

Efecto de la etapa de lactancia sobre la calidad fisicoquímica de leche en vacas de raza Holstein y Normando

Effect of stage of lactation on physicochemical quality of milk in Holstein and Norman cows

Carlos E. Rodriguez, Gabriel F. Saavedra y Diego F. Gómez

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Grupo de Investigación en Bioquímica y Nutrición Animal GIBNA. Correo electrónico: diegoyamimvz@yahoo.com, ceremol@gmail.com

RESUMEN

Se evaluó los efectos provocados por los cambios inherentes a la gestación y aquellos hormonales (Progesterona y prolactina) en cada una de las etapas lactancia sobre la calidad fisicoquímica de la leche en vacas raza Holstein y Normando. Se seleccionaron 15 vacas Holstein y Normando. El tiempo total de experimentación fue 32 semanas desde el momento de parto hasta el secado. Se examinaron semanalmente muestras de leche con el analizador Lactoscan®, comparando los resultados con métodos estandarizados, cuantificando los niveles sanguíneos de progesterona (P4) y prolactina (PRL) mediante inmunoensayo enzimático. Se efectuó un Anova con el programa SPSS y test de comparación de medias de Tukey. Al análisis fisicoquímico de la leche de vacas Holstein y Normando, durante los periodos de lactancia temprana, media y tardía, se obtuvo para % Grasa de 2,74 y 2,88, 1,74 y 2,48, 1,9 y 2,66 respectivamente ($P \geq 0,05$). En % Proteína 2,84 y 2,8, 2,68 y 2,69, 2,7 y 2,5 respectivamente ($P \geq 0,05$). Para % Solidos totales 17,39 y 17,64, 15,84 y 16,35, 16,53 y 16,24 respectivamente ($P \geq 0,05$). Para P4 ng/ml 9,08 y 10,2, 10,8 y 13,2, 11,8 y 12 respectivamente ($P \geq 0,05$). En tanto PRL ng/ml 43 y 61,2, 47,6 y 66,2, 39,6 y 56,4 respectivamente ($P \geq 0,05$). En general, muchos factores, además de la nutrición, estado fisiológico y la gestión pueden influir en la producción de leche y la composición. Este es un punto importante para recordar la hora de evaluar la calidad de la leche y en la mejora de la producción y composición.

Palabras clave: Progesterona, prolactina, lactancia

ABSTRACT

The effects caused by changes inherent in pregnancy and those hormonal (progesterone and prolactin) in each stage feeding on the physicochemical quality of milk cows Holstein and Norman was evaluated. 15 Holstein cows and Norman were selected. The total time of testing was 32 weeks from the moment of birth to end of lactation. Milk samples were examined weekly with Lactoscan® analyzer, comparing the results with standard methods, quantifying blood levels of progesterone (P4) and prolactin (PRL) by enzyme immunoassay. An ANOVA was performed using SPSS and means comparison test of Tukey. The physicochemical analysis of milk from Holstein and Norman, during periods of early, middle and late lactation, was obtained for 2.74% fat and 2.88, 1.74 and 2.48, 1.9 and 2.66 respectively ($P \geq 0.05$). At 2.84% protein and 2.8, 2.68 and 2.69, 2.7 and 2.5 respectively ($P \geq 0.05$). For total solids 17.39% and 17.64, 15.84 and 16.35, 16.53 and 16.24 respectively ($P \geq 0.05$). For P4 ng / ml 9.08 and 10.2, 10.8 and 13.2, 11.8 and 12 respectively ($P \geq 0.05$). In both PRL ng / ml 43 and 61.2, 47.6 and 66.2, 39.6 and 56.4 respectively ($P \geq 0.05$). In general, many factors besides nutrition, physiological status and management can influence milk production and composition. This is an important thing to remember when evaluating the quality of milk and the improvement of production and composition point.

Key words: Progesterone, prolactin, lactation

INTRODUCCION

Actualmente, Colombia se posiciona en el cuarto país latinoamericano productor de leche bovina, con una producción de alrededor de 6.500 millones de litros al año (Restrepo Osorio, 2012). Dicha producción depende de diversidad de factores genéticos, fisiológicos, nutricionales y ambientales, los cuales determinan la cantidad y la calidad de la misma. En este sentido se ha pretendido establecer estrategias que mejoren las características de dicha producción con el fin de brindar un bienestar al consumidor y con el fin de asegurar un valor agregado al producto lo que se ve reflejado en la economía del productor; donde encontramos una continua vigilancia a cada uno de los aspectos involucrados en la producción.

La forma de la curva para los porcentajes de grasa y proteína siguen una relación inversa a la curva de producción de leche. Así, durante los primeros días correspondientes al calostro, los componentes sólidos en la leche son altos, pero caen rápidamente en la misma proporción en que la producción de leche incrementa; hacia el último tercio de la lactación el incremento de los sólidos vuelve a ser significativo (Silvestre *et al.*, 2009).

Existen numerosos factores ambientales que influyen en la producción de leche, grasa y proteína y que consecuentemente alteran la forma de la curva de lactancia, entre ellos los más influyentes son el número de parto, la época y año de parto (Pérez *et al.*, 2007), García y Holmes, 2001.

Es bien sabido que el estado fisiológico de la vaca interviene en la producción y composición de la leche, sin embargo no se ha establecido el grado de afectación de los cambios metabólicos en la época de gestación sobre la composición y calidad de la leche de las principales razas lecheras empleadas en el país como la raza Normando y la raza Holstein. Por ende se evaluó los efectos provocados por cambios hormonales en cada una de las etapas de la lactancia sobre la calidad fisicoquímica de la leche producida en vacas de dichas razas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Granja Experimental "Tunguavita" de la Universidad Pedagógica y

Tecnológica de Colombia (UPTC), ubicada en el municipio de Paipa, Departamento de Boyacá, a una altura de 2.590 m.s.n.m., altitud 05° 45'N, longitud 73° 45' oeste, temperatura promedio de 14,3°C, humedad relativa del 78% y precipitación promedio de 705,9 mm³/año.

Animales

Se seleccionaron 15 vacas de raza holstein y 15 vacas de raza normando, con un tiempo de gestación entre 7 y 9 meses siendo confirmadas mediante palpación transrectal, las cuales deberían tener un número de partos entre 2 y 4, peso promedio de 480 kg, condición corporal de 2,5 a 3 al momento del parto y producciones similares según registros. Los animales permanecieron desde el tiempo de gestación ya mencionado hasta el momento del parto en pastoreo a base de kikuyo (*Penysetum clandestinum*) en asociación con falsa poa (*Holcus lanatus*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) con agua de bebida *ad libitum*. Posterior al parto y después de haber retirado la cría, las vacas pasaron al hato para un manejo conjunto en términos de alimentación y suplementación.

El tiempo total de experimentación fue de 32 semanas desde el momento de parto hasta el secado de lactancia, los grupos de animales fueron identificados con collares de color para su seguimiento y control. La leche producto de los animales objeto de estudio se sometió a pruebas de calidad composicional cada ocho días. Adicionalmente se realizó cuantificación de hormonas como prolactina y progesterona cada ocho días.

Análisis fisicoquímico de leche

Se tomaron muestras durante 32 semanas, en el ordeño de la mañana, recolectando 200 ml de leche por vaca, estas muestras se depositaron en frascos de vidrio debidamente marcados con el número del animal y el grupo al que pertenecen; posteriormente fueron transportadas y almacenadas a 4°C hasta su procesamiento, para determinar: densidad, porcentaje de grasa, porcentaje de sólidos totales, porcentaje de sólidos no grasos y porcentaje de proteína utilizando el analizador de leche ultrasónico LACTOSCAN® previamente calibrado y comparado con métodos estandarizados.

Perfil de progesterona (P4) y prolactina (Prl)

Se tomaron muestras de sangre de los vasos coxígeos empleando tubos de vacío estériles (10 ml). Las muestras fueron centrifugadas a 2.500 rpm durante veinte minutos, y el plasma obtenido era dividido en dos alícuotas (1,5ml) y congelado a -20°C hasta el momento de realizar los análisis. La cuantificación de progesterona y prolactina se realizó mediante la técnica de Inmunoensayo enzimático (demeditec prolactin®; demeditec progesterone®), y la concentración de la hormona se determinó en un espectrofotocolorímetro (Genesys 10UV). La toma de muestras de sangre para medición de Prl se efectuó cada 15 días desde el parto (día 0) hasta el secado y para P4 desde el momento del servicio-concepción confirmado hasta la terminación de la correspondiente lactación.

Análisis Estadístico

Se realizó un diseño completamente al azar; a los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de varianza (Anova) y se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey (5%), utilizando el paquete estadístico SAS v 9.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Grasa

Descendió continuamente durante el transcurso de la lactancia tanto para raza Holstein 3%

como Normando 2,2% ($P \geq 0,05$), como se observa en la Figura 1. Se afirma que la grasa es el componente más variable en la leche, es al mismo tiempo el que más cambios sufre por efecto genético, fisiológico y nutricional (Sutton, 1989).

El curso de la lactancia, no solo afecta la producción de leche, sino también la composición. Normalmente, un aumento en el rendimiento de leche es seguido por una disminución en los porcentajes de grasa y proteína en leche mientras los rendimientos de estos componentes permanecen igual o en aumento (Knight y Wilde, 1993; Beal *et al.* 1990; Val-Arreola *et al.*, 2004). Los cambios en los rendimientos productivos durante el ciclo de lactancia, influyen de manera inversa a la composición. Generalmente, en el primer tercio de la lactación y concomitante con el pico de lactancia, se registran las menores concentraciones de grasa, proteína y sólidos de la leche, situación que se invierte al final de la lactancia (Hurley *et al.*, 2004). No obstante, este comportamiento se ajusta más a hatos de vacas altamente productoras, donde se aseguran todas las condiciones de manejo y alimentación, ya que otros reportes sobre animales de menor producción y en condiciones rústicas de explotación no se observa este comportamiento típico (Alvarez, 2011). En estas las curvas de lactancia son menos pronunciadas y en ocasiones lineales. En tales condiciones, se evidencia una mayor influencia de los factores

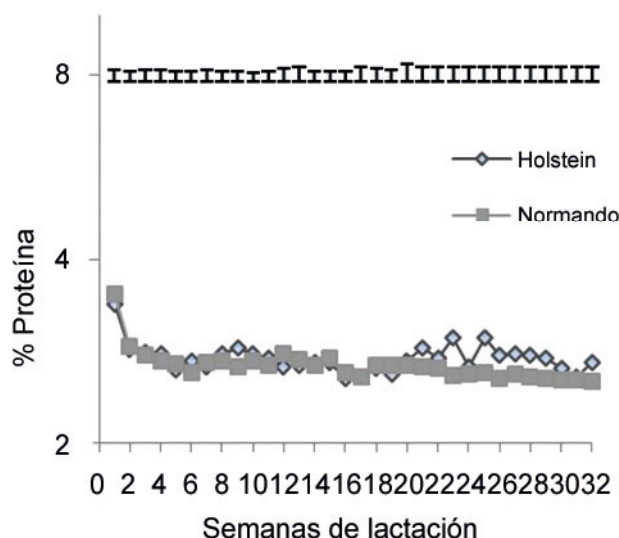


Figura 1. Porcentaje de proteína en leche para raza Holstein y Normando.

de manejo y alimentación. El tipo de animal y las condiciones de explotación, también son elementos muy relacionados con estos factores.

Proteína

No se encontró diferencias significativas ($P \geq 0,05$) entre tipo racial durante el transcurso de la lactancia con respecto al porcentaje de proteína. Durante el primer tercio se evidencian valores que oscilan entre 3,5% y 2,81% y un promedio por lactancia de 2,76% y 2,7% para la raza holstein y normando respectivamente (Figura 2).

Los factores que más influyen en la concentración de proteína en la leche son la genética y la alimentación siendo el más importante el primero de ellos, existiendo además otras fuentes de variación como son la edad, sanidad de la ubre, etapa de lactación (Kruze y Latrillé, 1999). En el correspondiente ensayo se puede observar que no se encontró una gran variación entre razas, y entre individuos, en este sentido el valor promedio de proteína cruda de la leche de 2,76% fue inferior al reportado en otros estudios realizados por Alvarez, 2006, con 3,03% de proteína y por Mayorga, 2011 con 3,3% para la raza holstein; en tanto para la raza normando donde se devala un 2,7% de proteína se reflejan valores inferiores comparado con 3,33% y 3,42 encontrados por Roca y Delaby, 2009. Acorde

al estado de lactación estudios realizados (Gurmessa y Melaku, 2012) en raza holstein estipulan porcentajes de proteína de 3,55, 3,17 y 3,33 para lactancias temprana, media y tardía respectivamente los cuales varían según la edad y estado de preñez, mas no el tercio de lactancia o número de partos.

Lactosa

Se observa un descenso continuo durante las semanas de lactancia, sin presencia de diferencias estadísticas significativas en ningún punto de muestreo ($P \geq 0,05$). Las vacas de raza Holstein al igual que las vacas de raza Normanda tuvieron valores que oscilaron entre 4,5 % y 3,99 % desde el comienzo de la lactancia hasta el final respectivamente (Figura 3).

En relación a otras variables de calidad composicional como grasa y proteína que pueden descender o aumentar dependiendo del periodo de la lactancia y estado fisiológico del animal, (Ponce, 2009) afirma que el contenido de lactosa no tiene mucha variación durante la curva de lactancia, sin embargo se asegura (Cameron, 2003) que este puede variar según las condiciones raciales, alimentación y condiciones climáticas (Cervantes, 2005). Para el caso específico de vacas de la raza Holstein éste contenido puede estar sujeto a la condición corporal con la que llega el animal al parto y

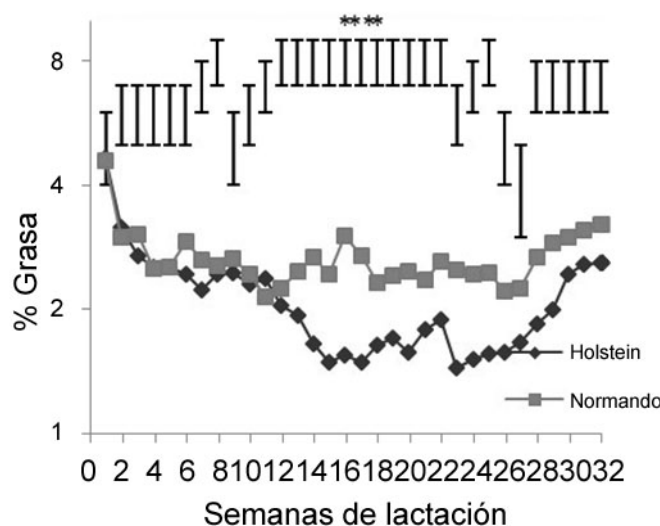


Figura 2. Porcentaje de grasa en leche para raza Holstein y Normando.

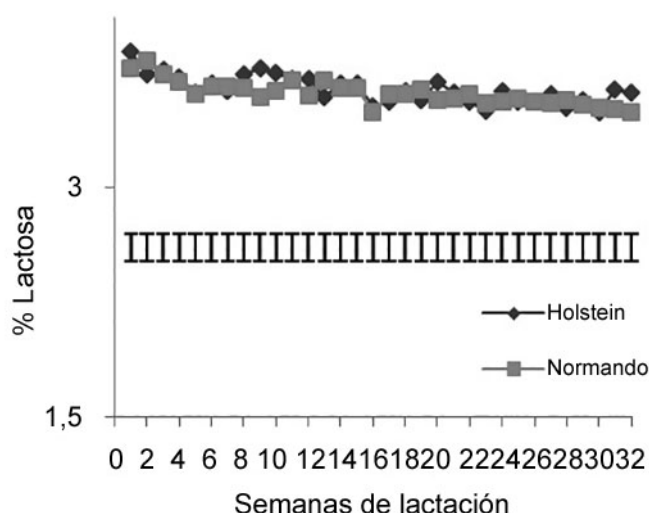


Figura 3. Porcentaje de lactosa en leche para raza Holstein y Normando.

al tiempo en que alcanza el pico más alto de producción.

El patrón racial determina la variación de este componente en cada uno de los periodos de lactancia, en relación al volumen de leche producido dado que la lactosa es el contenido que más aporta a la cuantificación de los sólidos totales (Saborio, 2011) y que este tiene una relación inversa frente a la cantidad producida, empero Góngora, 2006 encontró que en vacas Normando puras y con algunos cruces media sangre a mayor volumen de leche producida, mayor fue el contenido de lactosa. La explicación fisiológica está basada en el grado de permeabilidad del tejido epitelial mamario en el periodo inicial y final de razas o cruces con menor índice de producción y en el volumen y tamaño de la glándula mamaria.

Sólidos totales

Descendió de forma constante durante todo el periodo de lactancia, no se presentaron diferencias estadísticas en ningún punto muestreo $P \geq 0,05$. Las vacas de la raza Holstein presentaron valores promedios de 16,12%, mientras que las de raza normando valores cercanos a los 16,72%. Correspondiente a la semana 5 se presentaron valores cercanos a 22,32% siendo el mayor dato registrado para esta raza (Figura 4).

La caracterización racial, dieta, salud, ciclo del año, reserva y calidad de pasto, producción de leche, etapa de lactancia y contenido de células somáticas son factores que influyen el contenido de sólidos totales en la leche. En consecuencia, la proporción de sólidos totales, es afectado por el nivel de producción de la leche, debido principalmente a un efecto de dilución (Saborio, 2011). En un estudio sobre los efectos estacionales en las propiedades de transformación de leche de vaca, (O'Brien, 2011) se afirma que los cambios estacionales en la composición de la leche, la calidad y aptitud para el procesamiento y obtención de productos lácteos se debe a los cambios en el funcionamiento de la glándula mamaria afectada por la nutrición de la vaca y de la etapa de lactancia. Se puede decir que según los resultados, la cantidad de sólidos totales es inversamente proporcional a la producción e influyen en la calidad de los derivados lácteos.

De acuerdo con esta afirmación, un estudio realizado en Cuba en vacas Siboney (Hernández, 2008), indica que los rendimientos de sólidos lácteos son menores durante el pico de producción de leche y se incrementan hasta el final de la lactancia; lo que demuestra la relación negativa entre el nivel de producción láctea y los rendimientos en sólidos de leche en rebaños de cruces 5/8 H – 3/8 C en la mayoría de los

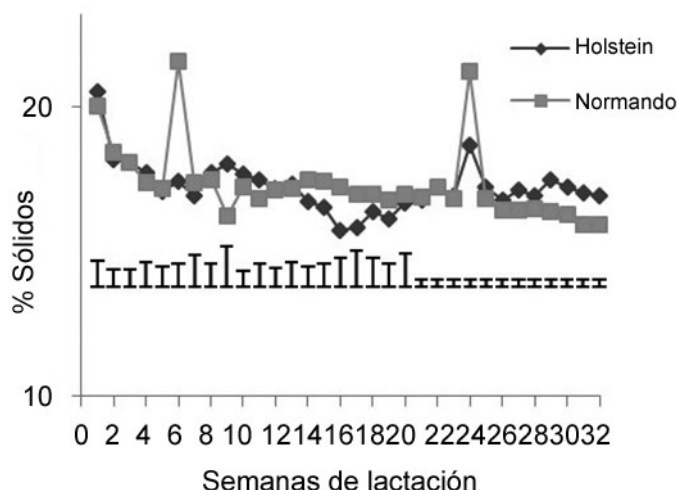


Figura 4. Porcentaje de sólidos totales en leche para raza Holstein y Normando.

casos al momento del pico de la lactancia. Caso contrario se presentó en este trabajo, en donde el incremento de sólidos totales se evidenció en las primeras semanas de lactancia, sin presentar cambios significativos $P \geq 0,05$, probablemente porque las vacas llegaron en una baja condición corporal antes del parto y al tiempo en el que presentaron el mayor pico de lactancia.

Por otra parte y como referencia a este trabajo, en un estudio sobre la evaluación reproductiva y calidad composicional de leche en vacas normando puras, se encontró que los sólidos totales varían de acuerdo al porcentaje de sangre de la raza pura y a sus cruces, se hayó que el cruce 7/8 con raza normando pura tuvo mayores porcentaje de sólidos totales frente a la raza pura (Góngora, 2006).

Sólidos no grasos

Se observa un descenso constante desde el inicio de la lactancia hasta el final. No se presentaron diferencias estadísticas ($P \geq 0,05$) en ningún punto de muestreo que estuviese influenciada por la raza. Las vacas de la raza normanda obtuvieron el valor más alto en la semana 6 y su menor valor entre la semana 10 y 12 con promedios de 9,4 y 6,15 respectivamente (Figura 5).

Las exigencias fisiológicas de la lactación, en relación a la afectación directa sobre la

producción, composición y reproducción animal, están determinadas por la falta de condiciones de manejo, alimentación y efectos directos del clima (Ponce, 1999; Ponce 1990; Villoch, 1991; Ponce, 2009). Los sólidos no grasos de la leche están constituidos por la lactosa y la proteína; la proteína al igual que la grasa se eleva en los primeros días después del parto, presenta una disminución directamente proporcional al pico y se incrementa hasta el final de la lactancia; mientras la lactosa no presenta variaciones significativas.

Los resultados obtenidos en este trabajo no se ajustan a la literatura mencionada, posiblemente porque estuvieron influenciados por los días en que las vacas alcanzaron el pico de lactancia, a factores alimenticios o al nivel de balance energético con que llega el animal al momento del parto. Por el contrario, un estudio realizado en Cuba sobre la composición láctea y sus interrelaciones para las razas Holstein, Siboney y Cebú, se ajusta a estas características afirmando que este comportamiento se debe a un menor incremento de la permeabilidad del tejido epitelial mamario al inicio y al final de la lactancia en los cruces y razas más rústicas (Siboney y Cebú), mientras que para la raza Holstein los cambios en los mecanismos de regresión celular son más profundos con una masa superior de tejido mamario (Ponce, 2009).

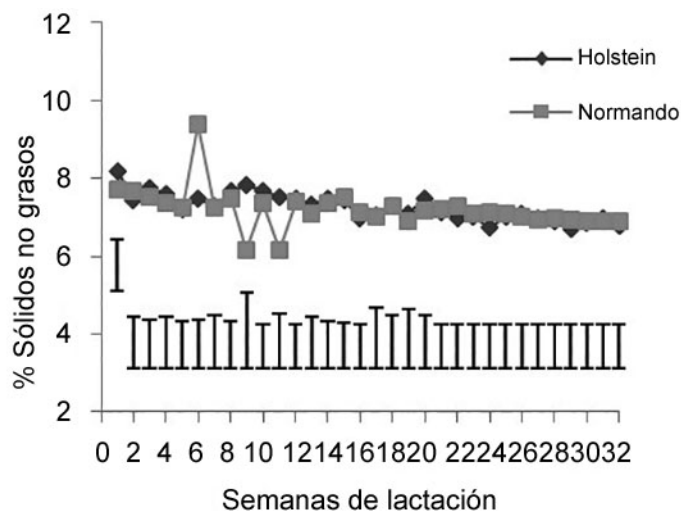


Figura 5. Porcentaje de sólidos no grasos en leche para raza Holstein y Normando.

Por otro lado, Guinee (Guinee, 2003) sostiene que el último periodo de lactancia se caracterizó por una alta composición nutricional lo que aseguró una producción diaria por vaca mínimo de 9 Kg compuesta por 4,25% de lactosa la cual fue disminuyendo hasta los 270 días de lactancia, debido principalmente a cambios fisiológicos que acompañan el proceso de involución en el final de la lactancia.

Como referente de este estudio, en una evaluación sobre el porcentaje de sólidos no grasos en leche de vacas de raza normando puras y en diferentes porcentajes de sangre, se encontró diferencia significativa, siendo la de mayor porcentaje el de vacas puras y las 15/16 de sangre, con un promedio general de 8,94% de SNG (Góngora, 2006) y son menores en comparación a los encontrados en este estudio (9,4%).

Densidad

Presentó variaciones con tendencia al descenso durante la curva de lactancia, sin evidenciarse diferencias significativas $P \geq 0,05$ en ningún punto de muestreo. Se observó que en la vacas de la raza Holstein tuvo una fluctuación mayor respecto a las vacas de la raza normando en relación a la semana 15 de muestreo con valores entre 1.021,5 y 1.027,2 (Figura 6).

Los factores que afectan la calidad composicional de leche destinada al consumo humano se han estudiado de forma independiente sin correlacionarlos con otros factores inherentes a la producción como estado fisiológico, raza, tipo de ordeño, frecuencia de ordeño, condiciones ambientales y dieta (Schwendel, 2014), al igual que el efecto de algunas propiedades químicas sobre los derivados lácteos (Capper, 2008); los cuales están relacionados con la capacidad de aprovechamiento de recursos naturales y en generar menor impacto ambiental en la elaboración de productos alimenticios (Vries, 2010).

Estudios adicionales han evaluado el desempeño de vacas Holstein y Jersey en la producción de queso al igual que las emisiones de carbono producidas por animal, (Capper y Cady, 2012) concluyendo que para producir un determinado volumen de leche necesario para el procesamiento de queso, se requiere un mayor número de vacas de la raza jersey, ya que la densidad de nutrientes y la condición corporal de esta raza se hace más sostenible y genera menos impacto ambiental frente a la raza Holstein. En estudios adicionales se evaluó la calidad composicional de vacas normando puras y de algunos cruces media sangre, obteniendo valores entre 1.031 y 1.032 (Góngora, 2006) estando dentro del rango normal para ese tipo

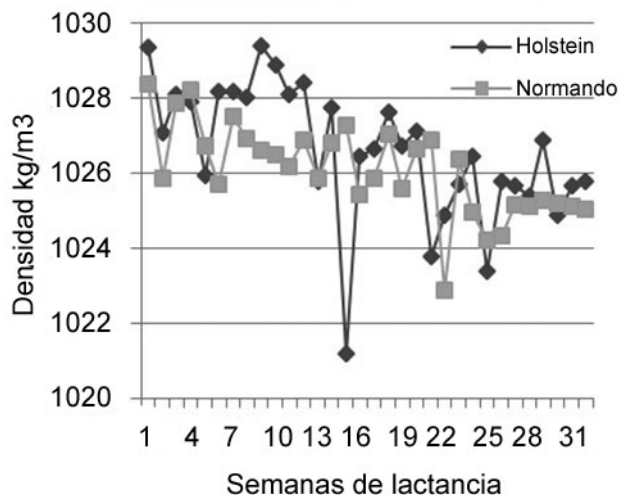


Figura 6. Kg/m³ Densidad leche para raza Holstein y Normando.

de variable que comparativamente son mayores a los encontrados respectivamente (1.021,5).

pH

El pH de la leche es una forma de medir su calidad, el cual se encuentra influenciado por varios factores para la región de Boyacá estos valores oscilan entre 6,58 y 6,79 (Calderón, 2006). En general la leche cruda tiene una reacción iónica cercana a la neutralidad, presentándose débilmente ácida con un pH comprendido entre 6,5 y 6,7, para leches normales, pudiendo esta variar su composición para cada animal en particular y con la etapa de lactancia, la alimentación y el ambiente (Briñez *et al.*, 1996).

En la Figura 7 se observan las medias semanales para el pH de la leche durante la lactancia donde no se presentan diferencias significativas ($P \geq 0,05$) para el tipo racial exceptuando dos puntos en la lactancia temprana y tardía ($P \leq 0,05$), hecho atribuido a procesos inflamatorios de la ubre (Figura 7). A pesar de estos cambios, el pH varía en un rango muy reducido durante todo el periodo donde se determina que valores de pH inferiores a 6,5 o superiores a 6,9 ponen en evidencia leche anormal (Singh *et al.*, 1997) Estudios realizados en vacas Holstein (Gurmessa y Melaku, 2012) se encontró que en lactancia temprana, media y tardía los valores de pH fueron de 6,62, 6,55 y 6,73, respectivamente

donde el número de partos, estado gestacional y edad no tenían influencia alguna sobre esta variable lo cual se asemeja a lo encontrado en este ensayo. El estado de lactancia también modifica el pH observándose valores muy altos (mayores a 7,4) en leche de vacas individuales de fin de lactancia. Por otro lado, valores de pH 6,9 a 7,5 son medidos en leches mastíticas debido a un aumento de la permeabilidad de las membranas de la glándula mamaria originando una mayor concentración de iones Na y Cl y una reducción del contenido de lactosa y de P inorgánico soluble.

Progesterona

Presentó variaciones durante las semanas de lactancia. No se presentaron diferencias estadísticas en ningún punto de muestreo ($<0,005$). Posterior al parto los niveles plasmáticos de progesterona venían descendiendo, los cuales se incrementaron al momento en que las vacas comenzaron una nueva etapa de gestación manteniéndose así hasta la semana 23, donde nuevamente comenzaron un ligero descenso. Se observa que las vacas de la raza holstein presentaron valores inferiores con promedios de 10,56 ng/ml frente a las de raza normando las cuales alcanzaron valores de 11,74 ng/ml (Figura 8).

Al final de la gestación se inicia un nuevo estado fisiológico que desencadena un complejo

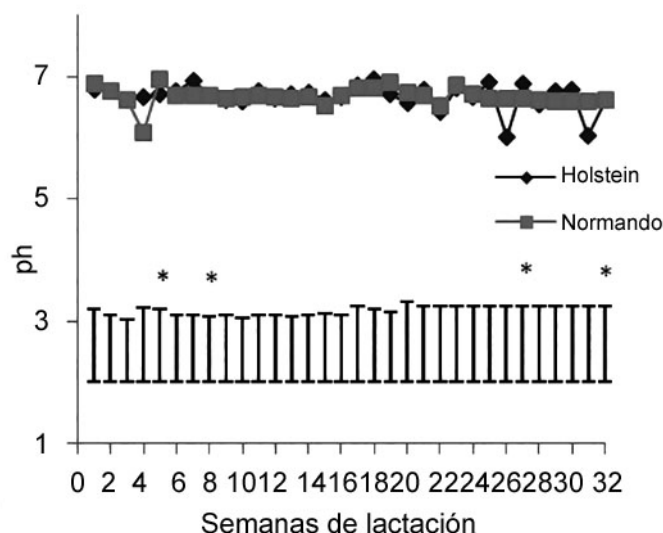


Figura 7. pH en leche para raza Holstein y Normando.

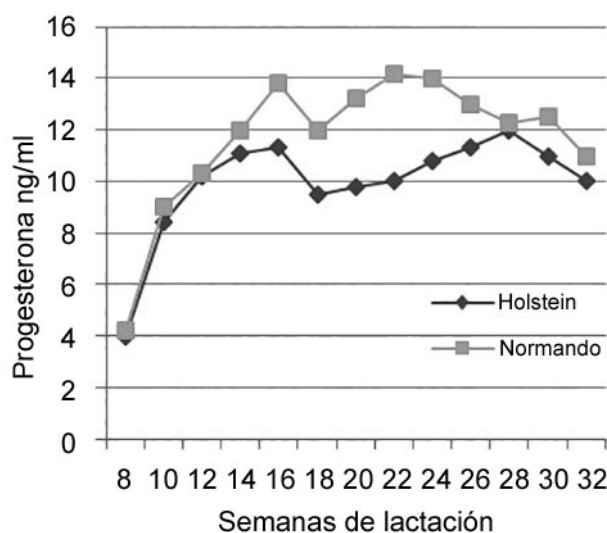


Figura 8. Ng/ml progesterona en leche para raza Holstein y Normando.

hormonal para la síntesis de leche y diferenciación de la glándula mamaria (Steven y Anderson, 2015), la dinámica comienza alrededor del parto con la aparición de la prolactina y desaparición de los niveles plasmáticos de progesterona (Campana, 1995). Este factor puede estar influenciado por la raza, estado alimenticio, energía metabolizable y consumo de materia seca (Rabiee, 2002).

Al inicio del ciclo de lactancia de la vaca, se observó que los niveles de progesterona se mantuvieron en descenso. A partir de la semana 8 en el momento en que las vacas quedan en estado de gestación, se evidenció un ligero aumento en los niveles de progesterona con valores cercanos a 3,89 ng/ml, en función del cuerpo luteo como principal fuente de progesterona en los primeros estadios de la gestación, por consiguiente se resume que

los niveles de progesterona y los efectos que pueden alterar su producción recaen sobre la actividad lútea durante la fase embrionaria y parte de la gestación.

Las concentraciones de progesterona, coinciden con los reportados por Pinzón y Grajales, 2005 quienes establecieron paulatinamente los niveles de progesterona en vacas Holstein postparto sometidas a condiciones de trópico bajo como una ayuda para mejorar la eficiencia reproductiva ante la presencia de celos no manifestos, ellos hallaron valores iniciales de 1,9 ng/ml y solo hasta después del día 15 valores de 3,99 ng/ml como presencia de actividad luteal temprana.

Además, también coincide con lo reportado por (Rabiee, 2002) quien analizo el efecto de la ingesta de materia seca y energía metabolizable sobre la tasa de depuración de progesterona en vacas Holstein lactantes, los cuales no encontraron diferencia significativa para los niveles de consumo de materia seca; los hallazgos determinaron valores de 1,67 ng/ml en vacas vacías y de 4,5 ng/ml en vacas preñadas a partir de la concepción.

Estos niveles en plasma podrían alterar la eficiencia reproductiva en vacas altamente

productoras como baja fertilización, transporte y supervivencia del embrión; otros factores podrían explicar los niveles de progesterona en sangre como la alteración del metabolismo hepático y reducción de velocidad de la sangre en vena porta, relacionado con la ingesta de materia seca y energía metabolizable (Dey, 2015).

Prolactina

No se encontraron diferencias significativas en la concentración de prolactina sérica entre las razas ($P \geq 0,05$); con tendencias similares para dicho parámetro, comparable con los resultados de Koprowski y Tucke, 1973. Al inicio de la lactancia se observan bajos niveles de prolactina, asociado al cambio citológico y diferenciación enzimática de las células epiteliales alveolares para el correspondiente aumento en los sistemas de transporte y captación de aminoácidos, glucosa y otros sustratos para la síntesis de la leche. En la segunda semana de lactancia se aprecia un pico de prolactina de 60 y 70 ng/ml para la raza holstein y normando respectivamente (Figura 9), propio de la etapa de acopio-secreción de leche durante la lactancia donde aumentan proporcionalmente los componentes de la

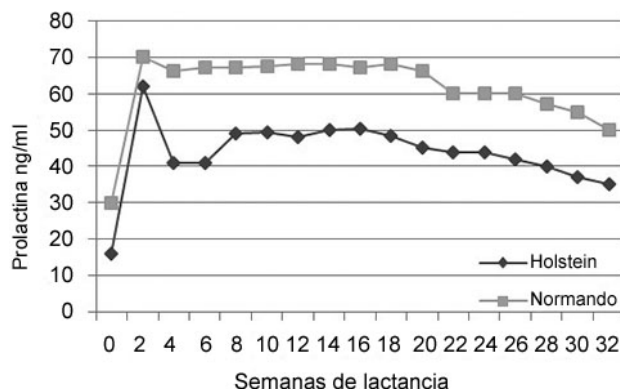


Figura 9. Ng/ml prolactina en leche para raza Holstein y Normando. La barra representa el valor estadístico de diferencia mínima significativa (LSD) para comparar los promedios, de acuerdo con la prueba de Tukey. Si las diferencias entre dos promedios en cada punto de muestreo son mayores al LSD, entonces habrá diferencia a un α de 0,05. * Diferencias estadísticas al 5%, ** diferencias estadísticas significativas al 1%, ns no hay diferencias.

leche. No es hasta la liberación de los efectos inhibidores de la progesterona en la lactogenesis (aproximadamente 2 días) y la estimulación por la prolactina y glucocorticoides asociados al parto, que la secreción de leche se hace abundante (Koprowski y Tucke, 1973).

Una vez establecida la lactancia, la prolactina representa el componente principal del complejo galactopoietico la cual declina la semana 3 para continuar en un rango de 45ng/ml y 65ng/ml para raza Holstein y normando respectivamente hasta finalizar con valores de 32ng/ml y 50ng/ml, evidenciando una respuesta hormonal eficaz en la raza normando, lo cual se asocia para tal caso a la condición y peso corporal pre y post-parto teniendo en cuenta su carácter doble propósito.

CONCLUSIONES

No se encontró una diferencia entre el tipo racial y las variables fisicoquímicas de la leche evaluadas durante el transcurso de la lactancia, por ende no hay influencia de la raza ni estado gestacional sobre las mismas. La concentración de progesterona desde el momento de la concepción hasta la semana 32 de lactancia para la raza Holstein y Normando presentan la misma tendencia sin evidenciar diferencias significativas. Los niveles de prolactina desde el momento del parto hasta la semana 32 poseen el mismo comportamiento tanto para la raza Holstein como Normando, esta última refleja una mejor aptitud, atribuible a la condición corporal y estado energético de la raza, reflejando buenos índices productivos. En general, muchos factores, además de la nutrición, estado fisiológico y la gestación pueden influir en la producción de leche y la composición.

LITERATURA CITADA

- Alvarez, H. J. 2006. Producción de leche bovina con distintos niveles de asignación de pastura y suplementación energética. *Ciencia e Inv. Agraria*, 33:99-107.
- Alvarez, H. J. 2011. Milk production and ruminal digestion in lactating dairy cows grazing temperate pastures and supplemented with dry cracked corn or high moisture corn. *Animal feed science and technology*, 91:183-195.
- Beal, W. E., D. R. Notter and R. M. Akers. 1990. Techniques for estimation of milk yield in beef cows and relationships of milk yield to calf weight gain and postpartum reproduction. *Journal of Animal Science*, 68:937-943.
- Bríñez, W. J., J. F. Farias Reyes e I. Villasmil. 1996. Efectos del mestizaje, etapa de lactación y número de partos de la vaca sobre la producción y algunos parámetros de calidad en leche. *Revista científica*, 6:1.
- Cameron, R. 2003. El efecto racial sobre la composición láctea. *Mercolactea*, 11.
- Campana, W. M. 1995. I. Hormones and Growth Factors in Bovine Milk. En *Handbook of Milk Composition* (Robert G. Jensen ed., pp. 476-494). California .
- Capper, J. E. 2008. The environmental impact of re combinant bovine somato tropin (rbST) use in dairy production. *PNAS* 105:9668-9673, 105, 9668-9673.
- Capper, J. L. and R. A. Cady. 2012. A comparison of the environmental impact of Jersey compared with Holstein milk for cheese production. *Journal of dairy science*, 95(1), 165-176.
- Cervantes, P. 2005. Caracterización de la composición y producción láctea en vacas de diferentes genotipos en Veracruz, México. *Tesis de Grado de Doctorado en Ciencias Veterinarias*. CENSA. La Habana, Cuba.
- Dey, J. C. (2015). Embryo Implantation. En *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction*. 4 ed., Vol. 2, pp. 1697-1739).
- García, S. and C. Holmes. 2001. Lactation curves of autumn- and spring-calved cows in a pasture-based dairy system. *Livestock Production Science*, 68:189-203.
- Góngora, J. 2006. Evaluación del comportamiento productivo, reproductivo y composicional de la leche en vacas normando puras y en diferentes porcentajes de sangre, en la finca Chuguacá - Municipio de San Francisco. *Tesis profesional Zootecista*. Bogotá, Universidad de la Salle, Colombia.

- Guinee, T. O. 2003. Efectos de la Variación estacional en la composición de la leche sobre la calidad de la Pizza de queso. Armis - Centro de Investigaciones de Productos Lácteos.
- Gurmessa, J. and A. Melaku. 2012. Effect of lactation stage, pregnancy, parity and age on yield and major components of raw milk in bred cross Holstein Friesian cows. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 7:146-149.
- Hernández, R. 2008. Caracterización de la curva de lactancia y componentes lácteos del genotipo Siboney de Cuba en una granja ganadera de la Provincia de la Habana. *Revista Científica*, XVIII(3), 291-295.
- Hurley, I. P., R. C. Coleman, H. E. Ireland and J. H. Williams. 2004. Measurement of bovine IgG by indirect competitive ELISA as a means of detecting milk adulteration. *Journal of dairy science*, 87: 543-549.
- Koprowski, J. A. and H. Tucke. 1973. Serum prolactin during various physiological states and its relationship to milk production in the bovine. *Endocrinology*, 92:1480.
- Kruze, J. and L. Latrillé. 1999. Calidad higiénica de la leche cruda en Chile. *Avances en Producción Animal*, 107-139.
- Vries, M. 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock Science*, 128(1), 1-11.
- Mayorga, M. O. 2011. Evaluación de sistemas de alimentación en vacas Holstein y su efecto sobre la productividad animal, la emisión de metano y de óxido nítrico y la captura de carbono en la Sabana de Bogotá. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA*.
- O'Brien, B. 2011. Leche: Efectos estacionales en propiedades de transformación de leche de vaca. *Enciclopedia de Ciencias de Lácteos*, 598-606.
- Pérez, P., G. Anrique y V. González. 2007. Factores no genéticos que afectan la producción y composición de la leche en un rebaño de pariciones biestacionales en la décima región de los lagos, Chile. *Revista técnica agrícola*, 67:39-48.
- Pinzon, C. y Grajales. 2005. Niveles de progesterona y dinámica folicular en el posparto de vacas Holstein en condiciones del trópico bajo colombiano. *Revista de Medicina Veterinaria*, (9), 7-18.
- Ponce, P. 2009. Composición láctea y sus interrelaciones: expresión genética, nutricional, fisiológica y metabólica de la lactación en las condiciones del trópico. *Salud Animal*, 31(2), 69-76.
- Ponce, P. 1968. Estudio de la lactancia en vacas de razas Holstein, Cebú y sus cruces en Cuba. *Revista Salud Animal*, 8(1), 73-88.
- Ponce, P. C. 1999. Characterization of the abnormal milk syndrome: An approach of its probable causes and its corrections. *Meeting ADSA. J Dairy Sci. 94 Th Ann.*, 82:195.
- Ponce, P. R. 1990. Influencia de cinco sistemas de alimentación sobre la composición láctea: Programa Acad. *Ciencias de Cuba*, sp.
- Rabiee, A. R. 2002. Progesterone clearance rate in lactating dairy cow with two levels of dry matter and metabolizable energy intakes. *Animal Reproduction Science*.
- Rabiee A. R. 2000. Plasma, milk and faecal progesterone concentrations during the oestrous cycle of lactating dairy cow with different milk yields. *Animal Reproduction Science*, sp.
- Restrepo Osorio, M. A. 2012. Plan de exportación de productos lácteos.
- Roca, A. y L. Delaby. 2009. Efecto de la raza de vaca y del nivel de suplementación sobre la producción y calidad de leche en pastoreo. *Investigación agraria*, 391-398.
- Saborio, A. 2011. Factores que influyen el porcentaje de sólidos totales de la leche. *ECAG Informes*(56), 70-73.
- Schwendel, B. W. 2014. Invited Review: Organic and conventionally produced milk-An

- evaluation of influence factors on milk composition. *Journal of Dairy Science*.
- Silvestre, A., A. Martins, V. Santos, M. Ginja and J. Colaço. 2009. Lactation curves for milk, fat and protein in dairy cows: A full approach. *Livestock Science*, 122: 308-313.
- Singh, H., O. McCarthy and J. Lucey. 1997. Physico-chemical properties of milk. *Advanced Dairy Chemistry*, 3:469-518.
- Steven, M. and P. S. Anderson. 2015. Lactation and its Hormonal Control. En *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction* pp. 2055- 2105.
- Sutton, D. 1989. Altering milk composition by feeding. *J Dairy Science*, 72:801-814.
- Val-Arreola, D., E. Kebreab, J. Dijkstra and J. France. 2004. Study of the lactation curve in dairy cattle on farms in central Mexico. *Journal of dairy science*, 87: 3789-3799.
- Villoch, A. M. 1991. Influencia de diferentes condiciones de alimentacion sobre la produccion y composicion de leche. *Revista Salud Animal*, 48-55.