

## Densidad láctea en dos rutas de recolección de leche destinada a la Planta Pasteurizadora Camagüey

Noemí Fernández Pérez, Gisell Bebert Dorta, Edith Pérez Acosta, Teresa González Compte y Luis M. Navarro Cardoso

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba

noemi.fernandez@reduc.edu.cu

### RESUMEN

Se evaluaron los valores de densidad láctea en dos rutas de recolección de leche (ruta 6 y Purialito) destinadas a la Planta Pasteurizadora Camagüey, Cuba. El estudio abarcó el trimestre marzo-abril-mayo de 2013. Se evaluaron 179 muestras de leche y se creó una base de datos con sus valores de densidad. Con el programa SPSS versión 15.0 se realizó análisis estadístico descriptivo para la densidad. Con el análisis de varianza simple a través de un modelo lineal general se midió el efecto de la ruta y el mes, y de sus interacciones sobre el peso de la leche. Se realizó prueba de comparaciones múltiples (Tuckey) para confrontar las diferencias de densidad entre los meses. La ruta y el mes influyeron significativamente sobre la densidad de la leche ( $P \leq 0,05$ ) al igual que la interacción ruta-mes ( $P \leq 0,05$ ). Los valores medios y los rangos de la densidad láctea están dentro de los límites normales, aunque en mayo descendió hasta  $1,027 \text{ g/cm}^3$ . La prueba de comparación múltiple (Tuckey) muestra niveles de significación ( $P \leq 0,001$ ) entre los meses de marzo y abril y entre marzo y mayo ( $P \leq 0,05$ ), abril y mayo no difieren estadísticamente. La mejor ruta en relación con la densidad láctea resultó ser Purialito.

**Palabras clave:** *calidad láctea, densidad, mes, ruta*

### INTRODUCCIÓN

La leche de calidad reúne determinadas características (Sedesol, 2007), que pueden ser la densidad, el índice crioscópico, el índice de refracción, la acidez titulable, la materia grasa, los sólidos no grasos, el número de leucocitos, los microorganismos patógenos, la presencia de sustancias inhibitorias, entre otros. En lo que respecta a la densidad, su valor ocurre por la presencia de los varios componentes de la leche diluidos o no, en el agua que constituye la leche, los cuales presentan densidades variables. De estos, la grasa es la única sustancia que presenta densidad casi igual a la del agua. Los demás componentes de la leche están por encima de 1, lo que indica que valores debajo de este nivel puede significar adición de agua, o sea, dilución de la leche. Al contrario, si se obtienen valores superiores del parámetro normal, indica probablemente leche con muy baja concentración de grasa o leche desengrasada, lo cual es un fraude (Brito, 1995 y Hardin, 1995 citados por González, Molina y Coca, 2010).

Las necesidades de la industria y de todo el sector lechero, están basadas en la exigencia de ofrecer a los consumidores productos lácteos confiables y sanos (Ferraro, 2012). Por esta razón, las investigaciones y la industria han venido proponiendo a lo largo del tiempo diferentes metodologías para medir y evaluar la calidad de la leche,

buscando siempre las más precisas (Cottrino, 2008). A través de la prueba de densidad se puede estimar la posibilidad de adición de agua y el nivel de sólidos de una muestra (Sagaró, 2006).

El objetivo fue evaluar la densidad láctea y el efecto del mes, en dos rutas de recolección de leche destinada a la Planta Pasteurizadora Camagüey.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Planta Pasteurizadora Camagüey, ubicada en el municipio cabecera de la provincia. El estudio abarcó un período de tres meses, de marzo a mayo de 2013, coincidiendo con el final del período seco e inicio de la primavera. Se tomaron muestras diarias de la leche proveniente de dos rutas de recolección, a su llegada a la planta. La determinación de la densidad se realizó por el método de volumen de un peso fijo mediante el lactodensímetro de Quevenne, en el laboratorio enclavado en la planta.

Se evaluó la densidad en 179 muestras de leche, conformándose la base de datos con los valores obtenidos. Se estudiaron como fuentes de variación la ruta y el mes. Se empleó análisis estadístico descriptivo para la densidad, mediante el programa SPSS (2006) versión 15.0; así como análisis de varianza simple a través de un modelo lineal general para medir el efecto de la ruta y el mes y su interacción, sobre el peso de la leche. Se

realizó prueba de comparaciones múltiples (Tuckey) para confrontar las diferencias de densidad entre los meses.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Determinación de la densidad de la leche por ruta y mes*

Dentro de las propiedades físicas de la leche, la densidad tiene singular importancia por la relación directa con su calidad y sobre todo por ser uno de los parámetros que se miden para el pago de la leche cruda y varía entre los valores dados según sea la composición de la leche, pues depende de la combinación de densidades de sus componentes, que son los siguientes: agua: 1,000 g/cm<sup>3</sup>; grasa: 0,931 g/cm<sup>3</sup>; proteínas: 1,346 g/cm<sup>3</sup>; lactosa: 1,666 g/cm<sup>3</sup> y minerales: 5,500 g/cm<sup>3</sup>.

En las Tablas 1; 2 y 3 se describen los estadígrafos básicos de densidad láctea en general, por ruta y mes, respectivamente. La prueba lactométrica de las muestras analizadas evidencia que los valores de densidad en conjunto, promedian 1,0293 g/cm<sup>3</sup>. En el caso de los valores por ruta, en la ruta 6 la densidad alcanza 1,0291 g/cm<sup>3</sup> como promedio, mientras que en la de Purialito fue 1,0294 g/cm<sup>3</sup>.

Por otra parte, los valores medios de densidad obtenidos por mes, revelaron un peso de la leche de 1,0295 g/cm<sup>3</sup>; 1,0291 g/cm<sup>3</sup> y 1,0292 g/cm<sup>3</sup>, para marzo, abril y mayo, respectivamente.

En relación con la densidad o peso específico de la leche cruda, existen criterios muy diversos respecto al valor normal. Cabrera *et al.* (1987) refirieron que en la práctica (leche de mezcla) es muy raro que la densidad o peso específico de la leche de vaca descienda de 1,029 g/cm<sup>3</sup> y supere los 1,034 g/cm<sup>3</sup>, con media de 1,032 g/cm<sup>3</sup>. Por su parte, Sagaró (2006) señaló que este parámetro varía entre 1,029 g/cm<sup>3</sup> y 1,032 g/cm<sup>3</sup> (el más frecuente es 1,030 g/cm<sup>3</sup>) y Abeledo *et al.* (2007) significaron también que el valor de densidad láctea no debe descender de 1,029 g/cm<sup>3</sup>, considerándolo como mínimo.

En Cuba, el Ministerio de Finanzas y Precios instituyó un rango para el pago de la leche en relación a la densidad entre 1,029 y 1,033 g/cm<sup>3</sup> (NC 448, 2006); mientras que en Venezuela, la Norma Covenin 903 (1993) estableció los requisitos físico-químicos de la leche cruda, acotando la densidad entre 1,028 g/cm<sup>3</sup> y 1,033 g/cm<sup>3</sup> a 15 °C

como valores mínimos y máximos, respectivamente. Por su parte en Chile, la Norma Chilena 1672 (1998) establece que la densidad de la leche debe oscilar entre 1,028 y 1,034 g/ml a 20 °C.

Los resultados obtenidos en general concuerdan con las medias de densidad láctea reportados en la literatura, aunque los valores mínimos descendieron en el mes de mayo hasta 1,027 g/cm<sup>3</sup>, valores bajos respecto a las regulaciones vigentes en Cuba, pero considerados como normales según criterios de Cabrera *et al.* (1987), quienes definen entre 1,027-1,034 g/cm<sup>3</sup> los límites de la densidad de la leche vacuna. También Brito (1995) y Hardin (1995) citados por González *et al.* (2010), confirman como normal la densidad láctea comprendida entre 1,027 g/cm<sup>3</sup> y 1,033 g/cm<sup>3</sup>. Sin embargo, los valores máximos obtenidos en la investigación se encuentran algo alejados de los límites superiores referidos, pues no excedieron los 1,030 g/cm<sup>3</sup> de densidad en ningún mes.

Los bajos valores de densidad podrían estar asociados a factores ambientales que, según De Lima *et al.* (2001), influyen directamente en el nivel de consumo de los animales, originando variaciones significativas en la producción de leche y en la composición.

Otra causa del descenso de la densidad, puede estar dada por las diferencias en el manejo entre vaquerías, en correspondencia con el criterio de Bennett (2012). Este autor señaló que los datos de calidad de leche pueden comportarse en forma inusual; por ejemplo, presentar variaciones extremas resultantes de las condiciones y prácticas específicas de cada predio. Así, diversos estudios en fincas lecheras han demostrado variaciones respecto al promedio de densidad de la leche. Páez *et al.* (2002), al determinar las características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela, reportaron valores de densidad fuera de los límites establecidos, relacionándose a los mayores valores en el contenido de grasa y la ausencia de frío. Mientras que Hernández y Ponce (2005) hallaron promedios de densidad de la leche de 1,0295; 1,030 y 1,029 g/cm<sup>3</sup>, al evaluar este indicador en diferentes grupos de vacas lecheras.

### *Efectos de la ruta y el mes sobre la densidad de la leche*

En la Tabla 4, el análisis de varianza muestra que el efecto de la ruta resultó altamente significativo ( $P \leq 0,05$ ) sobre la densidad de la leche.

Este resultado se debe posiblemente, a que cada ruta recoge la leche de un grupo de fincas preestablecidas, en las que diversos factores inciden sobre los parámetros de calidad. En este sentido, la industria láctea destaca la importancia de un manejo adecuado de los rebaños; se han señalado variaciones de composición láctea debidas a factores humanos que influyen en el manejo y la producción.

En una evaluación de los parámetros físico-químicos de la leche cruda en dos grupos de fincas del municipio Pedraza, estado Barinas, Venezuela, Dulcieri, Guzmán y Zaldívar (2013) obtuvieron diferencias altamente significativas ( $P < 0,001$ ) con respecto a la densidad, grasa, proteína y crioscopia; ello indica que a pesar de poseer condiciones zootécnicas similares, existen diferencias importantes al comparar estos parámetros entre las fincas evaluadas.

La disminución de la densidad es un reflejo directo de la insuficiencia que presentan los componentes lácteos, sobre todo la proteína y los sólidos no grasos, los cuales pueden alterarse fundamentalmente por factores de manejo y alimentación dentro de las explotaciones lecheras (Hernández y Ponce, 2003); pero también la densidad puede variar por adulteraciones como la adición de agua, de grasas extrañas, desnatado, adición de conservantes sólidos, y sustancias solubles (azúcares, sales), como ha expresado Hernández (2003). Ambas situaciones llevan implícita la actividad del hombre.

En el ámbito mundial, las reglas del mercado exigen poner especial énfasis en el manejo predial de la calidad de leche. No debe olvidarse que a pesar de los avances técnicos en el procesamiento industrial, la calidad de la leche se determina en cada predio (Bennett, 2012). Si durante la manipulación y transporte no sobrevienen dificultades, la calidad de la leche debe permanecer inalterable desde su obtención hasta la planta.

El efecto del mes reflejó igualmente significación ( $P \leq 0,05$ ) para la densidad de la leche. Este resultado, coincide plenamente con los obtenidos en Cuba en estudios similares. Capdevilla *et al.* (2001) encontraron diferencias significativas en la época del año y el mes sobre la grasa, densidad, sólidos no grasos, sólidos totales y la acidez; Hernández y Ponce (2002) determinaron un efecto significativo de la época del año ( $P \leq 0,01$ ), con mejor comportamiento de los componentes de la

leche en los meses de julio y agosto; mientras que Hernández (2005) demostró que la época del año tiene un efecto directo sobre la producción y composición de la leche, al estudiar varios genotipos bajo régimen de silvopastoreo.

Sin embargo, Dulcieri *et al.* (2013) al evaluar los parámetros físico-químicos de la leche cruda, no encontraron variabilidad estadística en la densidad láctea respecto a los meses de estudio, lo que no coincide con los resultados obtenidos en la investigación.

Se ha expresado reiteradamente la relación de la época del año y la alimentación de las vacas lecheras, sobre los componentes lácteos y la densidad, así en Cuba, se comprobó experimentalmente que el déficit de nutrientes en la dieta, induce la presentación de ciertos trastornos metabólicos y las alteraciones en la composición y características físico-químicas de la leche, señalándose, el descenso de los valores de la densidad de la leche cuando se redujo la proteína en la dieta (Hernández y Ponce, 2005), lo cual ocurre frecuentemente en la época de menores precipitaciones, afectándose directamente la producción de pasturas y su aprovechamiento por el animal.

La interacción ruta-mes resultó significativa ( $P \leq 0,01$ ) para la densidad de la leche. Algunos autores han señalado el efecto que sobre las propiedades físico-químicas de la leche, tienen estos factores. En este sentido García (1999) al estudiar el efecto de la época y área de procedencia, sobre las características físico-químicas y la composición de la leche cruda pasteurizada en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela, reportó que la época del año tiene un marcado efecto sobre la composición de la leche cruda, siendo todos estos valores afectados de manera altamente significativa ( $P < 0,001$ ).

Los efectos de la época del año, así como de diferentes sistemas y tipos de alimentación, raza, factores fisiológicos y otros, sobre la composición láctea, se manifiestan en el deterioro de la salud de la vaca lechera y su repercusión en la proporción de sólidos en la leche, dado fundamentalmente por el desbalance de energía/proteína en la ración (Wittwer, 2000 citado por Hernández y Ponce, 2005). Estas alteraciones en la disminución de la densidad, se reportan muchas veces asociados al síndrome de leche anormal (SILA) (Ponce y Hernández, 2001; Hernández y Ponce, 2003), donde la nutrición, el potencial genético, la

salud y la productividad de los rebaños están estrechamente asociadas.

En relación con las variaciones de la calidad de la leche, se ha enfatizado en que la época del año influye en los valores de todos los indicadores lácteos y se fundamenta, según Capdevila *et al.* (2001), en que los mejores comportamientos se experimentan durante el periodo lluvioso, propiciado por la mayor disponibilidad de pasto y el incremento en cantidad y calidad de la dieta (Hahn, 1996; Ponce, 1998 y Villoch, 2002).

Sin embargo, la diferencia entre medias reveló que el mes de marzo fue el de mejor comportamiento y no mayo como era de esperar, ya que aunque este mes coincide con el inicio de la época de lluvia, es incipiente el rebrote de los pastos, y aún no se satisfacen plenamente los requerimientos nutricionales de las vacas lecheras en producción.

## CONCLUSIONES

Los valores medios y los rangos de la densidad láctea están dentro de los límites normales. La ruta y el mes influyeron significativamente sobre la densidad de la leche ( $P \leq 0,05$ ), que manifestaron una interacción significativa ( $P \leq 0,05$ ).

## REFERENCIAS

- ABELED, Ma. A.; AGÜERO, F.; ÁLVAREZ, A. y JOSÉ, L. (2007). *Manual de lechería. Una mirada a la cadena productiva*. VI Congreso Internacional de Ciencias Veterinarias. Segundo Seminario Internacional de Salud Animal.
- BENNETT, R. (2012). *Incentivos para mejorar la calidad de la leche*. Extraído el 22 de mayo de 2013, desde <http://www.cnr.berkeley.edu/ucce50/agro-laboral/7dairy/7leche05.htm>.
- CABRERA, G. A.; LAMAZARES, A. J.; PERAZA, H. J.; RAMÍREZ, R. J. y LÓPEZ, T. M. (1987). *Manual de higiene de los alimentos: leche y derivados*. La Habana, Cuba: MES.
- CAPDEVILA, J.; ZALDÍVAR V.; PONCE, P. y MARTÍNEZ, I. (2001). Caracterización fisicoquímica de la leche de búfala proveniente de mezclas en cuba. Efecto del mes y la época del año. VI World Búfalo Congress, Maracaibo, Venezuela.
- COTRINO, B. V. (2008). *La calidad de la leche cruda y el Tratado de Libre Comercio*. Extraído el 9 de abril de 2013, desde <http://lmvlt.com/cms/index.php?section=31>.
- COVENIN (1993). *Leche cruda*. Norma COVENIN 903. Caracas, Venezuela: Comisión Venezolana de Normas Industriales, Ministerio de Fomento.
- DE LIMA, H.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M.; MEDINA, C.; SCHRRAM, R. y STUMP, W. (2001). *Variação da composição do leite nos meses do ano sobre qualidade do leite*. *Arc. Latinoam. Prod. Animal*, 9 (1).
- DULCIERI, C.; GUZMÁN, E. y ZALDÍVAR, N. (2013). *Parámetros físico-químicos de leche cruda*. *Rev. prod. anim.*, 25 (1).
- FERRARO, D. (2012). *Concepto de calidad de leche. Su importancia para la calidad del producto final y para la salud del consumidor*. Extraído el 5 de febrero de 2013, desde [http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/calidad\\_de\\_leche.htm.pdf](http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/calidad_de_leche.htm.pdf).
- GARCÍA, M. (1999). Efecto de la época y área de procedencia sobre las características físico-químicas y de composición de la leche cruda, pasteurizada en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela. *Gaceta de Ciencias Veterinarias*, 5 (2), 5-22.
- GONZÁLEZ, G.; MOLINA, B. y COCA, R. (2010). *Calidad de la leche cruda*. Extraído el 12 de marzo de 2013, desde [www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106.html](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106.html).
- HAHN, G. (1996). *Pathogenic Bacteria in Raw Milk. Situation and Significance*. IDF Symposium Bacteriological Quality of Raw Milk, 13 al 15 marzo.
- HERNÁNDEZ, R. (2003). *Caracterización, diagnóstico y corrección de alteraciones en las características físico-químicas de la leche*. Tesis de doctorado en Ciencias Veterinarias, Universidad Agraria de la Habana (UNAH), Cuba.
- HERNÁNDEZ, R. (2005). Efecto de la época del año sobre el comportamiento de la producción y la composición de la leche en tres genotipos bajo silvopastoreo. Departamento de lactación, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA).
- HERNÁNDEZ, R. y PONCE, P. (2002). Composición actual de la leche en Cuba. *Revista de Salud Animal*; 24 (3), 111-114.
- HERNÁNDEZ, R. y PONCE, P. (2003). Caracterización de la composición láctea en Cuba y factores asociados a su variación. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 4 (11). Extraído el 20 de abril de 2013, desde <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111103.html>.
- HERNÁNDEZ, R. y PONCE, P. (2005). Efecto de tres tipos de dieta sobre la aparición de trastornos metabólicos y su relación con alteraciones en la composición de la leche en vacas Holstein Friesian. *Zootecnia Tropical* 23 (3), 295-310.
- NC 448 (2006). *Norma Cubana: leche cruda. Especificaciones de calidad*. La Habana, Cuba: Ministerio de la Alimentación.
- NORMA CHILENA (1998). *Leche. Determinación de la densidad*.

- PÁEZ, L.; LÓPEZ, N.; SALAS, K. *et al.* (2002). *Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela*. Extraído el 11 de marzo de 2013, desde [http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798](http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798).
- PONCE, P. (1998). Producción y calidad de la leche: Aspectos técnicos y prácticos para técnicos y productores del trópico americano. La Habana, Cuba: CENLAC-CENSA.
- PONCE, P. (2002). Una condición para la eficiencia: calidad de la leche cruda. La Habana, Cuba: CENSA-ACPA.
- PONCE, P. y HERNÁNDEZ, R. (2001). Propiedades físico-químicas do leite e sua associacao com transtornos metabólicos e alteracoes na glandula mamária. En *Uso do leite para monitorar a nutricao e o metabolismo de vacas leiteiras*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SAGARÓ, F. (2006). *Calidad de la leche y su repercusión económica en las UBPC de un municipio de Santiago de Cuba*. Extraído el 15 de septiembre de 2012, desde <http://www.monografias.com/trabajos44/calidad-leche/calidad-leche2.shtml>.
- SEDESOL, M. (2007). *Manual de normas de control de calidad de leche cruda*. Liconsa: Dirección de producción.
- SPSS (2006). Versión 15.0. Programa estadístico.
- VILLOCH, A. (2002). Aplicación de los conceptos de calidad. Aseguramiento de la calidad; *ACPA*, 13-14.

Recibido: 20-5-2014

Aceptado: 1-6-2014

**Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la densidad (g/cm<sup>3</sup>) de la leche en general**

Variable	N	Media	Desv.típica
Densidad	179	1,0293	,0006519
Error Típ.		,0000487	

**Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la densidad (g/cm<sup>3</sup>) de la leche por ruta**

Ruta	Densidad		
	N	Media	Desv.típica
Ruta 6	91	1,02915	,0007403
Purialito	88	1,02944	,0005221

**Tabla 3. Estadísticos descriptivos de la densidad (g/cm<sup>3</sup>) de la leche por mes**

Mes	Densidad		
	N	Media	Desv.típica
marzo	61	1,02956	,0005039
abril	60	1,02910	,0006023
mayo	58	1,02924	,0007507

**Tabla 4. Análisis de varianza. Variable dependiente: densidad**

Fuente	gl	Media cuadrática	Significación
Modelo corregido	5	3,02E-006	,000
Intersección	1	189,465	,000
Ruta	1	4,08E-006	,001
Mes	2	3,49E-006	,000
Ruta x mes	2	2,15E-006	,003
Error	173	3,50E-006	
Total	179		
Total corregida	178		

$R^2 = ,200$  ( $R^2$  corregida = ,176)