una condición mayor están predispuestos a sufrir enfermedades alrededor del parto. Fue posible observar que en promedio la condición corporal de las vacas prontas en las fincas visitadas estaba por encima (BCS: 3,6) a la recomendada, esto puede deberse a una lactancia previa muy larga, así como a un alto contenido energético en la dieta de final de lactancia y periodo seco.

Como aspecto importante en el manejo preparto es la nutrición de los animales, donde se recomienda que estas vacas cercanas al parto tengan una dieta alta en fibra, pero con una densidad energética ligeramente menor a los requerimientos, porque así se reduce el riesgo de padecer posteriormente hipocalcemia y cetosis; esto quiere decir que la cantidad de alimento balanceado que se le brinda a los animales no debe de ser muy alta por tiempo de comida, ni debe ser dada de manera colectiva o en canoas sin separadores

donde exista el robo de concentrado, ya que estas situaciones generan que ciertas vacas consuman más de lo que se recomienda y el resto va a tener un faltante.

Además, respecto al tipo de carbohidrato que se debería utilizar, no se han observado diferencias en el desempeño de los animales; no obstante, los carbohidratos no estructurales son los propuestos para este periodo, ya que estimulan el desarrollo de la papila ruminal, adaptan a la flora ruminal a la dieta postparto alta en este tipo de carbohidrato, provee nutrientes para el concepto y además economiza las reservas corporales maternas para la lactancia que va a iniciar (Kay et al., 2015).

Otro punto primordial es el manejo preventivo para los desbalances minerales, que requiere de una estrategia nutricional en la dieta de las vacas prontas. Las propuestas para este objetivo son muy variadas, inicialmente incluía la suplementación con vitamina D y modificar la relación calcio/fósforo; posteriormente se desarrollaron las dietas bajas en calcio y como estrategia preventiva estándar el uso de sales aniónicas. Sin embargo, la prevención de la fiebre de leche es multifactorial y se debe integrar a la estrategia de las vacas prontas, que varía de finca en finca; es por esto que se debe de monitorear los animales en cada finca para establecer estrategias efectivas para cada caso individual. Para esto se debe iniciar con los aspectos de manejo más simples, como lo es dosificar el mineral adecuado en la dosis recomendada por el fabricante, esto quiere decir que se debe de calibrar la(s) medida(s) utilizada(s) para evitar una sub o sobredosificación, situación que se presentó en las fincas visitadas (Cuadro 11).

Además, es posible monitorear el pH de la orina, porque se ha investigado que las dietas acidificantes previenen la hipocalcemia. También en los animales ya lactantes, se puede monitorear la incidencia de mastitis en el postparto temprano, conteos de células somáticas, retención placentaria e infecciones uterinas; ya que si estos desórdenes se presentan con una frecuencia mayor a la normal, es posible que el manejo de la transición preparto no sea el adecuado (Lean et al., 2013; Kay et al., 2015).

4.3. Transición postparto.

Respecto a la transición postparto, en general las fincas tienen presente este período dentro de sus sistemas productivos, puesto que la gran mayoría indicaron realizar una transición postparto (Cuadro 12); pero al detallar la duración de este período en las fincas, se observó que de las 30 fincas sólo 11 realizan esta transición duran tres semanas o más, mientras que las restantes 17 realizan este período por solo una o dos semanas (Cuadro 13), lo que indica que de modo general en los hatos visitados, las vacas frescas no están teniendo un periodo de tiempo adecuado para adaptarse en la lactancia que están iniciando, por lo que se debe de enfatizar a los productores la importancia de extender las prácticas de manejo postparto hasta la tercera, cuarta o incluso quinta semana posterior al parto.

4.3.1. Concentrado.

Según Allen y Piantoni (2013) los animales deben de consumir bajas cantidades de alimento balanceado al inicio de la lactancia, debido a que tienen una capacidad ruminal disminuida por la presión que ejerce el útero, entonces si se les brinda mucho grano las predispone a sufrir acidosis ruminal y desplazamiento de abomaso, además de que deprime aún más el consumo de alimento en general. Al observar lo que sucede en las lecherías visitadas, en promedio al inicio de la lactancia los animales consumen 4056,8 g de concentrado diario al inicio de la lactancia, lo que representa una gran cantidad para esta etapa; sin embargo, existen fincas donde sí se dan cantidades menores, alrededor de uno o dos kilogramos al día; por el contrario, se reportaron lecherías donde esta cantidad llega hasta los 13 kilogramos. Estos resultados generan una preocupación, puesto que como se mencionó anteriormente, la adaptación a la lactancia no se está realizando de la mejor manera.

Como lo indican Chamberlain y Wilkinson (2002), las papilas ruminales al inicio de la lactancia son muy pequeñas, y que conforme se aumenta la cantidad de concentrado en la dieta, estas van creciendo hasta la semana tres y cuatro, por lo que el aumento en la cantidad de concentrado debe durar esta cantidad de tiempo para permitirle a las papilas desarrollarse adecuadamente.

En las fincas visitadas se observó que 19 hatos daban la cantidad máxima de concentrado postparto entre la primera y segunda semana, mientras que apenas 11 fincas se

extendían hasta la tercera, cuarta y quinta semana (Cuadro 16). El brindar tanta cantidad de alimento al inicio de la lactancia con papilas ruminales pequeñas, las cuales no son capaces de absorber los ácidos grasos volátiles, genera una acumulación de ácido en el rumen que consecuentemente va a causar una disminución en el pH ruminal, por lo que las vacas se están acidificando en el período más sensible de la lactancia de un animal, afectando su desempeño a futuro.

Por tanto, estos datos permiten observar que el manejo de la alimentación de las vacas frescas en las lecherías visitadas no es el ideal, por lo que sería recomendable resaltar la importancia del aumento paulatino del concentrado durante las primeras semanas de lactancia, ya que esto permitirá a los animales adaptarse de una mejor manera a la dieta de lactancia, lo que generaría un mejor aprovechamiento de los nutrientes, previniendo la acidosis, que a final de cuentas llevaría a tener animales con un mejor desempeño productivo y probablemente reproductivo también.

4.3.2. Minerales.

El control de los desórdenes del metabolismo de macrominerales y en particular de la fiebre de leche es una parte importante de todo el manejo que deben de tener las vacas en el período de transición (Lean et al., 2013) y sin duda muchas veces tanto el productor como sus asesores dejan en segundo plano la cantidad y calidad de minerales que consumen los animales durante la lactancia.

Es importante destacar que se encontró una gran diferencia en las medidas de dosificación de minerales, puesto que existen fincas que dan un 44,1% menos de minerales de lo recomendado, mientras que hay otras que dan hasta 158,6% de más (Cuadro 17).

Se debe controlar muy bien el consumo de minerales, ya que Lean y colaboradores (2013) basados en estudios de meta-análisis, muestran que por ejemplo la aparición de fiebre de leche se puede predecir según los niveles de calcio, magnesio, fósforo y el balance catión anión de la dieta, así como otros factores como la raza y el tiempo que los animales han estado expuestos a esa dieta.

Entonces en las fincas visitadas tenemos dos escenarios, por un lado los animales a los que se les suministra menos minerales en canoa, los cuales ya están en un periodo crítico en donde son susceptibles a sufrir desbalances de calcio, magnesio y fósforo, por lo

que un menor consumo acrecienta este riesgo y ayuda a que su rendimiento productivo y reproductivo se vea afectado y por otro lado, están las fincas que dan más minerales de lo sugerido, donde diariamente la dieta de cada animal se encarece, lo que afecta la rentabilidad del sistema, y quizás esa mayor cantidad de minerales no tenga efecto beneficioso para las vacas, pero si genera efectos adversos a nivel ambiental, debido a que hay una mayor excreción en las heces de los animales. Por lo tanto, la principal recomendación es mantener un adecuado control sobre la calibración de las medidas de dosificación de minerales.

4.3.3. Buffer.

La acción de los buffers y agentes neutralizantes consiste en reducir el descenso en el pH ruminal sin generar un aumento en este, se recomienda utilizarlos en dietas con alto contenido de granos para reducir el riesgo de acidosis ruminal (Stokes et al., 1986). Lo observado en las lecherías visitadas es interesante ya que las medidas utilizadas se encuentran descalibradas y la cantidad diaria total es muy variable (Cuadro 20); por lo que el efecto neutralizante deseado, puede que no se esté llevando a cabo. Además, se recomienda suministrarlo en los tiempos de comida que tengan mayor desafío para los animales; por lo que esto depende de cada establecimiento y su sistema productivo.

En las fincas visitadas sólo una de ellas brindaba el buffer tres veces al día, en cinco hatos lo daban dos veces al día y las cuatro restantes tan solo una vez al día (Cuadro 19). En este último caso el buffer solo actúa por un tiempo de comida, dejando susceptible el rumen al efecto acidogénico de los granos en los tiempos restantes de alimentación. Lo cual pone en duda si este manejo es eficiente.

4.3.4. Grasa de sobrepaso.

Según Chamberlain y Wilkinson (2002), la utilización de grasas de sobrepaso en la alimentación de vacas lecheras tiene dos objetivos: aumentar la densidad energética de la dieta y aumentar la concentración de grasa en la leche. Generalmente, se utilizan en vacas de alta producción láctea que requieren un aporte energético elevado; sin embargo, pueden llegar a tener un efecto negativo en la digestión ruminal de la fibra, ya que las grasas son absorbidas sobre las partículas de alimento y la superficie de la microflora ruminal, generando una menor tasa de degradación del material vegetal.

Por otro lado, la vaca en el postparto temprano atraviesa una serie de cambios y retos fisiológicos muy fuertes, como lo es la disminución en el consumo de alimento y el aumento en la producción de leche, para lo cual la vaca utiliza mucha energía de sus reservas corporales, que es procesada en el hígado, pero si la cantidad de energía que ingresa al hígado supera la capacidad de su procesamiento, el hígado se satura y esto genera un efecto “saciedad” en la vaca y disminuye aún más la ingesta de alimento (Allen y Piantoni, 2013); es por esta razón que en las vacas en inicio de lactancia la cantidad de energía suministrada en la dieta debe ser controlada, por esto no se recomienda el uso de grasas de sobrepaso en este período.

A pesar de lo descrito anteriormente y como se observa en los Cuadros 21 y 23, de las 30 fincas visitadas, 12 utilizan grasa de sobrepaso y se la brindan a los animales desde la primera semana de lactancia, esta situación predispone a estos animales a sufrir cetosis, hígado graso y demás problemas metabólicos, afectando su futuro desempeño en la lactancia a iniciar.

En cuanto a la cantidad, se recomienda una dosis entre 20 y no más de 50 g/Kg de materia seca (Chamberlain y Wilkinson, 2002) o no más de un 3,5% de la dieta con base en la materia seca (Lean y Golder, 2014); todo esto en vacas que ameriten su uso. Estos datos relacionados con la cantidad promedio (200,6 g) que se da en las fincas visitadas (Cuadro 22) puede exceder los límites de dosificación en un animal que inicia su lactancia con un consumo de materia seca disminuido, por lo que se puede estar induciendo a los animales a un consumo de materia seca todavía más bajo y elevando el riesgo a sufrir enfermedades metabólicas, principalmente cetosis e hígado graso.

4.4. Alteraciones en el consumo de concentrado y suplementos.

La alimentación de los animales representa en nuestro país un porcentaje muy alto de los costos de producción, alrededor del 50% (González, 2013; León, 2015); es por esto que la alimentación debe ser lo más exacta y precisa posible para cada animal. Sin embargo, en nuestro medio el manejo del alimento concentrado y la forma en que se da a los animales muchas veces se descuida en varios aspectos.

Las medidas de dosificación no siempre están calibradas (como se ha mencionado anteriormente), por lo que se puede estar dando menos concentrado del que se estima pero

el punto más importante en el que se falla y es apreciable en los Cuadros 24 y 25, son las alteraciones en el consumo de concentrado y suplementos debido al robo y desperdicio, que ocurre principalmente debido al mal diseño de las canoas. Esto provoca que la ración consumida por el animal sea inexacta, lo que afecta directamente la salud y el desempeño productivo y reproductivo de las vacas.

Aquellas vacas que debido a estas alteraciones consumen mayor cantidad de concentrado del requerido van a estar en mayor riesgo de sufrir acidosis ruminal, en contraparte los animales que comen menos concentrado del que les corresponde según producción y etapa de lactancia no van a desempeñarse adecuadamente.

Respecto al rechazo observado, puede ser un indicador de peso acerca de la salud de los animales, ya que no es normal que una vaca rechace un alimento de este tipo, entonces este hallazgo hace sospechar de una salud ruminal y digestiva alterada o de una enfermedad individual.

Basado en estos hallazgos, lo ideal y recomendable es lograr la individualización o la precisión en la alimentación, por esto como bien lo menciona León (2015) en su conferencia, sin separadores en la canoa, la alimentación individual tiene grandes imprecisiones, esto provoca que el costo de producción aumente, debido a que la dieta individualizada se diluye entre los animales.

4.5. Revisión clínica de los animales.

En la evaluación clínica de las vacas dentro de los cero a 120 días post parto como se observa en la Figura 3 la condición corporal tuvo una distribución esperable para este grupo de animales, ya que fueron pocos los animales observados con condición corporal muy baja o muy alta.

Con respecto al llenado ruminal, el 34% de los animales evaluados presentaron un llenado ruminal bajo, lo cual indica que estos animales no están consumiendo una cantidad adecuada de forraje ya sea en potrero o durante el estabulado, a causa de falta de disponibilidad o por un desplazamiento de la materia verde a consecuencia de la suplementación no forrajera (Cuadro 26).

En la estratificación ruminal un 21% tuvo una consistencia acuosa, este tipo de hallazgos se observaron principalmente en fincas en donde había un consumo repentino y excesivo de agua cuando los animales ingresaban al establo debido a la ausencia de bebederos en potrero (Cuadro 27). Esto también se puede observar debido al consumo de grandes cantidades de forrajes bajos en materia seca.

Los hallazgos uterinos de endometritis e involución anormal (Cuadro 28) se pueden relacionar a una alta movilización grasa por alta condición corporal durante el periodo seco, baja condición corporal, a un mal balance mineral en el parto, partos distócicos, retención de placenta, hipocalcemia, infusiones uterinas irritantes (Youngquist & Threlfall, 2007 ; Sordillo & Rafael, 2013).

La evaluación ovárica evidenció que la mayoría de animales tenían ovarios normales pero un 8,8% de los animales presentó anestro. Según Peter y colaboradores (2009) después del parto los requerimientos nutricionales incrementan rápidamente debido a la producción de leche, la mayoría de vacas entran en un balance energético negativo, si la dieta no es adecuada no logran superar este estado, entonces los nutrientes no se destinan a la reproducción, de este modo se limita el número de folículos ováricos, crecimiento y tamaño máximo del folículo dominante, demora de la primera ovulación y menores concentraciones de progesterona en plasma. El 6,4% de las vacas evaluadas presentaron quistes ováricos (Cuadro 29).

La examinación de las heces es uno de los pasos para el diagnóstico adecuado de la acidosis ruminal según Cockcroft (2015). Las alteraciones en las características de las heces de los bovinos pueden presentarse por distintos factores como por ejemplo los de origen infeccioso en casos de disentería, coccidiosis, salmonelosis, parasitosis, entre otros; o bien de origen nutricional debido a la concentración de proteína bruta y su respectiva degradación ruminal, la concentración de almidón, y la cantidad de determinados minerales como el potasio o magnesio, disturbios en el metabolismo mineral (balance catión-anión), porcentajes de fibra y su respectiva digestibilidad. Todos estos factores pueden llevar a aumentar o disminuir la tasa de pasaje gastrointestinal (Bavera & Peñafort, 2006).

Cabe destacar que en la literatura no hay un consenso sobre la relación entre consistencia baja, presencia de grano y fibra con un pH ruminal ácido; por ejemplo, Kleen

y colaboradores (2009) indican en su estudio que no encontraron relación alguna entre estas variables. Sin embargo, las alteraciones en las heces siempre deben ser tomadas en cuenta en el examen clínico ya que pueden reflejar un trastorno digestivo como lo mencionan Bavera y Peñafort (2006) (Cuadro 30).

4.6. Indicadores metabólicos.

4.6.1. Beta-hidroxibutirato.

La medición de beta-hidroxibutirato en sangre es una de las herramientas más confiables para el diagnóstico de cetosis en el ganado bovino. De acuerdo a Duffield (2000) se ha reportado una prevalencia de cetosis subclínica que va del 8,9% al 34% y de cetosis clínica del 2% al 15%, mientras que Suthar y colaboradores (2013) reportan una prevalencia promedio de cetosis subclínica de 21,8% con un rango de 11,2% a 36,6% y de cetosis clínica de 3,7% con un rango de 0,4% a 11,1%. Estos resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio, tal como se muestra en el Cuadro 31.

El principal factor de riesgo es un inadecuado manejo de la condición corporal y de la vaca en el periodo de transición según Duffield (2000). Como se observa en el Cuadro 32 las vacas con cetosis clínica y subclínica tendieron a tener una mayor condición corporal que las negativas a cetosis.

Otros factores de riesgo descritos por Vanholder, y colaboradores (2015) y por Viña y colaboradores (2016) son haber tenido una lactancia previa prolongada y un período seco prolongado. En este estudio se encontró que las vacas con cetosis clínica y subclínica tuvieron respectivamente en promedio un período seco 13 y 7 días mayor respecto a las vacas que no presentaron cetosis (Cuadro 33).

Se observó que las vacas con cetosis clínica y subclínica tenían respectivamente en promedio 27,6 y 63,7 días en lactancia esto coincide con lo descrito por Hayirli & Grummer (2004) y por Viña y colaboradores (2016) quienes reportaron que la cetosis puede ocurrir desde la tercera y cuarta semana hasta la octava semana postparto (Cuadro 35).

Con respecto a la producción de leche de las vacas con cetosis se observó un promedio de producción menor con respecto a las vacas que no tenían cetosis (Cuadro 34), lo cual Viña y colaboradores (2016) describen ampliamente en su estudio.

4.6.2. pH ruminal.

La acidosis ruminal es una alteración del balance ruminal generalmente causado por el consumo de grandes cantidades de alimentos que contienen carbohidratos fermentables, especialmente en aquellos animales que no han sido previamente acondicionados a estos alimentos. El diagnóstico comprende varios pasos, que cuentan con observaciones, pruebas y análisis, como lo es la evaluación de la dieta, el ambiente y las prácticas de manejo, junto a la inspección de los animales, culminando con la ruminocentesis, que es la prueba que confirma todo el procedimiento realizado previamente (Crockcoft, 2015); es por esto que esta prueba no debe utilizarse como único criterio para la acidosis ruminal, debido a que el pH ruminal presenta muchas variaciones a lo largo del día según lo descrito por Bramley y colaboradores (2008).

Respecto a los puntos de corte utilizados para categorizar la acidosis, Garret y colaboradores (1997) utilizan un valor de corte más estadístico que de orden fisiológico (≤ 5.5), es por esto que Kleen y colaboradores (2013), utilizan un valor de pH de 5,8 como indicador de una alteración de pH importante en una granja. Basados en esta referencia y como se observa en el Cuadro 46, el valor promedio de pH obtenido mediante ruminocentesis en este estudio, es de 5,9, lo cual a pesar de estar por encima del rango de referencia no evidencia que hay bastantes casos con valores de pH bajos.

Al detallar un poco más los valores de pH según los rangos propuestos anteriormente, se observa en el Cuadro 37 que un 44,3% de los animales presentaban un pH ruminal menor a 5,8 y un 17,6% menor a 5,5, lo que indica que probablemente la salud ruminal y digestiva de estos animales se esté viendo comprometida debido a aspectos nutricionales y de manejo que no se están realizando adecuadamente. Estos resultados son similares a los que exponen Plaizier y colaboradores (2014), donde mencionan los resultados obtenidos por otros autores utilizando como punto diagnóstico el pH ruminal de 5,5, en donde se encontraron prevalencias de 20,1% y 19% en lactancias tempranas, 26% en lactancias medias mientras que este autor en su estudio reporta una prevalencia de hasta 13% en fincas individuales.

Del mismo modo, los animales en mayor riesgo de sufrir acidosis son los que se encuentran entre el período de transición y en el pico de consumo de materia seca

(Crockcoft, 2015). Estos datos coinciden con los días en lactancia promedio de los animales que presentaron un pH ruminal por debajo de 5,8 (Cuadro 38), en el que se indica que ocurrió alrededor de los 46 y 50 días postparto.

Por otra parte, si bien la acidosis se da en animales que consumen grandes cantidades de granos, esto no fue apreciable en los animales en estudio, puesto que la diferencia en la cantidad de concentrado que consumen las vacas con pH ruminal bajo no dista mucho respecto a los animales que tienen un pH ruminal más alto (Cuadro 40). Esto puede sugerir que en nuestro medio puede que no pese tanto la cantidad de granos consumida, mientras que otros aspectos claves del manejo pueden tomar protagonismo, como lo es la falta de adaptación a la dieta de lactancia y el robo de concentrado en las canoas de alimentación, esto último provoca imprecisiones en la dieta final consumida por cada animal con el consecuente desequilibrio nutricional para ciertas vacas en específico.

Otro factor importante a considerar de acuerdo con Plaizier y colaboradores, (2014), es que puede haber un bajo consumo de fibra la cual puede ser a consecuencia de falta de disponibilidad de la misma a partir de forraje en la pradera o en el establo, o bien debido a un desplazamiento de la misma ocasionado por el aporte de otros suplementos en la dieta, esto se puede apreciar en el Cuadro 7 y en el texto que hace referencia a dicho cuadro en el apartado de resultados, donde se indica que solo dos fincas de las evaluadas tenían un porcentaje de forraje en la dieta superior al 60%, mientras que el promedio general para las fincas en estudio fue de un 46,7% de materia seca a partir de forraje en la dieta

Uno de los puntos que se utilizan en el diagnóstico de acidosis ruminal es la evaluación de ciertos parámetros en los animales, como el llenado ruminal, contracciones ruminales, el comportamiento de rumia y su locomoción (Crockcoft, 2015). Respecto al llenado ruminal no se observó diferencia entre las vacas con pH ruminal bajo contra las que tenían un valor normal (Cuadro 41). Al analizar las contracciones ruminales si se observó una diferencia, ya que los animales con pH ruminal bajo presentaron 0,6 contracciones menos que aquellos animales con un pH mayor o igual a 5,8 (Cuadro 42).

Cuando se hizo una comparación con la estratificación ruminal, tal y como se observa en el Cuadro 43, se puede detallar que las vacas con pH ruminal bajo presentan una

estratificación ruminal más compacta que el resto de los animales con pH ruminal por encima de 5,8.

Se debe de entender que la acidosis ruminal no se debe categorizar como un problema meramente individual, sino que es un problema poblacional dentro de las lecherías; es por esto que dentro de este trabajo se evaluaron ciertos parámetros de hato relacionados a la salud ruminal, para poder dimensionar la afectación dentro de las fincas.

Dentro de las consecuencias de la acidosis ruminal se encuentra la disminución en la producción de leche (Crockcoft, 2015), esto se pudo apreciar en los resultados (Cuadro 39), donde los animales con pH más bajo ($\leq 5,5$) se encontraban con una producción de leche menor que los animales que reportaron un pH ruminal por encima de este valor.

Un aspecto de gran relevancia a evaluar dentro de los hatos con acidosis es el comportamiento de rumia, en donde se debe contemplar tanto el porcentaje de animales en reposo que se encuentran rumiando como el número de masticaciones por bolo ruminal, además como se mencionó anteriormente la locomoción del hato en general también se ve alterada en casos de afecciones por acidosis ruminal (Bramley et al., 2013).

Al analizar estos parámetros, los resultados se relacionan con los datos individuales obtenidos; debido a que se observó que 17 de las 30 fincas visitadas tenían menos del 60% de sus animales en reposo rumiando, mientras que 22 de las 26 fincas a las que se les pudo evaluar, presentaban en promedio menos de 55 masticaciones por bolo ruminal. Además, al realizar la evaluación de locomoción a nivel de hato, se determinó que 17 de 25 fincas evaluadas presentaban una alteración en el índice de locomoción en un porcentaje mayor al 25% de los animales. Es importante que esta evaluación si se llevó a cabo con los animales en movimiento.

Al unir todos estos resultados, se aprecia que en las lecherías evaluadas se presentaron indicadores claros de problemas respecto a la salud digestiva de los animales, los cuales se observaron tanto de forma individual como grupal. A raíz de estos resultados, se deben sugerir medidas tanto para el diagnóstico, prevención y corrección en el ámbito de manejo y alimentación en los sistemas de producción de leche de Costa Rica, fijando la mirada en aspectos fundamentales como la preparación de las vacas antes del parto para una nueva lactancia, ofrecerles las condiciones adecuadas para un parto, acondicionar su

sistema digestivo a la dieta de lactancia a un ritmo adecuado y que permita un acondicionamiento óptimo, gestionar un correcto manejo y aprovechamiento del recurso forrajero, asegurando fibra efectiva que esté disponible y que se consumida por los animales, entre otras medidas; todo esto permitirá a los productores contar con animales más sanos y como se observó, más productivos y con un mejor desempeño.

4.6.3. Calcio.

Regular los niveles de calcio durante el parto es todo un reto para las vacas (Sánchez y Saborío 2014). En este estudio la media del nivel de calcio sérico que se encontró fue de 8,6 mg/dl, lo cual está justo por encima del valor mínimo de calcio en sangre (Cuadro 44).

Dentro de las principales causas de la hipocalcemia según Goff (2008), está la alcalosis metabólica causada por dietas altas en potasio, que ocurre cuando a los animales en las últimas semanas antes del parto (transición preparto) consumen forrajes succulentos o tiernos, y/o cuando se les suministra melaza, ya que estos alimentos contienen cantidades importantes de potasio

Cuando un animal ingiere este tipo de alimentos, se genera un aumento en el pH de la sangre, lo cual evita la acción de la hormona paratiroidea sobre los tejidos blanco (hueso y riñón) por lo que la vaca no puede sacar la cantidad de calcio necesario de sus reservas óseas (osteólisis), ni puede producir 1,25-dihidroxitamina D, que ayuda en la absorción de calcio a nivel intestinal, todo esto conlleva a que la vaca no puede mantener los niveles de calcio dentro del rango óptimo (Goff, 2008).

Una segunda causa de esta enfermedad es la hipomagnesemia, ya que el magnesio es un importante cofactor en el ciclo del calcio; por lo que se generaría un desbalance en la homeostasis cálcica de la vaca lechera (Goff, 2008).

La hipocalcemia es una de las enfermedades más comunes en las vacas que están en el período de transición cabe destacar que 32,3% de las vacas estudiadas presentó hipocalcemia subclínica (Cuadro 45), algunos autores mencionan que la prevalencia de hipocalcemia subclínica puede ser de hasta de 40 o 50% y que aumenta conforme aumenta el número de lactancias. Como se aprecia en los Cuadros 46 y 47, los días en lactancia de las vacas con hipocalcemia subclínica era en promedio de 48,7 días con una producción

promedio 27,8 kg por día, mientras que las vacas con calcemia normal tenían en promedio 58,5 días en lactancia con una producción diaria de 25,1 kg. Este comportamiento era de esperarse ya que esta enfermedad ocurre principalmente en los primeros días de lactancia y en las vacas de mayor producción (Reinhart et al., 2011; Sánchez y Saborío, 2014).

La palpación rectal de las vacas con hipocalcemia subclínica permitió el diagnóstico de un grupo importante de vacas que presentaron endometritis e involución uterina retardada respectivamente un 33,8% y un 5,2% (Cuadro 48), mientras que en las vacas con calcemia normal solo el 14,1% fue diagnosticada con endometritis y el 7,3% con involución anormal (Cuadro 49); lo que indica una alta relación en nuestros sistemas entre la calcemia y la salud reproductiva de los animales.

Según Goff (2007), junto a Reinhart y colaboradores (2011) la hipocalcemia clínica como subclínica también tiene efectos económicos importantes y se deben considerar como enfermedades que son puerta de entrada de otros problemas que reducen considerablemente la oportunidad de que el animal desarrolle su máximo potencial productivo durante la lactancia en curso. La hipocalcemia reduce la motilidad abomasal y ruminal incrementando el riesgo de desplazamiento de abomaso. También se reduce el consumo de alimento lo que provoca que se dé una gran movilización de grasa en la lactancia temprana favoreciendo la aparición de cetosis.

Además, la hipocalcemia provoca que se disminuya la contracción muscular incluyendo el músculo del esfínter del pezón responsable de sellar el pezón posterior al ordeño, esto incrementa el riesgo de los animales a sufrir mastitis. Por otra parte puede incrementar significativamente la susceptibilidad de las vacas a endometritis y distocia; todo este afecta el desempeño reproductivo y productivo de los animales por lo que es necesario concientizar al productor de las pérdidas diarias que puede sufrir en su finca si no se previene a tiempo esta enfermedad.

4.6.4. Retención placentaria e hipocalcemia clínica.

Los datos acerca de retención de placenta e hipocalcemia clínica se realizarían mediante la obtención de reportes del programa Vampp Bovino 3.0; sin embargo, esta información no fue posible recolectarla debido a que muy pocas de las fincas visitadas mantenían un registro sobre estos eventos. Por lo tanto, se debe concientizar a los

productores sobre la importancia de mantener buenos registros sobre la presentación de las enfermedades en los animales

4.6.5. Fósforo.

De acuerdo a lo que se observa en el Cuadro 50 no se evidenció un problema importante en cuanto a los niveles séricos de fósforo de las vacas analizadas, ya que el 99% de las mismas obtuvieron valores contemplados entre los 4 y 7,4 mg/dL (Jones y Smith, 2010). Esto se puede deber principalmente al aporte de fósforo que brindan las pasturas, sumado a la contribución que se da con el suplemento mineral en canoa, esto hace que posiblemente la regulación homeostática de dicho macromineral se mantenga funcionando adecuadamente en las vacas estudiadas a pesar de su producción de leche y de los posibles trastornos de absorción gastrointestinal del mismo que pueden estar ocurriendo en algunas de las vacas analizadas, tal y como se destacó en la sección de acidosis ruminal (Ceballos et al., 2016).

En la actualidad, los productores lecheros utilizan el fósforo para aumentar la producción láctea y mejorar el desempeño reproductivo de los animales; sin embargo, existe una preocupación creciente sobre los efectos a nivel ambiental del exceso de fósforo tanto en la dieta de las vacas lecheras como en los productos que se aplican en campo; debido a que el fósforo en el suelo se acumula en forma de fosfatos, que ingresan a los sistemas acuíferos, deteriorándolos mediante un proceso conocido como eutrofización.

Es por esto que la principal estrategia para disminuir el impacto del fósforo es reducir su concentración en la dieta de las vacas lecheras; ya que se ha demostrado que niveles de fósforo en la dieta superiores a 0,4% no son necesarios, lo que quiere decir que es muy probable en que las lecherías de nuestro país se esté dosificando a los animales más fósforo de que ellos realmente necesitan, que visto desde otra perspectiva, encarece la dieta de los animales, afectando en cierta medida la rentabilidad del establecimiento (Elizondo, 2007).

4.6.5. Magnesio.

La hipomagnesemia afecta el metabolismo del calcio de dos formas: reduciendo la secreción de hormona paratiroidea en respuesta a la hipocalcemia y reduciendo la sensibilidad del tejido a la hormona paratiroidea (Goff, 2008). Las concentraciones de

magnesio en la mayoría de animales se encontraban dentro del rango de referencia, no obstante, un 8,5% de los animales presentaron concentraciones inferiores a 1,7mg/dL (Cuadro 52).

Si los animales reciben una cantidad adecuada de magnesio en la dieta, los niveles sanguíneos son mantiene a pesar de que existe una cierta excreción renal. Si no hay un buen aporte de magnesio en la dieta, el rumiante no presenta un mecanismo compensatorio que logre regular el nivel de magnesio en el cuerpo y se desencadena el cuadro (Goff, 2008).

La absorción de magnesio se da por un transporte activo en la pared del rumen, el cual se puede ver afectado por altas concentraciones de potasio, que genera una despolarización de la membrana apical del epitelio ruminal, impidiendo la absorción del magnesio a través de este (Goff, 2008).

4.7. Nitratos en pastura.

Se midió el porcentaje de nitratos en los pastos de piso de todas las fincas visitadas, y en promedio la concentración de nitratos fue de 0,7% de la materia seca (Cuadro 54), mientras que en los pastos de corta el promedio fue de 0,8% de la materia seca (Cuadro 55); estos resultados sobrepasan el límite establecido (0,5% de la materia seca) según Gupta (2012).

A la luz de estos resultados, es visible que existe una falla en el manejo de las pasturas y de los bancos de forraje, principalmente relacionado a su fertilización, ya sea química u orgánica, es decir, que existe un exceso en los abonos utilizados, lo cual además de tener un costo económico, altera la salud digestiva de los animales, generando atonía ruminal, aumentando la tasa de pasaje y afectando el comportamiento de rumia.

Como lo menciona Gupta (2012) los microorganismos ruminales pueden metabolizar los nitratos si existe suficiente energía en la dieta del animal, situación que se presenta en las fincas visitadas, pero esto no debe servir como excusa para seguir manteniendo concentraciones elevadas de nitratos en los forrajes, sino que se debe prestar especial cuidado en las prácticas agrícolas de los forrajes, para prevenir este tipo de intoxicaciones que pueden eventualmente, llegar a causar la muerte de los animales.

5. CONCLUSIONES

1. En el presente trabajo se lograron diagnosticar las principales enfermedades metabólicas que afectan al ganado lechero, las cuales se encontraron con una presencia de: 44,3% de acidosis en las vacas muestreadas, un 32,3% de hipocalcemia subclínica, 26,8% de alteraciones reproductivas como (endo)metritis e involución retrasada, así como un 14,3% y 2,5% de cetosis subclínica y clínica respectivamente.
2. Los protocolos de abordaje se reformularon y validaron en cinco hatos lecheros previo a las 30 fincas visitadas, lo que permitió tener una logística de trabajo y recolección de datos adecuada para llevar a cabo las visitas en los hatos lecheros de seleccionados para el estudio.
3. Se lograron aplicar adecuadamente los protocolos en 30 hatos lecheros con la finalidad de diagnosticar las principales enfermedades metabólicas.
4. Se logró desarrollar una estrategia de prevención sencilla, dirigida a los productores con aspectos esenciales en el manejo de la transición de las vacas lecheras. Este mismo se realizó basado en las observaciones realizadas durante las 30 visitas (ver Anexo 7.1).

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC International.2000. Official Methods of Analysis. 17th Ed. W. Horwitz, Editor.

Allen, M. & P. Piantoni. 2013. Metabolic control of feed intake: Implications for metabolic disease of fresh cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 29(2), 279-297.

Ametaj, B. 2014. Metabolic disorders of dairy cattle. [en línea]. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS): Veterinary Science*. Paris, France. <http://www.eolss.net/sample-chapters/c10/e5-15a-18.pdf> (Consulta: 8 ene. 2016).

Bavera, G. & C. Peñafort. 2006, *Lectura de la bosta del bovino y su relación con la alimentación*. (en línea), FAV UNRC. Argentina. http://www.infogranjas.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=1482:lectura-de-la-bosta-del-bovino-y-su-relacion-con-la-alimentacion-&catid=319:alimentacion-animal-general (Consulta: 9 ene. 2016).

Bobé, G., V. Amin, A. Hippen, D. Wilson, G. Lindberg & J. Young. 1999. Non-invasive determination of liver lipid content in dairy cows by digital analyses of ultrasonic images. *J. Dairy Sci.* 82(Suppl. 1):100.

Bobé, G., J. Young & D. Beitz. 2004. Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87(10), 3105-3124.

Bramley, E., N. Costa., W. Fulkerson & I. Lean. 2013. Associations between body condition, rumen fill, diarrhoea and lameness and ruminal acidosis in Australian dairy herds. *New Zealand veterinary journal*, 61(6), 323-329.

- Burfeind, O., P. Sepúlveda, M. Von Keyserlingk, D. Weary, D. Veira & W. Heuwieser. 2010. Technical note: Evaluation of a scoring system for rumen fill in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93(8), 3635-3640.
- Cámara Nacional de Productores de Leche. 2010. http://www.proleche.com/info_sector.htm. (Consulta: 5 abr. 2010).
- Cataldo, D., M. Haroon, L. Shrader & V. Youngs. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Soil Science and Plant Analysis*. 6(1) 71 – 80.
- CDQAP (California Dairy Quality Assurance Program). 2004. Dairy Welfare Evaluation Guide. Cooperative Extension, University of California, USA.
- Ceballos, A., N. Villa., A. Bohórquez., J. Quiceno., M. Jaramillo & G. Giraldo. (2016). Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en lecherías del trópico alto del eje cafetero colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(1), 26-35.
- Cedeño, H. 1995. Untersuchungen zum vorkommen klinischer und subklinischer Ketosen in form von ketonurie bei Schwazbunten (Holstein) und Jersey Kühen in Costa Rica (Feldstudie). Freie Universitat Berlin, Deutschland.
- Cervantes, M. 2013. Pasantía en Buiatría en la zona del Volcán Poás y Vara Blanca con énfasis en el metabolismo del calcio, fósforo y magnesio durante el periodo del parto. Universidad Nacional, Heredia, C.R.
- Cockcroft, P. (ed). 2015. *Bovine Medicine*. 3rd ed. Wiley Blackwell. India.

- Duffield, T. 2000. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food animal practice* 6, 231-253.
- Elizondo, J. 2007. Problemas ambientales, homeostasis, particionamiento y requerimientos de fosforo en ganado de leche. *REDVET*. 8: 1-14.
- Eiler, H. & K. Feateau. 2007. Retained placenta. p. 345-354. *In* Youngquist, R. & W. Threlfall. *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. Elsevier Saunders, USA.
- Gao, X., & M, Oba. 2014. Relationship of severity of subacute ruminal acidosis to rumen fermentation, chewing activities, sorting behavior, and milk production in lactating dairy cows fed a high-grain diet. *Journal of dairy science*, 97(5), 3006-3016.
- Garret, E., K. Norlund, W. Goodger & G. Oetzel. 1997. A cross-sectional field study investigating the effect of periparturient dietary management on ruminal pH in ealy lactation cows. *J Dairy Sci* 1997, 80: P112
- Garret, E., M. Pereira, K. Nordlund, L. Armentano, W. Goodger & G. Oetzel. 1999. Diagnostic Methods for the Detection of Subacute Ruminal Acidosis in Dairy Cows. *Journal of dairy science*. 82: 1170–1178.
- Gnemmi, G. 2015. Seminario de Reproducción Bovina: Uso de la Ultrasonografía en el Abordaje del Sistema Reproductivo. Nov. 23-25. Asociación de Buiatría de Costa Rica. Costa Rica.
- Goff, J. 2008. The monitoring, prevention and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *The Veterinary Journal*. 176: 20-57.

- Goff, J. & R. Horst. 1997. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J. Dairy Sci.* 80: 1260-1268.
- González, J. 2013. Memorias del Décimo Noveno Congreso Nacional Lechero. Dic. 4-5. Cámara Nacional de Productor de Leche, Costa Rica
- Green, M. 2012. *Dairy Herd Health*. CAB, Reino Unido.
- Hayirli, A., & R. R. Grummer. 2004. Factors affecting dry matter intake prepartum in relationship to etiology of peripartum lipid-related metabolic disorders: A review. *Canadian journal of animal science*, 84(3), 337-347.
- Hillman, R. & R. Gilbert. 2008. Reproductive Diseases. p. 395-446. *In* Divers, T. & S. Peek. *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle*. 2th ed. Saunders, China.
- Hudson, C., M. Kerby, J. Statham & W. Wapenaar. 2012. Managing Herd Reproduction. p. 90:110. *In* M. Green (ed), *Dairy Herd Health*. CABI. Oxfordshire, UK.
- Humer, E., K. Ghareeb, H. Harder, E. Mickdam, A. Khol-Parisini & Q. Zebeli. 2015. Peripartal changes in reticulorumenal pH and temperature in dairy cows differing in the susceptibility to subacute rumen acidosis. *J. Dairy Sci.* 98: 8788-8799.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 2015. VI Censo Nacional Agropecuario 2014. INEC, San José, Costa Rica.
- Iwersen M, D. Klein-Jöbst, M. Pichler, L. Roland, B. Fidschuster, I. Schwendenwein & M. Drillich. 2013. Comparison of 2 electronic cowside tests to detect subclinical ketosis in dairy cows and the influence of the temperature and type of blood sample on the test results. *J Dairy Sci*; 96:7719-7730.

- Jones, S & B. Smith. 2010. Enfermedades del Tracto Gastrointestinal. p.828-830. *In* P. Bradford, Smith (ed). Medicina Interna de Grandes Animales. Elsevier. España.
- Kay, J., J. Looor, A. Heiser, J. McGowan & J. Roche. 2015. Managing the grazing dairy cow through the transition period: a review. *An. Prod. Sci.* 55(7), 936-942.
- Kleen, J., I. Uppgang & J. Rehage. 2013. Prevalence and consequences of subacute ruminal acidosis in German dairy herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55(1), 48.
- Kleen, J., G. Hooijer., J. Rehage. & J. Noordhuizen. 2009. Subacute ruminal acidosis in Dutch dairy herds. *Vet Rec*, 164(22), 681-683.
- Lean, I., R. Van Saun & P. DeGaris. 2013. Mineral and Antioxidant Management of Transition Dairy Cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 29(2), 367-386.
- LeBlanc, S. J. 2012. Interactions of metabolism, inflammation, and reproductive tract health in the postpartum period in dairy cattle. *Reprod. in Dom. Anim.* 47(s5), 18-30.
- León, H. 2015. Memorias del Vigésimo Primer Congreso Nacional Lechero. Oct. 20-21. Cámara Nacional de Productor de Leche, Costa Rica.
- Luna, C. & H. Cedeño. 2015. Prevalencia e Impacto de las Enfermedades Metabólicas en Hatos Lecheros de Costa Rica. [en línea]. p. 22. *In*. Congreso Nacional Lechero 2015. Cámara Nacional de Productores de Leche. Costa Rica

<http://proleche.com/recursos/documentos/congreso2015/produccion/Charla4.pdf>

(Consulta: 11 ene. 2016).

Madriz, J. 2014. Situación Actual y Perspectivas del Sector Lácteo Costarricense, Visión de la Cámara Nacional de Productores de Leche. [en línea]. p. 2. In. Congreso Nacional Lechero 2014. Cámara Nacional de Productores de Leche. Costa Rica [http://www.proleche.com/recursos/documentos/congreso2014/Situacion actual y perspectivas del sector lacteo nacional Vision de la Camara Nacional de Productores de Leche. Ing. Jose Antonio Madriz Carrillo, Presidente CNPL.pdf](http://www.proleche.com/recursos/documentos/congreso2014/Situacion%20actual%20y%20perspectivas%20del%20sector%20lacteo%20nacional%20Vision%20de%20la%20Camara%20Nacional%20de%20Productores%20de%20Leche.%20Ing.%20Jose%20Antonio%20Madriz%20Carrillo,%20Presidente%20CNPL.pdf) (Consulta: 11 ene. 2016).

Maltz, E., L. Barbosal, P. Bueno, L. Scagion, K. Kaniyamattam, L. Greco, A. De Vries & J. Santos. 2013. Effect of precision feeding according to energy balance on performance and profitability of early lactation dairy cows. Proceedings of the Precision Dairy Conference and Expo. Rochester, Mn, USA, pp:81-182.

Martínez, A. 2002. Estudio de campo sobre la cetonuria y la funcionalidad hepática de la vaca lechera de alta producción durante el pre y pos parto temprano. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

McFarlane, D. 2010. Enfermedades endocrinas y metabólicas. p.1364-1369. In P. Bradford, Smith (ed). Medicina Interna de Grandes Animales. Elsevier. España.

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

Moreno, W. 1990. Diagnóstico de la cetosis subclínica en hatos lecheros de alta producción en Costa Rica. Tesis. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

- Mulligan, F. & M. Doherty. 2007. Production diseases of the transition cow. *The Veterinary Journal*. 176: 3-9.
- Murray R.D; J. E. Horsfield; W. D. McCormick; H. J. Williams and D. Ward. 2008. Historical and current perspectives on the treatment, control and pathogenesis of milk fever in dairy cattle. *Veterinary Record*, 163: 561-565.)
- Pearson, E. 2010. Enfermedades del Sistema Hepatobiliar. p.912-918. *In* P. Bradford, Smith (ed). *Medicina Interna de Grandes Animales*. Elsevier, España.
- Peter. A., P. Vos & D, Ambrose. 2008. Postpartum anestrus n dairy cattle. *Theriogenology Journal*. 71:1333-1342.
- Plaizier, J., S. Li, G. Gozho & E. Khafipour. 2014. Minimizing the Risk for Rumen Acidosis. *In* Proceedings of the 23rd Tri-State Dairy Nutrition Conference, Fort Wayne, Indiana, USA, 14-16 April 2014. p. 11-26. Ohio State University.
- Radostits, O., C. Gay. K. Hinchcliff & P. Constable. (Eds.). 2006. *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 10th ed. Elsevier Health Sciences. US.
- Rehage, J.; A. Starke; M. Höltershinken & M. Kaske. 2006. Hepatic lipidosis: Diagnostic tools and individual and herd risk factors. [en línea]. p. 1-6. *In* XXIV World Buiatrics Congress. Oct. 15-19. IVIZ, Francia. <http://www.avis.org/proceedings/wbc/wbc2006/rehage.pdf?LA=1> (Consulta: 6 ene. 2016).
- Reinhardt, T., J, Lipolis., B, McCluskey., J, Goff., & R, Horst 2011. Prevalence of subclinical hipocalcemia in dairy herds. *The Veterinary Journal* 188:122-124.

- Roche, J., J. Kay, N. Friggens, J. Llor & D. Berry. 2013. Assessing and Managing Body Condition Score for the Prevention of Metabolic Diseases in Dairy Cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 29(2), 323-336.
- Rocket, J. & S. Bosted. 2007. *Veterinary Clinical Procedures in Large Animal Practice*. Thomson, Canada.
- Saborío, A. & J. Sánchez. 2013. Prevalencia y factores de riesgo relacionados con la cetosis clínica y subclínica tipo I y II en un hato de vacas Jersey en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 37: 17-29.
- Salcedo, Y., C. Junior, D. Gomez, L. Calderón, M. Machado & A. Ardila. 2012. Acidosis ruminal en bovinos lecheros: implicaciones sobre la producción y la salud animal. *Rev. Electr. Vet.* 13(4), 1-11.
- Sánchez, J. & A. Saborío. 2014. Prevalencia de hipocalcemia en cuatro hatos Jersey en pastoreo en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 38: 33-41.
- Sánchez, J. & A. Saborío. 2014. Hipocalcemia e hipomagnesemia en un hato de vacas Holstein, Jersey y Guernsey en pastoreo. *Agronomía Costarricense*. 38: 55-65.
- Scott, P., C. Penny & A. Macrae. 2011. *Cattle Medicine*. Manson Publishing. Barcelona, España.
- Senthilkumar, V., A. Safiullah, G. Kathiravan, M. Subramanian & K. Mani. 2013. Economic Analysis of metabolic diseases in bovines: A review. *Int. J. Adv. Vet. Sci. Tech.* 2(1), pp-64.

- Sheldon, I., G. Lewis, S. LeBlanc & R. Gilbert. 2006. Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriog.* 65(8), 1516-1530.
- Smith, B. & C. Risco. 2005. Management of Periparturient Disorders in Dairy Cattle. *Vet Clin Food Anim.* 21: 503-521.
- Stokes, M.; L. Vandemark & L. Bull. 1986. Effects of Sodium Bicarbonate, Magnesium Oxide, and a Commercial Buffer Mixture in Early Lactation Cows Fed Hay Crop Silage¹. *J Dairy Sci* 69(6), 1595-1603.
- Youngquist, R. & W. Threfall. 2007. Current therapy in large animal theriogenology. 2nd ed. Elsevier. Us.
- Vanholder, T., J. Papen., R. Berners., G. Vertenten., & A. Berge. 2015. Risk factors for subclinical ketosis and association with production parameters in dairy cows in the Netherlands. *Journal of Dairy Science* 98, 880-888.
- Viña, C., R. Fouz, F. Camino, M. Sanjuán, E. Yus & F. Diéguez. 2016. Study of some risk factors and effects of bovine ketosis on dairy cows from the Galicia región (Spain). *Anim Physiol Nutr.* doi: 10.1111/jpm.12471.

7. ANEXOS

7.1. Propuesta para la prevención de enfermedades metabólicas.

Periodo pre parto.

- Evitar que las vacas lleguen a este período con una condición corporal mayor a 3,5 o menor a 3 (escala 1-5).
- Realizar el manejo de la transición preparto por un período de tres a cuatro semanas.
- Se recomienda la suplementación parenteral de selenio entre cuatro y dos semanas previas al parto.
- Suministrar minerales pre parto o sales aniónicas. La dosis necesaria debe ser calibrada según el balance catión-anión de la dieta base, por lo que se debe tener en cuenta la concentración de potasio, cloruros y sulfatos en esa dieta.
- Verificar si el concentrado que usa trae incorporadas las sales aniónicas; realizar los ajustes con sal aniónica adicional, de ser necesario, según punto anterior, además verificar su eficacia según pH de la orina.
- Suplementar como máximo dos kilos y medio de concentrado en cada tiempo de comida.
- Calibrar las medidas de dosificación de concentrado y minerales.
- Evitar alimentos altos en potasio: subproductos de banano, melaza y pastos muy succulentos.
- Se recomienda el uso de una dieta alta en fibra.
- Brindar una alimentación individualizada por medio del uso de cepos o de comederos individuales.

- A los animales más cercanos al parto monitorearlos al menos dos veces al día, midiendo el llenado del rumen, el sensorio, su anuencia a ponerse de pie y la temperatura rectal.

Durante el parto.

- Evitar la manipulación innecesaria de los terneros y la placenta, con el fin de evitar contaminación.
- Verificar el sensorio y la anuencia a ponerse de pie y limpiar el ternero de inmediato. En caso de afectación, activar el protocolo de suplementación intravenosa de calcio-magnesio.

Periodo post parto.

- Estar atento a que las vacas expulsen la placenta en un período no mayor de ocho horas después del parto. En caso contrario, activar el protocolo de tratamiento.
- Anotar todos los aspectos relacionados con el parto, normal o difícil, asistido o no, gemelar o único.
- Registrar los eventos de salud que ocurran, tales como hipocalcemia clínica, retención placentaria, metritis, mastitis, dislocación de abomaso, entre otros.
- Adaptar los animales a la nueva dieta de lactancia por un periodo de tres a cuatro semanas, según se describe en el siguiente punto.
- Aplicar la transición post parto alta en forrajes que consiste en:
 1. Suministrar a los animales todo el forraje de buena calidad que deseen consumir.

2. El consumo de concentrado debe iniciar con cantidades pequeñas de concentrado, aproximadamente dos a tres kilogramos al día la primera semana.
 3. El incremento en la cantidad de concentrado debe ser paulatino durante las primeras cuatro semanas.
 4. El aporte de concentrado según producción, si esta es alta, debe realizarse después de la cuarta semana postparto.
- Revisar el llenado del rumen y la actividad de rumia, especialmente durante las primeras semanas postparto.
 - Revisar constantemente el balance de la dieta y mantener una relación cercana al 60% forraje y 40% suplementación en la medida de lo posible.
 - Se recomienda el uso de un agente bufferante en las vacas de alta producción, en las que la cantidad de concentrado suplementado sea la más alta. Se recomiendan 200 g de bicarbonato y 80 g de óxido de magnesio por animal al día. También es conveniente considerar el uso de buffer en épocas de baja materia seca en pasto (menor consumo de FDN total) y en situaciones de estrés calórico.
 - Evitar el consumo de grasa de sobrepeso durante el primer mes de lactancia. Evitarla también al final de la lactancia en vacas con condición corporal mayor a 3, ya que podrían llegar obesas al periodo seco.
 - Individualizar la alimentación de los animales con el uso de separadores en canoa.
 - Usar el mineral de lactancia a las dosis recomendadas.
 - Calibrar frecuentemente las medidas de dosificación de concentrado y mineral.
 - Monitorear la condición corporal, ya que las vacas no deben perder más de medio punto de condición corporal (escala 1-5). Se recomienda digitar los datos de condición corporal en el Vampp para que se pueda obtener las curvas durante la lactancia.

- Monitorear regularmente los parámetros de hato cuando las vacas reposan: Llenado ruminal y actividad de la rumia.
- Debe haber agua de buena calidad y *ad libitum* en los potreros.

7.2. Protocolos para recolección de la información

Protocolo – Datos del Hato

- ❖ Finca: _____
- ❖ Fecha: _____
- ❖ Ubicación: _____
- ❖ Código postal: _____
- ❖ Código de la finca: _____
- ❖ Georeferencia: _____
- ❖ Altitud: _____
- ❖ Propietario: _____
- ❖ Número de teléfono: _____
- ❖ Correo: _____
- ❖ Otro contacto: _____

Variables ambientales

- ❖ Temperatura: _____
- ❖ ITH: _____
- ❖ Humedad relativa: _____
- ❖ Precipitación: _____

Tipo de sistema

1. Pastoreo ()
 2. Semiestabulado ()
 3. Estabulado ()
- ❖ Pastoreo am: Hora inicio: _____ Hora final: _____ Horas: _____
 - ❖ Pastoreo pm: Hora inicio: _____ Hora final: _____ Horas: _____
 - ❖ Estabulado am: Hora inicio: _____ Hora final: _____ Horas: _____
 - ❖ Estabulado pm: Hora inicio: _____ Hora final: _____ Horas: _____

Datos de producción

- ❖ Frecuencia de pesa de la leche: (días) _____
- ❖ Entrega por día (Kg): _____
- ❖ Leche adicional (Kg): _____
- ❖ Total producción/día (Kg): _____
- ❖ Promedio producción reportado (Kg/vaca): _____
- ❖ Promedio según producción total (Kg/vaca): _____

Componentes Lácteos					
Componentes	Entrega 1	Entrega 2	Entrega 3	Entrega 4	Promedio
% Sólidos totales.					
% Grasa					
% Proteína					

- ❖ Kg grasa + proteína: _____
- ❖ Relación grasa/proteína (G/P): _____

Precio pagado por Kg de leche		
Entrega de leche semanal (Kg)	Monto pagado	Precio por Kg pagado al productor

Conteo de células somáticas en tanque (CS/mL)				
Entrega 1	Entrega 2	Entrega 3	Entrega 4	Promedio

Relación Leche:Concentrado

- ❖ Quintales [] /semana _____
- ❖ Kg concentrado / semana _____
- ❖ Quintales [] / día _____
- ❖ Kg concentrado / día _____
- ❖ Relación leche:[] teórica _____
- ❖ Relación leche/concentrado real _____

Transición pre - parto

❖ ¿Realiza transición pre-parto? 1. SI () 2. NO () ❖ Duración _____

Alimentación			
Alimento	Tipo	Cantidad (g)	Frecuencia (Veces/día)
Concentrado			
Minerales			
Otras materias primas 1			
Otras materias primas 2			
Otras materias primas 3			
Otras materias primas 4			

Selenio inyectable

❖ ¿Aplica? 1. SI () 2. NO () ❖ Tipo _____

❖ Día pre-parto en que se aplica _____ ❖ Dosis (mg totales) _____

Validación de medidas			
Alimento	Tipo	Medida teórica (g)	Medida real (g)
Concentrado			
Minerales			
Otras materias primas 1			
Otras materias primas 2			
Otras materias primas 3			
Otras materias primas 4			

Transición post - parto

❖ ¿Realiza transición post-parto? 1. SI () 2. NO () ❖ Duración en semanas _____

Alimentación				
Alimento	Tipo	Frecuencia (Veces/día)	Cantidad inicial post-parto (g)	Momento en el que se da el consumo máximo (semanas 1-4)
Concentrado				
Minerales				
Otras materias primas 1				
Otras materias primas 2				
Otras materias primas 3				
Otras materias primas 4				

Aditivos especiales				
Aditivo	1. Si	2. No	Composición y/o marca	Dosis (g)
Buffer				
Virginiamicina				
Monensina				
Levaduras				
Secuestrantes de micotoxinas				
Otras				
Otras				

Alteraciones en el consumo de concentrado

- | | | |
|---------------|--------------------|--------------|
| 1. No hay () | 3. Rechazo () | 5. Todas () |
| 2. Robo () | 4. Desperdicio () | |

Alteraciones en el consumo de suplementos

- | | | |
|---------------|--------------------|--------------|
| 1. No hay () | 3. Rechazo () | 5. Todas () |
| 2. Robo () | 4. Desperdicio () | |

Validación de medidas			
Alimento	Tipo	Medida teórica (g)	Medida real (g)
Concentrado			
Minerales			
Otras materias primas 1			
Otras materias primas 2			
Otras materias primas 3			
Otras materias primas 4			

Datos de abrevado

Localización y disponibilidad de bebederos

- Bebederos en potreros 1. SI () 2. NO ()
- Bebederos en caminos 1. SI () 2. NO ()
- Bebederos en el establo 1. SI () 2. NO ()

Si es restringida, ¿Cuántas veces al día hay acceso al agua?

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1. una vez () | 3. tres veces () |
| 2. dos veces () | 4. cuatro veces () |

Calidad del agua

Parámetros físicos

- | | |
|-------------------|---------------|
| 1. Cristalina () | 2. Turbia () |
|-------------------|---------------|

❖ ¿Hay presencia de mal olor? SI () NO ()

❖ ¿Hay presencia de contaminación? 1. SI () 2. NO ()

❖ pH del agua _____

❖ Temperatura del agua _____

❖ Concentración de nitratos en agua (ppm) _____

Apariencia del bebedero

Establo

1. Limpio ()

2. Sucio ()

Caminos

1. Limpio ()

2. Sucio ()

Potreros

1. Limpio ()

2. Sucio ()

Fuente de agua

1. Servicio público ()

2. Propia de pozo ()

3. Propia superficial ()

Observaciones generales:

Parámetros de interés de salud del hato

Valoración de la rumia

Grupo	Animales en reposo	Animales en reposo rumiando	% animales rumiando
Grupo 1			
Grupo 2			
Grupo 3			
Grupo 4			
Grupo 5			
Grupo 6			
Grupo 7			
Grupo 8			
Grupo 9			
Grupo 10			
Promedio			

Masticaciones por bolo/ individuales

Vaca	Mast/bol	Vaca	Mast/bol
1.		10.	
2.		11.	
3.		12.	
4.		13.	
5.		14.	
6.		15.	
7.		16.	
8.		17.	
9.		18.	
Promedio			

Valoración de la locomoción en marcha

Grupo	Animales en marcha	Animales en marcha con locomoción $\geq$ L2	% animales con locomoción $\geq$ L2
Grupo 1			
Grupo 2			
Grupo 3			
Grupo 4			
Grupo 5			
Grupo 6			
Grupo 7			
Grupo 8			
Grupo 9			
Grupo 10			
Promedio			

Valoración de la condición corporal

Grupo	Animales evaluados	Animales evaluados con CC $< 2,5$	% animales con CC $< 2,5$
Grupo 1			
Grupo 2			
Grupo 3			
Grupo 4			
Grupo 5			
Grupo 6			
Grupo 7			
Grupo 8			
Grupo 9			
Grupo 10			
Promedio			

Valoración de llenado ruminal

Grupo	Animales evaluados	Animales evaluados con LIR ≤ 2	% animales con LIR ≤ 2
Grupo 1			
Grupo 2			
Grupo 3			
Grupo 4			
Grupo 5			
Grupo 6			
Grupo 7			
Grupo 8			
Grupo 9			
Grupo 10			
Promedio			

Valoración de parámetros reproductivos

Servicios por concepción		Reporte de anestros	
Tasa de concepción al primer servicio		Intervalo parto – primer servicio	
Tasa de concepción		Intervalo parto – concepción (días abiertos)	
% detección de celos		Intervalo entre partos	
Tasa de preñez		Relación preñadas/vacías del grupo lactante	
Promedio DIM			

Formulario inspección comederos, bebederos, aguas.

Largo de comederos (metros): _____, animales/comedero: _____

Largo de bebederos (metros): _____, animales/bebedero: _____

Estado/limpieza de los comederos: _____ (1 malo, 5 bueno)

Fuente agua: _____ (1: pozo, 2: acueducto, 3: captación); Flujo (lt/min): _____

Análisis de aguas: _____ (1: sí, 2: no)

Resultados: _____

 _____.

Formulario inspección de alimentos

Ingredientes administrados:

Ingrediente	Código muestra*	Análisis a realizar

1: materia seca
 2: proteína cruda
 3: FDN
 4: FDA
 5: lignina

* aproximadamente 1 kg.

Inspección organoléptica:

Ingrediente	Olor	Color	Textura	Hongos	Otros

1: Normal 2: Aceptable 3: Regular 4: Deficiente 5: Inaceptable

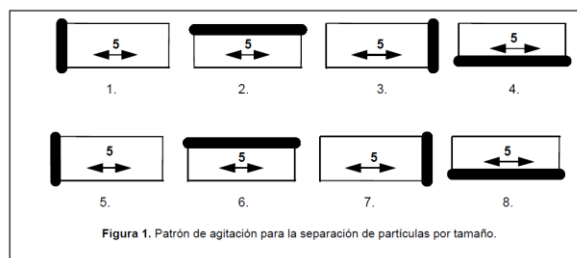
Distribución de tamaños de partículas de los forrajes

Tipo de muestra: () ensilajes -2- () henilaje -3- () RTM -1-

Peso muestra:

	Peso	Porcentaje retenido	Porcentaje bajo criba
Criba superior			
Criba media			
Criba inferior			
Bandeja inferior			

Es necesario realizar dos (2) series de cinco (5) movimientos cada una en la misma dirección:



Formulario Sistema de alimentación.

Tipo de sistema: () (1: Convencional; 2: RTM)

Agrupamiento vacas: () (1: producción; 2: días lactancia)

Grupos

Horario

1: mañana
2: mañana y tarde
3: tarde

1. _____ Descripción: _____ N° animales: _____ ()
 2. _____ Descripción: _____ N° animales: _____ ()
 3. _____ Descripción: _____ N° animales: _____ ()
 4. _____ Descripción: _____ N° animales: _____ ()
 5. _____ Descripción: _____ N° animales: _____ ()

Estrategias

Ingrediente	1 am/pm	2 am/pm	3 am/pm	4 am/pm	5 am/pm

Relación forraje:concentrado (MS): _____

Alimentación transición (-30 a 30)

Kg concentrado preparto: _____

Kg concentrado postparto: _____

Kg forraje total: _____; kg forraje suplementario: () (1: sí, 2: no); cantidad _____

Sales aniónicas: () (1: sí, 2: no); cantidad _____

Composición:

Relación forraje:concentrado (MS): _____

	ID	Cetosis		Ruminocentesis		Heces						Ecografía	
		BHB	pH orina	pH rumen	Hora	Consist	Color	Grano	Fibra	Muco	Sangre	Abdominal	Reproductiva
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

Codificación heces:

Consistencia: 1, 2, 3, 4, 5 (1 sin consistencia, líquidas, 5 dureza excesiva, bajo contenido de humedad).

Color: 1, 2, 3, 4, 5 (1 pálido –amarillento, blanquizco, 3 normal (verde oliva o marrón), 5 muy oscuras (negras).

Contenido

Grano		Fibra	Muco	Sangre
1= No hay	3= Moderado	1= NO	1= NO	1= NO
2= Poco	4= Mucho	2= SI	2= SI	2= SI

Código finca

Fecha

Vacas pre-parto

	ID	CC	pH orina
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

[illegible]