

Artículo reseña

## COMPOSICIÓN LÁCTEA Y SUS INTERRELACIONES: EXPRESIÓN GENÉTICA, NUTRICIONAL, FISIOLÓGICA Y METABÓLICA DE LA LACTACIÓN EN LAS CONDICIONES DEL TRÓPICO

Pastor Ponce

*Centro de Ensayos para el Control de la Calidad de la Leche y Derivados Lácteos (CENLAC), Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), La Habana, Cuba. Tel. 53-47-863145, fax, 53-47-861104,*

**RESUMEN:** El análisis del desempeño productivo del ganado tipo Holstein en las condiciones del trópico indica generalmente, una mayor producción lechera que los cruces y las razas autóctonas, sin embargo los rendimientos en caseína y sólidos de estos últimos, son en muchos casos, superiores. Los cálculos de sólidos por hectárea y vacas totales, son aun más favorables a estos. Las curvas de lactancia en los componentes lácteos y en minerales, así como las relaciones entre ellos, indican diferencias entre genotipos y también pueden utilizarse para interpretar el estado fisiológico de la lactación. La combinación de pequeñas diferencias porcentuales de los componentes lácteos en relación a los valores de referencia para la raza/región y características físico-químicas de la leche (valores anormales de acidez titulable, pH, peso específico, estabilidad térmica, prueba del alcohol, etc), pueden ser de gran utilidad para identificar un cuadro de Síndrome de Leche Anormal (SILA). La disminución del impacto desfavorable que tienen dichas alteraciones sobre los procesos industriales, y sobre la calidad final de los productos se convierte en una necesidad para el sector lechero, en un periodo de profundos cambios tecnológicos en la industria láctea en América Latina y el Caribe. El trabajo resume las experiencias desde el punto de vista experimental y práctico, obtenidas por el autor y el grupo de investigaciones del CENLAC/CENSA en los últimos 30 años, aporta nuevos elementos sobre el tema y describe los últimos estudios que se están llevando a cabo actualmente.

*(Palabras clave: leche; características físico-químicas; alteraciones)*

---

### MILK COMPOSITION AND ITS RELATIONSHIP: GENETIC, NUTRITIONAL, PHYSIOLOGICAL AND METABOLIC EXPRESSION OF THE LACTATION UNDER TROPICAL CONDITIONS

**ABSTRACT:** Milk is product of quick diagnostic. It is widely used by the technical service and own producers. The productive behaviour analysis of the breed Holstein under the tropic conditions generally indicates a higher dairy production than native crossbreeds and breeds. However, in many cases, casein and solid yields are superior in these last years. Solid calculations per hectares and total cows are even more favourable. Lactation curves in dairy components and minerals, as well the relationships between them, indicate differences among genotypes and can be used for the interpretation of lactation physiological stage. The combination of little percentage differences of the dairy components in relation to the reference values for breed/region and the physico-chemical characteristics of the milk (abnormal values in titrable acidity, pH, specific weight, thermal stability, alcohol test, etc) can be useful for identifying an Abnormal Milk Syndrome (SILA) picture. The control of the unfavourable impact of such alterations on the industrial processes and on the final quality of the products is a need for the dairy sector in a period of strong technological changes in the dairy industry in Latin-American and the Caribbean. This paper summarizes the experiences from the experimental and practical point of view obtained by the author and CENLAC/CENSA staff in the last 30 years, and brings new elements about the topic.

*(Key words: milk; physico-chemical characteristics; alterations)*

---

## INTRODUCCIÓN

La amplia variabilidad climática, condiciones de manejo y alimentación, razas y genotipos, factores de tipo socio-económicos e incluso humano, hacen que el trópico se caracterice por la falta de homogeneidad en el comportamiento bioproductivo de la vaca lechera general (1,4). En cuanto a los componentes mayores de la leche, minerales y las interrelaciones entre ellos, la carencia de estudios representativos para estos países o regiones geográficas, hacen que en ocasiones se asuman como propios, los indicadores reportados para otras condiciones, asumiendo que existe poca variabilidad, excepto para la grasa (1, 3, 4). También ha sido planteado el uso de la composición láctea como una herramienta diagnóstica para determinar diferentes trastornos de tipo metabólico (5, 6, 7), y las normales variaciones genéticas, fisiológicas y de la alimentación (4, 8, 9). A los efectos del manejo de los rebaños lecheros es importante distinguir entre estas últimas y las primeras, ya que estas llevan implícito medidas para su corrección. El Síndrome de Leche Anormal (SILA), fue nombrado y caracterizado por Ponce *et al.* (10,11), como un ejemplo concreto de esta herramienta en la evaluación de alteraciones que implican tanto los aspectos biológicos como tecnológicos de la leche. El estudio resume e integra diferentes resultados obtenidos en el campo de la calidad de la leche en las condiciones de Cuba, con énfasis en las características físico-químicas, enfocando el análisis a los diferentes usos que tienen dichos indicadores en el campo de la lactación de la vaca lechera y sus alteraciones.

### I. Aspectos metodológicos

El estudio abarca 3 bloques experimentales: El primero resume los resultados en la caracterización de la composición de la leche en las razas y cruces que conforman el programa genético cubano y su evolución en los últimos 30 años, incluyendo los aspectos relativos a la influencia de la alimentación. Los datos son representativos de 400 mil muestras de le-

che de vacas individuales y 37 mil muestras provenientes de mezclas. Los análisis incluyen la composición en grasa, proteína bruta, caseína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos, básicamente por método infrarrojo mediante un equipo Milko Scan 104 (Foss Electric A/S), así como el análisis mineral por adsorción atómica (Espectrofotómetro PU9100X) para calcio, Fósforo y Magnesio y espectrofotometría de llama, (FLM-2, Radiometer) para Sodio y Potasio. El segundo bloque incluye un resumen de los estudios de las relaciones entre los componentes lácteos y la producción lechera, así como las curvas de lactancia como expresión fisiológica de los diferentes estados de la lactación. Para ello se utilizaron los datos provenientes de vacas individuales señalados en el primer bloque en cuanto a los componentes mayores de la leche, y se adicionan los estudios de la composición mineral (Ca, Mg, P, Na, K). En el tercer bloque se incluyen los datos de tres experimentos relacionados con el uso de las características físico-químicas de la leche como expresión de alteraciones de la lactación y se describe el Síndrome de Leche Anormal (SILA), y su replicación experimental, en asociación con las propiedades de la leche para su procesamiento.

### II. Expresión bioproductiva de la composición láctea.

En todos los estudios realizados en Cuba, el ganado Holstein mostró los mejores rendimientos en leche pero el menor contenido de sólidos, mientras el Cebú y los cruzamientos de este con Holstein, presentan un comportamiento inverso (Tabla 1). En términos de composición porcentual en proteína y sólidos totales, las diferencias son significativas, no así en el rendimiento total. Sin embargo cuando el cálculo se realiza considerando los rendimientos por hectárea y por vacas totales, entonces estas se amplían considerablemente, (pastos tropicales y ausencia o mínimo de suplementos), ya que el tipo Siboney de Cuba sobrepasa al Holstein en más de 500 kg de leche (1).

**TABLA 1.** Producción de leche, proteína y sólidos de tres genotipos en el trópico./ Milk production, milk protein and total solids in three genotipics in the tropico

| Indicador                     | Holstein            | Siboney de Cuba    | Cebú               |
|-------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Leche, kg/lactancia           | 3,572 <sup>a</sup>  | 3,298 <sup>b</sup> | 1,050 <sup>c</sup> |
| Proteína, g%                  | 3,00 <sup>a</sup>   | 3,42 <sup>b</sup>  | 3,83 <sup>c</sup>  |
| Proteína, kg/lactancia        | 107,6 <sup>a</sup>  | 112,8 <sup>a</sup> | 40,22 <sup>b</sup> |
| Sólidos Totales, g%           | 11,58 <sup>a</sup>  | 12,75 <sup>b</sup> | 13,82 <sup>c</sup> |
| Sólidos Totales, Kg/lactancia | 413,64 <sup>a</sup> | 420,5 <sup>a</sup> | 145,1 <sup>b</sup> |

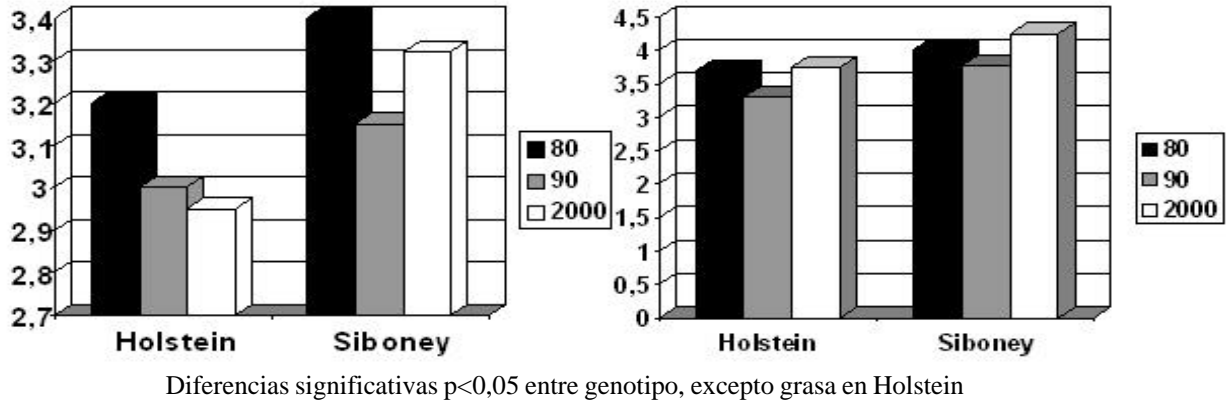
Letras diferentes p<0,05 en filas

La falta de condiciones de manejo, alimentación y efectos directos del clima, en relación a las elevadas exigencias fisiológicas de la lactación, explican la afectación en los indicadores bioproductivos, con énfasis en la producción, composición y la reproducción (12,13,14). Resultados similares han sido reportados en las condiciones del estado de Veracruz en el sur de México (3), indicando que los rendimientos en kg de caseína en el cruce Holstein/Cebú fueron superiores al obtenido en Holstein, pese a diferencias de más de 1 000 kg por lactancia, a favor del segundo.

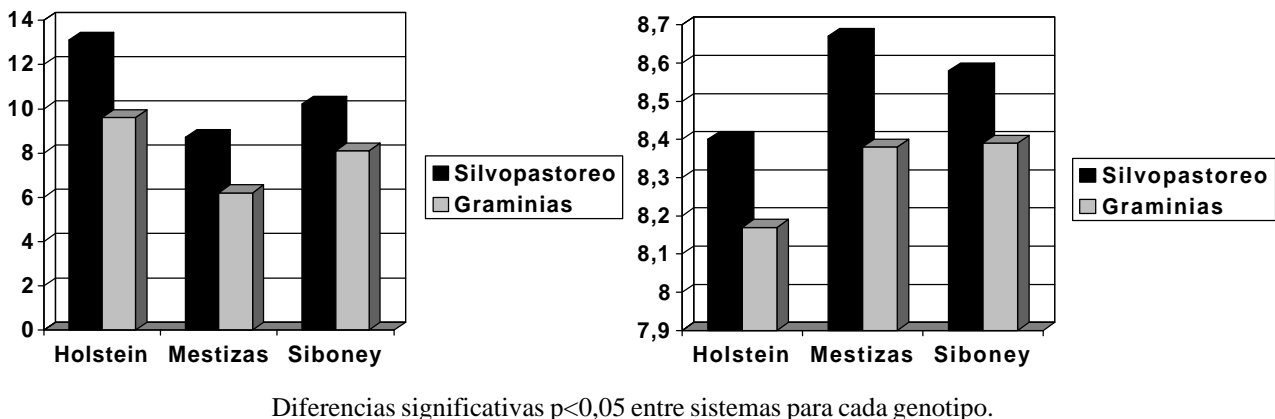
El contenido de proteína bruta ha disminuido de forma significativa en el ganado Holstein en las últimas tres décadas, mientras en el tipo Siboney de Cuba, se produjo una reducción significativa en los años 80, pero se recuperó posteriormente y se

incrementó en la grasa (Fig. 1), lo que es expresión del paso de los sistemas de explotación básicamente a pastoreo sin suplementación.

Los estudios de tres genotipos lecheros: Holstein, mestizos Holstein y Siboney de Cuba fueron comparados en un sistema solo sobre gramíneas, básicamente pasto estrella y un sistema silvopastoril con una leguminosa arbustiva (*leucaena leucocephala*), observándose una mejor respuesta productiva y en composición para los tres genotipos en el sistema silvopastoril (Fig. 2). Se encontró un mayor balance en el aporte de proteína y energía y la disponibilidad de alimentos en este sistema silvopastoril que solo con gramíneas, al menos cuando no se utiliza una fuente de suplementos protéicos y energéticos.



**FIGURA 1.** Evolución de la composición láctea en Cuba en los últimos 30 años (Izquierda % proteína y derecha % grasa)./ *Milk composition evolution in Cuba in the last 3 years (Left % protein and right % fat).*



**FIGURA 2.** Producción de leche (Kg/día, izquierda) y sólidos no grasos (% , derecha) en dos sistemas de alimentación./ *Milk production (Kg/day, left) and solids non fat (% , right) in two nutrition systems.*

Es interesante notar que bajo estas condiciones, la raza Siboney de Cuba presentó una respuesta superior al Holstein en la composición en sólidos no grasos, aunque ligeramente menor en leche. Amplios reportes sobre el tema se han desarrollado en el INTA de Argentina (2,8,15), aunque las condiciones difieren al trópico.

### III. Composición láctea como expresión fisiológica de la lactación.

La concepción mas generalizada es que la leche se incrementa hasta alcanzar un pico entre los 30-85 días, disminuyendo posteriormente hasta el momento de secado de la vaca, la grasa y proteína se elevan en los primeros días después del parto, disminuyen en proporción al pico y después se incrementan hasta el final de la lactancia, mientras la lactosa y los minerales muestran poca variación. Sin embargo, los resultados obtenidos por el autor, no siempre se ajustan a dicho patrón (1,16). En la Tabla 2 se muestra un resumen de un amplio estudio sobre las curvas de lactancia de diferentes genotipos en las condiciones tropicales. El acortamiento en el tiempo en que se alcanza el pico de lactancia para la producción de leche en el Holstein son una clara indicación de dos elementos fundamentales; o bien la vaca arribó al parto en una mala condición corporal o el balance y calidad de los alimentos no se ajustan al potencial productivo

del animal. Cuando ambos factores se unen entonces prácticamente no se observa el pico (dentro de los primeros 7-10 días) y la disminución posterior es lineal, lo que indica que el animal puede secarse rápidamente. Sin embargo, este mismo comportamiento puede ser normal en una vaca Cebú, o Criolla, e incluso en algunos cruzamientos, con la diferencia que los volúmenes iniciales se mantienen mucho más estables durante la lactancia (mayor persistencia).

Con relación a los componentes mayores (grasa y proteína), el patrón de variación en animales especializados en inverso a la producción de leche, pero estas fueron menos pronunciadas en Siboney de Cuba y menores aun en el Cebú. En estos genotipos, la lactosa y el potasio muestran solo una ligera disminución y el sodio un ligero incremento, a diferencia del Holstein, donde los cambios son más pronunciados. La significación de este comportamiento debe estar dada por un menor incremento de la permeabilidad del tejido epitelial mamario al inicio y final de la lactancia en los cruces y razas más rústicas, mientras los cambios en los mecanismos regresión celular también son más profundos en el Holstein, con una masa superior de tejido mamario. Los incrementos sostenidos del magnesio a partir de la media lactancia en el Holstein y en menor medida en el Siboney de Cuba, constituyen un interesante resultado, que muestran

**TABLA 2.** Características de las curvas de lactancia de la producción de leche y sus componentes en el inicio, medio y final./ *Lactation characteristics curves in milk production and its components in star, medium and end of lactation*

| Indicador      | Holstein                                                                    | 5/8H-3/8C                                                        | Cebú                                                                             |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Leche (kg/día) | Pico entre 21-84 días. Depende condición corporal y alimentación en inicio. | Pico entre 14-60 días. Persistencia media                        | No muestra pico de lactancia o solo ligero entre 7-21 días. Elevada persistencia |
| Grasa, g%      | Alta, disminución e incremento                                              | Solo ligera disminución e incremento posterior                   | Incremento lineal desde el inicio                                                |
| Proteína, g%   | Ligeramente alta, pequeña disminución e incremento                          | Incremento lineal desde el inicio                                | Incremento lineal desde el inicio                                                |
| Lactosa, g%    | Baja, incremento y sustancial disminución                                   | Ligera disminución al final de la lactancia                      | Alta estabilidad durante la lactancia                                            |
| Calcio, mg%    | Alto, disminución e incremento al final                                     | Concentración estable durante toda la lactancia                  | Concentración estable durante toda la lactancia                                  |
| Magnesio, mg%  | Valor muy bajo inicial e incremento sustancial en el ultimo tercio          | Valor muy bajo en el primer tercio y ligero incremento posterior | Concentración estable durante la lactancia                                       |
| Fosforo, mg%   | Estable y ligero incremento al final de la lactancia                        | Poca variación durante la lactancia                              | Poca variación durante la lactancia                                              |
| Sodio, mg%     | Alto, disminución e incremento considerable                                 | Solo ligero incremento lineal hasta final de la lactancia        | Poca variación durante la lactancia                                              |
| Potasio, mg%   | Alto al inicio y reducción significativa al final                           | Solo ligera disminución al final de la lactancia                 | Poca variación durante la lactancia                                              |

una asociación inversa de este componente con la curva de lactancia en leche, lo que pudiera estar asociado con limitaciones de este mineral y su considerable papel en la bioquímica de la síntesis y secreción de la leche. Este comportamiento no se observa en el Cebú con mucha menor producción y menor epitelio mamario.

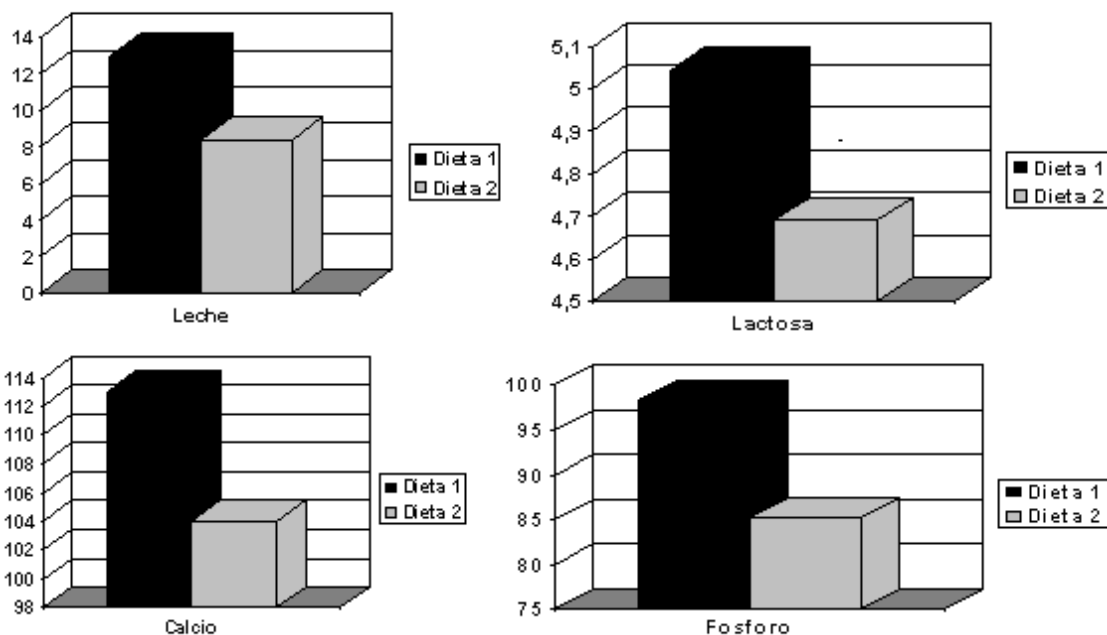
La relación entre el nivel de energía/proteína de la dieta es ampliamente conocido, pero generalmente está referido a la producción de leche. En la Figura 3 se observa que la disminución del plano nutricional afecta sensiblemente las concentraciones de lactosa, fósforo y magnesio, más que el porcentaje de grasa, proteína y sólidos totales, resultado confirmado en otros experimentos similares (13, 17, 18).

Estos resultados resaltan la utilidad que tiene el conocimiento de los componentes lácteos, para explicar las características fisiológicas de la lactancia entre diferentes genotipos y también para evaluar diferentes efectos del ambiente sobre la lactancia en el trópico.

#### IV. Significado metabólico de las alteraciones físico-químicas de la leche y su impacto en la industria de procesamiento.

Las alteraciones en las características físico-químicas de la leche (se exceptúan las causas asociadas a la mastitis y los cambios fisiológicos de la lactación), se expresan bajo diferentes denominaciones, en dependencia del enfoque del problema que expresan y de los indicadores utilizados: Algunos de los más significativos son: Síndrome de Utrecht, Leche con Coagulación Anormal, Síndrome de Leche Anormal, Leche Inestable, Leche positiva a la Prueba del Alcohol, (6,10,19,20,21,22,23). En todos los reportes se identifica alguna (s) alteraciones en las características físico-químicas de la leche y eventualmente algún daño o problema en el procesamiento de la misma. El autor lo define como Síndrome de Leche Anormal bajo las siglas de SILA (11,14, 16), por las siguientes razones:

- Su ocurrencia está difundida ampliamente a nivel mundial, aunque es objeto de subvaloración y/o desconocimiento.



Dieta 1 cubre el 102% de requerimientos en EM, Dieta 2 el 71%. Diferencias significativas en todos los casos  $p < 0,05$

Fuente: Villoch et al. 1991.

**FIGURA 3.** Efecto de la energía metabolizable de dietas de pastos y forrajes tropicales, sobre la composición láctea de vacas Holstein./ *Energy metabolizable effect in tropical pastures diet on milk composition of Holstein cows.*

- Las alteraciones son diversas y no solo se expresan como inestabilidad térmica o positividad a la prueba del alcohol.
- Sus causas aunque diversas, están asociadas básicamente con alteraciones metabólicas de la vaca lechera con base primaria en el rumen (alimentación) y su expresión en los mecanismos de síntesis/secreción a nivel de la glándula mamaria. Es una enfermedad expresada en la leche.
- No se descarta cierta predisposición genética, vinculada hasta la actualidad con el polimorfismo de la K-caseína, aunque pudieran existir otras causas de esta naturaleza.

Una clasificación de las alteraciones por grupos de indicadores físico-químicos de la leche se muestra en la Tabla 3, aunque en la práctica pueden o no expresarse en su totalidad y generalmente se encuentran interrelacionados. Abarcan a los componentes mayores de la leche, minerales y algunos indicadores físico-químicos e incluso organolépticos y sensoriales. La experiencia práctica indica, que no siempre la leche afectada es positiva a la prueba del alcohol al 68% aunque lo puede ser al 75%, la acidez titulable puede estar dentro de un rango de normalidad (0,13% de ácido láctico), pero provenir de vacas más rústicas o sobrepasar el proceso de pasteurización, pero presentar ciertas alteraciones en la coagulación (enzimática y/o cultivos lácticos). Las alteraciones en los componentes osmóticos incluyendo la lactosa también son aspectos de especial interés, ya que su regulación a nivel de la glándula mamaria depende de procesos energéticos (1, 4, 24).

Un primer paso para identificar un cuadro de SILA es tener una caracterización de la calidad de la leche que permita establecer los umbrales para considerar que un indicador está alterado (referido solo a mezclas de leche). En el caso de los estudios en Cuba, el

SILA ha sido replicado en condiciones experimentales y un resumen de sus principales causas primarias son las siguientes:

- Desbalance nutricional mantenido, bajo consumo de materia seca (época de sequía). Bajo aporte de nitrógeno.
- Cambios bruscos de alimentación (dietas de fibra y alto contenido de MS a exceso de concentrados)
- Pastoreo en periodos de transición seca/lluvia, sobre pastos de elevado contenido de agua y cortos tiempos de reposo.
- Alto nivel de carbohidratos fermentables. ej. Cebada fermentada, melazas, ensilajes de mala calidad.
- Vacas alto productoras en el primer tercio de lactancia con grandes diferencias entre aporte y requerimientos. Pobre condición corporal
- Genotipos más sensibles asociado al alelo de k-caseína predominantemente del tipo AA, lo cual ha sido identificado como una posible causa en los cambios de la coagulación enzimática de la leche y de los rendimientos en quesos (25). Un cuadro de SILA en su estado agudo, se expresa a nivel de rumen con una disminución del pH y frecuentemente con una disminución de las bacterias celulolíticas. La acidosis ruminal se expresa también en alteraciones en el equilibrio ácido/básico a nivel sanguíneo, pero los trastornos metabólicos son más abarcadores que la acidosis típica y puede estar acompañada de otros trastornos asociados (11,14,16).

El estudio de las interrelaciones entre algunos componentes lácteos expresan alteraciones en los mecanismos de síntesis y secreción a nivel de la glándula mamaria:

**TABLA 3.** Tipo de alteración e indicadores de alarma en un cuadro de SILA./ *Disorders type and alarm indicators in the SILA*

| TIPO DE ALTERACIÓN    | INDICADOR DE ALARMA                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inestabilidad térmica | Acidez titulable menor a 0.13 g%. Prueba del alcohol positiva. pH alto. Positiva-dudosa a ebullición. Precipitaciones anormales en clarificador y pasteurizador. Precipitación de sólidos en leche UHT. |
| Alteración en sólidos | Proteína bruta menor de 2.90g%. Caseína menor de 2.20g%. Lactosa menor de 4.7g%. Punto crioscópico menor de 515 m°c. Urea baja. NNP alto.                                                               |
| Desequilibrio mineral | Calcio total normal-bajo, Desequilibrio entre Ca coloidal /iónico. Bajo Fósforo menor de 80 mg%, Magnesio menor de 9 mg%,                                                                               |
| Condición de calidad  | Leche no apta para proceso industrial                                                                                                                                                                   |

- Aparece correlación positiva entre concentración de lactosa y volumen de leche y desaparece correlación entre los componentes osmóticos de la leche: Lactosa-Sodio-Potasio-Cloro, con lo cual se pierde la capacidad de regulación de la iso-osmolaridad entre sangre/leche
- Disminuye la relación caseína/proteína bruta por debajo del 73%, lo que pudiera estar asociado a fallos energéticos a nivel celular, afectando la integración de la micela de caseína.
- Desde el punto de vista de la síntesis, es probable que se afecta flujo de alfa-lactoalbúmina a nivel del aparato de Golgi, lo que también puede explicar la disminución de lactosa y la correlación positiva con el volumen de leche
- Ocurren cambios en la relación calcio y fósforo coloidal/iónico o al menos se afectan sensiblemente sus concentraciones totales (estables en una condición normal).

Estas las alteraciones en la leche se expresan más frecuentemente en las condiciones del trópico y en rebaños alto productores, cuando no se cubren los requerimientos básicos de manejo y alimentación, incluyendo los cambios estacionales (14, 26,27). El impacto desfavorable que tienen dichas alteraciones sobre los procesos industriales, y sobre la calidad final de los productos se convierte en una necesidad para el sector. Debe tenerse en cuenta que los profundos cambios tecnológicos en la industria láctea en América Latina y el Caribe exige una calidad superior de la materia prima y no solo en el aspecto higiénico-sanitario, sino también composicional.

#### V. Investigaciones en curso.

Actualmente, en el grupo CENLAC/CENSA se están llevando investigaciones que abarcan el estudio de la influencia racial en las dos épocas del año (seca-lluvia), así como la relación entre la presencia de diferentes alelos de K-caseína y la aparición del Síndrome de Leche Anormal. Algunas observaciones preliminares indican la aparición de alteraciones mas frecuentes en la leche de vacas Holstein Friesian, seguido de vacas de diferentes niveles de mestizaje y en menor medida en vacas de la raza Siboney de Cuba (5/8 Holstein 3/8 Cebú), estabilizado genéticamente en mas de 5 generaciones de cruces interés. También la leche de vacas con combinaciones de alelos de K-caseína del tipo BB y AB es menos propensa a presentar cuadros de SILA que los tipos AA y se observa un comportamiento similar con los alelos BB de beta lactoglobulina.

## CONCLUSIONES

Las características físico-químicas de la leche y sus interrelaciones constituyen una valiosa herramienta para la evaluación del desempeño productivo de los rebaños lecheros, conocer el estado fisiológico de la lactación, y para diagnosticar alteraciones metabólicas y su posible impacto sobre los procesos industriales y la calidad final de los productos lácteos. La denominación de Síndrome de Leche Anormal (SILA) (11,14,16,17), es un enfoque mas completo de las alteraciones identificadas como leche inestable o leche positiva a la prueba del alcohol, ya que integra diversos cambios anormales en las características físico-químicas de la leche, las asocia con la condición de la salud metabólica de la vaca lechera tanto a nivel del rumen como de los procesos de síntesis y secreción en la glándula mamaria y establece el posible impacto en el procesamiento industrial de la leche. Los estudios raciales y genéticos y su vinculación con el ambiente deben completar una visión más integral del problema. Un elemento científico de valor lo constituye la replicación del síndrome en condiciones experimentales (16,17).

## REFERENCIAS

1. Ponce P, Bell L. Estudio de la lactancia en vacas de la raza Holstein, Cebú y sus cruces en Cuba. *Rev Salud Anim.* 1986;8(1):73-88.
2. Camerón E. El efecto racial sobre la composición láctea. *Mercolactea*: 2003, 11 pgs. INTA Rafaela, Argentina.
3. Cervantes P. Caracterización de la composición y producción láctea en vacas de diferentes genotipos en Veracruz, México. Tesis de grado de Dr. en Ciencias Veterinarias. 2005. CENSA. La Habana, Cuba. Diciembre, 2005.
4. Ponce P. Composición de la leche: una perspectiva desde el trópico. 2007. 18 pgs. UFRGDS, Porto Alegre, Brasil.
5. Gonzalez FHD. Pode o leite refletir o metabolismo da vaca?. In: *Use do leite para monitorar a nutricao e o metabolismoo da vacas leiteras.* 2001., 1-9. Gonzalez FHD, Durr JD, Fontaneli RS eds., Porto Alegre, RS, Brasil.
6. Barros L. Transtornos metabolicos que afetam a qualidade do leite. En *Uso do leite para monitorar a nutricao e o metabolismo de vacas leiteras.* 2001:

- 44-57. Ed. Gonzalez F, Durr JW, Fontanelli R. CIP U84, UFRGS, Porto Alegre, Brasil
7. Zadnik T, Klinton M, Nemeč M, Mesaric M. The analysis of weekly on milk tanq components as a routine indicator of herd helth status. *Vet Med.* 2000;56(2):8.
  8. Gallardo M. Alimentación y composición química de la leche. *Mercolactea* 2003., 16 pgs. INTA Rafaela, Argentina.
  9. Lopez-Villalobos N, Garrick DJ. Genetic improvement of New Zealand dairy cattle. VIII Panamerican Dairy Congress. 2004, FEPALE. Florida, USA. Junio/2004
  10. Ponce P. Precipitaciones anormales en placas de pasteurizadores en una planta procesadora de leche durante el período de transición seca-primavera. *Serie de Informes Técnicos*, 1983, CENSA, La Habana Junio/1983.
  11. Ponce P, Capdevila J, Hernandez R, Laranja F. Characterization of the abnormal milk síndrome: An approach of its probable causes and its corrections. 94Th Ann. Meeting ADSA. *J Dairy Sci.* 1999;82:195.
  12. Ponce P, Rivero R, Capdevila J, García López R. Influencia de cinco sistemas de alimentación sobre la composición láctea: Programa Acad. Ciencias de Cuba. 1990. Marzo/1990.
  13. Villoch A, Martínez E, Rivero R, Ríos I, García L, Ponce P. Influencia de diferentes condiciones de alimentación sobre la producción y composición de la leche *Rev Salud. Anim.* 1991;13: 48-55.
  14. Hernández R, Ponce P. Relación entre los desbalances nutricionales, el metabolismo y la composición de la leche en vacas Holstein-Friesian. *Rev Salud Anim.* 2006;28:13-21.
  15. Taverna MA. Composición química de la leche en argentina: Fortalezas, debilidades y oportunidades. *Mercolactea* 2003. 13 pgs. INTA Rafaela, Argentina.
  16. Ponce P, Hernández R. Propiedades físico-químicas do leite e sua associacao com transtornos metabólicos e alteracoes na glandula mamária. In *Uso do leite para monitorar a nutricao e o metabolismo de vacas leiteiras.* Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2001.
  17. Hernández R, Ponce P. Efecto de tres tipos de dietas sobre la aparición de trastornos metabólicos y su relación con alteraciones en la composición de la leche en vacas Holstein Friesian. *Zoot Tropical.* 2005;23(3):295-310.
  18. Zanela Maira Balbinotti, et al. Unstable non-acid milk and milk composition of Jersey cows on feed restriction. *Pesq Agrop Bras.* 2006;41(5): 835-840.
  19. Yoshida S. Studies in the Utrech abnormality of milk in the Miyuki Dairy Farm. *J Jap Appl Biol Sci Hir Univ.* 1980;19:39-54.
  20. Pecorari M, Fossa E, Avanzini G, Marian P. Milk with abnormal coagulation: Acidity, chemical composition and observation on the metabolic profile of the cow. *Sci Tec Latt Cas.* XXXV, 1984;4:263-278.
  21. Negri LM, Taberna MA, Chavez MS. Factores que afectan la estabilidad térmica de la leche. *Industria Lechera*, 2001, Nro 72, 1-19.
  22. Zanela M, Fischer V. Caracterização do leite instável não ácido (LINA) e sua relação com manejo e alimentação. En *Alterações físico-químicas do leite: na perspectiva de um controle.* 2008., Edición UFRGS (de próxima aparición).
  23. Ferrari BCG, Salinas WPA, Garrido SSI. Milk Instability asociated with milk composition and seasonal lactation in grazing dairy cows. *Pesp Agrop Bras.* 2007;42(12):1-9.
  24. Vilotte JL. Lowering the milk lactose contents in vivo: potential interests, strategies and physiological consequences. *Reprod Nutr Dev.* 2002;42:127-132
  25. Macheboeuf D, Coulon JB, D'Hour P. Effect of breed, protein genetic variants and feeding on cows milk coagulation properties. *J Dairy Res.* 1993;60:43-54.
  26. Landi H. Evaluation of biotype, nutrition and managing on milk composition of dairy cows. *World Summit FIL-IDF*, 2008, Mexico.
  27. Bernabucci U, Lacetera N, Ronchi B, Nardone A. Effects of the hot season on milk protein fraction in Holstein cows. *Anim Res.* 2002;51:25-33.

**(Recibido**