

Relación del valor de urea en leche con parámetros reproductivos y productivos en vacas Holstein, Jersey y sus cruces

Jose Pablo González Blanco & Rodolfo WingChing-Jones

Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica, espigajp@icloud.com, rodolfo.wingching@ucr.ac.cr

Recibido 05-IV-2016 • Corregido 04-V-2016 • Aceptado 10-V-2016

ABSTRACT: Milk Urea Nitrogen relationship with reproductive and productive parameters in Holstein, Jersey and their crosses.

Milk Urea Nitrogen (MUN) concentration of 554 Holstein cows, 474 Jersey cows and 454 HxJ crossed cows were determined and related to the days of lactation, daily milk production, days open and calving interval. A milk sample of 100 ml was taken and analyzed by an enzyme urease kit. The Jersey breed exceeded Holstein in 2.49 and HxJ in 3.82 mg/dl. No differences in the MUN content were determined as the days of milk production. Animals with daily production below 40 liters of milk had a MUN 1.84 mg/dl lower than animals with production over 40 liters (18.17 mg/dl). MUN value did not vary according to open days, however, animals with over 360 days in interval calving showed a MUN average of 16.91 mg/dl, which exceeds 1 mg/dl animals presenting values below 360 days interval calving. Holstein and Jersey cows are more likely to have a higher MUN than HxJ crosses. It is necessary to increase the analysis of data from production systems with different management and feeding methods to generate a diagnostic tool that can be applied in dairy production systems in Costa Rica.

Key words: Milk Urea Nitrogen, breed, calving interval, open days, lactation period, milk production.

RESUMEN: Determinamos la concentración de nitrógeno ureico en leche (NUL) de 554 vacas Holstein, 474 vacas Jersey y 454 vacas cruzadas y se relacionan con los días de lactancia, la producción de leche diaria, días abiertos y el intervalo entre partos. Una muestra de leche de 100 ml la analizamos con un kit a base de la enzima ureasa. La raza Jersey superó a la Holstein en 2,49 y 3,82 a los cruces HxJ en mg / dl. Las diferencias en el contenido NUL se determinaron en los días de la producción de leche. Los animales con una producción diaria inferior a 40 litros de leche tenían un NUL 1,84 mg / dl más bajo que los animales con la producción de más de 40 litros (18,17 mg / dl). El valor NUL no varió de acuerdo a los días abiertos, sin embargo, los animales con más de 360 días de intervalo entre partos mostraron un promedio NUL de 16,91 mg / dl, lo que supera en 1 mg / dl a los animales que presentan valores por debajo de 360 días intervalo entre partos. Las vacas Holstein y Jersey son más propensas a tener un valor de NUL mayor que los cruces HxJ. Es necesario aumentar el análisis de datos de los sistemas de producción con diferentes métodos de manejo y alimentación, para generar una herramienta de diagnóstico que se pueda aplicar en los sistemas de producción de leche en Costa Rica.

Palabras clave: Nitrógeno ureico en leche, raza, intervalo entre partos, periodo abierto, días de lactancia, producción de leche.

La producción de leche bovina, es una actividad agropecuaria productiva de Costa Rica (Aylward, Mejías & Allen, 1999). Se basa en el uso intensivo de los forrajes mediante el pastoreo rotacional (Sánchez & Soto, 1999), este sistema brinda ventajas y desventajas para la producción de leche; la alta precipitación y el espectro de irradiación solar diaria, beneficia la producción de forraje durante un segmento importante del año (WingChing, Pérez & Salazar, 2008); una de las desventajas es la calidad nutricional de los forrajes usados en pastoreo ya que contienen bajas cantidades de energía y proteína (Sánchez & Soto, 1999). Lo que conlleva a establecer planes de suplementación para mantener el potencial

de producción de las vacas, sin embargo el uso de altas cantidades de alimento balanceado e ingredientes altos en proteína y energía también altera la dinámica ruminal afectando la productividad de los animales (Rojas & Palavicini, 1996).

Lo antes expuesto lleva al uso de estrategias para mantener la eficiencia del sistema ruminal. El monitoreo del nitrógeno ureico, es una técnica que permite evaluar el uso de las proteínas ingeridas y el estado de la energía en el ganado a partir de muestras biológicas obtenidas en momentos estratégicos del ciclo de producción, cambios de alimentación y disponibilidad de forraje según la temporada (Hammond, 1998).

El uso del nitrógeno ureico en leche (NUL), es una práctica utilizada por los nutricionistas o extensionistas de Costa Rica. En este sentido, se usan los valores de referencias determinados en varias universidades norteamericanas. Valores que fluctúan entre 12 a 16 mg/dl en la Universidad de Noreste Massachusetts (Young, 2001), de 8 a 14 mg/dl en la Universidad del Estado de Pensilvania (Ishler, 2008), de 10 a 14 mg/dl en Kentucky y en la Universidad de Wisconsin se trabajan dos rangos los cuales se encuentra entre 10 a 12 y de 13 a 14 mg/dl (Young, 2001). Estos rangos, que son generados en zonas templadas, presentan discrepancias entre los estudios en su interpretación y en sus márgenes máximos y mínimos. En condiciones tropicales estos rangos podrían variar debido al uso del pastoreo, como fuente mayoritaria de alimentación en nuestros sistemas de producción (Sánchez & Soto, 1999).

Por tal motivo, el presente trabajo, pretende obtener valores de NUL según el grupo racial Holstein, Jersey o sus cruces, asociados a los indicadores reproductivos y productivos de estos animales, y que sirvan como herramienta de valoración de los programas de alimentación.

MÉTODOS

Ubicación y caracterización de los sistemas: En el Cuadro 1, se describen la ubicación, el número de semovientes, la raza predominante, el manejo del recurso forrajero y los insumos empleados en la suplementación

de los animales en los 13 sistemas de producción que participaron en esta investigación. Los sistemas de producción presentan un sistema de pastoreo rotacional y dos ordeños diarios distanciado uno del otro por doce horas en promedio.

Toma y análisis de la muestra: Tomamos una muestra de 100 ml de leche vía pesadora de leche Waikato® a 1482 vacas (554 Holstein, 474 Jersey y 454 cruces HxJ en diferente proporción) en el ordeño de la tarde. Dicha muestra, la llevamos a un laboratorio de alimentos balanceados para realizarle un análisis de urea en leche, por medio del uso del equipo ChemSpec 150 de Bentley Instruments y un kit a base de la enzima ureasa. Procedimiento que permitió determinar la concentración de nitrógeno ureico en cada muestra.

Recolección de datos productivos y reproductivos. Confeccionamos una base de datos, al agrupar la información obtenida de los registros productivos y reproductivos de los animales, digitados en el programa VAMPP Bovino® de cada finca, y de los valores de nitrógeno ureico obtenidos del análisis de laboratorio en una hoja Microsoft Excel®. Dicha información ordenamos por animal evaluado, según la raza, los datos de producción de leche por animal, días de lactancia, días abiertos e intervalo entre partos de cada vaca al momento de la toma de la muestra. En el Cuadro 2, se describe los rangos utilizados en cada variable evaluada; separación de

CUADRO 1
Caracterización de los sistemas productivos incluidos en la evaluación de NUL y su relación con parámetros productivos y reproductivos

Finca	Localidad	Nº Vacas	Raza	Forraje	Rotación (días)	Suplementación
1	Heredia	203	Jersey	Kikuyo	32	AB*, heno, PCD**
2	Cartago	288	Jersey	Kikuyo	30	AB, ensilaje, PCD
3	Coronado	25	Jersey	Kikuyo	32	AB, heno, PCD,
4	Sucre	190	Holstein	Estrella	28	Ensilaje, AB, cáscara piña
5	Sucre	119	Holstein	Estrella	28	Ensilaje, silopaca, AB
6	Sucre	69	Holstein	Estrella	28	AB, heno, PCD, ensilaje
7	Sucre	78	Holstein/Cruces HxJ	Estrella	28	AB, heno, PCD
8	San Gerardo	59	Holstein/Cruces HxJ	Estrella	28	AB, ensilaje
9	Zarcelero	41	Holstein	Kikuyo	35	AB, PCD
10	Coronado	50	Holstein	Kikuyo	32	AB, heno, PCD
11	Cartago	58	Holstein/Cruces HxJ	Kikuyo	32	AB, heno, PCD
12	Sucre	40	Holstein/Cruces HxJ	Estrella	28	AB, ensilaje
13	Heredia	366	Cruces HxJ	Kikuyo	35	AB, pasto corta, PCD

*AB = Alimento balanceado, **PCD = Pulpa de cítricos deshidratada.

CUADRO 2
Relación del valor de urea en leche y los rangos establecidos según el parámetro productivo y reproductivo

Parámetro	Unidades	Categoría
Nitrógeno ureico	mg/dl	Leche
Raza	Vaca	Jersey Holstein Cruce HxJ
Días de lactancia	Días	<= 100 > 100 <= 200 >200,01
Producción diaria de leche por animal	Kilos	<= 10 > 10,01 <= 20 > 20,01 <= 30 > 30,01 <= 40 > 40,01
Días abiertos	Días	<= 100 > 100 <= 200 > 200,01
Intervalo entre partos	Días	<= 360 > 360 <= 450 > 450,01

la información que permite obtener una comparación entre días o litros de leche producidos y un valor de NUL en cada indicador evaluado.

Análisis de la información: Mediante el planteamiento de un diseño irrestricto alzar, los datos obtenidos los analizamos y correlacionamos por medio del programa PROC GLM y PROC CORR (SAS® 2003) respectivamente. Para determinar la significancia del nivel de urea en leche sobre las variables del animal se consideró una

probabilidad de $p < 0,05$. Para así establecer las interacciones del NUL con la raza, los días abiertos, el promedio de producción, el intervalo entre partos y los días de lactancia. Además se determinó el coeficiente de chance o Odds ration, para definir la razón de probabilidad de que una de las razas evaluadas presente un valor de NUL mayor o igual en comparación a las otras razas (Szumilas, 2010). Para tal fin se sacó el promedio de NUL por raza y se determinó como valor alto, el número de animales que presentan un NUL mayor al promedio y como valor bajo, el número de animales que presenta un valor por debajo del promedio de NUL.

RESULTADOS

Días de lactancia: No determinamos una correlación entre los días de lactancia y el valor registrado de NUL al analizar 1482 observaciones (Cuadro 3). Según los tres rangos establecidos para días de lactancia (Cuadro 4), los valores de NUL no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$). Lo que indica que en los trece hatos evaluados se mantienen durante la lactancia un valor promedio de 16,42 mg/dl de urea en leche.

Producción de leche: Hay una correlación positiva baja entre los kg de leche producida y la concentración de NUL registrado al analizar las 1482 observaciones (Cuadro 3), al aumentar o disminuir el nivel de cada una de las concentraciones de NUL, independiente de la variable productiva. En el caso de los animales con producciones menores a 40 litros de leche por día se determinó en esta investigación un valor de NUL promedio de 16,33 mg/dl. Este valor fue 10,10% menor al obtenido para animales con producciones mayores o iguales a 40 litros por día (Cuadro 4).

CUADRO 3
Correlación entre variables estudiadas

	NUL	Días de lactancia	Kg Leche	Días abiertos	IEP
NUL	1	ns	0,0877** 0,0005***	ns	0,0984** <0,0001***
Días de lactancia		1	-0,1617** <0,0001***	0,4313** <0,0001***	ns*
Kg Leche			1	-0,0763** 0,0023***	0,1404** <0,0001***
Días abiertos				1	0,0528** 0,0354***
IEP					1

*ns= no significativa **= Coeficiente de correlación de pearson ***= probabilidad.

CUADRO 4
Variación en el valor de NUL

Parámetro	Nº observaciones	Categoría	NUL (mg/dl)
Raza	474	Jersey	18,55 ^a
	554	Holstein	16,06 ^b
	454	Cruce HxJ	14,73 ^c
Días de lactancia	470	<= 100	16,63
	445	> 100 <= 200	16,35
	567	>200,01	16,27
Producción de leche en kilos/vaca/día	128	<= 10	15,94 ^b
	439	> 10,01 <= 20	15,94 ^b
	721	> 20,01 <= 30	16,64 ^b
	173	> 30,01 <= 40	16,82 ^b
	21	> 40,01	18,17 ^a
Días abiertos	855	<= 100	16,31
	484	> 100 <= 200	16,65
	143	> 200,01	16,20
Intervalo entre partos	251	<= 360	15,92 ^b
	490	> 360 <= 450	17,06 ^a
	251	> 450	16,77 ^a

a,b,c. presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Días abiertos: No encontramos una correlación entre los días abiertos y el valor registrado de NUL al analizar 1482 observaciones (Cuadro 3). No se encontraron diferencias en la concentración de NUL según la cantidad de días abiertos que presentaron los animales analizados ($p > 0,05$).

Intervalos entre partos (IEP): Encontramos una correlación positiva baja entre los valores de NUL y el IEP para las observaciones analizadas (Cuadro 3), en la cual a medida que aumenta el NUL los IEP se extenderán en días, lo que repercute en el retorno a la producción por cada ciclo productivo de los animales. Además, se encontró una relación entre la concentración de NUL y la

cantidad de días del IEP ($p < 0,05$), donde los animales por debajo de 360 días de IEP, presentaron en promedio 1,00 mg/dl de NUL menos que los animales con IEP superiores (Cuadro 4).

Raza: Determinamos un efecto significativo ($p < 0,05$) de los niveles de NUL debida a la raza de los animales analizados (Cuadro 4), donde los animales Jersey obtuvieron la mayor concentración, con un NUL promedio de 18,55 mg/dl, por encima de los Holstein y los cruces HxJ con 2,49 mg/dl y 3,82 mg/dl menos respectivamente. En el caso del coeficiente de chance o Odds ration (Cuadro 5), se obtuvo que la raza Holstein y la Jersey presentan un valor menor que uno por lo que tienen

CUADRO 5
Coeficiente de chance e intervalos de confianza al 95 % entre las razas en diferentes proporciones para el valor de urea en leche

NUL		Holstein	Jersey	Cruces HxJ
Alto	N	255	396	144
	%	46,03	83,54	31,72
Bajo	N	299	78	310
	%	53,97	16,45	68,28
OR (IC** 95%)	Holstein		0,17 (0,12-0,23)	1,84 (1,42-2,38)
	Jersey			10,72 (7,85-14,62)

OR=Odds Ration; IC=Intervalo de confianza, N= número de observaciones.

la misma probabilidad de presentar un mismo valor de NUL. En cambio, los animales Holstein y Jersey al compararse con los cruces HxJ, son más propensos a presentar un valor de NUL mayor.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación para la variable días de lactancia concuerdan a lo informado por Johnson y Young (2003) donde describen una tendencia estable a lo largo de la curva de lactancia, sin mostrar cambios según el tercio de la curva de lactancia en el cual se encuentren los animales. En cambio, Stoop, Bovehuis & Van Arendonk (2007) encontraron una concordancia significativa entre los días de lactancia y la concentración de NUL al analizar tres investigaciones en animales Holstein en Canadá, Dinamarca y Estados Unidos, situación que contradice lo determinado en esta investigación. De igual manera, Jonker, Kohn & Erdman (1998) informan en animales de la raza Holstein, una disminución de los niveles de NUL con el avance de los días de lactancia, sobre todo a partir del segundo mes en adelante. Por otro lado, Stoop et al. (2007), al trabajar con 1953 animales Holstein-Friesian de 398 hatos comerciales de Holanda, informan de una tendencia estable en el NUL durante la lactancia, similar al comportamiento de los sólidos grasos y el porcentaje de proteínas.

Estos comportamientos se podrían relacionar al manejo alimenticio que sufren los animales al inicio de la lactancia para solventar el problema de balance energético negativo durante este periodo (Jorritsma, Wensing, Kruij, Vos & Noordhuizen, 2003), además, al pasar los animales de los 100 días de lactancia, sufren un manejo distinto en la ración alimenticia, y en algunos casos, se aprovecha estos días para mejorar la condición corporal de los animales, sumado al proceso anabólico, producto del desarrollo de la nueva gestación.

En esta investigación, los resultados obtenidos para la relación entre los días de lactancia y el valor de NUL, se podrían asociar a que los grupos de animales en producción pueden estar sobre alimentados al final de la lactancia. Esto se debería por malas prácticas al formar grupos estratégicos de alimentación según la producción de los animales, lo que aumentaría el valor de NUL en relación al volumen de leche producido (Johnson & Young, 2003). Además un factor importante es la época del año, ya que según la época de baja o alta precipitación los forrajes podrían variar en composición y producción de biomasa. Nousiainen, Shingfield & Huhtanen (2004) concuerda con lo descrito, y describen el posible impacto del forraje utilizado en cada sistema de producción y al estado

vegetativo de la pastura en la cosecha o el pastoreo. Situación, que se potencia en nuestros sistemas por la falta de datos del valor relativo de los alimentos, para poder establecer estrategias de alimentación a lo largo de la curva de lactancia.

Contrario a los resultados obtenidos en esta investigación, Ruska y Jonkus (2012) documentan una correlación significativa alta ($p < 0,05$) para los litros producidos por vaca y la concentración de NUL. De forma similar, estos resultados hacen prestar importancia al manejo en la alimentación de los animales, con una repercusión directa sobre los resultados de las concentraciones de NUL y la producción. Algo que se torna difícil de demostrar en esta investigación por la diferencia tanto en periodos de rotación de las pasturas, como de las gramíneas utilizadas y la suplementación ofrecida en cada una de las fincas de donde provienen los datos de los animales en estudio (Cuadro 1).

En la producción de leche de los animales (Cuadro 4), se determinaron concentraciones de NUL de 18,17 mg/dl en los animales con producciones por encima de 40 litros ($p < 0,05$). Este comportamiento se podría relacionar a una mayor demanda de nutrimentos que requieren los animales para sostener altas producciones, sustentado por los valores de requerimientos establecidos por el NRC (2001). Jonker et al. (1998) determinaron que a medida que aumenta la producción de leche, las concentraciones de NUL aumentan de forma lineal por mayor ingesta de nitrógeno y excreción de nitrógeno cuando los semovientes son alimentados de acuerdo a las recomendaciones del NRC, relación que en este estudio no se puede afirmar por la variación de la alimentación que se puede presentar en cada uno de los sistemas evaluados.

En los casos que la concentración de NUL está fuera de los niveles recomendados, Young (2001) indica que hay un desequilibrio entre los carbohidratos solubles del rumen y los niveles de proteína degradable en el rumen y de proteína de sobre paso para la síntesis microbiana, incluida en la ración de los animales para mantener un rumen saludable descritos por Broderick y Reynal (2009). Para tal fin, si la concentración de NUL es baja es probable que sea muy poca proteína soluble en la ración o un exceso de hidratos de carbono solubles. Por el contrario, una alta concentración de NUL significa que hay demasiada cantidad de proteína soluble o muy pocos carbohidratos solubles (Hammond, 1992). De igual manera, Nousiainen et al. (2004) ratifican la importancia de satisfacer el requerimiento de consumo de materia seca por los animales y la calidad de los nutrimentos presentes en esta ración, ya que encontraron una relación entre calidad de la dieta, nivel de producción y NUL.

La variable de alimentación, la cual no fue objeto de estudio, presenta todo un desafío para el nutricionista, debido a los forrajes utilizados y a las fuentes de alimentos ofrecidas en canoa, para satisfacer los requerimientos de los semovientes. Este podría ser el punto de convergencia, donde los resultados de esta investigación no concuerde con lo descrito por Young (2001), Nousiainen et al. (2004) y Broderick y Reynal (2009).

En relación a los animales por debajo de 40 litros, se podría indicar, que el programa de alimentación en estos grupos, no cubren los requerimientos nutricionales o que presenta un desbalance entre sustratos (Energía/Proteína) (Broderick, 2003); lo cual permite retomar la importancia de la calidad de los insumos alimenticios y las estrategias de alimentación de los semovientes. En este sentido, Hojman et al. (2004) informa de tendencias similares, al examinar la relación entre la producción de leche del hato y la concentración media de NUL en hatos con alto promedio de producción (>30 litros/animal/día) y concentraciones de NUL de 9 a 10 mg/dl, lo que sugiere que la eficiencia de la alimentación con fuentes proteicas se puede controlar sin comprometer los rendimientos con la calidad de las mismas; algo en lo cual se debe trabajar más en el medio tropical a base de pastoreo.

Los resultados obtenidos en esta investigación, son diferentes a los obtenidos por las Universidades de Utah State (12-16 mg/dl), Wisconsin (10-14 mg/dl) y Pensilvania State (10-14 mg/dl), donde describen rangos de NUL menores. Lo que refuerza la hipótesis de esta investigación, en donde, se requiere generar información propia de nuestros sistemas, bajo las condiciones tropicales de alimentación y manejo, los cuales difieren mucho de los sistemas estabulados con raciones totales mezcladas y materias primas de alta calidad y digestibilidad, que permiten controlar los parámetros de producción versus NUL por lo estable de la ración.

La tendencia obtenida en días abiertos en esta investigación concuerda con los resultados descritos por Řehák et al. (2009), donde informan que no encontraron una relación entre la concentración de NUL y la probabilidad de la concepción, los mismos autores lo atribuyen al impacto del balance energético negativo que se obtiene en la lactancia temprana de las vacas; situación que se potencia en los sistemas en pastoreo, por presentar como nutrimento limitante a la energía en el balance de la ración para los animales, sumado a la incapacidad de ingerir cantidad y calidad de alimentos, aunque se suplemente en canoa en los primeros dos meses post parto. Germino, Medina & Rubio (2010) al revisar tres estudios con animales de raza Holstein, Jersey y sus cruces en condiciones de pastoreo, no obtuvieron relación entre los

días abiertos y el NUL. Los descensos en la fertilidad los asociaron a diferencias en el manejo reproductivo y a la producción de leche, más que a las altas concentraciones de urea en sangre.

Caso contrario a los resultados obtenidos en esta investigación, los resultados de Buttler, Calaman & Beam (1996) al analizar el NUL en plasma y leche de 160 vacas Holstein; los de Sinclair, Kuran, Gebbie, Webb & Mcevoy (2000) en la producción de blastocitos *in vitro* para ovocitos recuperados post mortem de 48 vaquillas alimentadas con dietas altas y bajas en nitrógeno y los de Guo, Russek-Cohen, Varner & Kohn (2004) al utilizar 10 271 vacas lecheras de 713 hatos, al determinar el efectos del NUL en la producción de leche, número de lactancia y la temporada de cría con la probabilidad de la concepción; concuerdan en que descensos en los parámetros reproductivos por disminución de la fertilidad, son consecuencia a pH bajos en el útero y ovarios císticos.

Estos autores enfatizan en la relación de los 60 a 90 días posparto, el contenido de NUL y al balance energético negativo que presentan los animales en este periodo, por reducción en el consumo de materia seca, prácticas de alimentación en este periodo (concentración de nutrimentos) y al nivel de producción láctea. De igual manera, a los resultados de Buttler et al. (1996), Sinclair et al. (2000), Guo et al. (2004) y Larson, Butler & Currie (1997) determinan que vacas por encima de 21 días posparto con un patrón reiterativo de celos presentaban concentraciones de NUL por encima de 21 mg/dl. Este patrón de celos reiterativos fue asociada a una interrupción en el oviducto o al ambiente uterino, haciéndolo inhóspito para la implantación temprana del embrión.

Estas diferencias entre los resultados obtenidos en esta investigación y los resultados encontrados en otras publicaciones citadas anteriormente, podrían ser explicadas según Jonker et al. (1998) por las prácticas de manejo de los animales y el nivel de nitrógeno disponible en la dieta. Además, Jonker, Kohn & Erdman (1999) determinaron que las condiciones ambientales afectan la calidad del forraje y la termoneutralidad de los animales al provocar estrés calórico. Si se considera que las temperaturas en los sistemas evaluados no superan los 29 °C en la época de baja precipitación, y que la humedad relativa puede alcanzar 95%, el impacto producto al estrés calórico podría ser de medio a moderado, por lo cual se cree que no es un factor que influya los resultados obtenidos.

Otro aspecto a considerar es la variación del perfil genético y la respuesta obtenida al interaccionar con el ambiente. Sobre esta justificación, Mitchell et al. (2005) indican, que no se debe descartar la heredabilidad para el NUL por ser baja en el primer parto (0,22). Además,

Sinclair et al. (2000) afirma que las diferencias entre animales podría relacionarse, en parte, a una disminución de la eficiencia en cuanto a la utilización del nitrógeno proveniente de la proteína degradable en el rumen y/o al deterioro del metabolismo intermediario, como se indica la regulación de hormonas clave para el metabolismo de los hidratos de carbono, tal como la insulina. Lo antes expuesto podría ser un factor a considerar en estudios posteriores, ya que, en esta investigación no fue objetivo de estudio y la escasez de datos de índole genético para determinar la interacción.

La probabilidad de concepción en los primeros tres servicios puede estar disminuida por las concentraciones de NUL (Guo et al., 2004), lo que incrementa la cantidad de días del IEP por ciclo reproductivo. En el caso de esta investigación, se relacionó a un posible mal manejo de la parte reproductiva (detección de celos) y a un balance energético negativo característico de esta etapa inicial de la lactancia. En el caso de los animales con bajo NUL, los resultados obtenidos podrían indicar, que animales con valores de NUL de 15,92 mg/dl van a presentar más partos en su vida productiva en un mismo periodo de tiempo.

Según Butler (2005), el comportamiento de los datos obtenidos en esta investigación, se podría relacionar con una posible muerte embrionaria, aseveración que muestra una concordancia con los datos obtenidos en la investigación, donde animales por encima de 360 días de IEP se comportan como animales que presentaron una preñez entrecortada, ya que, si se presenta una correlación entre los IEP y el NUL y no así con los días abiertos el impacto se está dando después de la concepción de las vacas y su registro de una gestación interrumpida. De igual manera, Larson et al. (1997) al analizar datos de niveles de progesterona, sustenta el papel del aumento del nitrógeno ureico circulante (21,7 mg/dl) y su asociación con una fertilidad subóptima en las vacas lecheras; concluye que un retraso en el inicio de la fase lútea podría estar asociada a vacas que se presumía habían iniciado la preñez, con ciclos posteriores de niveles de progesterona extendidos mayores a 2 ng/ml, condición que no le permite a las hembras mantener el embrión; este dato puede sumarse a la sustentación de la apertura de los IEP con preñeces entrecortadas, pero no concuerda con los datos del estudio, ya que para poder comparar los niveles de NUL se debieron analizar en los primeros 21 días post parto, algo que no se determinó.

Chaveiro, Andrade, Borba, Moreira da Silva (2011) aseveran que las concentraciones de NUL influyen en el

desarrollo del folículo en el ovario y la ovulación, en la calidad de los ovocitos y la fertilización, en el transporte del embrión y su desarrollo; por último, la habilidad materna para el reconocimiento de la preñez se puede validar a medias ya que los datos de esta investigación muestran que la parte de desarrollo y mantenimiento del embrión pueden ser afectadas por su correlación con el NUL y el prolongamiento del IEP. Pero todo lo concerniente al periodo de concepción durante el periodo abierto de los animales en la reproducción, no se determinó relación con los niveles de NUL.

Al analizar los resultados de NUL en relación al patrón racial, Young (2001) informa que la raza Jersey presenta de 2 a 3 mg/dl más que la raza Holstein. En cambio, Johnson y Young (2003) relaciona este indicador con el porcentaje de sólidos totales en leche donde determinaron que los animales Jersey registran una concentración mayor en el porcentaje de proteína en leche según el nivel de NUL en comparación a los animales Holstein. Aunque en esta investigación no se tomaron en cuenta los niveles de sólidos de la leche de los animales, se puede afirmar que el porcentaje de sólidos totales de animales Jersey estaban por encima de las demás razas en estudio, debido a su potencial genético.

Otro aspecto a considerar, es el peso corporal de los animales, donde Jonker et al (1998) y Kohn et al (2002), indican que una vaca de raza grande tendría una concentración de NUL inferior y una vaca de raza más pequeña presentaría una concentración NUL superior, lo cual se podría relacionar a un efecto de concentración de nutrientes en el plasma sanguíneo según el peso vivo del animal. No se encontró referencia literaria para justificar las causas que provocan que los cruces HxJ, tenga un promedio de NUL por debajo de las dos razas puras, debido a que se espera un valor intermedio entre las razas paternas y maternas. Además, según el NRC (2001) no se cita diferencias en la eficiencia de uso de la proteína metabolizable para el mantenimiento de los animales o la producción de leche diaria. Por último, el aspecto genético no debe ser ignorado, debido a que en vacas Holstein para el primer parto, el NUL presenta una heredabilidad de 0,4 (Wood et al. 2003).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Comité de Educación y Bienestar Social de la Cooperativa de Productores de Leche R.L. por el apoyo brindado en el desarrollo de esta investigación

REFERENCIAS

- Aylward, B., Mejias, R. & Allen, K. (1999). Análisis financiero y económico de la ganadería en la cuenca del Rio Chiquito, Arenal, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 23(2), 125-136.
- Broderick, G. (2003). Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86, 1370-1381.
- Broderick, G. & Reynal, S. (2009). Effect of source of rumen-degraded protein on production and ruminal metabolism in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, 92, 2822-2834.
- Butler, R. (2005). Relationships of dietary protein and fertility. *Advances in dairy technology*, 17, 1184-0684.
- Butler, W., Calaman, J. & Beam, S. (1996). Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 74, 858-865.
- Chaveiro, A., Andrade, M., Borba, A. & Moreira da Silva, F. (2011). Association between plasma and milk urea on the insemination day and pregnancy rate in early lactation dairy cows. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 1(4), 221-225.
- Germينو, P., Medina, L. & Rubio, R. (2010). *Efecto de los valores de urea en leche y su relación con proteína en leche y producción individual media sobre la fertilidad de un rodeo lechero*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional del Centro de Buenos Aires. Argentina. 46 p.
- Guo, K., Russek-Cohen, E., Varner, M. & Kohn, R. (2004). Effects of milk urea nitrogen and other factors on probability of conception of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87, 1878-1885.
- Hammond, A. (1998). Use of BUN and MUN as guides for protein and energy supplementation in cattle. *Revista Corpoica*, 2, 0122-8706.
- Hammond, A. (1992). Use of blood urea nitrogen concentration to guide protein supplementation in cattlw. In *3rd Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*. University of Florida, Gainesville, Fl. Pp 9-18.
- Hojman, D., Kroll, O., Adin, G., Gips, M., Hanochi, B. & Ezra, E. (2004). Relationships between milk urea and production, nutrition and fertility traits in Israeli dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 87, 1001-1011.
- Ishler, V. (2008). *Interpretation of milk urea nitrogen values*. Das 2008-134. college of agricultural sciences cooperative extension. Penn State. USA. 3p.
- Johnson, R. & Young, A. (2003). The association between milk urea nitrogen and dhi production variables in western commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 86, 3008-3015.
- Jonker, J., Kohn, R. & Erdman, R. (1999). Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed. *Journal of Dairy Science*, 82, 1261-1273.
- Jonker, J., Kohn, R. & Erdman, R. (1998). Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 8, 2681-2692.
- Jorritsma, R., Wensing, T., Kruij, T., Vos, P. & Noordhuizen, J. (2003). Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. Review. *Vet. Res.*, 34, 11-26.
- Kohn, R., Kalscheur, K. & Russek-Cohen, E. (2002). Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and expected milk urea nitrogen. *Journal of Dairy Science*, 85, 227-233.
- Larson, S., Butler, W. & Currie, W. (1997). Reduced fertility associated with low progesterone postbreeding and increased milk urea nitrogen in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 80, 1288-1295.
- Mitchell, R., Rogers, G., Dechow, C., Vallimont, J., Cooper, J., Sander-Nielsun, U. & Clay, J. 2005. Milk urea nitrogen in lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 80, 1288-1295.
- National Research Council (NRC). (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7 rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC. 382 p.
- Nousiainen, J., Shingfield, K. & Huhtanen, P. (2004). Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. *Journal of Dairy Science*, 87, 386-398.
- Řehák, D., Rajmon, R., Kubessová, M., Štipková, M., Volek, J. & Jílek, F. (2009). Relationships between milk urea and production and fertility traits in Holstein dairy herds in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science*, 54(5), 193-200.
- Rojas, A. & Palavicini, G. (1996). Suplementación con grasa protegida a vacas de alta producción en pastoreo. *Agronomía Costarricense*, 20(1), 81-85.
- Ruska, D. & Jonkus, D. (2012). Milk urea content as indicator feed protein utilization and environmental pollution in farms. Annual 18th International scientific conference. *Research for rural development*, 1, 85-90.
- Sánchez, J. & Soto, H. (1999). Contenido de energía estimada para el crecimiento del ganado bovino, en los forrajes del trópico húmedo de costa rica. *Agronomía Costarricense*, 23(2), 173-178.
- SAS 2003. SAS 9.1.3. for Windows. Service Pack 4. Win_Pro plataforma. Copyright© 2002-2003 Cary NC.
- Sinclair, K., Kuran, M., Gebbie, F., Webb, R. & Mcevoy, T. (2000). Nitrogen metabolism and fertility in cattle: II Development of oocyterecovered from heifers offered diets differing in their rat of nitrogen release in the rumen. *J. Anim. Sci.*, 78, 2670-2680.

- Stoop, W., Bovenhuis, H. & Van Arendonk, J. (2007). Genetic parameters for milk urea nitrogen in relation to milk production traits. *J. Dairy Sci.*, 90, 1981-1986.
- Szumilas, M. (2010). Explaining Odds Ratios. *J. Can. Acad. Child Adolesc Psychiatry*, 19(3), 227-229.
- WingChing-Jones, R., Pérez, R. & Salazar, E. (2008). Condiciones ambientales y producción de leche de un hato de ganado jersey en el trópico húmedo, el caso del módulo lechero-SDA/UCR. *Agronomía Costarricense*, 32(1), 87-94.
- Wood G., Boettcher, P., Jamrozik, J., Jansen, G. & Kelton, D. (2003). Estimation of genetic parameters for concentrations of milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.*, 86, 2462-2469.
- Young, A. (2001). Milk urea nitrogen test (MUN). All Archived Publications. *USU Extension - Archived Publications*, Paper 35, 1-3.

