

# 14 ESTUDIO COMPOSICIONAL DE LA LECHE EN GANADO BON DE LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA



*Guillermo Onofre, Juan Felipe M-Rocha, Rodrigo Martínez S.*

## INTRODUCCIÓN

**E**La leche es un fluido biológico complejo sintetizado en las glándulas mamarias, compuesto en un 85% de agua, 4% de grasa, 3% de proteína, 5% de carbohidratos y en cantidades menores (0,7%) vitaminas, minerales y enzimas (Suaterna, 2007). La grasa se encuentra en emulsión; la caseína y las sales en suspensión y la lactosa en solución (Molina, 2007). El agua representa aproximadamente entre un 82% y un 82,5% de la leche, los sólidos totales alcanzan habitualmente la cifra de 12% hasta un 13% y los sólidos no grasos casi siempre están próximos al 9% (Agudelo y Bedoya, 2005).

La leche está compuesta por dos diferentes clases de proteína: la caseína (80%) y proteínas del suero (20%), cada una de ellas con características nutricionales particulares. Por su composición, ambas se consideran de alta calidad en comparación con las proteínas de origen vegetal, en términos de valor biológico y de eficiencia proteica. La grasa, que se encuentra en forma de glóbulos nativos de grasa en suspensión, en fase acuosa está compuesta principalmente por triacilgliceroles y algunos digliceroles (ácidos grasos de cadena corta que representan del 10 al 15% del total de la grasa), lípidos complejos (ácidos grasos saturados en un 60 – 70% e insaturados de 30 – 35%) y compuestos lipofílicos insaponificables (Suaterna, 2007).



Las diferencias encontradas en la producción y en el contenido de grasa, lactosa y proteína en la leche dependen de la raza, el estado de la lactancia y el número de lactancia de las vacas, y así mismo, están influidas por efectos medioambientales y de manejo. No obstante, la variación tanto en la producción como en la calidad composicional de la leche son, en parte, reflejo de rasgos heredados y diferencias relacionadas con el estado nutricional y fisiológico de los animales (Cabi, 1998).

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la calidad composicional de la leche de vacas BON ubicadas en la región de la Orinoquía colombiana.

## METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de la calidad composicional de la leche en una población de 20 hembras BON con un total de 27 lactancias. Los parámetros evaluados fueron: la producción de leche vaca día, el porcentaje de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos en la leche, los cuales fueron determinados a través del análisis de las muestras individuales de leche con el equipo Ekomilk®.

El trabajo fue realizado en el Centro de Investigación La Libertad, de Corpoica, localizado en Villavicencio (Meta) a 9° 6' de latitud norte y 73° 34' minutos de longitud oeste a una altura de 330 msnm, con una precipitación anual de 2800 mm, temperatura promedio de 26 °C, humedad relativa de 85% en la época lluviosa y 65% en la época seca; además, los suelos son de terraza alta y se caracterizan por ser oxisoles.

La fuente básica de información corresponde a los registros de producción y calidad de leche generados durante el periodo 2008 - 2010. Durante este tiempo, el grupo de animales fue manejado en pastoreo rotacional de praderas de *Brachiaria decumbens*, *dyctioneura* y *humidicola* principalmente, con suministro constante de sal mineralizada.

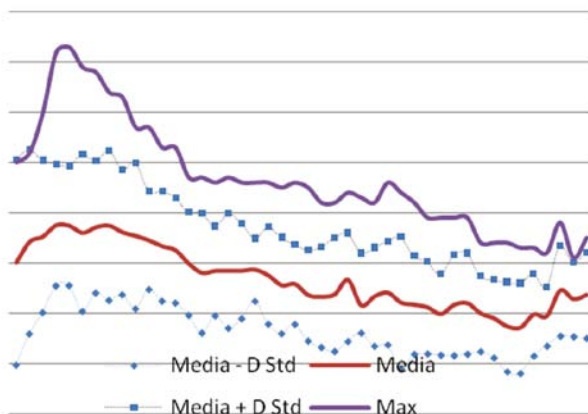
Los datos utilizados corresponden a los registros con información referente a la identificación del animal, padre y madre, fecha de nacimiento, sexo, edad, número de partos, peso de la leche cada 15 días (en un solo ordeño) y componentes de calidad de la leche.

Para la evaluación de los datos recolectados se utilizó un modelo general lineal, que incluyó el número de parto de la vaca y como covariable los días en lactancia. Se definieron diferencias significativas a nivel de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo un valor promedio de producción de 3,6 litros por vaca día, con un total por lactancia promedio de 829 litros de leche y con un valor máximo proyectado de 1.439 litros por lactancia corregida a 270 días.

En la curva de lactancia se puede apreciar un pico máximo a las 7 semanas con un valor de  $3,74 \pm 2,55$  litros; en este punto, las vacas más productivas presentaron un valor promedio de 7,4 litros.



**Gráfico 14.1.** Descripción de la tendencia de producción de leche en vacas de la raza BON en el Centro de Investigación La Libertad.

Los porcentajes de los componentes evaluados se muestran en la Tabla 14.1.

**Tabla 14.1.** Componentes de la leche en vacas BON en la región de la Orinoquía colombiana.

Componente (%)	Número de observaciones	Promedio	Error estándar
<b>Grasa</b>	1071	4,39	0,05
<b>Proteína</b>	1072	3,92	0,01
<b>Sólidos no grasos</b>	1072	9,69	0,02
<b>Sólidos totales</b>	1072	14,08	0,05
<b>Lactosa</b>	1072	5,04	0,02



Los porcentajes de grasa y proteína observados en el estudio fueron 4,39% y 3,92% respectivamente. Valores similares fueron encontrados por Quijano y Montoya (2000) en el hato de ganado BON, perteneciente al Centro de Investigación Paysandú de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín; los cuales hallaron una media ajustada de producción de grasa de 4,6% y proteína de 3,9% en vacas puras de la raza BON; mientras que para el cruce BON x Holstein y Holstein puro estos valores disminuyeron significativamente (tabla 14.2)

**Tabla 14.2.** Componentes de la leche en vacas BON, Holstein y su cruce en el Centro de Investigación Paysandú.

Grupo genético	Grasa (%)	Proteína (%)
Holstein	3,2	2,8
BON x Holstein	3,4	2,9
BON	4,6	3,9

Por otro lado, estudios realizados en vacas Guzerat, ganado criollo mexicano y los cruces de estos (Martínez *et al.*, 2010), mostraron que el grupo genético de la vaca no determinó la cantidad de energía disponible en la leche para la cría, por lo que no se detectaron diferencias entre grupos genéticos ( $p > 0,05$ ) para el porcentaje de grasa en leche, el cual varió de  $2,80 \pm 0,2\%$  para los animales Guzerat hasta  $3,09 \pm 0,2\%$  para el cruce de criollo x Guzerat.

Caso contrario ocurrió para los niveles de proteína, que fueron significativamente mayores ( $p < 0,05$ ) en ganado criollo mexicano y sus cruces con Guzerat ( $3,88 \pm 0,1\%$  y de  $3,72 \pm 0,1\%$  a  $3,83 \pm 0,1$ , respectivamente) comparado con el valor obtenido en animales Cebú puros ( $3,56 \pm 0,1\%$ ).

Valores superiores fueron obtenidos por Pirela *et al.* (2010) en ganado criollo Limonero, suplementado con alimento concentrado y harina de frutos de samán, para porcentajes de proteína ( $4,19 \pm 0,42 - 4,32 \pm 0,45$ ) y de grasa ( $4,76 \pm 0,57 - 4,85 \pm 0,40$ ). Sin embargo, el contenido de sólidos totales ( $13,75\% \pm 0,45 - 13,83\% \pm 0,64$ ), sólidos no grasos ( $8,97\% \pm 0,50 - 8,98\% \pm 0,32$ ) y lactosa ( $3,89\% \pm 0,55 - 4,04\% \pm 0,59$ ) fueron menores a los encontrados para vacas BON en el presente estudio, a pesar de que estas no recibieron ningún tipo de suplementación.

Estudios realizados en ganado doble propósito mestizo (*Bos taurus* x *Bos indicus*) ubicado en el estado de Aragua al norte de Venezuela (Drescher *et al.*,

2002), mostraron que vacas suplementadas con sal mineralizada obtenían porcentajes de grasa y sólidos totales levemente superiores (4,7% y 17,5%, respectivamente) a los encontrados en el grupo de animales no suplementados (4,56% y 17,3%), mientras que los valores de proteína fueron mayores en el grupo de animales que no recibieron suplemento mineral (4,72% vs. 4,22%). Estos valores superan a los encontrados en los animales BON evaluados en el presente trabajo, si bien es importante destacar que en este último estudio citado todas las vacas (con y sin suplementación mineral) recibieron 500 g de alimento comercial (con 10,2% de proteína cruda y 23,8% de fibra cruda); por otra parte, los niveles de producción fueron bajos (2,35 y 2,28 lt/vaca/día para vacas suplementadas y no suplementadas, respectivamente) comparados con lo obtenido en nuestro análisis.

Otros trabajos realizados en vacas doble propósito ubicadas en el estado de Zulia en el noroeste venezolano, muestran valores inferiores a los reportados en nuestro estudio para porcentajes de grasa (3,96 – 4,19%), proteína (3,00 – 3,11%), sólidos totales (12,26 – 12,70%), sólidos no grasos (8,16 – 8,39%) y lactosa (4,53 – 4,65%) tanto en vacas en pastoreo (*Panicum maximum*, *Leucaena leucocephala*) como las que recibieron suplementación con concentrado comercial (Razz y Clavero, 2006).

Es importante tener en cuenta que las diferencias encontradas en los valores reportados en otros estudios respecto a la composición de la leche no solo dependen de los grupos raciales utilizados, sino de las diferentes condiciones medioambientales que se le brindan a los animales (Ishler, V. A. y Adams, R. S.).



## Referencias

- Agudelo, D. A.; Bedoya, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista LASALLISTA de investigación. Vol. 2 – No. 1, pp. 38-42.
- CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International). (1998). Responses in the Yield of Milk Constituents to the Intake of Nutrients by Dairy Cows. CABI Publishing, pp. 46-47.
- Drescher, K.; Labrador, C.; Martínez, N. (2002). Producción y composición de la leche en vacas de doble propósito con suplementación mineral. Revista Científica Vol. XII-Suplemento 2, Octubre, 539-541.
- Martínez, G.; Palacios, J. A.; Bustamante, J. J.; Ríos, A.; Vega, V. E.; Montañón, M. (2010). Composición de leche de vacas Criollo, Guzerat y sus cruza F1 y su relación con el peso al destete de las crías. Rev Mex Cienc Pecu 1(4):311-324.
- Molina, J. C. (2007). Determinación de la calidad composicional de la leche. En: Buenas prácticas de producción primaria de leche. Facultad de Ciencias Agrarias, Udea.
- Pirela, M.; Perozo-Bravo, A.; Montero-Urdaneta, M.; Contreras-Mora, G.; Valbuena-Colmenares, E.; Zambrano-Nava, S. (2010). Producción y calidad de la leche de vacas Criollo Limonero, suplementadas con harina de frutos de samán (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 27: 607-625.
- Quijano, J.; Montoya, C. (2000). Comparación productiva de vacas Holstein y F1 BON x Holstein en el Centro Paysandú: producción y calidad de la leche. Revista Facultad Nacional de Agronomía [en línea]. Vol. 53, No. 2.
- Razz, R.; Clavero, T. (2007). Efecto de la suplementación con concentrado sobre la composición química de la leche en vacas doble propósito pastoreando *Panicum maximum* – *Leucaena leucocephala*. Revista científica, FCV-LUZ/ Vol. VII, No. 1: 53- 57.
- Suaterna, A. C. (2007). La leche de vaca: sus componentes nutricionales y su papel en la salud humana. En: Buenas prácticas de producción primaria de leche. Facultad de Ciencias Agrarias, Udea.



# GLOSARIO

- Adaptación:** en sentido evolutivo, cualquier rasgo heredable del fenotipo de un individuo que incrementa su probabilidad de supervivencia y reproducción en el medio ambiente en el que habita.
- Alelo:** cada una de las posibles formas alternativas de un gen dado, que difiere en su secuencia de DNA y afecta su función (a su producto, como RNA o proteína). Un organismo diploide tiene siempre dos alelos de cada gen, que pueden ser iguales (homocigosis) o diferentes (heterocigosis).
- Alelo dominante:** alelo que se manifiesta en el fenotipo incluso cuando está en heterocigosis frente a un alelo recesivo; así, si  $A$  es dominante sobre  $a$ ,  $AA$  y  $Aa$  manifiestan el mismo fenotipo.
- Alelo fijado:** alelo para el que son homocigóticos todos los miembros de la población en estudio, de manera que no existe ningún otro alelo para ese locus en dicha población.
- Alelo recesivo:** alelo cuyo efecto fenotípico no se manifiesta en el heterocigoto.
- Aminoácido:** es la unidad básica constituyente de las proteínas. Existen 20 aminoácidos esenciales distintos, componentes de todas las proteínas, cada uno de ellos codificado por un codón (por una tripleta de nucleótidos) según el código genético.
- Análisis de varianza:** metodología estadística que asigna la proporción de varianza de una población a diferentes causas y sus interacciones.
- Base nucleotídica:** base nitrogenada (púrica o pirimidínica) que forma parte de un nucleótido.
- Bioinformática:** sistemas de información computacional y métodos analíticos aplicados a problemas biológicos, como el análisis genómico.
- Biotecnología:** es el conjunto de procesos industriales que implican la utilización de sistemas biológicos. En muchos casos estos procesos implican el uso de organismos modificados por ingeniería genética.
- Carácter:** un atributo de los individuos de una especie para el que se pueden definir varias formas heredables distintas.
- Clon:** es un grupo de células o individuos genéticamente idénticos. Coloquialmente un individuo formado por algún proceso asexual, de modo que es genéticamente igual a la fuente de la que deriva. En biología molecular se llama *clonar* a la incorporación de un segmento de DNA (exógeno) en otra molécula de



DNA denominada *vector* que se introduce en una célula (o bacteria) y es capaz de replicarse y producir un número indefinido de copias.

**Codón:** es una tripleta de nucleótidos que codifica un aminoácido o una señal de terminación de la traducción.

**Cromosoma:** es una ordenación lineal de DNA y proteínas (*cromatina*), es decir, es una ordenación lineal de genes.

**Codominancia:** situación en la que un heterocigoto muestra por igual los efectos fenotípicos de ambos alelos.

**Coefficiente de consanguinidad:** probabilidad de homocigosis que resulta de que el cigoto reciba dos copias de un *mismo* alelo presente en un ancestro.

**Coefficiente de correlación:** medida estadística del grado de relación entre los distintos valores de dos variables.

**Coefficiente de regresión:** pendiente de la línea recta que relaciona más estrechamente dos variables correlacionadas.

**Consanguinidad:** unión entre parientes.

**DNA (Ácido desoxirribonucleico –ADN–):** es la molécula que lleva codificada la información genética. Está compuesto básicamente por cuatro moléculas diferentes llamadas *nucleótidos* iguales entre sí, a excepción de que cada uno contiene una base nitrogenada diferente ADENINA, CITOSINA, GUANINA Y TIMIDINA, por lo que a cada nucleótido se le denomina abreviadamente por el nombre de su base (A; C; G; T).

**Epigenéticos (cambios epigenéticos):** cambios en las propiedades (fenotipo) de una célula o un individuo que se heredan pero no representan cambios en la secuencia de DNA.

**Fenotipo:** es la forma observable de un determinado carácter o grupo de caracteres en un determinado individuo; es decir, es la manifestación detectable de un determinado genotipo. Los mismos genes a veces producen distintos fenotipos según en el ambiente en el que se expresen.

**Gen:** es la unidad de herencia física y funcional, portadora de información de una generación a la siguiente. Es un segmento de DNA que contiene los elementos necesarios para su función que es la producción de un RNA o una proteína (o polipéptido). Incluye regiones reguladoras en sus extremos así como las secuencias codificantes (exones) que determinan la secuencia de la proteína, secuencias no codificantes que se transcriben a RNA, pero no se traducen a proteínas y se denominan intrones. Ocupa un lugar específico en el genoma o en el cromosoma llamado *locus*.

**Genoma:** es el conjunto de material genético (DNA) de una célula, individuo o especie.

**Genotipo:** es la composición alélica específica de una célula o individuo para todos sus genes o, más comúnmente, para uno o pocos genes.

**Heredabilidad ( $h^2$ ):** es la proporción de la variación de un carácter multifactorial en una población que se debe a diferencias en el fenotipo. Solo es aplicable a población y no a individuos, y por tanto no es constante ni inmutable.

**Herencia mendeliana:** se dice que un carácter se hereda de modo mendeliano cuando su transmisión a la descendencia se ajusta a las leyes de Mendel. Son aquellos caracteres que normalmente están determinados por un solo gen (monogénicos).

**Heterocigoto:** individuo (o célula) que tiene dos alelos distintos (del mismo gen) en los cromosomas homólogos (en las especies diploides).

**Homocigoto:** individuo que presenta dos alelos iguales en las dos copias de los cromosomas homólogos.

**Locus (locus génico):** es el lugar específico en un cromosoma donde se localiza un gen.

**Mutación:** cualquier cambio en la secuencia de DNA (de un gen, generalmente).

**Nucleótido:** la unidad básica que compone los ácidos nucleicos (DNA y RNA). Cada uno está compuesto a su vez por una base nitrogenada (A; T; C; G), un azúcar y un grupo fosfato.

**PCR (Reacción en cadena de la polimerasa):** es una técnica para copiar una secuencia de DNA hasta obtener la cantidad deseada (normalmente una cantidad que permite su estudio y caracterización).

**Proteína:** son las moléculas que construyen las células e individuos. Están compuestas por una o más cadenas de polipéptidos, que a su vez están compuestas por una cadena lineal de aminoácidos. En general, un gen codifica un polipéptido o proteína (si esta está compuesta por un solo polipéptido).

**RNA: (Ácido ribonucleico –ARN–):** es un compuesto de nucleótidos, y por eso presenta algunas similitudes con el DNA, aunque: a) el azúcar de los nucleótidos es distinto (ribosa en lugar de desoxirribosa); b) las cuatro bases nitrogenadas son A, C, G y Uridina en vez de Timidina; c) su estructura es una cadena sencilla de nucleótidos y no una doble hélice. Hay esencialmente 3 tipos de RNA:

1. **RNA mensajero (mRNA):** que se produce a partir del DNA y contiene la información que ha de traducirse a proteínas. La secuencia de bases del mRNA determina la secuencia de aminoácidos de la proteína según el código genético, en que cada 3 nucleótidos (tripleta) codifica un único aminoácido (o determina dónde debe terminar la proteína).
2. **RNA ribosómico (rRNA):** son moléculas de RNA cuya función es combinarse con un grupo de proteínas específicas para formar los ribosomas, que es donde se realiza precisamente la síntesis de proteínas.
3. **RNA transferente (tRNA):** es un grupo de pequeñas moléculas de RNA, cada una con especificidad por su aminoácido concreto. Estas moléculas llevan los aminoácidos al ribosoma, donde se unen a la cadena proteica que se está sintetizando durante la traducción.

**Traducción:** es la síntesis de un polipéptido o proteína a partir de una molécula de RNA.

**Transcripción:** consiste en la síntesis de una molécula de RNA a partir de una molécula de DNA.