

# FUNCIONALIZACIÓN DE LECHE DE BÚFALAS (*BUBALUS BUBALIS*) DE LA REGIÓN NORDESTE DE LA ARGENTINA COMO ESTRATEGIA PARA LA VALORIZACIÓN DEL RECURSO



## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de la suplementación en la alimentación de búfalas sobre la composición basal de su leche. En particular, se examinó el aumento en la concentración de compuestos bioactivos presentes en forma natural (CLA, ácidos grasos omega 3 y omega 6). Se encontró que la ingesta de materias primas ricas en ácidos grasos poliinsaturados condujo a cambios favorables en la proporción de ácidos grasos con actividad nutracéutica. La obtención de leches con propiedades mejoradas podría redundar en subproductos y derivados lácteos con una calidad nutritiva diferenciada, permitiendo extender y diversificar el aprovechamiento de este recurso y captar un mercado creciente, demandante de productos saludables dotados de gran funcionalidad.

## INTRODUCCIÓN

La composición de la fracción lipídica de la leche y sus derivados ha sido objeto de numerosas revisiones en relación a sus efectos sobre la salud humana (Micinski y col., 2012; Manso y col., 2016). A pesar de que inicialmente por su alta proporción de grasas saturadas fue señalada como un potencial riesgo de enfermeda-

Ana María Romero<sup>1</sup>; Marina Doval<sup>1</sup>;  
Franco Emanuel Vasile<sup>1</sup>; Exequiel Patiño<sup>2</sup>;  
José Cedrés<sup>2</sup>; María Alicia Judis<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Industrias Alimentarias II –  
Universidad Nacional del Chaco Austral.  
Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias –  
Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina.  
majudis@uncaus.edu.ar

des crónicas, recientemente se ha puesto especial atención sobre la presencia de ciertos ácidos grasos con actividad nutracéutica (Micinski y col., 2012).

La leche es fuente de una gran variedad de ácidos grasos biológicamente activos, de los cuales se destacan el ácido linoleico, el linolénico y los comprendidos bajo la denominación de CLA (ácidos linoleico conjugados). Por un lado, el linoleico (C18:2 n6) y el linolénico (C18:3 n3) son ácidos grasos esenciales, ya que al no ser sintetizados por el organismo humano deben ser ingeridos en la alimentación. Estos ácidos participan como precursores en la síntesis de ácidos grasos poliinsaturados de la serie omega 3 (n3) y omega 6 (n6), respectivamente (Gagliostro y col., 2004). La contribución de dichos compuestos a la salud humana ha sido bien documentada (Ivanov y col., 2015; Ansorena y col. 2013), encontrándose altamente favorable la ingesta de n6 y n3 en una relación cercana a la unidad (Simopoulos, 2002).

Por otro lado, con la denominación de CLA se identifica a un conjunto de isómeros geométricos y posicionales del ácido linoleico (C18:2) con dobles enlaces conjugados (18:2 9c-11t; 18:2 12c-10t y 18:2 10c-12c). En particular, el CLA C18:2 9c-11t (conocido como ácido ruménico) es biológicamente activo, habiéndose demostrado diversas funciones fisiológicas como anticarcinogénico, antidiabético, antihipertensivo y lipolítico (Koba y col., 2014). La leche y los productos

lácteos constituyen la principal fuente de CLA en la dieta humana. El CLA presente en leche y derivados es resultado de la biohidrogenación ruminal de los ácidos grasos poliinsaturados naturalmente presentes en las pasturas y semillas con que se alimentan a los animales (Manzo y col., 2016). La concentración de CLA y la de otros ácidos grasos resulta afectada por factores estacionales y fisiológicos, siendo la nutrición animal el factor de mayor incidencia (Bergamo y col. 2003). En este sentido, la concentración de compuestos de interés funcional presentes naturalmente en la leche de rumiantes podría ser aumentada estratégicamente, logrando de esta manera productos más saludables y más atractivos desde el punto de vista comercial.

Desde 1992, la producción de leche de búfalas en la región noreste de la Argentina se ha destinado principalmente a la elaboración de queso mozzarella, y en menor medida a otros derivados, resultando en todos los casos de escasa industrialización (Patiño y col., 2012). De igual modo, la insuficiente investigación en relación a la composición y alternativas para lograr productos de elevada calidad tecnológica y nutricional constituye una de las principales barreras para el éxito en la producción de esta especie, así como también para la comercialización extendida de este tipo de productos.

El presente trabajo muestra los resultados de una investigación colaborativa realizada entre la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Nordeste (Corrientes, Argentina), quien llevó a cabo la alimentación animal y la extracción de la leche, y el Laboratorio de Industrias Alimentarias II de la Carrera de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Nacional del Chaco Austral (Chaco, Argentina), donde se analizaron las composiciones lipídicas para obtener la valoración nutricional de la leche de búfalas.

En particular, se evaluó el aumento en la concentración de compuestos bioactivos (omega 3 y 6 y ácido linoleico conjugado) logrado por suplementación en la nutrición animal con materias primas ricas en ácidos grasos poliinsaturados. Los resultados de esta tarea pretenden contribuir al conocimiento de las características nutricionales y funcionales de la leche de búfalas obtenidas en la región NEA, como así también plantea estrategias orientadas a mejorar su valor nutricional, permitiendo la obtención de leche y derivados lácteos de gran valor funcional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Unidades muestrales

Se utilizaron búfalas multíparas de raza Murrah y mestizas Murrah-Mediterránea, de la provincia de Corrientes, en la región nordeste de la Argentina. Los animales se identificaron con caravanas alfanuméricas y se organizaron en grupos uniformes de ocho búfalas, a los que se suministró las dietas específicas de acuerdo con los objetivos particulares de cada estudio.

a) Alimentación con pasturas naturales *ab libitum* compuestas por: *Andropogon lateralis*, *A. sellononauis*, *Cynodon dactylon*, *Elionorus sp.*, *Paspalum notatum*, *P. almunchase*, *Sorghastrum agrostoides*, *Desmodium canum* y *Shylosanthes macrosoma* (grupo control).

b) Alimentación con pasturas naturales *ab libitum* + suplementación. La suplementación incluyó:

- Granos de maíz: 2 kg/día.
- Granos de maíz + aceite de girasol: 2 kg/día + 210 o 420 ml/día.
- Aceite de pescado (29% de ácidos grasos n3): 70 o 140 ml/día.

Los animales recibieron los suplementos dietarios en el momento del ordeño en comederos individuales.

### Muestreo

Las muestras se obtuvieron por ordeño mecánico al inicio y al final del estudio. Los períodos de control de la alimentación variaron entre 35 a 50 días, correspondiendo a la segunda etapa de lactación de las especies intervinientes. En ciertos casos se realizó un acostumbramiento de los animales a la suplementación durante diez días previos al ensayo. Se recolectaron 200 ml de leche en frascos estériles. Las muestras colectadas fueron congeladas y conservadas a -18°C hasta el momento de su análisis.

### Análisis de composición y perfil lipídico

Se evaluó la cantidad de grasa total por el método butírométrico de Gerber. La extracción de la fracción lipídica se realizó por el método de Bligh and Dyer (1959), manteniéndose las muestras en atmósfera de nitrógeno y a -18°C hasta el momento del análisis. El análisis del perfil lipídico se realizó por GC-FID en un cromatógrafo Agilent, equipado con columna capilar Supelco 2340 (60 m x 0,25 mm d.i.) y detector de ionización de llama, de

acuerdo con la norma ISO 15304. Brevemente, la conversión de los ácidos grasos en metil-ésteres se llevó a cabo con NaOH y BF<sub>3</sub> metanólico al 14% a ebullición durante siete minutos. Los metil-ésteres se extrajeron con hexano y se analizaron por GC-FID. La identificación de los metil-ésteres se basó en la comparación de los tiempos de retención de estándares de metil-ésteres de ácidos grasos de 99% de pureza (Lipid Standard 189-19 Sigma-Aldrich).

### Análisis estadístico

Se realizaron análisis de la varianza con un nivel de significación  $P > 0.05$ . El procesamiento de los datos se realizó con el software Statistica 1999.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

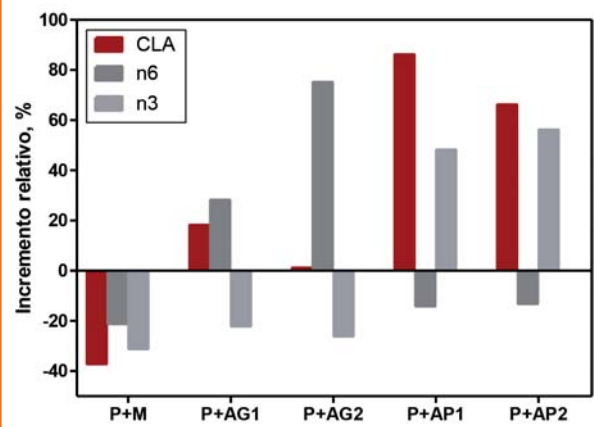
### Evaluación de la composición basal

La leche de búfalas del grupo control (alimentadas sólo con pasturas) presentó un contenido promedio de ácidos grasos saturados (AGS) de 56,91%, ácidos grasos monoinsaturados (AGM) de 37,24% y ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) de 5,84%. La fracción de AGS resultó ligeramente inferior a la reportada para búfalas de la región NOA (Van Nieuwenhove y col., 2007; Van Nieuwenhove y col., 2004) y para especies de otros países (Fernandes y col., 2007; Polidori y col., 1997; Mihaylova y col., 2007) atribuyéndose estas diferencias a distintos sistemas de alimentación y razas empleadas. Dentro de los AGS predominó el ácido palmítico (C16:0), que varió entre 6 y 15%, y el ácido esteárico (C18:0), que varió entre 4 y 11%. De los AGMI predominó el ácido oleico (C18:1), que varió entre 6 y 16%. De los AGPI predominó el ácido linoleico (C18:2), que varió entre 0,2 y 0,7%.

El cálculo de la relación n6/n3 -utilizado como índice de la calidad nutricional de la leche- arrojó una proporción de 2:1, indicando que la fracción de ácidos grasos n6 se encontraría por encima de lo recomendado.

El contenido de CLA (C18:2 c9 t11) varió entre 0,5-1,5%. El contenido de CLA resultó mayor que los reportados para búfalas de la misma especie y alimentadas en sistemas de pastura similares en la región noroeste de la Argentina (Van Nieuwenhove *et al.*, 2004; Van Nieuwenhove *et al.*, 2007), dejando en evidencia el efecto de ciertos parámetros ambientales de especial impacto en la composición lipídica de las leches de búfalas.

**FIGURA 1** - Incremento porcentual de CLA y ácidos grasos n3 y n6 en la fracción grasa de leches de búfalas alimentadas con pasturas naturales suplementadas con maíz (P+M); maíz + 210 ml de aceite de girasol (P+AG1); maíz + 420 ml de aceite de girasol (P+AG2); 70 ml de aceite de pescado (P+AP1); 140 ml de aceite de pescado (P+AG2). Los incrementos son calculados tomando como referencia la composición basal de leches de búfalas alimentadas ab libitum en sistemas de pastoreo tradicional.



### Efectos de la nutrición en el valor funcional de la leche

La composición de la fracción grasa de las leches de búfalas se analizó comparativamente en términos de los ácidos grasos de interés, respecto de los valores de composición basal (grupo control). La Figura 1 muestra los incrementos relativos de los ácidos grasos en estudio.

En el experimento en que se utilizó suplementación con maíz molido (A+M), se observó el menor contenido de CLA, incluso respecto del control (pastura ab libitum), probablemente debido a la menor disponibilidad de precursores en la fracción lipídica del maíz. De igual modo se observó una reducción de los ácidos grasos n3 y n6. Los animales suplementados con maíz presentaron, sin embargo, una importante reducción del contenido de ácidos grasos saturados (de 57,10 a 56,91%) y un aumento en la proporción de ácidos grasos monoinsaturados (con predominio del ácido oleico C18:1).

Con la incorporación de aceite de girasol se pudo observar un incremento en los niveles de CLA y ácidos grasos n6. El incremento en los ácidos n6 resultó proporcional a la dosis administrada. En efecto, los animales que recibieron 120 y 240 ml de aceite de girasol presentaron contenidos finales de 9,32 y 12,76 mg/g de grasa, respectivamente. El aumento en la con-

centración de CLA se relacionó con la mayor proporción de ácido graso linoleico (C18:2) proveniente del aceite de girasol, que podría actuar como precursor biológico en la obtención de CLA. Sin embargo, el aumento en la concentración de CLA no mantuvo una relación proporcional con la dosis de aceite de girasol. De hecho, aquellos animales que recibieron la menor dosis de este aceite (210 ml), presentaron el aumento más pronunciado de CLA (71,66% respecto de la muestra control), alcanzando un valor promedio final de 18,54 mg/g.

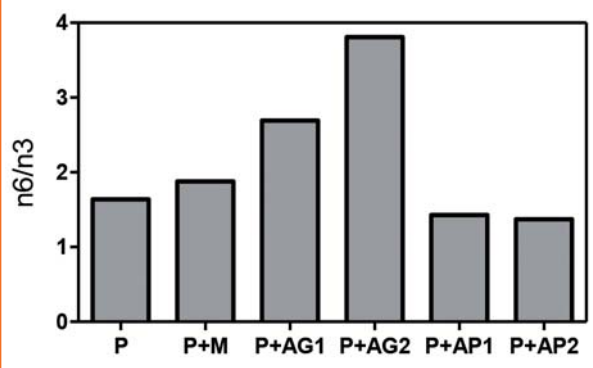
La reducción en los niveles de CLA a mayores dosis de aceite de girasol podría atribuirse a un efecto inhibitorio sobre la actividad enzimática microbiana responsable de la isomerización y biohidrogenación ruminal, causado por el exceso de materia grasa en la cavidad ruminal (Schmid *et al.* 2006), como así también al pasaje directo de lípidos al tejido adiposo sin previa modificación microbiana. Esto se correspondió con el aumento respectivo del ácido C18:2 en la leche al doble de su valor inicial.

Como puede observarse en la Figura 1, los aumentos relativos en la fracción de ácidos grasos n6 condujeron a una reducción proporcional en los ácidos grasos n3, lo cual resultó en relaciones n6/n3 menos favorables (Figura 2).

En todos los casos, la suplementación con materiales vegetales distintos a la pastura produjo sin embargo una disminución relativa en la concentración de ácidos grasos n3. Situación que presentó diferencias cuando la suplementación se realizó con aceite de pescado.

La suplementación con aceite de pescado produjo una notable mejora en los niveles de CLA como así también en los de n3 (Figura 1) y consecuentemente, en la relación n6/n3 (Figura 2). La concentración de CLA en leche de búfalas suplementadas con aceite de pescado resultó máxima para la menor dosis del suplemento. Las búfalas a las que se suministró 70 ml de aceite de pescado produjeron leches con un contenido promedio de 7,14 mg de CLA/g de grasa y este valor disminuyó al aumentar la dosis de aceite. Esto se relacionó con el efecto tóxico que tienen los ácidos grasos poliinsaturados del aceite de pescado sobre la actividad metabólica microbiana del rumen, particularmente sobre *Butyrivibrio fibrisolvens*, principal productor de CLA (Maiy col., 2010).

**FIGURA 2** - Relación n6/n3 en grasa de leches de búfalas alimentadas *ab libitum* en sistemas de pastoreo tradicional (P) y suplementadas con maíz (P+M); maíz + 210 ml de aceite de girasol (P+AG1); maíz + 420 ml de aceite de girasol (P+AG2); 70 ml de aceite de pescado (P+AP1), y 140 ml de aceite de pescado (P+AP2).



En relación a la proporción de ácidos grasos n3, ésta fue mayor cuanto mayor fue la dosis de aceite de pescado suministrada en la dieta. La leche de búfalas suplementadas con 140 ml de aceite/día presentó un contenido promedio de 2,92 mg de ácidos grasos n3/g de grasa. Consecuentemente al aumento relativo en la concentración de ácidos grasos n3 se observó una disminución en la relación n6/n3, conduciendo a la obtención de leches con un balance de ácidos grasos insaturados más saludable.

## CONCLUSIONES

La alimentación de las búfalas ejerció una notable influencia en la proporción de ácidos grasos de la leche, en particular de aquellos con actividad de importancia biológica. La suplementación estratégica de la dieta animal con ingredientes ricos en ácidos grasos poli-insaturados permitió modificar favorablemente la proporción de ácidos grasos poli-insaturados y particularmente el contenido de CLA, permitiendo la obtención de leches con propiedades nutricionales con impacto positivo en la salud humana. Estas mejoras podrían redundar en subproductos y derivados lácteos con una calidad nutritiva diferenciada, lo que permitiría extender y diversificar el aprovechamiento de este recurso y captar un mercado creciente, demandante de productos dotados de gran funcionalidad.

## BIBLIOGRAFÍA

Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2013). 10 - Enrichment of meat products with omega-3 fatty acids by methods other than modification of animal diet. In C. Jacobsen, N. S. Nielsen, A. F. Horn & A.-D. M. Sørensen (Eds.), Food Enrichment with Omega-3 Fatty Acids, (pp. 299-318): Woodhead Publishing.

Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37(8), 911-917

Fernandes AS, Mattos WR, Matarazzo SV, Tonhati H, Gama MA, Lanna DP. 2007. Total fatty acids in Murrah buffaloes milk on commercial farms in Brazil. Ital J AnimSci6 (Suppl. 2): 1063-1066.

Gagliostro, G. A. 2004. Manejo nutricional para la producción de leches de vaca y de cabra con alto impacto sobre la salud humana. Area de Investigación en Producción Animal. Ed. INTA-Balcarce y Facultad de Ciencias Agrarias UNMDP (Mar del Plata, Argentina). 84 p.

Ivanov, I., Kuhn, H., & Heydeck, D. (2015). Structural and functional biology of arachidonic acid 15-lipoxygenase-1 (ALOX15). Gene, 573(1), 1-32.

Maia, M.R.G., L.C. Chaudhary, C.S. Bestwiick, A.J. Richardson, N. McKain, R.R. Larson, I.A. Graham and R.J. Wallace. 2010. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, Butyrivibrio fibrisolvens. BMC Microbiology. 10: 52.

Manso, T., Gallardo, B., & Guerra-Rivas, C. (2016). Modifying milk and meat fat quality through feed changes. Small Ruminant Research, 142, 31-37.

Mihaylova G, Peeva T. 2007. Trans fatty acids and conjugated linoleic acid in the buffalo milk. Ital J AnimSci6 (Suppl. 2): 1056-1059.

Miciński, J., Zwierzchowski, G., Kowalski, I. M., Szarek, J., Pieroński, B., & Raistenski, J. (2012). The effects of bovine milk fat on human health. Polish Annals of Medicine, 19(2), 170-175.

Patiño, E., Judis, M., Negrette, M. S., Pochon, D., Cedres, J., Rebak, G., Romero, A., Doval, M., & Crudeli, G. (2012). Influence of fish oil in the concentration of conjugated linoleic acid and omega 6 and 3 in buffalo milk. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 64(2), 427-433.

Polidori F, Sgoifo Rossi CA, Senatorie EM, Sovoini G, Dell'Orto V. 1997. Effect of recombinant bovine somatotropin and calcium salts of long-chain fatty acids on milk from Italian buffalo. J Dairy Sci 80: 2137-2142.

Simopoulos, A.P. 2002. The importance of the ratio of omega-6 / omega-3 essential fatty acids. Biomed Pharmacother. 56: 365-379.

Schmid, A.; Collomb, M.; Sieber, R.; Bee, G., 2006 Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. Meat Science. 73: 29-41

Van Nieuwenhove C, Gauffin Cano P, Pérez-Chaia A, González S. 2007. Chemical composition and fatty acid content of buffalo cheese from northwest Argentina: effect on lipid composition of mice tissues. J FoodLip14: 223-243.

Van Nieuwenhove C, González S, Pérez-Chaia A, Ruíz-Holgado AP. 2004. Conjugated linoleic acid in buffalo (Bubalus bubalis) milk from Argentina. Milchwissenschaft 59: 9-10.

PDS CIN CONICET 196

# EN EL STAND DE PUBLITEC HAY OFERTAS ESPECIALES PARA NUEVOS SUSCRIPTORES

Stand de Publitec en el auditorio de FITHEP LATAM



**Publitec** s.a.®  
ARGENTINA

[www.publitec.com.ar](http://www.publitec.com.ar)

[info@publitec.com.ar](mailto:info@publitec.com.ar)

Tel.: 54-11-4922-6881/5137/3849/4885

