

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

Título

**Determinación de valores referenciales de la relación
grasa/proteína y nitrógeno ureico en leche (MUN) de bovinos
especializados en producción de leche en la zona de Poás,
Alajuela.**

Modalidad: Proyecto de Graduación

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

Diana Vargas Sobrado

Campus Presbítero Benjamín Núñez

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Determinación de valores referenciales de la relación grasa/proteína y nitrógeno ureico en leche (MUN) de bovinos especializados en producción de leche en la zona de Poás, Alajuela.

MSc. Ma. Antonieta Corrales Araya (Decana)

Firma: _____

Dra. Laura Castro (Directora)

Firma: _____

Dr. Jaime Murillo Herrera (Tutor)

Firma: _____

Dr. Frank Hueckman Voss (Lector)

Firma: _____

Dr. Juan José Romero (Lector)

Firma: _____

Fecha: _____

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y el cierre de esta etapa a mi Dios, porque sé que sin Él mi vida hubiera sido muy distinta.

Él me permitió disfrutar del privilegio de estudiar esta hermosa profesión, proveyó los medios, me acompañó y corrigió durante el camino también.

Este es un pequeño paso de muchos otros, porque estoy segura que Él que comenzó la buena obra en nosotros la perfeccionará (Filipenses 1:6).

Al final todo lo que tengo y todo lo que soy se lo debo a Él.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por cambiarme la vida totalmente con su amor, levantar mi cabeza siempre y cuidarme como a su hija.

A mi mamá por enseñarme lo que es amar con hechos y estar siempre para mí.

A mi papá por el apoyo en mi vida y mi carrera.

A mis hermanos por su apoyo.

Al Doctor Jaime Murillo por su dedicación, su profesionalismo y su amistad porque además de enseñarnos una profesión nos abrió las puertas de su casa y más que formar veterinarios formó en nosotros mejores personas.

Al Doctor Frank Hueckman por ser un ejemplo profesional y de calidad de persona.

Al Doctor Juan José Romero por la paciencia, los consejos y el tiempo que de muy buena forma siempre invirtió en ayudarme.

Al Doctor Mariano Rojas por su ayuda con los laboratorios.

A Manuel Cervantes por ser el mejor compañero de práctica y un gran amigo.

A María, Juan, Isa, Marce, Marcial, todo el personal de la Veterinaria San José y toda la familia Murillo Herrera que siempre nos recibió de una forma increíble y nos hicieron sentir en casa.

A mis líderes y codoces que son la familia con la que Dios me honro, gracias por su amor, sus oraciones, por oír mis historias y todo el apoyo durante tanto tiempo, son mi ejemplo a seguir.

A mis discípulos, a Víctor y a los que han sido mis ovejas, gracias por la comprensión y el apoyo durante todo este proceso.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
1. INTRODUCCION	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	9
1.3. Objetivos	11
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	11
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	11
2. METODOLOGÍA	12
2.1 Materiales y métodos	12
2.1.1 <i>Tipo de estudio</i>	12
2.1.2 <i>Lugar</i>	14
2.1.3 <i>Periodo de estudio.</i>	15
2.1.4 <i>Selección de animales.</i>	15
2.2 Metodología para la toma de muestras.	15
2.3. <i>Métodos de determinación de componentes</i>	16
2.4 <i>Registro de la información.</i>	17
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
3.1 Producción de leche	19
3.2 Componentes de la leche	23
3.3 Porcentaje de proteína en leche	25
3. 4 Porcentaje de grasa en leche	28
3.5 Relación grasa/proteína en leche	30
3.6 Asociación entre MUN y número de lactancia	36
3.7 Asociación entre MUN y días en lactación	38

3.8 Asociación entre MUN y raza.....	40
3.9 Asociación entre MUN y época del año	42
4.CONCLUSIONES	45
5. RECOMENDACIONES	46
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características de las fincas participantes en el estudio.	14
Cuadro 2. Estadística descriptiva para número de muestra, cantidad de lactancias, días en lactación, días en producción y componentes de la leche de los animales participantes en el estudio.....	18
Cuadro 3. Promedio diario de litros de leche producidos por finca participante en el estudio.	19
Cuadro 4. Promedios de producción de leche según hora de ordeño, número de lactancia, días en lactación, raza y época de año, de los animales participantes en el estudio.	21
Cuadro 5. Promedios de proteína en leche según hora de ordeño, número de lactancia, días en lactación, raza y época de año, de los animales participantes en el estudio.	25
Cuadro 6. Promedios de grasa en leche según hora de ordeño, número de lactancia, días en lactación, raza y época de año de los animales participantes en el estudio.	28
Cuadro 7. Promedio de la relación grasa/proteína en leche en las 4 fincas muestreadas para el estudio.	31
Cuadro 8. Cantidad de animales participantes en el estudio entre los valores normales.	31
Cuadro 9. Promedio de nitrógeno ureico (mg/dL) en leche, por finca, participante al estudio realizado en la zona de Poás y vara Blanca.....	35
Cuadro 10. Promedio de MUN (mg/dL) según número de lactancia en animales participantes en el estudio durante la época seca.	36

Cuadro 11. Promedio de MUN (mg/dL) según número de lactancia en animales participantes en el estudio realizado durante la época lluviosa.	36
Cuadro 12. Valores de MUN (mg/dL) según días en lactación por finca durante la época seca en animales participantes en el estudio.	38
Cuadro 13. Valores de MUN (mg/dL) según días en lactación por finca durante la época lluviosa en animales participantes en el estudio.....	38
Cuadro 14. Valores de MUN según número de lactancia y días en lactación en animales participantes en el estudio.....	39
Cuadro 15. Promedio de MUN según raza de los animales participantes en el estudio. ..	40
Cuadro 16. Promedio de MUN según raza de los animales participantes en el estudio durante la época seca.	41
Cuadro 17. Promedio de MUN según raza de los animales participantes en el estudio durante la época lluviosa.....	41
Cuadro 18. Promedio de MUN en animales participantes en el estudio, según mes de muestreo.....	42

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variaciones de BUN y MUN posterior a la ingesta.	5
Figura 2. Curva de lactancia típica. Steeneveld et al., 2013.....	24
Figura 3. Gráfico muestra distribución de la relación grasa/proteína a lo largo de la lactancia de los animales participantes en el estudio.	33
Figura 4. Promedio de MUN de los animales participantes en el estudio, según mes de muestreo a lo largo de la lactancia.	43

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

am: ante merídiem (antes del mediodía).

BUN: Nitrógeno ureico en sangre.

°C: Grados centígrados.

DE: Desviación estándar.

Kg: Kilogramo.

Kg/d: Kilogramos por día.

lact: Lactancia.

n: Número de animales.

Máx: Máximo.

Mín: Mínimo.

mg/dL: miligramos por decilitro.

MUN: Nitrógeno ureico en leche.

***p*:** valor estadístico.

pm: pos merídiem (posterior al mediodía).

VAMPP: Programa de control y manejo veterinario automatizado.

Var: Varianza.

%: Porcentaje.

<: Mayor.

>: Menor.

RESUMEN

El establecer rangos referenciales de los componentes de la leche brinda una herramienta más económica y menos invasiva para monitorear el balance metabólico y la ración suministrada a ganado lechero mediante una toma de muestra de leche.

Con el fin de determinar valores referenciales de grasa, proteína y nitrógeno ureico se tomaron muestras de leche de 442 animales en total, durante dos ordeños del día, en los meses de abril y agosto del 2012, en cuatro fincas productoras de leche de la zona de Poás de Alajuela. Cada uno de estos parámetros se analizó en diferentes categorías según cantidad de días en lactación, número de lactancias, mes de muestreo y raza.

Se obtuvieron niveles promedio de proteína de 3,34%, grasa 4,13%, nitrógeno ureico 16,81 mg/dL, y una relación grasa/proteína promedio de 1,26. Variaciones de estos valores, según los diferentes grupos, podrían indicar desbalances metabólicos. Se describen a lo largo de este estudio, los intervalos encontrados, las diferencias entre cada grupo y una breve reseña de estudios realizados en otros países.

ABSTRACT

Establishing reference ranges of milk components provides a cheaper and less invasive tool to monitor dairy cattle metabolic balance and the ration provided, by a simple milk sampling.

In order to determine reference values for fat, protein and urea nitrogen, milk samples were taken from 442 animals, for both milkings of the day, during the months of april and august of the year 2012. Each of these parameters were analyzed in different categories according to lactation lenght, lactation number, month of sampling and breed.

Average levels of protein, fat, and urea nitrogen were found, 3.34%, 4.13%, and 16.81 mg/ dL, respectively and protein fat ratio averaged 1.26. Values different to these, according to the different groups, could indicate metabolic imbalances. Along this study the intervals found as well as the differences between each group and a small review of studies conducted in different countries, are described.

1. INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

La actividad de los veterinarios en el pasado se limitó en un primer momento a la atención de problemas individuales que afectaban al animal, con sus respectivas causas, los factores que lo influyen y la identificación del agente causal; posteriormente se dedicó además a aquellos que afectan al conjunto del hato (Graaf et al., 1995).

El principal objetivo de un programa de salud de hato de animales de producción consiste en mantener la salud del animal y la producción al nivel más eficiente que provea un retorno económico competitivo para el productor; así como introducir nuevas técnicas que continúen mejorando dicha eficiencia (Radostitis, 2001). Para este fin se han desarrollado protocolos estrictos de control y prevención de enfermedades basados en una vigilancia continua y monitoreo del hato (Van Ranst et al., 2008). El objetivo de este monitoreo es obtener señales tempranas de actuales o potenciales desviaciones del rendimiento en áreas como producción, fertilidad y salud de la ubre. Estas señales pueden guiar a análisis más específicos del problema y la solución de los mismos (Noordhuizen, 2002).

Este estado de evolución incesante provoca que los lecheros estén constantemente enfrentándose a un nuevo nivel de producción (Niles, 2010). Las enfermedades metabólicas y nutricionales aumentan conforme se incrementa la producción de leche y cuando se aumenta el número de lactancias (Oetzel, 2007).

Como resultado de esto se debe estar siempre trabajando en herramientas de evaluación de desempeño. Estas herramientas se necesitan para identificar los obstáculos que previenen el progreso en el hato así como para analizar al nivel de producción actual (Niles, 2010).

Existen técnicas para evaluar el estatus metabólico o nutricional de cada animal individual, tal como el análisis de los perfiles metabólicos en sangre, que igualmente sirve para diagnosticar enfermedades específicas y para analizar la salud del hato. Complementario a este, el volumen de producción de leche y la información de los componentes de la misma representan un importante aporte a este análisis del perfil metabólico.

Analizar los componentes de la leche permite estimar problemas mayores en la nutrición del hato, predecir y prevenir posibles disturbios metabólicos y reproductivos (Kuterovac, 2005), y podría predecir subsecuente desplazamiento de abomaso en vacas lecheras (Geishauser et al., 1998); además monitorear la incidencia de enfermedades metabólicas a su vez, sirve como una ventana para analizar el programa de alimentación (Radostitis, 2001).

No se debe pasar por alto que el precio de la leche depende del porcentaje de sus componentes, grasa, proteína y demás sólidos. Debido a esto los componentes toman una mayor importancia en el manejo del hato, ya que además de ser indicadores de la salud y nutrición de los animales, sus niveles en leche impactan de forma directa las ganancias de estos sistemas de explotación (Heinrichs et al., 2005).

La producción de grasa y proteína varían en gran manera de un hato a otro, debido a varios factores, los cuales se pueden manipular para alcanzar valores incluso por arriba del promedio. Entre estos factores se pueden citar la etapa de lactancia, la edad del animal, época del año, estado de salud del animal, problemas de mastitis, genética, nutrición y prácticas de alimentación (Heinrichs et al., 2005).

Alrededor de la mitad de la grasa de la leche se forma en la ubre a partir del acetato y el beta hidroxibutirato, los cuales son ácidos grasos volátiles que se forman de la digestión de la fibra en el rumen. La otra mitad de la grasa es transportada de los ácidos grasos circulantes en la sangre, que se originan de la movilización de las grasas, absorción de la dieta o del metabolismo de la grasa en el hígado (Heinrichs et al., 2005).

Los microorganismos del rumen convierten la proteína de la dieta en proteína microbiana, que es una fuente primaria de aminoácidos esenciales para la vaca. Estos aminoácidos son usados por la glándula mamaria para sintetizar las proteínas de la leche. Para este proceso se requiere glucosa, la cual se forma ya sea a partir de los ácidos grasos volátiles en el hígado y se absorbe directamente del intestino delgado o mediante el proceso de la gluconeogénesis (Heinrichs et al., 2005).

Al contar con los valores de grasa y proteína de la leche, es importante que se analice la relación grasa/proteína con el fin de evaluar la nutrición, la conversión de nutrientes y el metabolismo de cada animal (Toni et al, 2011).

Por otro lado el análisis individual del nitrógeno ureico en leche (MUN por sus siglas en inglés) ha ganado terreno en América del Norte durante la última década, ya que provee información actualizada del estado nutricional de los animales (Arvinpas, 2004); y ha sido considerado un indicador de la eficiencia de la utilización del nitrógeno por parte de las vacas lecheras (Zhijun et al., 2010).

La urea es una molécula orgánica compuesta por carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno. Es un constituyente común de la sangre y otros fluidos corporales. Se forma del amoníaco en el riñón e hígado, el cual se produce por la descomposición de las proteínas durante el metabolismo. Mientras que el amoníaco es muy tóxico, la urea no lo es y puede estar en niveles elevados antes de causar alteraciones. La conversión de amoníaco a urea previene la toxicidad del amoníaco siendo excretada en la orina (Acosta et al., 2005).

El nitrógeno absorbido en el flujo sanguíneo, resulta por la difusión de amonio a través de las paredes del rumen y el transporte de aminoácidos y péptidos desde el intestino delgado. El amonio es rápidamente convertido en urea en el hígado. Los aminoácidos y péptidos absorbidos, que no son utilizados en la producción de leche son desaminados en el hígado y el nitrógeno es convertido en urea, la cual forma parte del nitrógeno ureico en sangre. La urea difunde a través de las membranas celulares; conforme la leche es secretada en la glándula mamaria, difunde dentro y fuera de la glándula, equilibrándose con la urea de la sangre (Figura 1). Debido a este proceso se ha demostrado que el MUN (nitrógeno ureico en leche) es proporcional al BUN (nitrógeno ureico en sangre) (Roseler et al., 1993; Jonker et al., 1999;

Roy et al., 2005). Este a su vez es un fluido corporal más fácil de muestrear, lo que reduce los costos de mano de obra y permite chequeos más frecuentes (Roy et al., 2005).

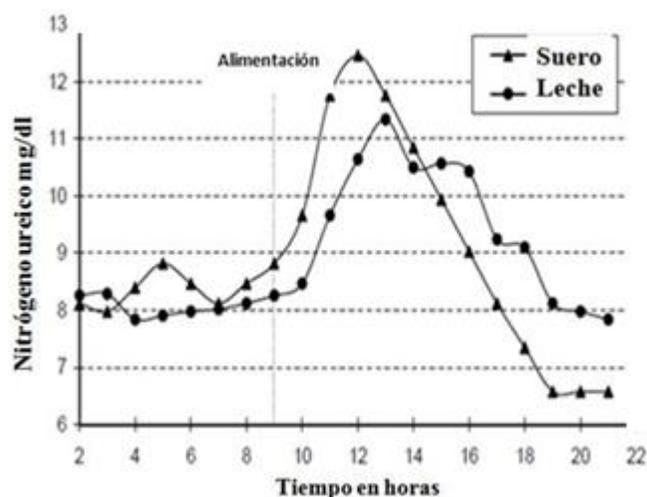


Figura 1. Variaciones de BUN y MUN posterior a la ingesta.
(Adaptación de Gustafsson y Palmquist, 1993)

Se ha visto que aumentar el potencial genético de los animales para la producción de leche se asocia con una disminución en la fertilidad de los mismos, esto debido a que las estrategias por alcanzar los requerimientos nutricionales para vacas altas productoras han cambiado al alterar los alcances en genética. Los productores en un esfuerzo por sustentar la producción láctea durante la lactancia temprana, aumentan la densidad de los nutrientes en las dietas para compensar las ingestas subóptimas de esta etapa, lo que lleva a altas ingestas de proteína que sobrepasan los requerimientos diarios. La proteína es un ingrediente muy caro, por lo que sobre ofrecerlo en las dietas cuesta mucho dinero al productor (Biswajit et al., 2011).

Debido a la influencia que tiene la proteína sobre los costos y sobre la producción, se han buscado formas de controlar su utilización. En teoría, hay dos formas de evaluar su eficiencia: la primera consiste en determinar su ingesta y calcularla según la dieta establecida, la cual se dificulta en la práctica, por la cantidad de animales y diferentes formas de acceso a la comida de cada sistema de producción; la segunda alternativa consiste en determinar la concentración de urea en sangre o leche (Eicher, 2004).

La concentración de urea puede indicar si en término de proteína, energía, calidad y cantidad, la suplementación de concentrado en la dieta es adecuada en conjunto con los forrajes administrados (Eicher, 2004).

Cuando se encuentran valores fuera de los rangos se debe recalcular la ración, evaluar el manejo nutricional y determinar en qué fase (distribución, ingestión, degradación y absorción) se está dando las deficiencias (Biswajit et al; 2011).

Altos valores de MUN (superiores a 20 mg/dL) pueden resultar por varios factores nutricionales: entre ellos el exceso de proteína en la dieta, inadecuada ingesta de energía, exceso de proteína digestible en rumen que disminuye la producción y eficiencia de la utilización del nitrógeno; por lo que es importante, ante un MUN elevado el estudio a fondo de toda la dieta (Biswajit et al; 2011). Existen factores no nutricionales que pueden aumentar los valores de MUN, como lo son enfermedades o condiciones que puedan reducir la filtración glomerular como la deshidratación, enfermedad cardíaca o renal o cualquier enfermedad que aumente el catabolismo de las proteínas (Guo et al.,2004).

Dietas altas en proteína elevan el nitrógeno ureico en el plasma, sangre y el sistema reproductivo bovino causando aumentos de amonio a nivel de vagina y útero, lo que disminuye la viabilidad de los espermatozoides en estas zonas (Broderick y Clayton, 1997). Además, se sugiere que el exceso de proteína cruda en la dieta, puede afectar la función ovárica, causar estrés reproductivo y está asociado a una disminución en la probabilidad de concepción al primer servicio, no así en servicios posteriores (Ferguson et al., 1993). Otros estudios relacionan el aumento en el MUN con un aumento en los días abiertos de los programas de salud de hato y la deficiencia en la secreción de gonadotropina y progesterona (Biswajit et al; 2011).

Concentraciones de nitrógeno ureico superiores a 19 mg/dL, se asocian con una baja en la tasa de concepción (Butler et al., 1995); por su parte Ferguson et al. (1993), reporta una baja en la tasa de concepción con valores superiores a 20 mg/dL.

Valores bajos de MUN (inferiores a 12 mg/dL) indican una deficiencia de proteína en la dieta y una potencial baja en la producción. Estos valores sugieren que la dieta, no contiene una adecuada cantidad de proteína disponible y se deben analizar las dietas para su posterior reajuste (Biswajit et al; 2011).

De la misma forma, las concentraciones de nitrógeno ureico pueden variar de hato a hato y de vaca a vaca dentro del mismo hato. Incluso algunas de las diferencias obtenidas se pueden justificar por la diferencia de pastos que se consumen de una finca a otra (Cao et al., 2010).

Para interpretar la concentración de urea correctamente es importante tomar en cuenta otros factores además de la dieta (Carlsson et al., 1995), esto debido a que 13.3% de las variaciones de MUN pueden ser explicadas por factores no nutricionales (Aravinpas et al., 2003) y factores ambientales y de producción explican 37% de las variaciones en vacas individuales (Hojman et al., 2004). Entre estos factores se encuentran: la estacionalidad, el número de lactancia, días en lactación, raza, comportamiento, entre otros. Incluso, Godden et al., (2001) recomienda que los resultados de MUN obtenidos sean interpretados según los grupos predeterminados y no a nivel individual de cada animal.

Además de que la proteína es un ingrediente costoso de la dieta, sobrealimentar con proteína contribuye a la contaminación ambiental y un aumento en los costos de alimentación. Se ha observado que una alta proteína en la dieta, estimula la producción de leche pero ha mostrado además tener efectos negativos en la reproducción del animal (Spicer et al., 2000); entre ellos una disminución en la tasa de concepción al primer servicio (Guo et al., 2004).

Para poder interpretar correctamente los valores de urea en un hato, se deben considerar factores como el número y período de lactación, producción de leche, tiempo de ordeño, número de ordeños, conservación de la leche, raza, peso y mastitis, que casi cada granja debe caracterizar. Debido a todas estas variaciones es de suponer que los valores referenciales de MUN varíen de país a país (González et al., 2000).

1.2. Justificación

La enfermedad en los animales de producción siempre ha sido un asunto de importancia para los productores. Un buen sistema de explotación mantiene los animales en las mejores condiciones y sanos con el fin de obtener una óptima producción. Conforme los sistemas de producción se vuelven más intensivos, el estado de salud de los animales se convierte en un determinante de la productividad de las fincas. Estos modernos sistemas amenazan el rendimiento del hato y provoca que los veterinarios y otros especialistas en producción provean sus conocimientos y habilidades para trabajar de forma eficiente (Radostitis, 2001), y muchas veces exige un mayor entrenamiento del veterinario y el desarrollo de nuevas habilidades que intervienen en el manejo de la finca para lograr este objetivo (Cannas de Silva et al., 2006).

Igualmente, con todos los esfuerzos que se hacen, no solo por parte del médico veterinario para desarrollar nuevas habilidades en el manejo de las fincas, sino también por parte de los productores para lograr sistemas que permitan mayor producción de leche a un menor costo, no puede ignorarse el aumento en la carga metabólica que se crea en los animales para lograr este propósito y es por esto que como parte de este trabajo de graduación, se propone realizar un muestreo de animales de la zona con el fin de obtener información en cuanto a valores de grasa, proteína en leche y nitrógeno ureico, que puedan utilizarse para fortalecer los sistemas de monitoreo de salud de los animales, utilizados como parte del sistema de salud de hato de las fincas.

La relación grasa/proteína en leche puede servir como una medida del estado de balance energético del animal y puede ser usado como un criterio para mejorar la estabilidad metabólica (Buttchereit et al., 2010). La composición de la leche depende en gran manera en la composición de la ración, lo que convierte a los componentes de la leche en posibles indicadores de la composición de la ración y el estado metabólico del animal (Eicher, 2004).

En cuanto al nitrógeno ureico, se parte de la evidencia de que las concentraciones en leche son similares a las de sangre. Siendo más fácil obtener las muestras rutinarias de leche, lo que permite un asesoramiento regular del nitrógeno ureico (González et al., 2000). El análisis del nitrógeno en leche puede ser usado como indicador de problemas potenciales en la alimentación de las vacas y al compararlo con los contenidos de grasa y proteína en un momento dado, se pueden identificar problemas nutricionales (González et al., 2000), lo que permite reforzar así la ración (Hwang et al., 2000); al igual que evaluar la presencia de enfermedad en forma clínica o subclínica y determinar trastornos de producción, ya que determinan el rendimiento del hato (Padilla, 2010). Si se logra agregar estos estudios a los comúnmente realizados para perfil bioquímico, se alcanzaría un mayor análisis de la salud del hato y la condición metabólica de los animales.

Este trabajo pretende determinar mediante un muestreo de cuatro fincas, los valores de grasa/proteína en leche y MUN para las razas Holstein y Jersey según días en lactación para sistemas en pastoreo del área de Poás de Alajuela y que de esta manera con la información generada puede evaluarse de manera más objetiva y mediante un método más económico y menos invasivo el desempeño productivo y la salud de los animales de esta zona.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Determinar valores referenciales de grasa, proteína y nitrógeno ureico en leche en bovinos de producción especializada, en diferentes etapas de lactación de la zona de Poás, Alajuela.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la relación grasa/ proteína en leche y nitrógeno ureico en leche y cómo ésta se relaciona con el diagnóstico de enfermedades metabólicas en vacas en producción de leche en diferentes etapas de lactación.
- Identificar las ventajas y limitaciones de usar los componentes de la leche como una herramienta para monitorear el estado de salud del hato.

2. METODOLOGÍA

2.1 Materiales y métodos

2.1.1 Tipo de estudio

Es un estudio de tipo descriptivo y analítico que pretende determinar cuáles son los valores de la relación grasa, proteína y la relación grasa-proteína, así como del MUN en vacas especializadas de producción de leche, y estimar su relación con variables tales como raza, número de lactancias, días en lactación y hora del ordeño.

El estudio consta de tres fases:

- a. Estadística descriptiva donde se calculan medidas de tendencia central (media y mediana) y medidas de dispersión (mínimo, máximo, desviación y error estándar) para las variables en forma continua y, para las variables en forma discreta, se calcularán porcentajes con sus respectivos intervalos de confianza al 95%.
- b. La utilización de un modelo de regresión lineal para evaluar el efecto de la relación grasa/proteína y MUN sobre cada variable dependiente.

El modelo estadístico utilizado para la estimación del efecto absoluto de las variables sobre relación grasa-proteína es:

$$Y_{ijkl} = \mu_0 + \text{hora}_i + \text{raza}_j + n\text{lac}_k + d\text{lac}_l + e_{ijkl}$$

$$Y_{ijklm} = \text{Relación grasa/proteína}$$

$$\mu_0 = \text{Media general}$$

$$\text{hora}_i = \text{Efecto fijo } i\text{-ésimo de la hora del ordeño.}$$

$$\text{raza}_j = \text{Efecto fijo } j\text{-ésimo de la raza.}$$

n_{lact_k} = Efecto fijo l-ésimo del número de lactancias

d_{lac_l} = Efecto fijo j-ésimo del número de días en lactación.

e_{ijkl} = Efecto aleatorio residual.

El modelo estadístico utilizado para la estimación del efecto absoluto de las variables sobre el MUN es:

$$Y_{ijk} = \mu_0 + raza_j + n_{lac_k} + d_{lac_l} + e_{ijkl}$$

$$Y_{ijklm} = MUN$$

μ_0 = Media general

$raza_j$ = Efecto fijo j-ésimo de la raza.

n_{lact_k} = Efecto fijo l-ésimo del número de lactancias

d_{lac_l} = Efecto fijo j-ésimo del número de días en lactación.

e_{jkl} = Efecto aleatorio residual.

- c. Estimación del riesgo de que una vaca presente una relación grasa-proteína anormal. Se utilizó un modelo de regresión logística ordinaria en la que las variables continuas han sido categorizadas.

$$\text{Logit } (E[Y|X_1, \dots, X_n]) = \beta_0 + \beta_{raza} + \beta_{numlact} + \beta_{dlact} + \beta_{hora}$$

Y = Relación grasa-proteína (normal/anormal)

μ_0 = Media general

raza = Efecto de la raza (Holstein/Jersey)

numlact = Efecto del número de lactancias (1-2, 3-5, >5)

dlact_j= Efecto del número de días en lactación (1-60, 61-120, 121-200, >200).

2.1.2 Lugar

El muestreo se realizó en cuatro explotaciones lecheras especializadas de la zona de Poás, provincia de Alajuela, ubicadas en la zona de vida bosque húmedo montano bajo, a una altitud entre 1500 y 2000 msnm, con una precipitación anual media entre 1000 y 2000 mm y un rango de temperatura anual media de 12-17 °C. En las cuatro fincas se ordeñan los animales dos veces al día, por la mañana y por la tarde con una diferencia de entre 10 y 12 horas entre un ordeño y otro. Estos lugares manejan condiciones nutricionales similares entre ellas, como mismos tipos de pastos, concentrados y suplementación mineral similar; además poseen el sistema de información VAMPP Bovino (Romero et al., 2000) actualizado lo que permitió disponibilidad inmediata de la información completa de cada animal (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de las fincas participantes en el estudio.

Finca	Raza	Animales en ordeño	Altitud msnm	Tipo de explotación
Finca 1	Jersey	68	1500-2000	Pastoreo
Finca 2	Jersey/ Cruce Jersey-Holstein	253	1500-2000	Semi estabulado
Finca 3	Jersey/ Cruce Jersey-Holstein	105	1500-2000	Pastoreo
Finca 4	Holstein	86	1500-2000	Pastoreo

2.1.3 Periodo de estudio.

El muestreo se realizó dos ocasiones, la primera entre marzo y mayo del año 2012, que coincidió con el periodo que comprendió la práctica de la estudiante en la zona; y un segundo muestreo realizado en el mes de agosto del mismo año.

2.1.4 Selección de animales.

Se utilizaron animales en periodo de lactancia desde la primera semana hasta el final de la lactación y animales desde su primera lactancia hasta la décima. Se incluyeron animales de raza Holstein y Jersey, dependiendo de las razas existencias en las fincas a visitar. El total de los animales evaluados fue de 442.

2.2 Metodología para la toma de muestras.

Las muestras de leche se tomaron de cada vaca en forma individual, posterior a la limpieza de la ubre y el despunte de cada pezón. Se obtuvo del tanque individual en bolsas suministradas por el laboratorio de la Cooperativa Dos Pinos R.L.; en dos bolsas distintas, una para el conteo de células somáticas y componentes (sólidos totales, grasa, proteína), y la otra para nitrógeno ureico en leche.

La muestra se tomó de la pesa o del tanque individual para garantizar su homogeneidad, ya que la grasa se mantiene en la parte superior de la leche que no se ha mezclado y puede causar un error en los resultados (Oetzel, 2007). Se han propuesto análisis a nivel de tanque, es decir, muestras de todo el hato y no individuales. Este método suele ser atractivo debido a que

es más económico y requiere menos trabajo pero los resultados pueden ser enmascarados con valores que sean muy extremos (Biswajit et al., 2011).

Se tomaron muestras individuales de ambos ordeños del día, 3:00 am y 1:30 pm debido a que en el primer ordeño la vaca da mayor volumen de leche, lo que marca un menor porcentaje de algunos componentes de la leche como la grasa (Oetzel, 2007). Además, se han reportado diferencias en las concentraciones de MUN entre el ordeño de la mañana y el de la tarde, según horarios de alimentación (Biswajit et al., 2011); para efectos de este estudio el MUN se muestreo solamente por la mañana por una cuestión de presupuesto.

Para su transporte al laboratorio las muestras se mantuvieron en una hielera, a 4° C, ya que el MUN decrece gradualmente a temperatura ambiente (Biswajit et al.; 2004). Las muestras fueron llevadas personalmente por la estudiante al laboratorio de calidad de leche de la Cooperativa Dos Pinos R.L. La entrega de los resultados se dio en un promedio de ocho días.

2.3. Métodos de determinación de componentes

Las muestras de leche entregadas para estudio de sólidos totales se analizaron con el equipo Milko Scan FT-120, el cual utiliza el método de revisión por infrarojo; mientras que las de nitrógeno ureico mediante el método enzimático y la cuantificación por espectrofotometría usando el equipo ChemSpec®150. Por su parte el conteo de células somáticas se realizó por en un equipo llamado Fossomatic 420® que trabaja mediante citometría de flujo que cuenta y caracteriza las partículas y las células.

Las visitas para realizar los muestreos se programaron a conveniencia de la finca y disponibilidad del laboratorio de la Dos Pinos para procesar las muestras.

2.4 Registro de la información.

Mediante el sistema de información de la finca, se obtuvo los datos de los días en lactancia de cada animal a la fecha del muestreo, al igual que su raza y su número de partos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran en resumen el número de animales, la cantidad de lactancias, días en lactación y porcentajes de grasa, proteína y nitrógeno ureico de los 442 animales muestreados para este estudio (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estadística descriptiva para número de muestra, cantidad de lactancias, días en lactación, días en producción y componentes de la leche de los animales participantes en el estudio.

	n	Promedio	D.E	Mín.	Máx.
Lactancias	442	2,73	1,60	1,00	10,00
Días en lactación	442	167,42	104,28	2,00	500,00
Producción leche (Kg/d)	442	24,74	7,99	2,50	50,00
• Raza Jersey	290	24,12	7,13	9,50	45,00
• Raza Holstein	152	25,92	9,34	2,50	50,00
Grasa (%)	442	4,13	0,90	1,50	6,80
• Raza Jersey	290	4,48	0,80	2,80	6,80
• Raza Holstein	152	3,45	0,65	1,50	5,30
Proteína (%)	442	3,34	0,38	2,35	5,23
• Raza Jersey	290	3,45	0,32	2,77	4,60
• Raza Holstein	152	3,13	0,40	2,35	5,23
MUN (mg dL)	434	16,80	3,00	8,50	24,70
• Raza Jersey	289	16,96	3,02	8,90	24,70
• Raza Holstein	145	16,52	3,05	8,50	23,70

n=cantidad

El promedio de lactancias muestra que la mayoría de los animales del estudio eran jóvenes (Cuadro 2). Los valores de grasa y proteína según raza, se pueden observar, al menos en promedio, entre los valores normales esperados para un hato lechero. Estos valores nos muestran que el tipo de animales con los que se trabajó son bastante especializados en producción de leche al comparar estos datos con valores obtenidos por Robinson (2000) y Oetzel (2007), que mencionan, para la raza Holstein, promedios de proteína que van desde 3,15% hasta 3,25% y de grasa de 3,4% a 4%; y valores de proteína entre 3,80% y 3,90% para la raza Jersey.

3.1 Producción de leche

En el cuadro 3 se observa que la finca 3 y 4 poseen una mayor cantidad de litros diarios de leche producidos por finca.

Cuadro 3. Promedio diario de litros de leche producidos por finca participante en el estudio.

Finca	n	Media	DE.	Var (n-1)	Mín.	Máx.
Finca 1	68	22,50	5,40	29,80	9,50	38
Finca 2	186	24,50	7,30	54,40	10	45
Finca 3	102	25,30	9,90	99,80	8,50	50
Finca 4	86	26	8	64,60	2,50	42

n=cantidad

La razón por la que la finca 3 y 4 poseen una mayor producción de leche, se debe probablemente esto se deba a que estas dos son fincas con hatos lecheros Holstein, raza que se distingue históricamente por producir un mayor volumen de leche que los animales de la raza Jersey (Kellogg et al., 2009) (Cuadro 3).

En el cuadro 4 se pueden observar los promedios de producción según diferentes variables, como lo son, la hora de ordeño, número de lactancia, días en lactación, raza y época del año. En este cuadro se evidencia fácilmente una mayor producción de leche en el ordeño de la mañana al comparar la producción de la mañana y la tarde en este muestreo. Una mayor producción, en el primer grupo de días en lactación, que va desde el día 1 al 60 de lactación, no así la primera lactación, que posee los valores más bajos de producción comparado con las producciones de las lactancias siguientes.

Cuadro 4. Promedios de producción de leche según hora de ordeño, número de lactancia, días en lactación, raza y época de año, de los animales participantes en el estudio.

Variable	Nivel de variable	Media				
		n	(L)	DE	Mín.	Máx.
Hora de ordeño	am	442	13,87	4,33	4,0	30
	pm	442	10,90	4,20	3,0	26
Número lactancia	1-2	228	21,86 ^a	6,07	9,50	39
	3-4	149	28,78 ^b	7,95	9	50
	≥ 5	65	26,06	9,20	8,50	46
Días de lactancia	1-60	64	28,38 ^a	6,74	15	45
	61-120	65	27,86 ^a	7,48	9,50	44
	121-200	154	26,66 ^a	7,27	10	50
	>200	159	20,34 ^b	7,08	8,50	40,50
Raza	Holstein	152	26,05 ^a	9,11	8,50	50
	Jersey	290	24,16 ^b	7,13	9,50	45
Época	Seca	256	24,98	8,28	8,50	50
	Lluviosa	186	24,58	7,38	10	45

Diferentes literales en mismas columnas, diferencias estadísticamente significativas $p \leq 0,05$.

n= cantidad L=litros

El desempeño de la lactación en vacas se puede ver afectado por muchos factores entre ellos manejo, nutrición, número de lactancias, edad, genética, clima, raza y enfermedades. Los factores ambientales pueden ser clasificados como factores con efectos cuantificables (edad, año, época, etc.) y factores con efectos no cuantificables (como infecciones parasitarias o enfermedades). Los cuantificables pueden utilizarse para el mejoramiento del manejo de la finca (Nordlund y Cook., 2004).

Es importante llevar un control de la cantidad de leche que produce cada vaca al inicio de la lactancia, ya que hay varias enfermedades asociadas al periodo de transición, como metritis, fiebre de leche, retención de placenta, cetosis, desplazamiento de abomaso y desórdenes

digestivos que van a causar una baja en la producción. Según la literatura (Nordlund y Cook., 2004) se puede observar una baja en la cantidad de leche producida, de 5 a 7 días antes del diagnóstico de la enfermedad y la diferencia al comparar con las otras vacas sanas se llega a detectar hasta los 10 días de lactancia. Por lo tanto, a la hora de revisar estos valores y encontrar un animal con un promedio bajo de producción, puede parecer significar una vaca baja productora, pero si se cuenta con su registro de lactancias anteriores superiores, podría sugerir enfermedad.

Como menciona Oetzel (2007), la cantidad de leche que produce una vaca suele ser mayor en el ordeño de la mañana. Se cree que esto ocurre debido a que, generalmente, hay más tiempo entre el ordeño de la tarde y el de la mañana por lo que también las vacas pueden acumular más cantidad de leche para este ordeño (Cuadro 4).

Con respecto a los días en lactación, la producción de leche generalmente alcanza su pico entre las semanas 2 y 8 pos parto, y comienza a disminuir posteriormente a este (Kamidi, 2005). En este estudio, este periodo de tiempo está comprendido en el primer grupo que va desde el día 1 al 60 de lactación, que reporta los valores más altos de producción (Cuadro 4).

En cuanto a la época del año en que se realizó el muestreo, no se observa diferencia significativa entre ambos a pesar de que la literatura menciona que suele darse una mayor producción en los meses de invierno, esto para la zona del Reino Unido (Albarrán-Portillo, 2011).

Se ha observado que el número de lactancias también influye en la producción de leche, de hecho tal y como lo muestra este estudio, la primera lactación, posee los valores más bajos de

producción comparado con las producciones de las lactancias siguientes. Conforme aumenta el número de lactancias, los niveles de producción se incrementan hasta alrededor de la 3^{era} y 4^{ta} lactancia donde la producción comienza a disminuir de nuevo (Albarrán-Portilla, 2011).

3.2 Componentes de la leche

A lo largo de la lactancia la producción de leche sigue una curva de producción bien definida. La grasa y la proteína también siguen una curva, en este caso inversa a la curva de lactación, debido principalmente a un efecto de dilución (Figura 2). La nutrición y todo lo que inflencie la dieta, pueden alterar la concentración de grasa y proteína en la dieta; es por esto, que los nutricionistas deben contemplar estas variables cuando pretenden usar estos componentes como una herramienta de monitoreo de la nutrición, además de contemplar factores no nutricionales como raza, edad, época del año y nivel de producción (Eicher, 2004).

Analizar los componentes de la leche resulta un análisis sencillo para el encargado de la finca, menos costoso para el productor y que ofrece mucha información acerca del estado nutricional de los animales y su dieta.

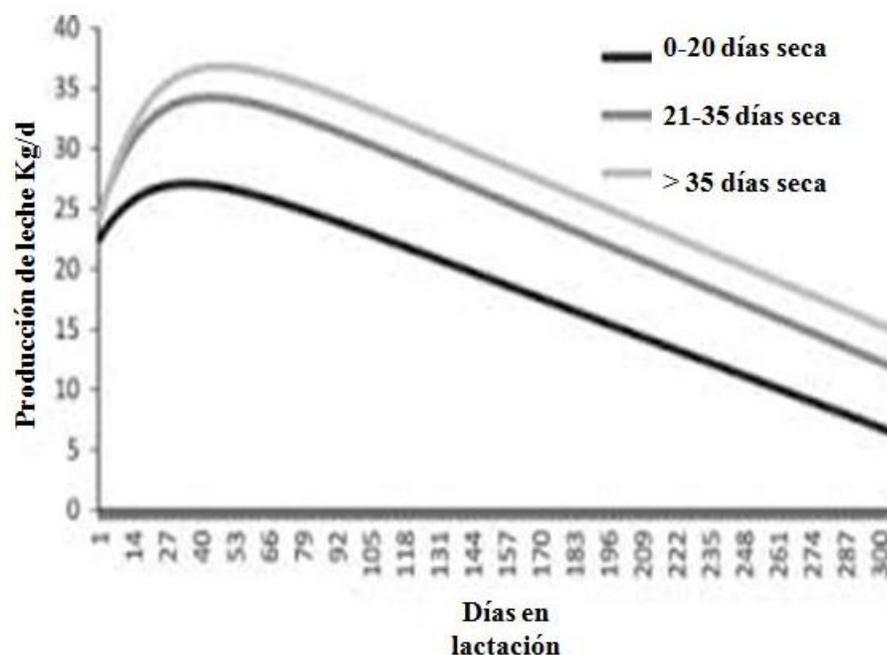


Figura 2. Curva de lactancia típica. Steeneveld et al., 2013.

Es importante mencionar que los componentes de la leche deben ser utilizados como un complemento, no en reemplazo a una evaluación nutricional. Esto debido que a pesar de ser una manera alternativa de evaluar la nutrición, su uso permite una detección práctica de desbalances de ración en la dieta y de desórdenes metabólicos subclínicos (Eicher, 2004).

Las variaciones encontradas a la hora de evaluar los componentes de la leche son muchas. Debido a esto es necesario evaluarlos en categorías según grupos de animales que están en la misma etapa de lactación, para poder identificar los grupos en situaciones de riesgo (Eicher, 2004).

3.3 Porcentaje de proteína en leche

En el cuadro 5 se muestran los promedios de proteína según hora de ordeño, número de lactancia, días en lactación, raza y época del año. Se observa que la raza Jersey produce un porcentaje de proteína en leche, mayor a los animales de raza Holstein; al igual que producen más proteína en invierno que en verano. En cuanto al número de lactancias por animal se observa un porcentaje mayor en las primeras lactancias que va disminuyendo conforme avanzan las lactancias. Por su parte, la proteína disminuye según días en lactancia para finalmente volver a subir al terminar la lactación.

Cuadro 5. Promedios de proteína en leche según hora de ordeño, número de lactancia, días en lactación, raza y época de año, de los animales participantes en el estudio.

		n	Media %	DE	Mín.	Máx.
Promedio general		442	3,34	0,38	2,35	5,23
Hora ordeño	am	442	3,33	0,38	2,33	5,73
	pm	442	3,34	0,38	2,35	5,23
Número lactancia	1-2	228	3,37	0,34	2,58	4,44
	3-4	149	3,31	0,42	2,41	4,60
	≥ 5	65	3,33	0,42	2,35	5,23
Días de lactancia	1-60	64	3,34	0,49	2,54	5,23
	61-120	65	3,17	0,30	2,60	4,24
	121-200	154	3,29	0,35	2,35	4,09
	>200	159	3,47	0,36	2,41	4,44
Raza	Hosltein	152	3,13	0,40	2,35	5,23
	Jersey	290	3,45	0,32	2,77	4,60
Época muestreo	Seca	256	3,25	0,40	2,25	5,23
	Lluviosa	286	3,46	0,31	2,77	4,60

n=cantidad

Se dice que la genética es responsable de los límites superiores de producción de proteína en leche. Muchos factores individuales y nutricionales están relacionados con alcanzar este potencial genético. Generalmente se observa una relación negativa entre la cantidad de leche producida y el porcentaje de proteína; sin embargo, se debe evaluar la proteína de la leche en relación con la producción diaria (Eicher, 2004).

Los valores de proteína en leche varían según algunas variables que se deben tomar en cuenta a la hora de evaluar un hato. Entre ellas se encuentra la raza, animales Holstein suelen tener valores más bajos de proteína entre las principales razas productoras de leche; presentan porcentajes entre los 3,15% y 3,25% de proteína. En contraste animales de la raza Jersey presentan valores entre los 3,80% y 3,90% de proteína, que por su lado son de los porcentajes más altos entre las razas utilizadas para lecherías (Robinson, 2000). Hwang et al (2000) mencionan valores referenciales de proteína del 3,0%, valores inferiores representan un inadecuado consumo de energía en la dieta. A pesar de que en este estudio los animales utilizados no alcanzaron valores tan altos como los mencionados por Robinson, sí se observa una diferencia significativa ($P=0,0001$), donde la raza Jersey (promedio 3,45%, DE: 0,32) supera los valores de proteína en leche comparada con la raza Holstein (promedio 3,13, DE:0,40) (Cuadro 5).

En cuanto al número de lactancias por animal, el porcentaje de proteína de la leche tiende a disminuir a partir de la primera lactancia hasta estabilizarse en la cuarta o quinta lactancia. Según Heinrichs (2005) el porcentaje de proteína pasa de 0,02% a 0,05% conforme aumentan las lactancias y la edad del animal. Sin embargo, estas diferencias no son marcadas después de la segunda lactancia (Robinson, 2000). Este mismo patrón se puede observar en este

estudio, se observa un valor ligeramente mayor en las primeras lactancias que va disminuyendo a lo largo de los grupos de lactancias posteriores (Cuadro 5).

El porcentaje de proteína en leche también varía según la etapa de la lactancia. En caso de animales raza Holstein, normalmente un porcentaje de proteína en leche de 4,0% en la primera semana de lactancia disminuye a 2,7% – 3,0% para la semana cinco y seis para luego mostrar un aumento tan alto como 3,6% a 3,8% al final de la lactancia. La gran disminución que se observa al inicio de la lactancia se cree que puede estar asociada a un efecto residual de la producción de calostro. El aumento que suele observarse al final de la lactación refleja una reducción más lenta en la producción de proteína de la leche, en comparación con la producción de lactosa que es la que determina el volumen de la leche (Robinson, 2000). En este caso, no se evaluaron muchos animales en la primera semana de ordeño, por lo que no se pudo observar valores tan altos como 4% para la primera semana de lactancia; lo que si se alcanza a ver es un valor de 3,34% (DE:0,49) en los primeros 60 días de lactancia, el cual disminuye en los dos grupos posteriores (de 61 a 200 días) para luego aumentar para el final de la lactación, siguiendo una curva similar a la mencionada por Robinson (Cuadro 5).

Hatos lecheros en algunas partes del mundo muestran patrones estacionales a la hora de evaluar el porcentaje de proteína en la leche; Robinson (2000) comenta que, en California los animales presentan valores más bajos durante el verano y los más altos durante el invierno. Lo que no han definido es si se debe a la diferencia de temperaturas o a la duración del día. En este estudio se puede observar que existe una diferencia significativa ($P=0,0001$) entre la producción de proteína en la época de invierno, la cual fue mayor que la de verano (Cuadro 5).

3. 4 Porcentaje de grasa en leche

En el cuadro 6, se observan los promedios de grasa, según hora de ordeño, número de lactancias, días en lactación, raza y época del año. Se observan porcentajes de grasa superiores durante la época de invierno. En cuanto a la raza, los animales raza Jersey produjeron más grasa en leche que la raza Holstein. El porcentaje de grasa disminuyó conforme aumentan los días en lactancia y alcanzó el pico alrededor de los 250 días. Conforme aumentaron las lactancias disminuyó el porcentaje de grasa en leche.

Cuadro 6. Promedios de grasa en leche según hora de ordeño, número de lactancia, días en lactación, raza y época de año de los animales participantes en el estudio.

		n	Media	DE	Mín.	Máx.
Promedio general		442	4,13	0,90	1,50	6,80
Hora ordeño	am	442	3,89	0,99	1,30	7,54
	pm	442	4,63	0,99	1,70	9,33
Número de lactancia	1-2	228	4,22	0,83	2,40	6,40
	3-4	149	4,08	1	1,55	6,80
	≥ 5	65	3,94	0,84	2,50	6,20
Días en lactación	1-60	64	4,18	0,92	2,40	6,10
	61-120	65	3,96	0,76	2,30	5,60
	121-200	154	4,06	0,93	1,50	6,70
	>200	159	4,24	0,90	2,50	6,80
Raza	Holstein	152	3,45	0,65	1,50	5,30
	Jersey	290	4,48	0,80	2,80	6,80
Época muestreo	Seca	256	3,79	0,80	1,50	6,40
	Lluviosa	186	4,59	0,80	2,80	6,80

n=cantidad

Al igual que otros componentes de la leche, el porcentaje de grasa depende en gran manera de la raza, época del muestreo y días en lactación, por lo que bajas en los valores de este porcentaje son preocupantes solo cuando estos tres factores se han tomado en cuenta (Oetzel, 2007).

En cuanto a época del año, se espera que haya valores más bajos en la época de verano que en los meses de invierno. Se considera que esto se da debido a la falta de una sustancia capaz de controlar el pH ruminal causado por estrés calórico, aumento en la tasa respiratoria, alcalosis respiratoria y baja en la concentración de bicarbonato sanguíneo. Otras causas incluyen patrones atípicos de alimentación debido al calor y bajas de fibra en la dieta. Todo lo anterior lleva a un aumento en el riesgo de acidosis en los animales durante el verano (Oetzel, 2007). En este muestreo se observa que sí se cumple esta variación con respecto a la época, ya que se obtuvieron valores de grasa superiores durante el muestreo del mes de agosto que representa la época lluviosa, equivalente a la época de invierno para efectos de este estudio (Cuadro 6).

La raza determina también los valores de grasa en leche, el porcentaje normal de grasa para un hato Holstein debe estar entre 3,4% y 4,0 %, mientras que hatos Jersey presentan valores normales entre 4,2% y 5,0% de grasa en leche. Razas como Ayrshire presentan valores similares a las Holstein, mientras que la Pardo Suizo entre 3,6% y 4,2% y Guernsey entre 4,0% y 4,8 % (Oetzel, 2007). En este estudio la producción de grasa en la raza Jersey fue muy superior a la raza Holstein como era de esperar, mostrando valores de 4,48% (DE: 0,80) y 3,45 % (DE: 0,65) respectivamente (Cuadro 6). A pesar de que valores de grasa en vacas

Holstein por debajo de 3,2% y de 4,2% en hatos Jersey se pueden considerar bajos; se debe tomar en cuenta los días en lactación antes de evaluar este parámetro (Oetzel, 2007).

La etapa de lactación influye sobre la producción de grasa de forma muy similar a la proteína. Los niveles más altos se observan posterior al parto, debido al calostro; descienden a su punto más bajo entre los 25 y 50 días posparto y ascienden al pico a los 250 días conforme la producción comienza a disminuir (Heinrichs et al, 2005). Esta misma relación se puede observar con los animales muestreados para este estudio, lo que sugiere una producción normal de grasa a lo largo de la lactancia (Cuadro 6).

El número de lactancias y la edad del animal causa una disminución de los valores de grasa conforme el animal envejece. Según Heinrichs (2005) el porcentaje de grasa cae cerca de un 0,2% cada año desde la primera hasta la quinta lactancia como resultado de un aumento en la producción y una mayor posibilidad de infecciones de ubre. Este patrón se observa al evaluar el primer grupo de lactancia con el último en este estudio (Cuadro 6).

Existe la posibilidad de tomar muestras del tanque de leche, reduciendo los costos y el tiempo de muestreo, pero podría observarse que animales con valores extremos enmascaren los resultados. Animales con valores bajos (<2.5% para Holstein) no deben aparecer en más del 10% de los animales de un hato. Los animales por debajo de este valor deberían ser animales entre los 30 y 70 días de lactación (Heinrichs et al., 2005).

3.5 Relación grasa/proteína en leche

En las lecherías que se evaluaron durante este estudio se puede observar que la todas las fincas poseen valores promedios de grasa/proteína menores a 1,5, lo que indicaría de una

forma muy general que todas están entre los valores normales, sin descartar que haya animales que de forma individual posean valores extremos que se enmascaren al calcular el promedio del hato (Cuadro 7).

Cuadro 7. Promedio de la relación grasa/proteína en leche en las 4 fincas muestreadas para el estudio.

Finca	n	Media	DE	Mín.	Máx.
1	68	1,28	0,17	0,94	1,63
2	186	1,38	0,18	0,90	1,90
3	102	1,17	0,19	0,48	1,62
4	86	1,14	0,17	0,58	1,75

n=cantidad

De un total de 442 animales muestreados, 33 animales (7,4%) se encuentra por debajo de 1,0, lo que señala una baja en la grasa de la leche y es indicativo de acidosis ruminal; mientras que 368 (83,2 %) están dentro de los valores normales (1,0-1,5); y 41 animales (9,27%) se excede de 1,5 y se considera en riesgo de cetosis (Cuadro 8).

Cuadro 8. Cantidad de animales participantes en el estudio entre los valores normales.

Relación grasa/proteína	n	Media	DE	Mín.	Máx.
< 1	33	0,89	0,12	0,48	0,99
1,0 - 1,5	368	1,26	0,14	1,01	1,75
> 1,5	41	1,65	0,10	1,51	1,90

n=cantidad

La producción de leche y su análisis pueden ser usados para monitorear el consumo de alimentos y el balance nutricional (Duffield et al., 1997). Exámenes que incluyan cantidad de grasa, proteína, relación grasa/proteína y urea según kilogramos de leche han sido descritos (Fleischer et al., 2001). Animales post parto tienden a sufrir desbalances energéticos y debido

a que la concentración de grasa tiende a aumentar y la de proteína disminuir durante este desbalance energético, la medición de la relación grasa/proteína posparto ha sido propuesta como indicador potencial de una falta de energía en la dieta. Heuer et al. (1999) reportaron que el límite superior para la relación grasa proteína es de 1,5, mientras Duffield (1997) señala 1,33 como margen superior. Toni et al. (2011) reportaron que, con valores mayores a 2,0 se observan efectos negativos en la producción de leche e incidencia de enfermedades.

Heuer et al. (1999) reportaron que en vacas con un valor de 1,5 existe mayor riesgo de cetosis, quistes ováricos, renqueras y mastitis. Vacas con estas características en el periodo posparto producen más leche pero tienen un desempeño reproductivo muy pobre (Toni et al., 2011).

Geishauser (1998), Heuer et al (1999) y Toni et al. (2011) han encontrado asociación entre altos valores de relación grasa/proteína en leche y el desplazamiento izquierdo de abomaso. Incluso Toni et al. (2011) identificaron una relación grasa/proteína mayor a 2,0 tienen aproximadamente cuatro veces mayor riesgo de desarrollar desplazamiento de abomaso izquierdo comparado con animales con una relación entre 1,0 y 2,0.

Es importante recordar que, a pesar de que esta prueba es útil para identificar animales en alto riesgo de desbalance energético, debe tenerse control sobre el tiempo (días en lactación) en que se hace esta prueba para que tenga un mayor valor diagnóstico (Toni et al., 2011).

Toni et al., encontraron que vacas con una relación grasa/proteína en leche muy alta en lactación temprana sufren tanto de enfermedades como de descarte temprano. Además, en vacas con dos o más lactancias un aumento en esta relación está asociado a una disminución

en la producción de leche especialmente en el periodo de lactación temprana y por lo tanto en lactación total.

En este estudio, se observa cómo se comporta la relación grasa/proteína según días en lactancia (Figura 3). Los valores más altos se observan entre los cero y los cinco días pos parto, de ahí comienza a disminuir lentamente hasta estabilizarse a la mitad de la lactancia, para disminuir hacia el final de la lactancia como lo reporta la literatura.

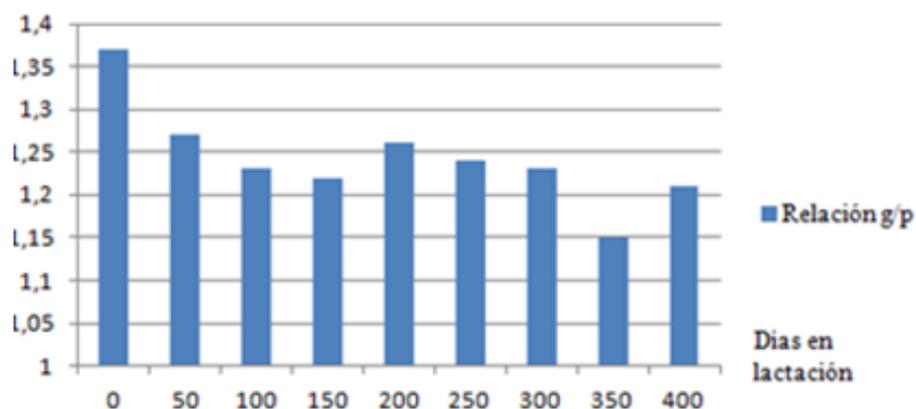


Figura 3. Gráfico muestra distribución de la relación grasa/proteína a lo largo de la lactancia de los animales participantes en el estudio.

Existen dos mecanismos responsables de un aumento en la relación grasa/proteína. El primer mecanismo es un aumento en la grasa de la leche debido a la movilización de las reservas corporales en casos de balances energéticos negativos. El segundo mecanismo es una disminución en la proteína de la leche como resultado de una falta de energía en la ración o una disminución en el consumo voluntario de materia seca. Cuando se da una inversión de la relación grasa/proteína (relación < 1), el hato se considera en riesgo de una acidosis ruminal subaguda (Eicher, 2004).

La acidosis ruminal aguda es una enfermedad que puede disminuir la grasa en leche, lo que puede llevar a una inversión de la relación con la proteína, además de provocar disminución de ingesta, baja en la digestión de fibra, diarrea, laminitis, abscesos en hígado, y aumento en la producción de endotoxinas (Plaizier et al., 2008).

Vacas con una alta movilización de lípidos como las que presentan relaciones de grasa/proteína altas en lactación temprana, deben marcarse para dar una mayor atención para prevenir enfermedades, baja en la producción o un posterior diagnóstico de enfermedades posparto (Toni et al., 2011). Además un aumento de la relación grasa/proteína en la etapa de lactación temprana podría señalar un problema de manejo del periodo de transición que debe ser tratado a nivel del hato o del grupo de vacas secas y en transición (Toni et al., 2011).

Debido a la asociación entre la relación grasa/proteína y a las enfermedades, la disminución en la producción y aumento en el descarte, un efecto significativo en el desempeño del hato se puede observar cuando 10% del hato o más animales presenten una relación mayor a 2,0 (Toni et al., 2011).

Es importante como una sola muestra de leche es suficiente para obtener información valuable, por lo que este examen debería ser agregado a los programas de salud de hato en las lecherías (Toni et al., 2011).

Parte de este estudio es mostrar, así como se hizo con los valores de grasa y proteína, de qué forma varía el nitrógeno ureico (MUN) según la producción. En el cuadro 9 se muestra como varía el MUN según número de lactancias, días en lactación, época de muestreo, raza entre otros factores de manejo no nutricionales.

La media de MUN encontrada en los 442 animales de este estudio fue de 16,81 mg/dL (Cuadro 9).

Cuadro 9. Promedio de nitrógeno ureico (mg/dL) en leche, por finca, participante al estudio realizado en la zona de Poás y vara Blanca.

	n	MUN (mg/dL)	D.E	Mín.	Máx.
Global	442	16,81	3,03	8,50	24,70
Finca 1	68	15,67	2,06	11,70	22,50
Finca 2	185	17,24	3,18	8,90	23,80
Finca 3	100	16,13	3,23	8,50	24,70
Finca 4	81	17,61	2,72	10,90	23,70

n=cantidad

Se han reportado valores objetivos o referenciales, de nitrógeno ureico, los cuales varían según diferentes autores, McCormick et al (2002) mencionan valores normales entre 12,0 a 18,0 mg/dl; Kohn et al (2002) por su parte hacen referencia a valores entre 8,5 y 11,5 mg/dl entre otros estudios. Con respecto a estos valores, se puede notar que a pesar de que la media de los animales se encuentra entre los valores referenciales, los valores máximos de la mayoría de las fincas se observan por afuera de estos. A la hora de calcular el percentil 10, se puede observar que el 10,5% de los animales tienen un valor por debajo de 12,10 mg/dL y el percentil 90 indica por su lado que el 9,6% de los animales maneja valores por encima de 20, 4 mg/dL.

Se han realizado varios estudios para tratar de determinar si hay cambios significativos en los valores de MUN según lactancia, días en lactación, época de muestreo y diferencias entre razas. A continuación se muestra la estadística descriptiva de la información obtenida en este

estudio según estas variables y su respectiva justificación y comparación con estudios realizados anteriormente.

3.6 Asociación entre MUN y número de lactancia

Los cuadros 10 y 11 muestran los valores de MUN promedio obtenidos por finca según número de lactancia de los animales y clima. En el cuadro 10 se muestran las fincas muestreadas durante la época seca, en este se nota que a pesar de que se pueden observar valores más bajos de MUN en las primeras lactancias en todas las fincas a excepción de la finca 3 (Cuadro 11), solo en la finca 2 se observa una diferencia estadísticamente significativa entre el primer grupo de lactancia y el segundo grupo ($P < 0,05$).

Cuadro 10. Promedio de MUN (mg/dL) según número de lactancia en animales participantes en el estudio durante la época seca.

Número de lactancias	Global (DE)	Finca 1 (DE)	Finca 3 (DE)	Finca 4 (DE)
1-2	16,55 (2,80)	15,57 (2,13)	16,52 (3,10)	17,55 (2,82)
3-4	16,35 (2,96)	16,41 (1,34)	15,83 (3,39)	17,15 (2,60)
> 5	16,53 (3,09)	15,44 (2,30)	15,98 (3,25)	19,01 (2,18)

En el cuadro 11 se muestran los valores de MUN obtenidos en una finca según número de lactancias de los animales durante la época lluviosa.

Cuadro 11. Promedio de MUN (mg/dL) según número de lactancia en animales participantes en el estudio realizado durante la época lluviosa.

Número de lactancias	Global (DE)	Finca 2 (DE)
1-2	16,71 (3,12)	16,71 ^a (3,12)
3-4	17,99 (2,96)	17,99 ^b (2,96)
> 5	16,93 (3,79)	16,93 (3,79)

^{a,b}Diferentes letras en la misma columna muestran diferencias con una significancia $p < 0,05$.

Se ha observado concentraciones más altas de MUN en vacas en su primera y segunda lactancia en contraste con animales de tercera y cuarta lactancia (F.Jilek). Godden et al. (2001) también reportó pequeñas diferencias entre las lactancias pero siempre con la mayor concentración de MUN en la primera. Johnson y Young (2003) reportaron los valores más altos de MUN en la segunda lactancia con relativamente pequeñas diferencias entre las lactancias posteriores. Altos valores de MUN al primer parto se pueden atribuir al crecimiento del tejido magro y a una mayor utilización de aminoácidos, teniendo como consecuencia una mayor formación de urea en el hígado (Biswajit et al, 2011). En este estudio no se observaron valores estadísticamente diferentes entre los grupos (Cuadro 10).

Guo et al., (2004) observaron que existe un efecto negativo del MUN en la tasa de concepción al primer servicio entre animales del mismo hato, pero no se encontró este efecto en animales de segunda o tercera lactancia. En estas lactancias posteriores, el MUN tiene un efecto mínimo en la tasa de parición pero si está asociado a mayor cantidad de días abiertos en hatos de producción.

3.7 Asociación entre MUN y días en lactación

El Cuadro 12 describe valores de MUN según días en lactación por finca durante la época seca, en este se observa que las diferencias de MUN entre los diferentes grupos, conforme avanzan los días en lactación, no alcanzan a ser estadísticamente representativos.

Cuadro 12. Valores de MUN (mg/dL) según días en lactación por finca durante la época seca en animales participantes en el estudio.

Días en lactación	Global (DE)	Finca 1 (DE)	Finca 3 (DE)	Finca 4 (DE)
1-60 d	16,10 (2,88)	15,01 (2,02)	19,10 (0,0)	16,81 (3,24)
61-120 d	15,88 (2,85)	15,73 (2,46)	13,64 ^a (2,37)	18,11 (2,22)
121-200 d	16,74 (3,03)	15,59 (2,07)	16,35 ^b (3,23)	18,36 (2,67)
>200 d	16,64 (2,79)	16,14 (1,79)	16,35 ^a (3,23)	17,44 (2,50)

Diferentes letras en la misma muestran diferencias con una significancia de $p=0.05$.

En el Cuadro 13 se puede observar que la finca 2 muestra una diferencia estadísticamente significativa, mostrando valores de MUN bajos en el primer grupo de animales, alcanzando un pico en el segundo y tercer grupo y disminuyendo durante el cuarto periodo de lactancia.

Cuadro 13. Valores de MUN (mg/dL) según días en lactación por finca durante la época lluviosa en animales participantes en el estudio.

Días en lactación	Global (DE)	Finca 2 (DE)
1-60 d	16,84 (2,54)	16,84 ^a (2,54)
61-120 d	19,51 (2,51)	19,51 ^b (2,51)
121-200 d	17,50 (2,80)	17,50 ^{ac} (2,80)
>200 d	15,85 (3,55)	15,85 ^{ad} (3,55)

Diferentes letras en la misma columna muestran diferencias con una significancia de $p=0.05$.

En el cuadro 14 se puede observar como varía el MUN según días en lactación, en cada una de las diferentes lactancias, lo que permite comparar los valores en función de la cantidad de partos del animal.

Cuadro 14. Valores de MUN según número de lactancia y días en lactación en animales participantes en el estudio.

Días en lactación	<u>Lactación 1</u>		<u>Lactación 2</u>		<u>Lactación 3</u>		<u>Lactación 4</u>	
	n	Promedio mg/dl	n	Promedio mg/dl	n	Promedio mg/dl	n	Promedio mg/dl
1-60 d	12	15,28 ^{ad}	34	16,66 ^a	13	16,73 ^a	4	17,0 ^a
61-120 d	24	17,47 ^{br}	27	18,55 ^b	11	15,87	2	15,10
121-200	38	16,84	79	16,91 ^a	28	17,86	6	17,88
>200 d	42	16,58	68	16,02 ^a	33	16,55	13	16,97

Diferentes letras en la misma muestran diferencias con una significancia de $p=0.05$.

Johnson y Young (2003) observaron que el efecto de la fase de la lactación es uno de los más importantes, y que los valores más bajos de MUN aparecen en los primeros 30 días de lactancia. Otros estudios reportan disminución del MUN en los primeros meses de lactancia y un posterior aumento rápido durante los siguientes dos meses hasta llegar a una concentración máxima a los seis meses de lactancia, el cual, posteriormente, desciende lentamente durante la lactancia tardía (Godden et al, 2001). Carlsson et al (1995) sugieren que los bajos valores de MUN obtenidos en el primer mes de lactancia corresponden a la incapacidad de las vacas de digerir suficiente cantidad de comida al inicio de la lactación, lo que resulta en una menor ingesta de proteínas. Por otro lado Biswajit et al. (2011) proponen que estas diferencias entre los valores de nitrógeno ureico, se deben a cambios en la composición de la ración o

programas de alimentación según cada etapa de lactación, demostrando así que factores no nutricionales tienen influencia en los valores de MUN.

Esto se puede observar también en la lactancia tardía, donde al disminuir la producción de leche, disminuyen los requerimientos proteicos y, la mayoría de las veces, el MUN también decrece. Johnson y Young (2003) observaron que en algunos casos las concentraciones de MUN no descendían al avanzar la lactancia, y sugieren que esto se debió a que en esos hatos se siguió ofreciendo un exceso de proteína al final de lactancia o que la ración ofrecida contenía una cantidad incorrecta de proteína degradable.

3.8 Asociación entre MUN y raza

En el Cuadro 15. se describe los valores de nitrógeno ureico encontrados para las dos razas analizadas en este estudio, Holstein y Jersey. Donde no se obtuvo una diferencia significativa entre los valores de MUN descritos para estas razas.

Cuadro 15. Promedio de MUN según raza de los animales participantes en el estudio.

Raza	Variable	n	Media (mg/dL)	DE	Mín.	Máx.	<i>p</i>
Holstein	MUN	145	16,52	3,05	8,5	23,7	
Jersey	MUN	289	16,96	3,02	8,9	24,7	0,3287

En el cuadro 16. se describen los valores de MUN de los animales participantes durante la época seca.

Cuadro 16. Promedio de MUN según raza de los animales participantes en el estudio durante la época seca.

Raza	Variable	n	Media (mg/dL)	DE	Mín.	Máx
Holstein	MUN	133	16,62	3,06	8,50	23,7
Jersey	MUN	116	16,33	2,67	11,60	24,7

En el cuadro 17. se describen los valores de MUN de los animales participantes durante la época lluviosa.

Cuadro 17. Promedio de MUN según raza de los animales participantes en el estudio durante la época lluviosa.

Raza	Variable	n	Media (mg/dL)	DE	Mín.	Máx.
Holstein	MUN	4	13,63	2,60	11,50	16,80
Jersey	MUN	181	17,32	3,15	8,90	23,80

En el presente estudio, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones promedio de MUN para ambas razas ($p = 0,3287$), ni épocas climáticas; probablemente debido a que el cambio climático estudiado no alcanza variaciones extremas (Cuadro 15, 16 y 17).

Johnson y Young (2003) al agregar la variable raza, encontraron una diferencia significativa, en la cual las vacas Jersey mostraban valores más bajos de MUN al compararlas

con las vacas de raza Holstein. Por otro lado, Aruvinpas et al (2003) encontraron valores más altos de MUN en vacas Holstein que en Jerseys.

Incluso, se ha observado que, indiferentemente de la raza, animales más pesados deberían tener valores de MUN mayores que animales de menor peso corporal (Wattiaux et al., 2005). Johnson y Young (2003), concuerdan que animales pesados y alta producción poseen valores mayores a los menos pesados y de menor producción.

3.9 Asociación entre MUN y época del año

Altas concentraciones de MUN se han encontrado en los meses de verano (Wattiaux et al, 2005, Biswajit et al., 2011). En este estudio se observó una diferencia significativa entre el muestreo realizado en el mes de mayo en comparación con el mes de agosto, comparando medias generales de MUN en ambos meses (Cuadro 18), pero debido a que los pastos no se analizaron en este estudio, no se controló la ingesta de agua, ni se estudió el cambio climático a ese momento no se podría establecer una relación estricta entre ambas variable o al menos explicarla basada en manejo nutricional de los animales.

Cuadro 18. Promedio de MUN en animales participantes en el estudio, según mes de muestreo.

Mes de muestreo	Variable	n	Media (mg/dL)	DE	Mín.	Máx.	<i>p</i>
Abril	MUN	249	16,49	2,89	8,5	24,7	
Agosto	MUN	185	17,24	3,18	8,9	23,8	0,01

A pesar de haber diferencia a nivel general, al comparar el MUN entre ambos meses a lo largo de la lactancia, se observa que en tres de los cuatro grupos de lactancia, hubo un mayor MUN en el mes de agosto, pero solo hay diferencia significativa ($P < 0,05$) al comparar ambos meses en el segundo grupo de lactancia (Figura 4).

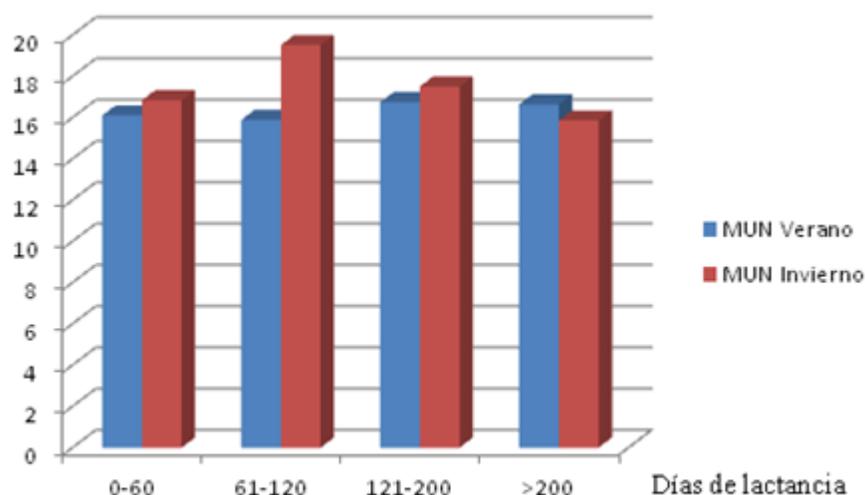


Figura 4. Promedio de MUN de los animales participantes en el estudio, según mes de muestreo a lo largo de la lactancia.

3.9 Asociación entre MUN y hora de muestreo

Es posible observar diferencias entre la concentración de MUN de la mañana y de la tarde; en este estudio, por cuestiones de presupuesto, debido a que solo se autorizaron muestreos de MUN en uno de los ordeños, no se pudo demostrar la variación que algunos estudios anteriores reportaron (Broderick y Clayton 1997; Godden et al., 2001) en cuanto al muestreo am y pm, los cuales evidencian concentraciones más bajas por la mañana. Estas variaciones pueden deberse a las diferencias en los intervalos entre alimentación y tiempos de ordeño. Se

cree que el MUN puede ser más alto cuando la vaca ha comido entre 5 o 6 horas antes de tomar la muestra y comienza a descender cuando este intervalo comienza a aumentar. El intervalo alimentación ordeño de la tarde, suele ser menor, lo que puede explicar la disminución en el MUN del ordeño de la mañana (Gustafsson y Palmquist, 1993).

4.CONCLUSIONES

Los valores de grasa, proteína y nitrógeno ureico descritos en este estudio tienen comportamientos muy similares a los reportados en otros países, lo que sugiere que pueden utilizarse como referencia a la hora de analizar los componentes de la leche en animales de la zona de Poás de Alajuela, o en hatos que tengan características raciales, climáticas y de manejo similares. Al existir esta similitud no solamente se demuestra que son datos con valor diagnóstico sino que se observa que estos hatos tienen parámetros a la altura de explotaciones intensivas de países más desarrollados en el área de la producción de leche.

Se encontró que existen variaciones en los porcentajes de grasa, proteína, relación grasa/proteína y nitrógeno ureico según la etapa productiva del animal, la raza y la época de muestreo que deben tomarse en cuenta a la hora de analizar el desempeño productivo y la dieta de los animales.

El utilizar los componentes de la leche como una herramienta para el control de la salud del hato y la nutrición le permite al productor llevar un control actualizado del estado de salud de los animales; además que los costos de estos análisis y la toma de muestra de los mismos son más accesibles para el personal, el propietario y el médico veterinario; ofreciendo así una evaluación frecuente de los animales.

5. RECOMENDACIONES

Es primordial que toda explotación animal, cuente con un sistema de salud de hato implantado por un médico veterinario capacitado, no solo para mantener la salud del hato, sino también que este anente a evaluar la producción mediante técnicas innovadoras para alcanzar niveles de producción elevados, que proporcione un mayor ingreso económico para el productor.

Realizar un análisis de los componentes de la leche permite como una sola muestra de leche obtener información valuable, que sirve como un complemento al estudio del perfil metabólico para una medida del estado de balance energético del animal y como un posible indicador de la composición de la ración, por lo que este examen debería ser agregado a los programas de salud de hato en las lecherías.

Siempre debe buscarse la ayuda de un especialista, en este caso un nutricionista cuando se identifiquen desbalances nutricionales en la ración, que puedan dañar el desempeño productivo del animal.

Para un mejor análisis de la leche y sus componentes, debe evaluarse según etapas productivas es decir según días en lactación, cantidad de lactancias, época del año y raza para poder identificar los grupos en situaciones de riesgo.

Se recomienda no tomar muestras del tanque de leche, ya que se corre el riesgo de que animales con valores muy extremos enmascaren los resultados de algunos grupos afectados.

Es importante llevar un control de todos los parámetros de la finca, lo cual se facilita mediante un sistema de registro de información, es muy difícil evaluar un valor que no se ha medido anteriormente.

Se propone realizar estudios posteriores a este para comparar valores de referencia con otros animales, incluso en otras razas y zonas del país o bajo diferentes medidas de manejo. Lo que permitiría un mayor respaldo de los resultados obtenidos en este primer estudio.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, Y.M, Deluchi. M, Olivera, M. & Diestre. C.2005. Urea en leche: factores que la afectan [en línea]. Sitio Argentino de Produccion Animal. INIA, Uruguay. www.produccion-animal.com.ar . (Consulta: 25 nov. 2012).
- Albarrán-Portillo, B, G.E. Pollott. 2011. Enviromental factors affecting lactation curve parameters in the United Kingdom's commercial dairy herds. *Arch Med Vet* 43, 145-153.
- Aruvinpas, P, J.a. VanLeeuwen, Dohoo, I.R & G.P. Keefe.2004. Bulk tank milk urea nitrogen: Seasonal patterns and relationship to individual cow milk urea nitrogen values. *Can J of Vet Res.* 68 (3): 169-174.
- Biswajit Roy, B. Brahma, S. Ghosh, P.K. Pankaj & G. Mandal, 2011. Evaluation of milk urea concentration as useful indicator for dairy herd management: A review. *Asian. J. Anim Vet Adv.* 6: 1-19.
- Brand, A, J.P.T.M. Noordhuizen & Y.H. Schukken. 1996. *Herd Health and Production Managment in Dairy Practice.* 1^{ra} edición. Wageningen Pers. Holanda.
- Broderick, G.A 5 M.K Clayton. 1997. A stastistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J Dairy Sci*, 80 (11): 2964-2971.
- Butler, W.R, 2000. Nutricional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim Rep Sci* 60-61:449-457.

- Buttchereit, N, E. Stamer, W. Junge & G. Thaller. 2010. Evaluation of five lactation curve models fitted for fat-protein ratio of milk and daily energy balance. *J. Dairy Sci.* 93: 1702-1712.
- Cannas da Silva, J, JPTM. Noordhuizen, M. Vagneur, R. Bexiga, CC. Gelfert & W. Baumgartner. 2006. Memorias del XXIV Congreso Mundial de Buiatría. Oct 15-19. Niza, Francia.
- Cao, Z, W. Huang, T. Wang, Y. Wang, W. Wen, M. Ma & S. Li. 2010. Effects of parity, days in milk, milk production and milk components on milk urea nitrogen in Chinese holstein. *J Anim Vet Adv*; 9: 688-695.
- Carlsson, J., J. Bergström and B. Pehrson, 1995. Variations with breed, age, season, yield, stage of lactation and herd in the concentration of urea in bulk milk and individual cows milk. *Acta. Vet. Scand.*, 36: 245-254.
- Duffield, T.F, D.F. Kelton, K.E. Leslie, Lissemore. K.D & J.H. Lumsden. 1997. Use of test day milk fat and milk protein to detect subclinical ketosis in dairy cattle in Ontario. *Can Vet J*; 38: 713-718.
- Eicher, R. 2004. Congreso Mundial de Buiatría. [en línea]. 11-16 de julio 2004. Québec Canadá. <http://www.ivis.org/proceedings/wbc/wbc2004/WBC2004-Eicher-simple.pdf> (Consulta: 1/3/12).
- Ferguson, J. D., D. T. Galligan, T. Blanchard, and M. Reeves. 1993. Serum urea nitrogen and conception rate: The usefulness of test information. *J. Dairy Sci.* 76:3742-3746.

- Fleischer P., Metzner M., Beyerbach M., Hoedemaker M., Klee W., 2001. The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 84, 2025-2035.
- Geishauser, T.D, K.E. Leslie, Duffield, T.F.B & V.L Edge. 1998. An evaluation of protein/fat ratio in first DHI test milk for prediction of subsequent displaced abomasum in dairy cows. *Can J Vet Res*; 62: 144-147.
- Godden, S. M, K. D. Lissemore, D. F. Kelton, K. E. Leslie, J. S. Walton & J. H. Lumsden. 2001. Factors associated with milk urea concentrations in Ontario dairy cows. 2001. *J. Dairy Sci.* 84: 107-114.
- Godden, S. M, K. D. Lissemore, D. F. Kelton, K. E. Leslie, J. S. Walton & J. H. Lumsden. 2001. Relationships between milk urea concentrations and nutrition management, production and economic variables. *J. Dairy Sci.* 84: 1128-1139.
- González Rodríguez, A & O. Vázquez Yañez. 2000. Análisis de urea en leche como indicador del balance nutritivo de la alimentación de las vacas. [en línea]. Centro de Investigaciones Agrarias Mabegondo. España.
<http://www.laboratoriollamas.com.ar/articulos/bovinos/Urea%20en%20Leche%20como%20indicador%20de%20nutricion.pdf>. (Consulta 8/2/12).
- Graaf, T, E. Pérez Gutiérrez, R. Baars, S. Estrada König, C. Solano Patiño & B. Vargas Leitón. 1995. Manual para el Manejo de la Salud y Producción del Hato. 1^{era} ed. T de Graaf. Costa Rica

- Guo, K, E. Russek-Cohen, M.A. Varner & R.A Kohn. 2004. Effects of milk urea nitrogen and other factors on probability of conception of dairy cows. *J.Dairy Sci.* 87: 1878-1885.
- Gustafsson, A. H., and D. L. Palmquist. 1993. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields. *J. Dairy Sci.* 76:475–484.
- Hammond, A.C. 1998. Use of BUN and MUN as guides for protein and energy supplementation in cattle. *Rev. Corpoica.* Vol 2. No 2.
- Heinrichs, J., C. Jones, and K. Bailey. 2005. Milk components: Understanding the causes and importance of milk fat and protein variation in your dairy herd. DAS 05-97. The Pennsylvania State Univ., University Park.
- Heuer, C., Y. H. Schukken, and P. Dobbelaar. 1999. Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 82:295–304.
- Hojman, D, O. Kroll, G. Adin, M. Gips, B. Hanochi & E. Ezra. 2004. Relationships between milk urea and production, nutrition and fertility traits in Israel dairy herds. *J.Dairy Sci.* 87:1001-1011.
- Hwang, S.Y, M. Lee & P.W Chiou. 2000. Monitoring nutritional status of dairy cows in Taiwan using milk protein and milk urea nitrogen. *Asian-Aus . J. Anim. Sci.* Vol: 13, No 12: 1667-1673.
- Jonker, J.S & R.A. Kohn. 2001. Using milk urea nitrogen to evaluate diet formulation and environmental impact on dairy farms. *The Sci World J* 1 (S2), 852-859.

- Jonker, J.S, R. A. Kohn & R. A. Erdman. 1999. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to national research council recommendations. *J. Dairy Sci.* 82:1261-1273.
- Kamidi, R.E., 2005. A parametric measure of lactation persistency in dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.* 96, 141-148.
- Kellog, D. W, A. H. Brown, Johnson, Z. B, C.F. Rosenkrans & K. S. Anschutz. 2009. A Comparision of Milk Production and Milk Composition Traits for Three Breed Types of Dairy Cattle. Department of Animal Science, Fayetteville, Ark.
- Kohn, R.A, K.F. Kalscheur & E. Russek- Cohen.2002. Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and expected milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.* 85:227-233.
- Kuterovac, K, S. Balas, V. Gantner, S. Jovanovac & A. Dakic. 2005. Evaluation of nutritional status of dairy cows based on analysis results. *Ital. J. Anim. Sci.* vol. 4 (suppl.3), 33-35.
- Mccormick, M.E, A.M. Chapa, J.M. Fernández & J.F Beatty. 2002. Milk urea nitrogen evaluation in Louisiana dairy herds. [en línea]. <http://www.lsuagcenter.com/nr/rdonlyres/b197e9fb-2759-431d-867bcda77a10629b/9190/munla.pdf> .(Consulta: 15 mar. 2012).
- Niles, D. 2010. Identifying rumen acidosis and related problems using fat/protein ratios. Canwest DHI. Febrero.
- Nordlund, K. V, N.B. Cook. 2004. Using Herds records to monitor transition cow survival, productivity, and health. *Vet Clin Food Anim* 20: 627-649.

- Noordhuizen, J.P.T.M. 2002. Memorias del XXII Congreso Internacional de Buiatría. Agosto 18-23. Hannover Alemania.
- Oetzel, G.R. 2007. Preconference Seminar 7^a: Dairy Problem Investigation Strategies: Lameness, cow confort, and ruminal acidosis. [enlínea]. Setiembre 17. American Association of Bovine Practitioners. Canadá. <http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/2nutr/sara1aabp.pdf> (Consulta 27/2/12).
- Padilla, Raúl. 2010. Perfiles metabólicos en bovinos especializados en producción de leche de la raza Holstein, en la zona del Volcán Poás.. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional, Heredia, C.R.
- Plaizier, J. C., D. O. Krause, G. N. Gozho, and B. W. Mc Bride. 2008. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *Vet. J.* 176:21–31.
- Quinn, N, L. Killen & F. Buckley. 2006. Modelling fat and protein concentration curves for Irish dairy cows. *Irish J Agr Food Res.* 45:12-23.
- Radostitis, O. 2001. *Herd Health: Food Animal Production Medicine.* 3rd edición. WB Saunders Company. EE.UU.
- Robinson, P. 2000. Manipulating milk protein percentage and production in lactating dairy Cows. *Adv Dairy Technol.* Vol 12: 269.

- Romero, J.J.; Estrada, S.; Pérez, E. 2000. Uso del sistema de información VAMPP en investigaciones a gran escala (2000, Ciudad de Panamá, Panamá) 2000. XVII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias, Ciudad de Panamá, Panamá.
- Roy, B., R.K. Mehla and S.K. Sirohi. 2005. Effect of dietary feeding regimens on urea and protein concentration of milk in Murrah buffaloes. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.*, 18 (7): 973-979
- Spicer, L.J, C.C Francisco, D. Jones & D.N Walder. 2000. Changes in milk urea nitrogen during early lactation in holstein cows. *Anim. Reser.*169-171.
- Steenefeld. W, Y.H. Schukken, A.T.M. Van Knegsel & H. Hogeveen. 2013. Effect of different dry period lengths on milk production and somatic cell count in subsequent lactations in commercial Dutch dairy herds. *J. Dairy Sci.* 96 (5): 2988-3001.
- Strusinska. D, D. Minakowski, B. Pysera & J. Kaliniewicz.2006. Effects of fat-protein supplementation of diets for cows in early lactation on milk yield and composition. *Czech J. Anim. Sci.*, 51 (5):196-204.
- Toni, F, L. Vincenti, Grigoletto, L, A. Ricci & Y.H Schukken. 2011. Early Lactation Ratio of fat and protein percentage in milk is associated with health, milk production and survival. *J. Dairy Sci.* 4:1772-1783.
- Van Ranst, B, T. Caluwaerts, HJ. Van der Beek & G. Opsomer. 2008. Memorias del XXV Congreso Mundial de Buiatría. Jul 6-11. Budapest, Hungría.

- Wattiaux, M.A, E.V. Nordheim & P. Crump. 2005. Statistical evaluation of factors and interactions affecting dairy herd improvement milk urea nitrogen in commercial midwest dairy herds. *J.Dairy Sci.* 88: 3020-3035.
- Zhai, S.W, J.X. Liu, Y.M. Wu, J.A. Ye & Y.N.Xu. 2006. Responses of milk urea nitrogen content to dietary crude protein level and degradability in lactating holstein dairy cows. *Czech J. Anim. Sci.* 12: 518-522.
- Zhijun Cao, Wenming Huang, Tian. Wang, Yu Wang, Wan Wen, Mei Ma and Shengli Li, 2010. Effects of parity, days in milk, milk production and milk components on milk urea nitrogen in chinese holstein. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9: 688-695.