

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA LECHE DE BÚFALA PRODUCIDA EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

PHYSICOCHEMICAL EVALUATION OF THE BUFFALO MILK PRODUCED IN THE DEPARTMENT OF CÓRDOBA

Margarita R Arteaga*¹, Iris L Soto², Javier A Soto³, Luis M Teherán³, Gabriel I Vélez⁴

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar las propiedades fisicoquímicas de la leche de búfala producida en el Departamento de Córdoba y la influencia que tienen los ciclos de lactancia y su procedencia en la calidad, durante cuatro meses consecutivos. Se establecieron dos ciclos de lactancia, ciclo 1 (0 y 4 meses de lactancia) y ciclo 2 (4 mes en adelante). Se evaluaron los parámetros fisicoquímicos (grasa, proteína, sólidos totales, cenizas, lactosa, pH, acidez y densidad) utilizando métodos referenciados por la AOAC; los datos obtenidos se analizaron a través de estadísticas descriptivas, ANOVA a una vía y comparaciones de medias (Test Tukey, $p < 0,05$). Como resultado se obtuvo que el contenido de grasa de la leche de búfala presenta un rango entre 6,05 a 8,68 % p/p, siendo mayor en el ciclo 2, con diferencias estadísticamente significativa entre las muestras evaluadas en cada finca; la proteína estuvo en un rango de 3,86 a 4,24% p/p, a partir del tercer mes de estudio se empezó a evidenciar diferencias entre los ciclos de lactancia, mientras que la procedencia no afectó; la acidez estuvo en el rango 0,15 a 0,21% de ácido láctico, presentando diferencia significativa entre los ciclos pero no así para la procedencia de igual forma sucede para los sólidos totales, los cuales oscilaron entre 16,31 a 17,49% p/p. Los demás parámetros evaluados no fueron afectados por los ciclos de lactancia ni por la procedencia de la leche.

Palabras clave: Lactación, procedencia, leche, búfalo, composición.

¹ M. Sc. Maestría en Ciencia y Tecnología de la Leche, Ingeniera de Alimentos, Docente Titular del Departamento de Ingeniería de Alimentos, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. *Berástegui Km 12 (vía Ciénaga de Oro-Córdoba), +57 301 2416270 mrarteaga@correo.unicordoba.edu.co

² Ingeniera de Alimentos, Auxiliar de la Maestría en Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

³ Egresados del Programa Ingeniería de Alimentos, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

⁴ M. Sc. Maestría en Tecnología de Alimentos, Ingeniera de Alimentos, Docente Titular del Departamento de Ingeniería de Alimentos, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physicochemical properties of buffalo milk produced in sites of higher production in the Department of Córdoba and the influence of breastfeeding cycles and the origin of milk, during four consecutive months. Two lactation cycles were established: cycle 1 (0 and 4 months of lactation) and cycle 2 (2 of 4 months and up). The physicochemical parameters (fat, protein, total solids, ash, lactose, pH, acidity and density) were evaluated using methods referenced by the AOAC; the data obtained were analyzed through descriptive statistics, one-way ANOVA and mean comparisons (Tukey Test, $p < 0.05$). As a result, were obtained that the fat content of buffalo milk has a range between 6.05 and 8.68% p/p, being higher in cycle 2, exist statistically significant difference between the samples evaluated in each estate. The protein was in a range of 3.86 to 4.24% w/w, where after the third month of the study. Differences between the lactation cycles began was observed, while the origin did not affect it; the acidity was in the range 0.15 to 0.21% of lactic acid, presenting significant difference between the cycles but not so for the origin, the same happens for the total solids, which oscillated between 16.31 to 17.49 % w/w. The other parameters evaluated does not affected by breastfeeding cycles or by the origin of the milk.

Key words: Lactation, origin, milk, buffalo, composition.

1. INTRODUCCIÓN

La leche de búfala se caracteriza por su alto contenido de sólidos totales, buena fuente de lípidos, proteínas, lactosa, minerales y compuestos bioactivos; sus propiedades nutricionales, funcionales y tecnológicas le conceden un gran potencial para desarrollar productos derivados de alta calidad, que la harían competitiva en el mercado (Rodríguez 2017). En los últimos años, tanto su producción como la industrialización ha tenido un incremento significativo (Araya et al. 2008; Abdel et al. 2000), ocupa el segundo lugar a nivel mundial, contribuyendo con el 16% de la producción de leche en el mundo, después de la leche bovina (FAO 2013; Khedkar et al. 2016).

Los estudios asociados a la leche de búfala han estimulado a un mayor aprovechamiento y valoración de la misma; sin embargo, investigaciones muestran que existe una gran variabilidad en las propiedades físicas y químicas de ésta, incluso en animales de la misma raza y del mismo país de origen (Patiño 2004). Por tal motivo, se hace necesario generar estudios orientados a ampliar la información de la composición fisicoquímica de la leche en sitios específicos, que permitan tener un estimado del comportamiento de estas propiedades, en animales de una misma región, considerando los distintos factores asociados, tales como: raza, etapa de lactancia, número de partos, alimentación, condiciones ambientales; ya que, el desconocimiento de sus propiedades, por parte de sus consumidores

potenciales, representa una barrera al momento de comercializados.

El departamento de Córdoba, según el censo pecuario nacional realizado por el ICA (2016), concentra el 26,18% de la población bufalina en Colombia. Así mismo, ha incrementado en los últimos años el consumo masivo de leche de búfala con fines de producción de quesos, arequipe y yogurt. El objetivo del presenta trabajo fue evaluar las propiedades fisicoquímicas de la leche de búfala producida en sitios de mayor producción en el Departamento de Córdoba, según el ciclo de lactancia y la procedencia de la leche, durante cuatro meses consecutivos. Mediante este estudio se busca fortalecer las investigaciones asociadas a leche de búfala en el departamento de Córdoba, permitiendo actualizar los conocimientos y detalles sobre la composición y propiedades de ésta, e identificar el potencial de sus nutrientes, lo que representa su alto valor nutritivo para la alimentación básica de toda persona, que además, pueda ser aprovechado mediante la obtención de derivados lácteos innovadores, que apunten a disminuir los índices de escasez de alimentos, que es un problema de seguridad alimentaria latente, en los países de América latina.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en los Laboratorios: Lactología (Adscrito a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia), Microbiología de Alimentos y Análisis de Alimentos, pertenecientes al Departamento de Ingeniería de Alimentos de la

Universidad de Córdoba (Campus Berástegui). La leche de búfala muestreada procedía de 5 fincas ubicadas en los municipios de Pueblo Nuevo, Planeta Rica, Lorica, Montería y Tierralta, que se consideran los sitios de mayor producción en el departamento de Córdoba. Para fines de esta investigación se identificarán como F1, F2, F3, F4, F5 respectivamente. La toma de muestras se realizó durante 4 meses (septiembre, octubre, noviembre y diciembre), se realizaron muestreos quincenalmente, donde cada una de la fincas seleccionadas tenían las búfalas divididas por ciclos de lactancia, el "ciclo 1", comprendido por búfalas con crías entre cero a tres meses de edad y el "ciclo 2" de cuatro meses en adelante; lo cual implicó que el muestreo también se hiciera por ciclo de lactación.

La toma de muestras se realizó según método 968.12 de la AOAC (1997), posteriormente se analizaron las propiedades fisicoquímicas, el contenido de grasa se determinó por Butirometría (Método 33.2.27.A – AOAC 2000); la proteína cruda se determinó por el Método de Kjeldahl (Método 920.105-AOAC 2012), sólidos totales (Método 925.23- AOAC 2012), cenizas (Método 947.05-AOAC 2012), el contenido de lactosa se determinó por el Método gravimétrico de Munson-Walker (AOAC 1984); tomando como referencia los métodos AOAC (2000) se determinaron: densidad (Método de Gravedad Específica (33.2.03 (925.229), pH se determinó usando un potenciómetro por inmersión del electrodo en la muestra (Método 981.12) y acidez (Método de Titulación 33.2.06 (947.05)).

Se estableció un diseño muestral probabilístico por estratos, teniendo en cuenta que se trabajó con 5 fincas productoras de leche de búfala, a las cuales se les llevó un seguimiento quincenal por 4 meses consecutivos, separando la leche según el ciclo de lactancia. A cada muestra se le realizó por triplicado el análisis respectivo (dos muestras por finca cada quince días; que corresponden a los dos ciclos de lactancia), así al final se obtuvieron: $5 \times 4 \times 2 \times 3 = 120$ unidades experimentales. Los datos obtenidos se analizaron a través de estadísticas descriptivas, análisis de la varianza (ANOVA a una vía) y comparaciones de medias (Test Tukey, $p < 0,05$), con el auxilio del software Statgraphics centurion XVI en una versión de prueba.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se presentan los resultados estadísticos del contenido de grasa en leche de búfala, obtenidos para cada ciclo de lactancia, durante los 4 meses en estudio, observándose diferencia significativas entre los valores promedios en cada ciclo y para cada mes. La comparación de medias entre ciclos, a través de una prueba de Tukey ($p < 0,05$), indicó que el ciclo 2 presentó mayor contenido de grasa durante todos los meses; este comportamiento está de acuerdo con otros autores, quienes realizaron un estudio en leche de bovinos y encontraron que el contenido de grasa se va modificando a medida que avanza la lactación, aumentando un porcentaje promedio de 0,5 a 1,5% p/p al final del periodo de lactancia. Se atribuye el aumento de grasa a partir del 4 mes de lactancia a la disminución de la producción láctea y al aumento de sólidos de la leche, como consecuencia de la disminución del volumen producido (Dubey, et al. 1997).

En la Tabla 2, se puede observar el comportamiento del contenido de grasa en la leche de búfala procedente de las fincas estudiadas; indicando que las fincas F2 y F5 presentaron los mayores valores de este parámetro, con 7,53 y 7,40 % p/p respectivamente; estos sitios presentaron diferencia significativa con las demás fincas. Lo anterior se puede explicar por la variabilidad que pueden generar los cambios genéticos, fisiológicos y nutricionales; no obstante, las fincas donde se realizaron los muestreos no presentan un patrón genético definido, debido a las modificaciones genéticas constantes que realizan los propietarios. Según Capdevilla (2001), la nutrición es considerada como el único factor que influencia la composición de grasa en la leche de búfala, aunque otros autores señalan que además de la alimentación, la raza, edad, etapa de lactancia, método de ordeño y el ambiente, son factores que afectan este valor (Simón y Galloso, 2011).

En general, los resultados de grasa en la leche de búfala oscilaron entre 6,05 y 8,68% p/p, los cuales estuvieron de acuerdo a lo reportado por Ahmad et al. (2013); (2008), Han et al. (2007), Ganguli et al. (1992), Patiño et al. (2004), Spanghero y Susmel (1996), Sameen et al. (2010), quienes reportaron valores de grasa entre 6,53-10,0 % p/p, así mismo, Rodríguez (2017) reportó valores de 6,64 g/100 g para leche de búfala proveniente del municipio Planeta Rica, de igual manera el contenido de grasa hallada para el presente estuvo de acuerdo a lo reportado por Patiño (2011) con valores de 6,37 a 7,34 % p/p. Comparando los valores de grasa para leche de búfala con la leche de vaca, esta

última es superada con más del doble, lo que implica que la leche de búfala, contiene más energía; adicionalmente este aspecto representa una ventaja para la leche de búfala al momento de ser procesada, si se deseara obtener 1 Kg de mantequilla se requeriría 14 Kg de leche de vaca, mientras que procesando leche de búfala para la misma cantidad del producto mencionado, se requerirían 10 Kg en promedio (Ménard et al., 2010; Han et al., 2007).

El contenido de proteína en leche de búfala para cada ciclo de lactancia no presentó diferencia estadísticamente significativa (Tukey, $p < 0,05$), durante los 3 primeros meses de estudio, mientras que para el mes de diciembre si existe diferencia significativa entre ciclos de lactancia. Este comportamiento puede explicarse según lo expuesto por Alais (1991), quien afirma que existe una relación inversa entre la composición de la leche y el volumen producido durante la época del año, ya que la alimentación del animal es variable y esta influye en los cambios de composición proteica (Pinto 1998). La comparación de medias del contenido de proteína en la leche de búfala según el sitio de procedencia, no presentó diferencias estadísticamente significativas (Tabla 2), este comportamiento es similar a lo reportado por Colanta (2012), cuyo estudio se hizo con distintas bufaleras en Colombia.

La proteína representa uno de los componente más importantes en los productos lácteos, lo cual indica que un alto contenido de este parámetro representa beneficios a la salud y nutrición humana, siendo la leche de búfala rica en proteínas séricas y aminoácidos esenciales (Ahmad et al. 2008). Según el rango promedio para el parámetro proteína (3,86 a 4,24 % p/p) en la leche de búfala del presente estudio con respecto a leche procedente de vaca, se observaron niveles más altos; sin embargo, presentó valores semejantes a lo reportado por Rodríguez (2017) quienes estudiaron leche de búfala y obtuvieron un valor promedio de 4,1 % p/p, de igual forma, esto valores estuvieron de acuerdo a Granados et al. (2014) con valores entre 3,93 y 4,42% p/p, encontrándose dentro del rango característico de la leche de búfala (Granados et al. 2010; Zuñiga et al. 2007), así mismo, en Brasil Tonhati, et al. (2000) reportaron valores de 3,96 % p/p y Faria, et al. (2002) hallaron porcentajes de 3.82 % p/p, Sharma et al. (1980) reportaron valores de 4,01% p/p en India. (Patiño 2004). Sin embargo, estos valores estuvieron por debajo de lo hallado por Patiño 2005, quien reportó valores promedios de 4,55 g/100g para leche de

búfala en Argentina y los descriptos por Verruma y Salgado (1994) de 4,50 % p/p.

Los sólidos totales de la leche de búfala en estudio, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$) presentaron diferencia estadísticamente significativa entre los ciclos de lactancia para todos los meses evaluados (Tabla 1), donde los porcentajes de sólidos totales presentaron su valor más bajo en el ciclo 1; sin embargo, la procedencia no afectó estadísticamente los valores de este parámetro (Tabla 2). Este parámetro constituye uno de los componentes químicos de mayor variabilidad en la leche (Patiño 2011), para esta investigación la variación de este componente estuvo entre 15,51 a 18,43% p/p, lo cual está de acuerdo a lo señalado por Patiño (2011), que encontró valores medios para sólidos totales que oscilan entre 16,31 a 17,49% p/p, de igual manera, Patiño (2004) reportó $18,42 \pm 0,16$ g/100g de sólidos totales para leche de búfala en Argentina; Imran, et al. (2008) encontró sólidos totales para leche de búfala de $15,8 \pm 1,53$ % p/p, señalando esta especie como la que presenta los valores más altos con respecto a leche de otras especies, tales como bovina y caprina. Webb et al. (1974) y Hassan (2005), señaló sólidos totales en la leche con variaciones del 10 al 17% p/p, estos altos valores del porcentaje de grasa en la leche de búfala pueden explicarse porque los sólidos totales incluye material graso y no grasos (lactosa, sustancias nitrogenadas, sales y minerales), no obstante, los altos contenidos de proteína y grasa, en leche de esta especie son altos (Casado y García 1999). Un estudio desarrollado en India demostró que el avance de la lactación puede hacer variar los porcentajes de grasa y sólidos totales, los cuales decrecen desde el primero hasta el cuarto mes, incrementándose luego hasta alcanzar el máximo valor durante el último mes 11 (Duarte et al. 2001).

La determinación de cenizas para cada ciclo durante los meses en estudio no mostró diferencia significativa entre ellos; como tampoco la procedencia. En general, este parámetro osciló en el rango de 0,75 a 0,85 % p/p, lo cual está de acuerdo con Patiño (2004) quien estudió el efecto de la etapa de lactación de búfalas (3, 6 y 9 meses de lactancia), no encontrando diferencias significativas para este parámetro y cuyos valores oscilaron de 0,81 a 0,85% p/p; estos resultados también coinciden a lo reportado por Patiño (2011) con valores de 0,75 a 0,85% p/p. No obstante, los valores hallados en esta investigación están ligeramente por debajo de lo reportado por Imran et al. (2008) (0,88% p/p). Cabe señalar que la ceniza

blanca (obtenida del proceso de incineración en mufla) se compone principalmente de óxidos y cloruros de elementos minerales, que incluyen cal, mangnesia, ceniza de sosa, potasa, óxidos de fósforo, trióxido de azufre, óxido férrico, etc., (Imran et al. 2008). Donde los minerales en particular, representan gran importancia en la leche, debido a que estos son determinantes en aspectos como la estabilidad al calor o la capacidad de coagulación, lo cual es primordial que se identifique para usos posteriores de la leche fresca, que incluye procesos tecnológicos como esterilización y/o coagulación (Patiño 2011). Cabe anotar, la importancia que tiene el tipo suelo y a su vez la región de donde proceda el animal, ya que la concentración de minerales del suelo a través de los forrajes y el alimento, influye en el cuerpo del animal y este a su vez en la leche.

El contenido de lactosa no presentó diferencias significativas entre los ciclos de lactancia durante los meses en estudio, de igual forma, no presentó diferencias con respecto a la procedencia de la misma. Sus valores oscilaron entre 4,57% y 4,95 % p/p. Granados et al. (2014) reportó valores cercanos ($4,87 \pm 0,04$ % p/p). Sin embargo, Duarte et al. (2001), en investigaciones asociadas, desarrolladas en Brasil, reportó valores de 5,19% y 5,52% p/p los cuales superan los valores hallados en este estudio; de igual manera Patiño (2011) reportó porcentajes entre 3,83 y 5,55 % p/p, Rodríguez (2017) encontró valores de 5,19% p/p para leche de búfala procedente del municipio de Planeta Rica, los cuales fueron semejantes a los reportados por Ahmad et al. (2013) Ahmad et al. (2008), Han et al., (2007), Ganguli et al. (1992), Patiño et al. (2004) y Sameen et al. (2010), que señalaron un valor promedio de 4,74% p/p. Así, Imran et al. (2008) también reportaron valores superiores a los encontrados en este estudio para la lactosa, correspondiendo a $5,15 \pm 1,59$ % p/p.

Shandu (1985) reportó valores de 4,83% p/p de lactosa, para búfala y 4,75% p/p para bovino y señaló que la leche bubalina supera leche de vaca en cuanto a este parámetro hasta en un 1,7 %. Aunque la identificación de estas diferencias en la composición fisicoquímica para cada especie permite perfilar el uso industrial que se le puede dar a la leche de búfala, el alto contenido de lactosa, adicional a su mayor contenido de grasa, proteína y sólidos totales le confieren propiedades adecuadas para la fabricación de una productos lácteos como: queso, mantequilla, helados y yogurt (Simanca et al. 2013; Ahmad et al. 2008; Andrade et al. 2010; Hussain et al. 2012).

Según la comparación de medias (Tukey, $p < 0,05$) entre ciclos, durante cada mes de estudio, la densidad no mostró diferencia significativa (Tabla 1), de igual forma, la procedencia de la leche tampoco influyó en variaciones de la densidad de la leche de búfala muestreada (Tabla 2). En general, se puede observar que la leche de búfala estudiada en el departamento de Córdoba, presentó valores entre 1,032 y 1,034 (g/mL), los cuales estuvieron de acuerdo a lo reportado por Granado, et al. (2014) en su estudio en leche bubalina en distintas razas en el continente americano: 1,031 y 1034 (gm/L); así mismo, sucedió con Hurtado-Lugo,(2005), quien estudió leche de búfala en distintas razas colombianas (1,033 a 1,035 g/mL), sin embargo, estuvieron por encima de lo reportado por Patiño (2004) en Argentina, cuya densidad promedio fue $1,026 \pm 0.003$ g/mL, mientras que Rodríguez (2017) reportó valores de 1,035 (g/mL) superiores a los reportado en este estudio.

El pH de las muestras evaluadas durante los 4 meses de estudio y comparadas según el ciclo de lactancia, no presentaron diferencia estadística (Tukey, $p < 0,05$) (Tabla 1), este mismo comportamiento lo presentaron la comparación de medias según la procedencia (Tabla 2). Lo anterior, está de acuerdo a lo reportado por Patiño (2004) quien estudió las diferencias en la leche de búfala según la etapa de lactación: 3 meses, 6 meses y 9 meses con valores de pH entre 6,68, y 6,78, sin encontrar diferencias significativas entre estos.

Se pudo observar que para todo el estudio se obtuvo valores de pH entre 6,66 y 6,87, los cuales se asemejan a los exhibidos por Patiño (2011) al estudiar las características físicas de la leche bubalina de distintas razas en el continente americano, para lo cual reporta valores de pH entre los 6,66 y 6,75, de igual manera Granados et al. (2014), reportó pH de $6,65 \pm 0,01$ para leche de búfala procedente del Carmen de Bolívar (Colombia). Así mismo, en Brasil para la raza Murrah reportan pH de 6,74 de 6,61 para razas mestizas (Furtado 1980 y Nader 1986).

La acidez de la leche de búfala según este estudio, estuvo en el rango 0,15 a 0,21 % de ácido láctico, la comparación de medias entre ciclos para cada mes evaluado, señaló que existe diferencia significativa entre ellos (Tukey, $p < 0,05$), observándose mayores valores para el ciclo 2 (animales lactantes mayores de tres meses); lo anterior coincide con estudios que señalan que la acidez titulable varía con la etapa de lactación, incrementándose a medida que avanza el ciclo

productivo (Briñez 2000), así mismo, Patiño (2004) evaluó la acidez, comparada según la etapa de lactación (3), (6) y (9 meses), para lo cual encontró valores de 0,178, 0,195 y 0,22% respectivamente; este incremento en el último tercio de la lactancia, concuerda con la disminución en el volumen de producción láctea que a su vez genera incremento en la concentración de sólidos totales, lo cual implica que se concentren las proteínas y con éstas la acidez (Amiot, 1991). Por otro lado, se determinó que la procedencia de la leche no afectó estadísticamente la acidez en cada caso de estudio (Tabla 2).

En general, se observó que los valores de acidez obtenidos en esta investigación (0,15 a 0,21% ácido láctico), fueron similares a los reportados por Patiño (2004) (0,197%) y Patiño (2011) (0,176-0,201%); estos también concuerdan con Shandu (1985): 15,7 y 22,3 °Dornic (0,16-0,22% ácido láctico) dependientes de la raza. Así mismo, estos valores son cercanos a los exhibidos por Granados et al. (2014) correspondientes a 0,18% de ácido láctico.

La elevada acidez que presenta la leche bubalina según los reportes científicos para ésta, con respecto a los registrados para leche bovina y que a su vez determinan la calidad de esta última, se debe principalmente a su contenido mayor de caseína, es por esto que los requisitos estándares que se establecen para leche bovina no deben ser empleados para juzgar la acidez de la leche de búfala, ya que si se utilizan podría ser rechazada por considerarse ácida, por lo cual es necesario contar con valores propios para la leche bubalina (Patiño 2004, 2011; Shandu 1985). Si la acidez obtenida en este estudio se compara con el valor recomendado por el Ministerio De Protección Social en el Decreto 616 (2006), estos valores son superiores con respecto a éste; sin embargo, estas características señalan que es una leche que puede ser utilizada para elaborar leche pasteurizada y distintos tipos de quesos, debido a que favorece la agregación de la caseína más fácil (Sbodio et al. 2010).

Otro aspecto al cual se atribuye los altos valores para la acidez, obedece a las temperaturas que el lugar de estudio mantenga constantemente (en el caso particular del departamento de Córdoba, se presentan variaciones de temperatura entre 29 y 39 °C), pues estudios han determinado que los mayores valores de temperatura del ambiente, favorece condiciones sanitarias no deseables, al incrementarse la carga bacteriana de la leche más rápidamente, aún más, si no se cumplen

adecuadamente las condiciones de higiene durante el ordeño (Patiño 2004).

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos determinados en la leche de búfala estudiada en esta investigación, cumplieron con lo establecido en el Decreto 616 de 2006 para leche cruda, con excepción de la densidad y la acidez (para algunos casos) que fueron superiores a los establecidos en el decreto de referencia, el cual a pesar que contempla la especie bubalina como productora de leche para consumo humano, aún no están especificados los requisitos fisicoquímicos que debe cumplir para tal fin, por lo cual se tomaron las especificaciones de calidad y/o requisitos para la especie bovina.

4. CONCLUSIONES

Se observó que los parámetros fisicoquímicos de la leche de búfala, específicamente el contenido de grasa, acidez y sólidos totales, fueron influenciados por los ciclos de lactancia estudiados, encontrándose diferencia significativa entre éstos; siendo el ciclo 2 (comprendido por búfalas con crías de cuatro meses en adelante) el cual presentó los mayores valores, con respecto al ciclo 1 (comprendido por búfalas con crías de cero a tres meses de edad). La proteína a partir del tercer mes de estudio empezó a mostrar diferencias entre los ciclos de lactancia. Mientras tanto, los parámetros cenizas, pH, lactosa y densidad no se vieron afectados por el ciclo de lactancia, ya que no presentaron diferencias significativas entre ellos.

La procedencia de la leche de búfala de los cinco sitios más productores en el departamento de Córdoba (Pueblo Nuevo, Planeta Rica, Lórica, Montería y Tierralta), solo afectó el contenido de grasa, presentándose diferencia significativa entre la finca Planeta Rica (F2) y la finca Tierralta (F5), con respecto a las fincas Pueblo Nuevo (F1), Lórica (F3) y Montería (F4), mientras que los parámetros: sólidos totales, proteína, cenizas, pH, acidez, lactosa, sólidos totales y densidad no fueron influenciados por esta variable.

AGRADECIMIENTOS

A las búfaleras del Departamento de Córdoba por su apoyo.

REFERENCIAS

- [1]. **Ahmad, S., Anjum, F., Huma, N., Sameen, A., Zahoor, T.**, Composition and physico-chemical characteristics of buffalo milk with particular emphasis on lipids, proteins, minerals, enzymes and vitamins. *JAPS, Journal of Animal and Plant Sciences*, ISSN: 1018-7081 (en línea) 23(1 Supplement), 62–74, (2013). <http://www.thejaps.org.pk/docs/Supplementary/vol-3-sup-1/14.pdf> Acceso: 18 de mayo de 2018.
- [2]. **Ahmad, S., Gaucher, I., Rousseau, F., Beaucher, E., Piot, M., Grongnet, J. F., Gaucheron, F.** Effects of acidification on physico-chemical characteristics of buffalo milk: A comparison with cow's milk. *Food Chemistry*, ISSN: 0308-8146 (en línea) 106(1), (2008) <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.021> Acceso: 01 de mayo de 2018.
- [3]. **Alais, Ch. 1991.** Ciencia de la Leche principios de técnica lechera. Editorial Reverte, S.A. Barcelona, p31-205.
- [4]. **Amiot, J. 1991.** Ciencia y tecnología de la leche: principios y aplicaciones. Zaragoza (España): Acribia, 47-55-568 p.
- [5]. **Andrade, R., Arteaga, M., Simanca, M.**, Efecto del salvado de trigo en el comportamiento reológico del yogurt de leche de búfalo, *Información Tecnológica*, ISSN: 0718-0764 (en línea), 21(5), (2010). https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642010000500015&script=sci_abstract Acceso: 01 de mayo de 2018.
- [6]. **AOAC 1997.** Official methods of analytical chemists. 15th ed. Association of Analytical Chemists, Arlington, VA.
- [7]. **AOAC 2000.** Fat Content of Raw and Pasteurized Whole Milk. Gerber Method by Weight. First Action 2000. Final Action 2004.
- [8]. **AOAC 2012.** Official methods of analysis 19th ed. Association of official Analytical Chemist, Washington, DC., USA.
- [9]. **Araya, V., Gallo, L., Quesada, C., Chaves, C., y Arias, M.** Evaluación bacteriológica de la leche y queso de cabra distribuidos en el Área Metropolitana de San José, Costa Rica, *ALAN*, ISSN 0004-0622 (en línea). 58(2), 182-186 2008. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000200010 Acceso: 01 de mayo de 2018.
- [10]. **Briñez, W.**, Características microbiológicas de la leche de búfalo. *Anales I Simposium Internacional de Búfalos*, Maracaibo, Venezuela, p. 31–45. 2000.
- [11]. **Capdevilla J, et al. 2001.** [CD-Room] Physical-chemical characterization of buffalo milk mixtures from Cuba: The effects of month and season. In: VI World Buffalo Congress pp 384-391.
- [12]. **Capdevilla, J., Zaldivar, V., Ponce, P., Martínez, I., 2001.** Physical-chemical characterization of buffalo milk mixtures from Cuba: The effects of month and season. [CD-Room]. VI World Buffalo Congress pp 384-391. Acceso: 4 de mayo de 2018.
- [13]. **Casado, P., García, C., 1999.** La composición de la leche y los factores que la influncian. Madrid, Editorial: Ayala.
- [14]. **Colanta., 2002.** Edición Número 185, Revista Colanta.
- [15]. **Decreto 616.** Ministerio de Protección Social. República de Colombia. Bogotá (2006).
- [16]. **Duarte J., 2001.** Efeitos ambientais sobre a produção no dia do controle e características físico-químicas do leite em um rebanho bubalino no Estado de São Paulo, Brasil. *Rev Inst Latic.* ISSN: 2238-6416 (en línea) 56 (16–19). <https://www.revistadoilct.com.br/rilct>
- [17]. **Dubey P., Suman, C., Sanyal, M., Pandey, H., Saxena, M., Yadav, P.,** Factor affecting composition of milk buffaloes. *The Indian journal of animal sciences*, (en línea) 67 (802–804), 1997. https://www.researchgate.net/publication/296760934_Factors_affecting_composition_of_milk_of_buffaloes Acceso: 15 de mayo de 2018.
- [18]. **FAO.** Dairy products in human nutrition dairy products (en línea), Rome. Muehlhoff, E., Bennett, A., McMahon, D. 2013. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/018/i3396e/i3396e.pdf> Acceso: 19 de abril de 2018.
- [19]. **Faria, M., Tonhati, H., Ceron, M., Duarte, J., Vasconcellos, B.,** Características físico-químicas do leite de búfalas ao longo da lactação. *Revista do instituto de laticínios cândido tostes.* ISSN: 2238-6416 (en línea), 324 (3–7), (2002). <https://www.revistadoilct.com.br/> Acceso: 03 de mayo de 2018.

- [20]. **Furtado, M.**, Leite de búfala: estudo da fabricação do queijo azul. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. ISSN: 2238-6416. 35 (207), (1980) <https://www.revistadoilct.com.br/rilct> Acceso: 01 de mayo de 2018.
- [21]. **Ganguli, N. 1992.** Milk processing and marketing. Tulloh N. y Holmes, J. (Eds.), Buffalo production in subsereis: production- system approach, Estados Unidos, p393–411.
- [22]. **Granados, C., Meza, L., Paba, R., Acevedo, D.**, Elaboración de Queso de Capa a partir de Leche de Búfala del Municipio Carmen de Bolívar (Colombia). Información Tecnológica, ISSN: 0718-0764 (en línea) 25 (6), (2014). https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642014000600006 Acceso: 01 de mayo de 2018.
- [23]. **Granados, C., Urbina, G., Acevedo, D.** Tecnificación, caracterización fisicoquímica y microbiológica del queso de capa de Mompo Colombia, Biotecnol.sector agropecuario y agroindustrial, ISSN 1692-3561 (en línea), 8(2) (2010). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1692-35612010000200006 Acceso: 1 de mayo de 2018.
- [24]. **Han, B., Meng, Y., Li, M., Yang, Y., Ren, F., Zeng, Q., Robert, M.** A survey on the microbiological and chemical composition of buffalo milk in China. Food Control, ISSN: 0956-7135 (en línea) 18(6), (2007). <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.03.011> Acceso: 21 de mayo de 2018.
- [25]. **Hassan, S., 2005.** Quality Assurance of Various Dairy Products. MSc Thesis, Department of Chemistry, University of Peshawar, Paksiatn.
- [26]. **Hurtado, L., Cerón, M., Gutiérrez, A.**, Estimates of genetic parameters of milk yield in test day analysis in buffaloes of the Colombian Atlantic coast. Livestock Research for Rural Development. 18 (39), (2005). <http://www.lrrd.org/lrrd18/3/hurt18039.htm> Acceso: 4 de mayo de 2018.
- [27]. **Hussain, I., Yan J., Grandison A., Bell A.**, Effects of gelation temperature on Mozzarella-type curd made from buffalo and cows'milk: 2. Curd yield, overall quality and casein fractions, Food Chemistry, ISSN: 0308-8146 (en línea), 135(3), (2012). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22953873> Acceso: 2 de mayo de 2018.
- [28]. **ICA, 2016.** Censo Población de Ovinos-Colombia 2016. Censo Pecuario Nacional, 2016. (en línea) <http://www.ica.gov.co/getattachment/Areas/Pecuaria/Servicios/Epidemiologia-Veterinaria/Censos-2013/Censo-bufalos.pdf.aspx>. Acceso: 2 de Mayo de 2018.
- [29]. **Imran, M., Khan, H., Hassan, S., Khan, R.**, Physicochemical characteristics of various milk samples available in Pakistan. Journal of Zhejiang University Science. ISSN: 1673-1581 (en línea), 9(7), (2008). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2443350/> Acceso: 2 mayo de 2018.
- [30]. **Khedkar, D., Kalyankar, D., Deosarkar, S. 2016.** Buffalo Milk. In Encyclopedia of Food and Health. Academic Press. Estados Unidos. (pp. 522–528).
- [31]. **Ménard, O., Ahmad, S., Rousseau, F., Briard-Bion, V., Gaucheron, F., Lopez, C.** Buffalo vs. cow milk fat globules: Size distribution, zeta-potential, compositions in total fatty acids and in polar lipids from the milk fat globule membrane. Food Chemistry, ISSN: 0308-8146 (en línea). 120(2), (2010). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814609012461> Acceso: 4 abril de 2018.
- [32]. **Nader, A., Schoken, R., Rossi O., Eca F.**, Características físicoquímicas do leite bovino, bubalino e do producto da mistura do leite de ambas as espécies. ARS Veterinaria, ISSN: 2175-0106 (en línea), 2 (95–106), (1986). <http://arsveterinaria.org.br/index.php/ars> Acceso: 22 de abril de 2018.
- [33]. **Patiño, E.**, Factores que afectan las propiedades físicas y la composición química de la leche de búfalas (*Bubalus bubalis*) en Corrientes, Argentina. Revista veterinaria. ISSN: 1668–4834 (en línea) 15: 1, 21–25, 2004. <http://www.vet.unne.edu.ar> Acceso: 22 de mayo de 2018.
- [34]. **Patiño, E.** Producción y calidad de la leche bubalina. Tecnología en Marcha ISSN: 0379-3982 (en línea) Núm. 5 (2011).

- http://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/163/161 Acceso: 1 mayo de 2018.
- [35]. **Pinto, M., Carrasco E., Fraser B., Letelier, A., Dörner, W., 1998.** Composición química de la leche cruda y más variaciones a nivel de silos en plantas lecheras de la VIII y XI y X regiones de Chile, Parte 1 Macrocomponentes, Agro Sur. ISSN 0304-8802 (En línea). 26 (2), (1998).
http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0304-88021998000200010&script=sci_arttext Acceso: 03 de mayo de 2018.
- [36]. **Rodríguez, Y. 2017.** Evaluación de la tecnología del secado por aspersión para la obtención de leche en polvo de búfala (*bubalus bubalis*). Tesis Magíster en Ciencia y Tecnología de alimentos. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- [37]. **Sameen, A., Anjum, F., Huma, N., Nawaz, H.** Chemical composition and sensory evaluation of mozzarella cheese: influence by milk sources, fat levels, starter cultures and ripening period. Pak. J. Agri. Sci, ISSN: 0552-9034. (en línea) 47(1), 26-31. (2010).
https://www.researchgate.net/publication/285045884_Chemical_composition_and_sensory_evaluation_of_mozzarella_cheese_influence_by_milk_sources_fat_levels_starter_cultures_and_ripening_period Acceso: 4 abril de 2018.
- [38]. **Sbodio, O., Tercero, E., Zannier, M., Revelli, G.,** Tratamiento Térmico de Leche: Influencia del pH y CaCl₂ en la Elaboración de Queso Cuartirolo, Información Tecnológica, ISSN: 0718-0764 (en línea), 21(5), (2010).
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642010000500014&script=sci_abstract Acceso: 1 de mayo de 2018.
- [39]. **Shandu T., 1985.** The Buffalo for Dairy Industry. I World Buffalo Congress, Cairo, Egypt. Proceedings. 2: 187-237.
- [40]. **Sharma U., Rao S., Zariwala I.,** Composition of milk of different breeds of buffaloes. Indian Journal of Dairy Science ISSN: 2454-2172 (en línea), 33 (7-12), (1980).
krishikosh.egranth.ac.in/bitstream/1/48585/1/dc39.pdf Acceso: 3 de mayo de 2018.
- [41]. **Simanca, M., Andrade, R., Arteaga, M.,** Efecto del Salvado de Trigo en las Propiedades Físicoquímicas y Sensoriales del Yogurt de Leche de Búfalo, Información Tecnológica, ISSN: 0718-0764 (en línea), 24(1), (2013).
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000100010 Acceso: 01 de mayo de 2018.
- [42]. **Simón, L., Galloso, M.,** Presencia y perspectivas de los búfalos en Cuba, Pastos y Forrajes, ISSN 0864-0394 (en línea) 34(1), 3-20 (2011).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942011000100001 Acceso: 12 de mayo de 2018.
- [43]. **Spanghero, M., Susmel, P.,** Chemical composition and energy content of buffalo milk. Journal of Dairy Research, ISSN: 0022-0299 (en línea), 4, 629-33 (1996).
https://www.researchgate.net/publication/14274487_Chemical_composition_and_energy_content_of_buffalo_milk Acceso: 19 de abril de 2018.
- [44]. **Tonhati H, Muñoz M., Oliveira J., Duarte J., Furtado, T., Tseimazides S.,** Parâmetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em bubalinos. Revista Brasileira de Zootecnia, ISSN: 1516-3598 (en línea), 29 (6), (2000).
https://www.researchgate.net/publication/273140515_Parametros_Geneticos_para_a_Producao_de_Leite_Gordura_e_Proteina_em_Bubalinos Acceso: 29 de abril de 2018.
- [45]. **Verruma, M., Salgado, J.,** Avaliação nutricional do leite de búfala em comparação ao leite de vaca, Scientia Agrícola, ISSN: 1678-992X (em línea), 51(1), (1994).
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90161993000300017&script=sci_abstract&tlng=pt Acceso: 30 de abril de 2018.
- [46]. **Webb, B., Johnson, A., Alford, J., 1974.** Fundamental of Dairy Chemistry, 2nd Ed. Chapter I, AVI Publishing Co., Westport, CT.
- [47]. **Zuñiga, L., Fredo, H., Osorio, J.,** Estudio de la dureza del queso edam por medio de análisis de perfil de textura y penetrometría por esfera, Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, ISSN

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de leche de búfala según ciclo de lactancia

| VARIABLES | MESES | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Septiembre | | Octubre | | Noviembre | | Diciembre | |
| | Ciclo 1 | Ciclo 2 |
| Grasa (% p/p) | 7.21 ^a | 8.68 ^b | 6.05 ^a | 7.40 ^b | 6.14 ^a | 7.33 ^b | 6.67 ^a | 7.05 ^b |
| Proteína (%p/p) | 3.95 ^a | 3.86 ^a | 4.01 ^a | 4.17 ^a | 3.94 ^a | 4.05 ^a | 3.99 ^a | 4.24 ^b |
| Sólidos totales (%p/p) | 17.17 ^a | 18.73 ^b | 15.71 ^a | 17.44 ^b | 15.99 ^a | 17.35 ^b | 16.56 ^a | 17.21 ^b |
| Ceniza (%p/p) | 0.78 ^a | 0.76 ^a | 0.78 ^a | 0.78 ^a | 0.76 ^a | 0.78 ^a | 0.79 ^a | 0.85 ^a |
| Lactosa (%p/p) | 4.73 ^a | 4.61 ^a | 4.90 ^a | 4.80 ^a | 4.92 ^a | 4.86 ^a | 4.69 ^a | 4.83 ^a |
| Densidad (g/mL) | 1033.31 ^a | 1032.69 ^a | 1033.10 ^a | 1033.55 ^a | 1033.79 ^a | 1033.48 ^a | 1033.79 ^a | 1034.45 ^a |
| pH | 6.82 ^a | 6.83 ^a | 6.72 ^a | 6.83 ^a | 6.74 ^a | 6.74 ^a | 6.82 ^a | 6.78 ^a |
| Acidez (% ácido láctico) | 0.15 ^a | 0.17 ^b | 0.15 ^a | 0.16 ^b | 0.17 ^a | 0.17 ^a | 0.18 ^a | 0.21 ^b |

*P<0,05. Letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa según la prueba de Tukey (P≤0,05)

(comparando entre ciclos de cada mes).

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de leche de búfala según procedencia

| VARIABLE | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Grasa (% p/p) | 7,40 ^b | 6,58 ^a | 6,97 ^a | 7,53 ^b | 6,92 ^a |
| Proteína (% p/p) | 4,01 ^a | 4,13 ^a | 4,01 ^a | 4,16 ^a | 3,84 ^a |
| Sólidos Totales(% p/p) | 17,43 ^a | 16,53 ^a | 17,06 ^a | 17,63 ^a | 16,53 ^a |
| Ceniza (% p/p) | 0,80 ^a | 0,79 ^a | 0,78 ^a | 0,81 ^a | 0,75 ^a |
| Lactosa (% p/p) | 4,78 ^a | 4,95 ^a | 4,88 ^a | 4,76 ^a | 4,57 ^a |
| Densidad (g/mL) | 1033,36 ^a | 1033,53 ^a | 1033,70 ^a | 1033,32 ^a | 1033,55 ^a |
| pH | 6,66 ^a | 6,82 ^a | 6,87 ^a | 6,77 ^a | 6,78 ^a |
| Acidez (% ácido láctico) | 0,18 ^a | 0,16 ^a | 0,17 ^a | 0,18 | 0,17 ^a |

* $P < 0,05$. Letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).