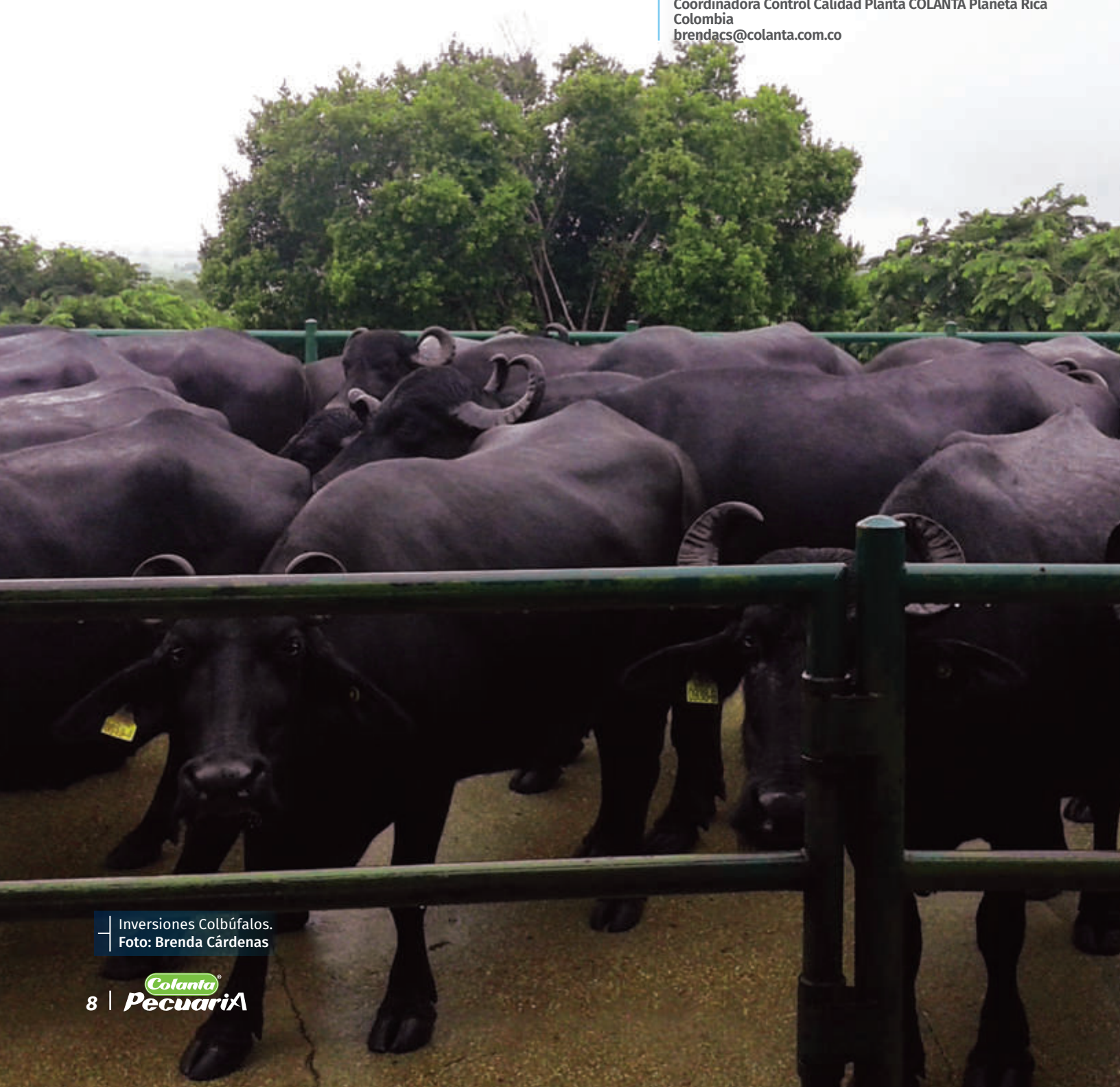


Caracterización fisicoquímica y composicional de la leche de búfala

Brenda Luz Cárdenas Sáez
Ingeniera de Alimentos
Universidad de Córdoba
Coordinadora Control Calidad Planta COLANTA Planeta Rica
Colombia
brendacs@colanta.com.co



Inversiones Colbúfalos.
Foto: Brenda Cárdenas

Abstract

Through the 616 decree of 2006, The Department of Social Protection makes reference to the requirements that milk for human consumption must comply in Colombia. Article 16 refers to the characteristics of raw milk from cattle, leaving out buffalo's milk. For this reason, the industry is motivated to characterize physicochemical properties of this raw material to get limits of acceptance and rejection separating it from cow's milk.

The Departments of Quality Control, Technical Assistance and Improvement and Quality of Milk of COLANTA'S Cooperative developed a physicochemical and compositional characterization of buffalo's milk, with the purpose of guaranteeing the producer that its milk has independent parameters and it's received under specific conditions. For that reason, 1124 samples were analyzed in the laboratories of COLANTA'S Plant in Planeta Rica.

Finally, buffalo's milk parameterization was obtained and at the same time also the incidence of the area and the time of year in the physicochemical and compositional characteristics were determined.

→ Keywords:

- Buffalo's milk, quality parameters, physicochemical characteristics of milk, time of the year.

Resumen

El Ministerio de Protección Social, mediante el Decreto 616 de 2006, hace referencia a los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano en Colombia. El artículo 16 hace referencia a las características de la leche cruda de ganado bovino, quedando por fuera la leche de búfala. Esto hace que la industria se motive a caracterizar fisicoquímicamente esta materia prima para obtener parámetros de aceptación y rechazo de la misma separándola de la leche de vaca.

COLANTA, desde los departamentos de Control Calidad, Asistencia Técnica y Mejoramiento y Calidad de la Leche desarrolló un proyecto de caracterización fisicoquímica y composicional de la leche de búfala, con el objetivo de garantizar al productor que su materia prima tenga parámetros independientes y sea recibida bajo condiciones específicas. Por tal motivo, se analizaron 1124 muestras en los laboratorios de la Planta COLANTA Planeta Rica y, finalmente, se obtuvo la parametrización de la leche de búfala y, a su vez, se determinó la incidencia de la zona y la época del año en las características fisicoquímicas y composicionales de esta.

→ Palabras clave

- Leche de búfala, parámetros de calidad, características fisicoquímicas, composición, zona, época del año.



▲ Foto: Brenda Cárdenas. Inversiones Colbúfalos.

1. Generalidades de la leche de búfala

El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) es originario de Asia, desde donde fue llevado a África, Europa, Oceanía y, finalmente, a Suramérica. Esta especie fue introducida a Colombia en la década de 1960 cuando el Instituto Colombiano de la reforma Agraria —Incora— importó los primeros animales desde Trinidad y Tobago (Cárdenas 2012).

Los búfalos han adquirido propiedades adaptativas ante las condiciones más variables del medio ambiente como, por ejemplo, la presencia de pigmentos de melanina en la piel que retienen la radiación ultravioleta, abundante en los trópicos. Además, sus glándulas sebáceas están bien desarrolladas y segregan una sustancia grasa o capa sebácea que cubre la piel y la hace resbaladiza al agua y al fango, lo que les posibilita soportar inmersiones prolongadas y contrarrestar

las altas temperaturas. Una de las principales bondades del búfalo es su rusticidad, definida como la capacidad de resistir a condiciones medioambientales extremas y no demostrar enfermedad, creándose el imaginario de animal de hierro, que no se enferma y al que, prácticamente, no hay que suministrarle atención veterinaria (Meza y Paba 2012).

El 83 por ciento de la producción lechera mundial la aporta el ganado vacuno, seguido por los búfalos con el 13%, las cabras con el 2%, las ovejas con el 1%, y los camellos producen el 0,3% y el resto procede de otras especies como los equinos y los yaks. Aproximadamente un tercio de la producción lechera de los países en desarrollo procede de búfalos, cabras, camellos y ovejas. En los países desarrollados, casi toda la leche procede del ganado vacuno. La producción mundial de leche de búfalo está alrededor de 92.140.146 toneladas por año y los países con la mayor cantidad de búfalas lecheras son India, Pakistán, China, Egipto y Nepal. En Pakistán, Egipto y Nepal hay más búfalas que vacas lecheras.

En Colombia, las búfalas producen cerca de 624.000 litros de leche al día, es decir, el 3.4% de la producción diaria bovina en el país (Sánchez, 2014), que corresponde a 18.4 millones de litros leche diarios. Actualmente, se cuenta con una población bufalina cercana a los 248.893 animales, distribuidos en 3.484 predios, que se destinan para producción láctea y cárnica. Esta población se concentra principalmente en Córdoba (26.18%), Antioquia (21.56%), Santander (11.30%), Magdalena (7.03%) y Sucre (6.32%) que agrupan el 72.39% de la población nacional (ICA 2015).



▲ Foto: Brenda Cárdenas. Inversiones Colbúfalos.

2. Características fisicoquímicas y composicionales de la leche de búfala

La leche de búfala presenta características propias que permiten su fácil identificación desde el punto de vista fisicoquímico y organoléptico. Su sabor es peculiar, levemente endulzado y su color blanco, debido a la poca presencia de carotenos en su grasa (Botero, 2010). Entre los factores que afectan la composición fisicoquímica y la calidad microbiológica de la leche se incluyen el ambiente (clima, temperatura y humedad), estado de lactancia, genética y nutrición. Sin embargo, estos cambios no son permanentes y tienen como límite la capacidad genética del animal.

La característica física de la leche de búfala que mayor variabilidad presenta es la acidez titulable, lo cual se debe a que las diferentes etapas de lactación la afectan, incrementándola a medida que avanza el ciclo productivo. Esta elevada acidez titulable, en comparación con la leche bovina se debe a que la bufalina tiene mayor cantidad de caseína (Patiño 2011). De acuerdo con diferentes estudios, la acidez titulable normal de la leche bufalina oscila entre los 0.157 % y 0.223 % de ácido láctico, dependiendo de la raza, superando los considerados normales para la leche de vaca (0.13 a 0.17 %). Si son utilizados los valores de la leche bovina para juzgar la de búfala, debería ser rechazada por considerarse ácida.

La leche de búfala presenta altos niveles de nutrientes. El porcentaje de proteína está entre 3,60 y 4,73 %, el de grasa varía entre 6,71 y 8.2 %; para la lactosa, el principal azúcar de la leche, se han hallado valores de 4,83 a 5,48% y los valores de los sólidos totales encontrados en la literatura están entre 15,75 y 18,99 % (Soto y Teherán, 2011). En la Tabla 1 se comparan los resultados promedio de ambos tipos de leche.

Tabla 1.
Comparación de leche bufalina y bovina.

Composición (%)	Especie	
	Búfala	Vaca
Humedad	83,00	88,00
Grasa	8,16	3,68
Proteínas	4,50	3,70
Cenizas	0,70	0,70
Extracto Seco Total	17,00	12,00
Vitamina A	204,3	185,5

Fuente: Navarro (2013).

Los resultados reflejan variabilidad en la composición fisicoquímica. Entre los factores que pueden afectar su composición se consideran la raza, la etapa de lactancia, el número de partos, la alimentación y las condiciones ambientales (Patiño 2011). Estas características hacen que la leche de Búfala sea única en cada territorio y deba ser tratada diferente a la leche de vaca.

3. Marco legal y proyecto Caracterización fisicoquímica de la leche de búfala Cooperativa COLANTA

El Ministerio de Protección Social, mediante el Decreto 616 de 2006, hace referencia a los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expendia, importe o exporte en el país. El artículo 16 de este decreto hace referencia a las características de la leche cruda de ganado bovino, quedando por fuera las características de la leche de búfala.

El aumento de la producción de leche de búfala, las características fisicoquímicas y sensoriales diferentes a la leche de vaca, la lactancia, alimentación y el vacío normativo existente, hacen que la industria se motive a caracterizar fisicoquímicamente esta materia prima para obtener parámetros

de aceptación y rechazo de la misma, separándola de la leche de vaca. Por tal razón COLANTA, desde los departamentos de Control Calidad, Asistencia Técnica y Mejoramiento y Calidad de la Leche desarrolló un proyecto de caracterización, con el objetivo de garantizar al productor de leche de búfala que su materia prima tenga parámetros independientes y sea recibida bajo las condiciones específicas de su naturaleza.

Este proyecto de caracterización de leche de búfala ha tenido en cuenta las etapas de lactancia y la alimentación e hizo seguimiento a sus características fisicoquímicas en diferentes épocas del año y en diferentes regiones de los departamentos de Córdoba y Antioquia.

3.1. Generalidades del proyecto y metodología

- Se analizaron 1124 muestras desde enero de 2014 hasta marzo de 2016, para abarcar todas las épocas del año y tiempos de lactancia, así como cambios en la alimentación de los animales.
- La toma de muestra de leche se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en la NTC 666 de 1996.
- Para este estudio se tuvieron en cuenta siete zonas, con un total de 14 proveedores. (Ver Tabla 2).
- Se analizaron las muestras fisicoquímicamente semanal y mensualmente, para lo cual se incluyó el análisis de porcentaje de acidez, pH, punto crioscópico, densidad, composicional, prueba de alcohol, neutralizantes y antibióticos.

Tabla 2.

Proveedores por zonas.

Zona	Observación
Arboletes	1
La Apartada	2
	3
	4
	5
Montelíbano	6
	7
Planeta Rica	8
	9
Pueblo Nuevo	10
Tierralta	11
	12
Tierra Santa	13
	14

Tabla 3.

Metodología para la determinación de análisis fisicoquímico de la leche cruda.

Tipo de análisis	Metodología
Acidez (%)	A.O.A.C 947.05
pH	A.O.A.C 973.41
Punto crioscópico (°mH)	ISO 5764:2009 - IDF 108 AOAC 980.15
Densidad	Manual de métodos fisicoquímicos para el control de calidad de leche y sus derivados.
Composicional (% Grasa, % Proteína, % Lactosa y % Sólidos Totales)	AOAC 972.16 ISO 9622 IDF 141 : 2013
Prueba de alcohol	NTE INEN 1500. Manual de métodos fisicoquímicos para el control de calidad de leche y sus derivados.
Antibióticos	Delvotest SP (DSM)
Neutralizantes	NTE INEN 1500. Manual de métodos fisicoquímicos para el control de calidad de leche y sus derivados.

- Se realizaron los análisis de acuerdo con las metodologías que se describen en la Tabla 3.



▲ Foto: Brenda Cárdenas. Inversiones Colbúfalos.

- Los resultados fisicoquímicos durante el muestreo se analizaron gráficamente para determinar el comportamiento de cada parámetro por rangos.
- Para el análisis estadístico se utilizó el test de medias de Tukey a un nivel de significancia del 5%, mediante análisis de varianza (Anova), utilizando el software Minitab Versión 16.

3.2. Resultados y discusión

Estos resultados fueron recolectados durante la ejecución del estudio y se contrastan con la literatura existente frente al tema, en la que se encuentran similitudes con algunos autores en cuanto a los rangos característicos de la leche de búfala en otras regiones, mientras que otros plantean rangos con niveles más altos o más bajos según el aspecto analizado. Por tal motivo, se explican las condiciones ambientales o de producción que pueden influir en el comportamiento de los resultados. A continuación se desglosan cada uno de los aspectos por zona.

• **Comportamiento promedio del porcentaje de acidez por zona:** En la Figura 1 se observa que la acidez fluctuó entre 0,12% y 0,16% de Ácido Láctico –AL–, encontrándose dentro del rango expuesto por Ahmad et al. (2013). Si se comparan con los valores obtenidos por Teixeira et al. (2005), Andrade et al. (2010) y Sáez y Velásquez (2008) resultan ser menores. Este es el parámetro de mayor variabilidad y depende de las diferentes etapas de lactancia, incrementando a medida que avanza el ciclo productivo. Su incremento en el tercer tercio coincide con la disminución de la producción láctea y con un incremento de sólidos como consecuencia de la disminución del volumen producido. Al disminuir la producción se concentran las proteínas, incrementándose la acidez por poseer mayor cantidad de caseína (Patiño et al. 2011).

• **Comportamiento pH leche de Búfala:** En la Figura 2 se observa que el pH varió de 6,79 a 7,09. Estos valores son iguales o superiores a los reportados por Teixeira et al. (2005), Soto & Puente (2007), Velásquez (2008) y Mahmood & Usman (2010). Las variaciones de pH dependen, generalmente, del estado sanitario de la glándula mamaria; de la cantidad de CO₂ disuelto en la leche; del desarrollo de microorganismos que, al desdoblarse la lactosa, promueven la producción de ácido láctico y del desarrollo de algunos microorganismos alcalinizantes, entre otros.

• **Comportamiento del Punto Crioscópico en la leche de Búfala:** El punto de congelación de la leche es la característica más constante y

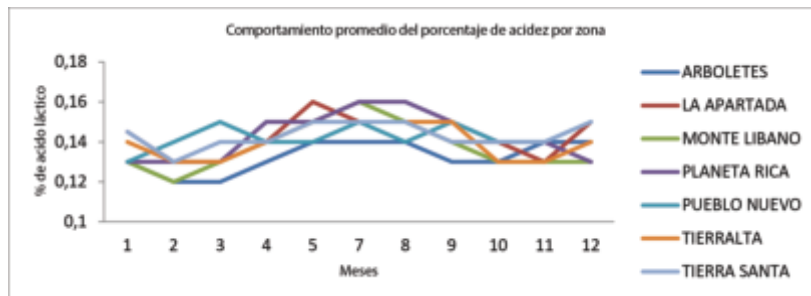


Figura 1. Comportamiento promedio del porcentaje de acidez en leche de búfala.

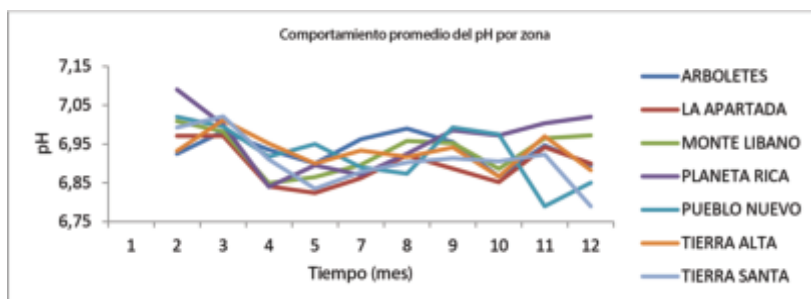


Figura 2. Comportamiento promedio pH en leche de búfala.

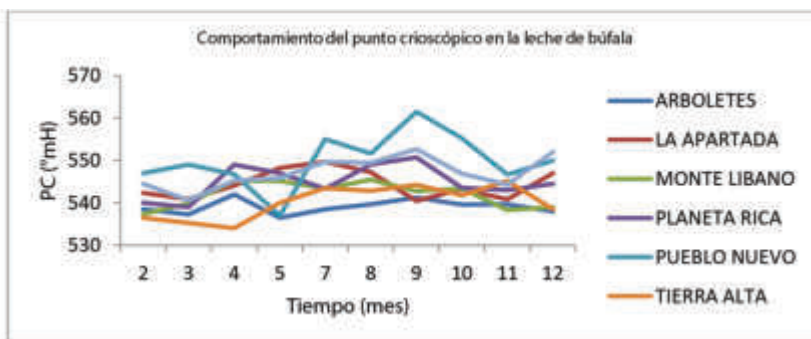


Figura 3. Comportamiento promedio punto crioscópico en leche de búfala.



Figura 4. Comportamiento promedio de la densidad de la leche de búfala.

su determinación es utilizada para revelar una posible adulteración (Soto & Teherán 2007). En la Figura 3 se observa que el punto crioscópico osciló entre -562 y -534 m $^{\circ}$ H (miliHortvet, unidad de punto crioscópico). También se aprecia una desviación en Pueblo Nuevo, durante el noveno mes, con un valor promedio de -562 m $^{\circ}$ H que se presenta como consecuencia del elevado contenido de sólidos de esta leche (Meza y Paba 2012), esto se ve reflejado en la densidad (valor promedio de 1,037 g/ml) muy elevado y los sólidos totales (valor promedio cercano a 20%) en esta zona para este mes.

• Comportamiento de la densidad de la leche de búfala en diferentes zonas:

En la Figura 4 se observa que la densidad está en un rango de 1,033 a 1,037 g/ml. Al igual que con otros aspectos analizados, la literatura varía al respecto y si se compara con estudios como el de Teixeira (2005) está dentro de un rango normal, mientras que al analizar estudios como el de Patiño (2011) y Soto & Teherán (2007), la densidad hallada es superior. La densidad de la leche no es constante, depende de su composición y temperatura. De allí que la leche de búfala posea mayor densidad que la de vaca, pues el contenido de grasa y sólidos totales es elevado en esta especie. Desde el punto de vista tecnológico, la densidad de la leche permite investigar posibles adulteraciones, calcular el peso de la leche requerida para un proceso y normalizar el contenido de materia grasa en operaciones de estandarización, entre otros aspectos.

• **Comportamiento del porcentaje de grasa en leche de Búfala:** En la Figura 5 se observa que la grasa fluctuó de 5,23 a 9,83%, valores superiores a los reportados por Soto y Puente (2007), pero dentro del rango de los resultados de Patiño y

Guanziroli (2005), Sáez & Velásquez (2008) y Byczko & Byczko (2011).

En cuanto a los valores de grasa superiores a 9% se aclara que la muestra fue previamente agitada para que la leche se homogenizara totalmente. Por tanto, estas cifras se constatan como característica de esta especie, a diferencia de la leche vacuna, aunque también hay que tener en cuenta que la alimentación, la raza, la edad, la etapa de lactancia y el método de ordeño son algunos de los factores que influyen significativamente en la cantidad y la calidad de la producción (Meza & Paba 2012).

Otros autores, como Patiño (2004) exponen que a medida que aumenta el tercio de lactancia aumenta la grasa. En India se demostró que el avance de lactación puede hacer variar los porcentajes de grasa y sólidos totales, los cuales decrecen desde el primero hasta el cuarto mes, incrementándose luego desde el quinto hasta alcanzar el máximo valor durante el último. Por lo tanto, el incremento de la grasa y los sólidos totales en el tercer tercio de la lactancia pueden ser atribuidos al mismo motivo que causa el aumento de la acidez (mayor cantidad de caseína).

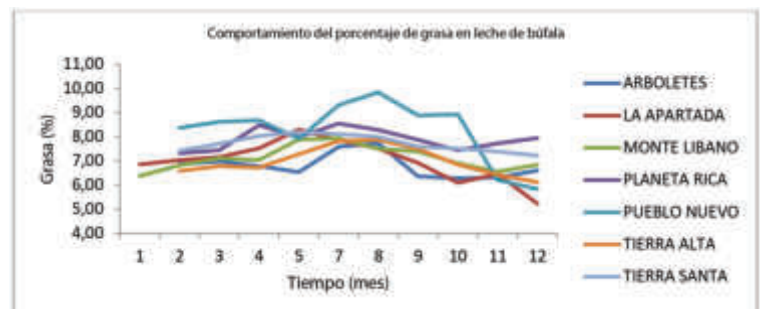


Figura 5. Comportamiento del porcentaje de grasa en la leche de búfala.

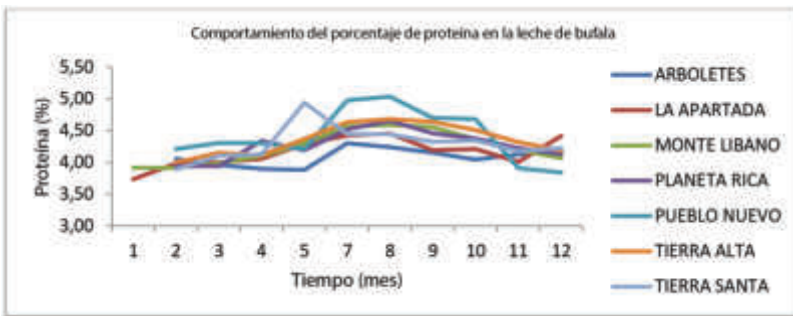


Figura 6.

Comportamiento del porcentaje de proteína en la leche de búfala.

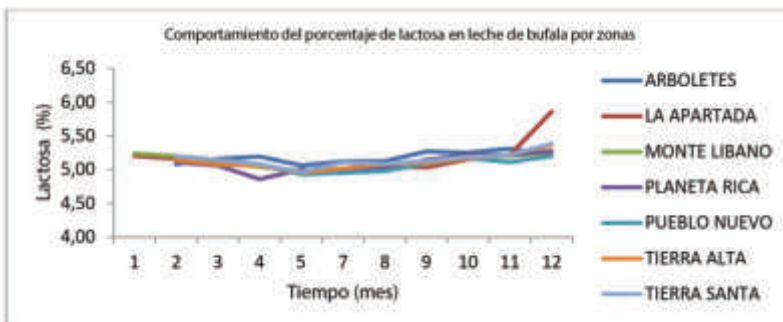


Figura 7.

Comportamiento del porcentaje de lactosa en la leche de búfala por zonas

• **Comportamiento del porcentaje de proteína en la leche de búfala:** En la Figura 6 se observa que la proteína fluctuó en el rango de 3,84 a 5,04%, valores superiores a los obtenidos por Soto & Puente (2007) e inferiores a los reportados por Patiño (2011) y dentro del rango de determinado por Teixeira et al. (2005).

Estas variaciones de composición fisicoquímica (grasa, proteína, lactosa, sólidos totales), así como la cantidad de leche producida reciben influencia de varios factores: raza, edad, estado de lactación, número de partos, alimentación y ambiente. También se deben a condiciones

como utilización de búfalas puras y con diferentes grados de mestizaje, muestras tomadas en uno o dos ordeños y condiciones de análisis o transporte.

Existe una relación entre la cantidad de grasa y la cantidad de proteína en la leche: cuanto mayor es la grasa, mayor es la proteína (Navarro 2013). Además, según Soto y Teherán (2007), la leche de búfala en relación con la leche de vaca contiene un 30% más de proteína con mayores proporciones de caseína, albúmina y globulina.

• **Comportamiento del porcentaje de lactosa en la leche de búfala:**

En la Figura 7 se observa que el comportamiento de la lactosa varió de 4,86 a 5,82%, rango similar a los reportados por Soto y Puente (2007) y Mahmood & Usman (2010), mientras que si se comparan con el rango registrado por Patiño (2011) y Navarro (2013) son superiores. Otros autores como Sáez y Velásquez (2008) consiguen valores que superan a los de esta investigación.

Según, Navarro (2013) la lactosa es el componente que menos sufre variaciones entre la leche de búfala y de vaca. Sobre este valor ejerce una influencia notable el estado de salud de la ubre. Cuando se registran trastornos secretores, la cifra de lactosa desciende por debajo de 4,6% para bovinos. La dependencia de la alimentación solo cabe considerarse en condiciones extremas ya que si la síntesis disminuye, se restringe la ingestión de agua, y con ella la formación de leche (Soto &

Teherán 2007). Industrialmente, la leche de búfala con contenido alto en lactosa se puede emplear con mucha facilidad para procesos fermentativos como la elaboración de yogur, kumis, cremas ácidas y quesos madurados, entre otros.

• **Comportamiento del porcentaje de sólidos en la leche de búfala:** En la Figura 8 se observa que los sólidos totales variaron en el rango de 14,95 a 20,11%, que es superior al expuesto por Soto y Puente (2007) y Sáez & Velásquez (2008), pero coinciden con los planteamientos de autores como Patiño (2011) y Navarro (2013). Asimismo, se observa que para los meses de julio y octubre los sólidos son mayores para todas las zonas.

Los sólidos totales son uno de los componentes químicos de mayor variabilidad junto con la acidez y la grasa. Como se dijo anteriormente estos valores se incrementan en el tercer tercio de la lactancia y pueden ser atribuidos al mismo motivo que causa el aumento de la acidez (posee mayor cantidad de caseína).

A nivel industrial, la leche de búfala por contener elevado contenido de sólidos totales se puede emplear en procesos tecnológicos para la obtención de leche en polvo, helados y quesos madurados, entre otros.

Las pruebas de alcohol y de neutralizantes fueron variables durante el muestreo, ya que la primera mide la estabilidad de las proteínas, que pueden llegar a ser inestables por el porcentaje alto de proteína que tiene esta leche y por la alimentación y condiciones



▲ Foto: Brenda Cárdenas. Inversiones Colbúfalos.

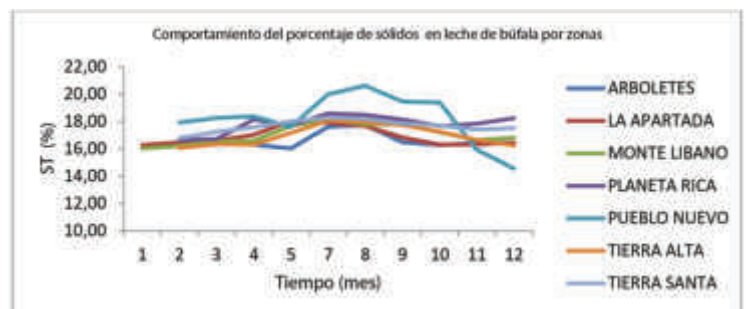


Figura 8.

Comportamiento del porcentaje de sólidos en la leche de búfala por zonas.

ambientales. Se sugiere no utilizar la prueba de alcohol como análisis de plataforma en leche de búfala, solo se debería utilizar la acidez cuantitativa.

3.3. Influencia de factores ambientales en los cambios fisicoquímicos de la leche de búfala

Las zonas de procedencia se representarán en las tablas 4 y 5 con las iniciales de sus nombres, así: Arboletes (A), La Apartada (LA), Monte Líbano (M), Planeta Rica (PR), Pueblo Nuevo (PN), Tierra Alta (TA) y Tierra Santa (TS).

• **Zona de procedencia:** La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos de los valores promedio de las características fisicoquímicas de la leche de búfala por zona. El análisis estadístico comparó medias utilizando el test de medias de Tukey a un nivel de significancia del 5%, mediante análisis de varianza (ANOVA), utilizando el software Minitab Versión 16.

De acuerdo con el análisis de varianza, el porcentaje de acidez, el pH y la densidad no presentan diferencias significativas entre las diferentes zonas estudiadas. En cuanto al contenido de grasa, las zonas PN, PR y

TS son iguales estadísticamente, al igual que las zonas A, LA, M y TA, pero difieren de PR, PN y TS. En conclusión, con una confianza del 95%, el porcentaje de grasa en la leche de búfala se ve afectado por la zona. Soto y Teherán (2007) reportan en su estudio que el porcentaje de grasa exhibió diferencias significativas entre las fincas del departamento de Córdoba, siendo este el factor que altera en forma significativa los sólidos totales.

El porcentaje de proteína en el análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre las zonas. Patiño (2004) reporta en su estudio que no existen diferencias significativas para la proteína. El porcentaje de lactosa en el análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre las zonas. Soto y Teherán (2007) señalan que para la lactosa no existe diferencia significativa según la zona de procedencia. Los sólidos totales en el análisis de varianza mostraron diferencias significativas entre las zonas, donde PR y TS son iguales estadísticamente, pero difieren de las zonas

Tabla 4.

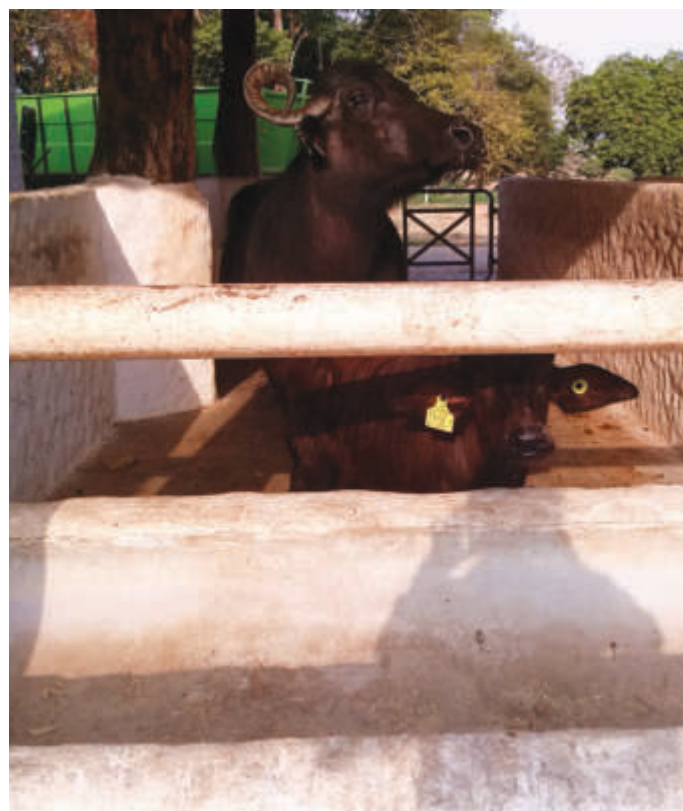
Valores promedio de las características fisicoquímicas de la leche de búfala por zona.

Zona	Acidez (% AL)	pH	Punto Crioscópico (°H)	Densidad (g/ml)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Sólidos Totales (%)
A	0,13 ^a	6,94 ^a	-0,539 ^a	1,035 ^{a a}	6,79 ^c	4,08 ^a	5,19 ^a	16,63 ^C
LA	0,14 ^a	6,90 ^a	-0,544 ^{c d}	1,035 ^a	7,05 ^c	4,19 ^a	5,12 ^a	16,95 ^c
M	0,14 ^a	6,93 ^a	-0,542 ^{a b c}	1,036 ^a	7,18 ^c	4,29 ^a	5,10 ^a	17,17 ^c
PR	0,14 ^a	6,96 ^a	-0,545 ^{b c d}	1,035 ^a	7,89 ^{a b}	4,32 ^a	5,09 ^a	17,87 ^b
PN	0,14 ^a	6,92 ^a	-0,552 ^e	1,035 ^a	8,51 ^a	4,51 ^a	5,08 ^a	18,68 ^a
TA	0,14 ^a	6,93 ^a	-0,540 ^{a b}	1,036 ^a	7,04 ^c	4,39 ^a	5,11 ^a	17,06 ^c
TS	0,14 ^a	6,91 ^a	-0,547 ^{d e}	1,035 ^a	7,74 ^b	4,30 ^a	5,14 ^a	17,69 ^b

Promedios en la misma columna con diferentes letras son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

A, LA, M y TA, las cuales no presentan diferencias significativas entre ellas y la zona PN difiere de todas las demás. Soto y Teherán (2007) reportan que la grasa es el factor que altera en forma significativa los sólidos totales y en este estudio se muestra que tanto el porcentaje de grasa como los sólidos presenta diferencias significativas entre las zonas estudiadas.

• **Época del año:** La época de sequía se presentó de enero a julio y en diciembre, mientras que la época de lluvia se presentó de agosto a noviembre. Estas épocas fueron corroboradas en fuentes confiables como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –Ideam–. La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos de los valores promedio de las características fisicoquímicas de la leche de búfala por época del año.



▲ Foto: Brenda Cárdenas. Inversiones Colbúfalos.

Tabla 5.

Valores promedio de las características fisicoquímicas de la leche de búfala por zona.

Zona	Acidez (% AL)	pH	Punto Crioscópico (°H)	Densidad (g/ml)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Sólidos Totales (%)	
A	Sequía	0,13 ^a	6,94 ^a	-0,539 ^a	1,035 ^b	6,96 ^a	4,05 ^a	5,15 ^a	16,65 ^a
	Lluvia	0,13 ^a	6,93 ^a	-0,540 ^a	1,036 ^a	6,59 ^a	4,13 ^a	5,24 ^a	16,61 ^a
LA	Sequía	0,14 ^a	6,90 ^a	-0,545 ^a	1,035 ^b	7,36 ^a	4,22 ^a	5,13 ^a	17,11 ^a
	Lluvia	0,14 ^a	6,89 ^a	-0,543 ^a	1,035 ^a	6,91 ^a	4,16 ^a	5,11 ^a	16,77 ^a
M	Sequía	0,14 ^a	6,91 ^a	-0,542 ^a	1,035 ^a	7,30 ^a	4,18 ^b	5,08 ^a	17,04 ^a
	Lluvia	0,14 ^a	6,94 ^a	-0,542 ^a	1,036 ^a	7,06 ^a	4,41 ^a	5,13 ^a	17,33 ^a
PR	Sequía	0,14 ^a	6,94 ^a	-0,544 ^a	1,035 ^b	7,98 ^a	4,19 ^b	5,03 ^a	17,70 ^a
	Lluvia	0,15 ^a	6,97 ^a	-0,547 ^a	1,036 ^a	7,80 ^a	4,44 ^a	5,15 ^a	18,03 ^a
PN	Sequía	0,14 ^a	6,93 ^a	-0,549 ^a	1,035 ^b	8,50 ^a	4,42 ^a	5,06 ^a	18,38 ^a
	Lluvia	0,14 ^a	6,92 ^a	-0,554 ^a	1,036 ^a	8,52 ^a	4,60 ^a	5,09 ^a	18,93 ^a
TA	Sequía	0,14 ^a	6,95 ^a	-0,538 ^a	1,035 ^a	6,96 ^a	4,30 ^b	5,09 ^a	16,78 ^b
	Lluvia	0,14 ^a	6,92 ^a	-0,543 ^b	1,036 ^a	7,14 ^a	4,54 ^a	5,15 ^a	17,40 ^a
TS	Sequía	0,14 ^a	6,91 ^a	-0,546 ^a	1,035 ^b	7,84 ^a	4,29 ^a	5,13 ^a	17,60 ^a
	Lluvia	0,14 ^a	6,91 ^a	-0,549 ^a	1,036 ^a	7,61 ^a	4,33 ^a	5,16 ^a	17,81 ^a

* Promedios en la misma columna con diferentes letras son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

El porcentaje de acidez, el pH y el punto crioscópico, no mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza, por época del año, para ninguna de las zonas, mientras que la densidad mostró diferencias significativas, es decir que, en tiempo de sequía y de lluvia fueron diferentes significativamente, afectando la densidad en cada una de las zonas. En cuanto al porcentaje de grasa, lactosa y sólidos totales no se hallaron diferencias significativas y se corroboró lo que dice Patiño (2004) frente a estas variables composicionales durante las cuatro estaciones del año, ni tampoco se observaron diferencias significativas a través de las tres etapas de lactancia.

El porcentaje de proteína mostró diferencias significativas por época del año en la zona de M, PR y TA, especialmente en época de sequía, cuando sí tuvo influencia en estas zonas, por lo cual se puede decir con una confianza del 95% que se presentan variaciones significativas de la proteína durante las épocas del año.

3.4. Parametrización fisicoquímica de la leche de búfala en la región

Mediante los resultados obtenidos en este estudio se reportan en la Tabla 6 los valores mínimos y máximos para cada parámetro por zona y en la Tabla 7 la parametrización fisicoquímica para la leche de búfala.

Tabla 6.

Valores mínimos y máximos para cada parámetro por zona.

Análisis	Valores mínimos y máximos para cada análisis por zona													
	Arboletes		La Apartada		Montelíbano		Planeta Rica		Pueblo Nuevo		Tierralta		Tierrasanta	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Acidez (% A.L)	0,11	0,15	0,12	0,16	0,11	0,18	0,12	0,16	0,11	0,16	0,12	0,16	0,13	0,16
pH	6,77	7,11	6,76	7,06	6,71	7,08	6,82	7,17	6,76	7,08	6,79	7,10	6,77	7,12
Punto Crioscópico (°H)	-0,546	-0,530	-0,557	-0,522	-0,550	-0,533	-0,559	-0,535	-0,568	-0,535	-0,550	-0,527	-0,568	-0,538
Densidad (g/ml)	1,034	1,037	1,034	1,037	1,034	1,038	1,033	1,038	1,032	1,037	1,032	1,037	1,033	1,037
Grasa (%)	5,97	8,64	5,23	9,25	6,32	8,59	6,82	9,02	4,83	10,20	6,00	8,17	6,97	8,51
Proteína (%)	3,76	4,42	3,86	4,57	3,84	4,67	3,78	4,70	3,57	5,22	3,84	4,81	3,79	6,36
Lactosa (%)	4,99	5,34	4,91	5,92	4,90	5,28	4,83	5,33	4,93	5,30	4,96	5,41	4,93	5,51
Sólidos Totales (%)	15,9	18,56	15,8	19,12	16,03	18,85	16,06	18,98	14,34	20,96	15,46	18,58	16,65	18,76



Tabla 7.

Parametrización fisicoquímica de la leche de búfala.

Análisis	Parámetro min.	Parámetro máx.
Acidez (% A.L)	0,11	0,18
pH	6,71	7,17
Punto Crioscópico (°H)	-0,568	-0,522
Densidad (g/ml)	1,032	1,038
Grasa (%)	4,83	10,20
Proteína (%)	3,57	6,36
Lactosa (%)	4,83	5,92
Sólidos Totales (%)	14,34	20,96

4. Conclusiones

- La legislación colombiana mide la leche bovina y bufalina bajo los mismos parámetros, de acuerdo con el Decreto 616 del 2006, sin embargo estas leches reflejan diferencia composicional y fisicoquímica como, por ejemplo, mayor porcentaje de grasa, proteína lactosa y sólidos totales y un porcentaje de acidez que naturalmente puede ser más bajo o más alto que la leche de vaca. Por tal motivo, las áreas de Asistencia técnica, Mejoramiento y Calidad de leche y Control calidad de COLANTA adelantaron el Estudio de caracterización fisicoquímica de la leche de búfala en la planta Planeta Rica, para obtener parámetros de aceptación y rechazo propios de esta leche.
- Los parámetros mínimos y máximos hallados en este estudio para la leche de búfala fueron: Acidez de 0,11% a 0,18% de A.L; pH de 6,71 a 7,17; Punto crioscópico de -0,568 a -0,522 °H; Densidad de 1,032 a 1,038 g/ml; Grasa de 4,83% a 10,20%; Proteína de 3,57% a 6,36%; Lactosa de 4,83% a 5,92% y Sólidos totales de 14,34% a 20,96%.
- Según la zona de procedencia, los parámetros que presentaron diferencias significativas por zonas fueron el punto crioscópico, el porcentaje de grasa y el porcentaje de sólidos totales. Esto indica que dependiendo la procedencia de la leche de búfala serán las variaciones de estos parámetros composicionales, lo cual depende de la alimentación.



▲ Foto: Brenda Cárdenas. Inversiones Colbúfalos.

- El porcentaje de proteína y la densidad son los parámetros que se ven afectados por la época de año. De esta manera, la industria estará preparada para que, en invierno y verano se note la diferencia en estos parámetros y el resto no se vean influenciados.
- Con este estudio se logra caracterizar fisicoquímicamente la leche de búfala, teniendo bases firmes para aceptarla o rechazarla en determinado momento. Para la industria y para el productor es de vital importancia, pues las diferencias en parámetros con la leche de vaca no permitía detectar alteraciones y/o adulteraciones, pero al conocer cuánto fluctúan estos parámetros se pueden tomar decisiones. Solo queda caracterizar sus descriptores sensoriales, ya que organolépticamente también tiene claras diferencias a la leche de vaca.■



▲ Foto: Archivo COLANTA

Referencias

- Ahmad, S., Anjum, F., Huma, N., Sameen, A. & Zahoor, T. (2013). Composition and physico-chemical characteristics of buffalo milk with particular emphasis on lipids, proteins, minerals, enzymes and vitamins. *The Journal of Animal and Plant Sciences* 23(1), 62-74.
- Association of Official Analytical Chemists. (2005). *Manual of Official Methods of Analysis*. (18 Ed.). Virginia, USA.
- Botero, C. (2010). *Reglamento para evaluaciones genéticas de búfalos comerciales tipo carne*. Trabajo de investigación para optar el título de Industrial Pecuaria, Facultad de Ciencias Administrativas Agropecuarias, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia.
- Byczko, G. y Byczko, N. (2011). Leche de búfala en polvo. *Invenio*, 27(14), 135-152. Recuperado de http://www.ucl.edu.ar/upload/revista_invenio/Invenio_27_Noviembre_2011.pdf
- Cárdenas, E. (2012). Opciones ambientales y alternativas forrajeras para la producción bufalina en Colombia. En Asociación Colombiana de Criadores de Búfalo, 3º Encuentro Nacional de Criadores de Búfalos. Encuentro llevado a cabo en Barranquilla, Colombia.
- Faria, M., Tonhati, H., Cerón, M., Duarte, J. & Vasconellos, B. (2002). Características físico-químicas do leite de Búfalas ao longo da lactação. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes* 57(324), 3-7.
- Hurtado, N., Cerón, M., Lopera, M., Bernal, A. y Cifuentes, T. (2005). Determinación de parámetros físico-químicos de leche bufalina en un sistema de producción orgánica. *Livestock Research for Rural Development* 17(1), 115-119.
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2015). Censo Pecuário Nacional-2016. Recuperado de <http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>.
- International Organization for Standardization (2009). Milk - Determination of freezing point - Thermistor cryoscope method (Reference method) [ISO 5764:2009 (IDF108:2009)]
- International Organization for Standardization (2013). Milk and liquid milk products -- Guidelines for the application of mid-infrared spectrometry [ISO 9622:2013 (IDF141:2013)]
- Mahmood, A. & Usman, S. (2010). A comparative study on the physicochemical parameters of milk samples collected from buffalo, cow, goat and sheep of Gujrat, Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition* 9(12), 1192-1197.
- Meza, L., Paba, R. & Acevedo, D. (2012). *Elaboración de queso de capa a partir de leche de búfala del municipio del Carmen de Bolívar (Colombia)*. Tesis para optar el título de Ingeniero de Alimentos, Departamento de Ingeniería de Alimentos, Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias, Colombia.
- Ministerio de la Protección Social. (28 de febrero de 2006). Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país. [Decreto 616 de 2006]. Recuperado de <http://www.ica.gov.co/getattachment/15425e0f-81fb-4111-b215-63e61e9e9130/2006D616.aspx>
- Navarro, J. (2013). *Presentación y socialización pasantía profesionalizante Universidad de Sao Paulo – Facultad de Zootecnia e Ingeniería de Alimentos USP/FZEA*. Trabajo de pasantía profesional en Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia.
- Norma Técnica Colombiana. (2002). Productos lácteos. Leche cruda. [NTC 399].
- Patiño, E. (2004). Factores que afectan la composición físico - química de la leche de búfalas (*Bubalus bubalis*) en el nordeste de Argentina. *Revista Electrónica de Veterinaria* 5(10). Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/01-factores_leche_bufalo.pdf
- Patiño, E. (2011). Producción y calidad de la leche bubalina. *Tecnología en Marcha* 24(5). Recuperado de http://tecdigital.tec.ac.cr/servicios/ojs/index.php/tec_marcha/article/view/163/161.

Patiño, E. & Guanziroli, S. (2005). Composición de leche de búfala (*Bubalus bubalis*) de raza Jafarabadi en Corrientes, Argentina. *Revista Electrónica de Veterinaria* 6(5). Recuperado de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505/050507.pdf>.

Patiño, E., Faisal, E., Cedres, J., Méndez, F. & Guanziroli, S. (2005). Contenido mineral de leche de búfalas (*Bubalus bubalis*) en Corrientes, Argentina. *Revista Electrónica de Veterinaria* 16(1). Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/16-minerales_leche.pdf

Sáez, L. & Velásquez, G. (2008). Elaboración y caracterización del queso doble crema a partir de leche de búfala. Montería: Universidad de Córdoba. Tesis Ingeniero de Alimentos

Sánchez P., L.F. (2014). Producción de leche de búfala en Colombia, derivados lácteos para exportación mozzarella. Bogotá. Recuperado de <http://www.tecnolacteoscarnicos.com/resumen/2016/p6.pdf>

Soto, J. & Teherán, L. (2007). *Evaluación de la composición físico-química y microbiológica de la leche de búfala en las cinco fincas de mayor producción del Departamento de Córdoba*. Tesis para optar el título de Ingeniero de Alimentos, Universidad de Córdoba, Montería, Córdoba.

Teixeira, L., Bastianetto, E. & Oliveira, D. (2005). Leite de búfala na indústria de produtos lácteos. *Revista Brasileira de Reproducao Animal* 29(2), 96-100.

Evolucione su producción de leche con tecnología y respaldo



- Tanques de enfriamiento SERAP con expansión directa para un rápido enfriamiento.
- Cumplen con la Norma de Enfriamiento ISO 5708 y la EN 13732
- Referencias desde 500 hasta 10.000 Litros
- Facilidades de financiación (AyC COLANTA)



Distribuidor Oficial en Colombia

Contáctenos: (4)445 3000 ext. 4535 / E-mail: amandagc@colanta.com.co Celular: 310 469 02 19