

EFFECTO DE LA FUENTE DE FORRAJEY DEL TIPO DE CONCENTRADO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE DE VACA

EFFECT OF FORAGE SOURCE AND CONCENTRATE TYPE ON MILK PRODUCTION
AND FATTY ACIDS PROFILE OF DAIRY COW

A. I. ROCA-FERNÁNDEZ^{1,3}, A. GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ¹, O. P. VÁZQUEZ-YÁÑEZ² Y
M. E. LÓPEZ-MOSQUERA³

¹Departamento de Producción Animal. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Xunta de Galicia. Apdo. 10 - 15080, La Coruña (España). anairf@ciam.es, antonio.gonzalez.rodriguez@xunta.es ²Subdirección General de Gestión de la Política Agraria Común. Servicio de Ayudas Ganaderas. Fondo Gallego de Garantía Agraria. Xunta de Galicia. Apdo. 15781, Santiago de Compostela (España). orlando.vazquez.yanez@xunta.es ³Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela. 27002, Lugo (España). melvira.lopez@usc.es

RESUMEN

Se estudió el efecto de la fuente de forraje, silo-pasto (SP) vs. pasto (P), y del tipo de concentrado, semillas de algodón (A) vs. lino extrusionado (L), en cuatro grupos en pastoreo rotacional (SPA, SPL, PA y PL, n= 14, 13, 12 y 11, respectivamente) sobre la producción y el perfil de ácidos grasos de la leche de vaca. Las vacas alimentadas con P produjeron más leche ($p<0,05$), con menos ($p<0,001$) proteína y grasa, que las alimentadas con SP. Mayor producción ($p<0,05$) y menor grasa ($p<0,05$) se observó en A que en L. Los animales alimentados con P mostraron menos ácidos grasos (AG) de cadena corta y media ($p<0,001$), pero más de larga ($p<0,001$), que los alimentados con SP. El ratio AG saturados/insaturados fue menor ($p<0,001$) en P que en SP. Los AG mono- y poli-insaturados, ácido linoleico, ácido linoleico conjugado (CLA) y ácido linolénico fueron superiores ($p<0,001$) en P que en SP. Las vacas alimentadas con A mostraron mayor ($p<0,05$) producción pero menor ($p<0,05$) grasa que las alimentadas con L. Menos ($p<0,05$) AG de cadena corta y más ($p<0,01$) de larga se encontraron en A que en L. El ratio AG saturados/insaturados fue menor ($p<0,001$) en A que en L. Los AG mono-insaturados ($p<0,001$), el ácido linoleico ($p<0,05$) y el CLA ($p<0,01$) fueron superiores en A que en L, pero el ácido linolénico fue menor ($p<0,05$) en L que en A. El grupo PA mostró los niveles más altos de producción de leche y de AG mono- y poli-insaturados y CLA.

Palabras clave: calidad de leche de vaca, lino extrusionado, pasto, semillas de algodón, silo.

SUMMARY

The effect of forage source, silage-pasture (SP) vs. pasture (P), and concentrate type, cottonseed (A) vs. extruded linseed (L), was investigated in four groups (SPA, SPL, PA and PL) on milk production and fatty acids profile of dairy cow. Cows ($n=50$) fed P produced more milk ($p<0.05$), with lower ($p<0.001$) milk protein and fat, than those fed SP. Higher milk production ($p<0.05$) but lower milk fat ($p<0.05$) were observed in A than in L. Animals fed P showed lower ($p<0.001$) short and medium, but higher ($p<0.001$) long chain fatty acids (FA), than those fed SP. The ratio saturated/unsaturated FA was lower ($p<0.001$) in P than in SP. Mono- and polyunsaturated FA, linoleic acid, conjugated linoleic acid (CLA) and linolenic acid were higher ($p<0.001$) in P than in SP. Cows fed A showed higher ($p<0.05$) milk production but lower ($p<0.05$) milk fat than those fed L. Lower ($p<0.05$) medium and higher ($p<0.01$) long chain FA were found in A than in L. The ratio saturated/unsaturated FA was lower ($p<0.001$) in A than in L. Mono-unsaturated FA ($p<0.001$), linoleic acid ($p<0.05$) and CLA ($p<0.01$) were higher in A than in L, but linolenic acid was higher ($p<0.05$) in L than in A. The group PA showed the highest milk production levels and the highest content of mono- and polyunsaturated FA and CLA.

Key words: cow's milk quality, cottonseed, extruded linseed, pasture, silage.

INTRODUCCIÓN

La producción y la composición química de la leche de vaca (contenido en proteína y grasa) y su perfil de ácidos grasos se ven afectados por varios factores tanto *intrínsecos* o relativos al propio animal (genotipo, estado y número de lactación, variación individual, etc.) como *extrínsecos* (fuente de forraje, suplementación lipídica, variaciones estacionales y regionales, etc.) que dependen principalmente de la estrategia de alimentación empleada (Roca-Fernández, 2011). De todos estos factores, la fuente de forraje elegida (pasto fresco vs. silo) y el tipo de fuente lipídica del concentrado seleccionado (semillas de algodón vs. lino extrusionado), resultan claves por su influencia sobre los niveles de ácidos grasos saturados (AGS) e insaturados (AGI) en la leche (Shingfield *et al.*, 2008; Roca-Fernández *et al.*, 2012).

Los niveles de ácido linoleico conjugado (CLA) en leche de vaca varían en función de la fuente de forraje y del tipo de concentrado. Se han observado valores altos de CLA (1,09 g/100 g de AG) cuando los animales pastan praderas de raigrás inglés (53%), trébol blanco (19%) y otras especies (28%) (Kelly *et al.*, 1998), intermedios (0,66 g/100 g de AG) cuando los animales son alimentados con silo de maíz (Ferlay *et al.*, 2006) y bajos (0,36 g/100 g de AG) cuando se los alimenta con silo de hierba (Dewhurst *et al.*, 2003). La adición de semillas de algodón a una ración base (47% forraje: 53% concentrado) en comparación con el control

en el que se empleaba como concentrado harina de soja hizo que se viesen aumentados los niveles de CLA en la leche (pasando de 3,4 mg/g de AG a 6,0 mg/g de AG) (Dhiman *et al.*, 1999). La adición de lino extrusionado en el concentrado a una ración de silo de hierba y de maíz (55% forraje: 45% concentrado) en comparación con una ración control (64% forraje: 36% concentrado) hizo que los niveles de CLA en la leche se viesen aumentados (pasando de 0,90 a 1,90 g/100 g de AG) (Gonthier *et al.*, 2005). El empleo de estrategias de alimentación en las que se estudie el efecto de combinar los factores fuente de forraje y tipo de concentrado resulta de interés para saber cómo influyen sobre la biohidrogenación ruminal y condicionan la respuesta del animal. El objetivo de nuestro estudio fue investigar el efecto que ambos factores ejercen sobre la producción y el perfil de ácidos grasos de la leche en ganado vacuno.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio y animales. El estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM), situado en Galicia (43° 12' 24" N; 8° 18' 36" O), del 15 de Mayo al 18 de Agosto de 2008. La temperatura media durante el período experimental fue de 16,9°C y la precipitación total acumulada fue de 258 mm. El tipo de suelo fue una tierra parda ácida bien drenada de textura franco-limosa y pH ácido (5,5). Las praderas fueron

inicialmente sembradas con una mezcla de 22 kg/ha de raigrás inglés (*Lolium perenne* L. cv. Brigantia) y 4 kg/ha de trébol blanco (*Trifolium repens* L. cv. Huia). En el momento de inicio del ensayo, las praderas tenían 6 años de edad y contenían un 80% de las especies sembradas. En Febrero, se aplicó en las praderas un fertilizante básico de P_2O_5 y K_2O a razón de 84 kg/ha y 135 kg/ha de N que fueron suministrados en tres ocasiones (45-45-45 en Febrero, Marzo y Abril). El área de silo de hierba recibió 120 kg/ha de N. El área de silo de maíz recibió 600 kg/ha de 8-15-15 (N, P_2O_5 y K_2O). Se seleccionaron 50 vacas Holstein-Friesian de partos de otoño (29/11/2007), de la cabaña del CIAM que llevaban de media 162 días en ordeño al inicio del ensayo, y se distribuyeron al azar en cuatro grupos en pastoreo rotacional en los que se examinó el efecto de la fuente de forraje, silo-pasto (SP) vs. pasto (P), y del tipo de concentrado, semillas de algodón (A) vs. lino extrusionado (L).

Diseño experimental y tratamientos. Se asignaron aleatoriamente, siguiendo un diseño factorial 2x2, los cuatro grupos de vacas a los cuatro tratamientos en estudio: SPA (silo-pasto + semillas de algodón, n=14), SPL (silo-pasto + lino extrusionado, n=13), PA (pasto + semillas de algodón, n=12) y PL (pasto + lino extrusionado, n=11). Dos de los grupos de vacas (SPA y SPL) permanecieron 10 h en establo alimentadas con una ración total mixta (TMR) constituida por silo de hierba (4,2 kg MS/

vaca/día), silo de maíz (9,9 kg MS/vaca/día) y concentrado (5,7 kg MS/vaca/día) y las restantes 10 h en pastoreo (estimándose una ingestión de pasto de 11,9 kg MS/vaca/día). Los otros dos grupos de vacas (PA y PL) permanecieron 20 h en el pasto (estimándose una ingestión de pasto de 16,3 kg MS/vaca/día) y se los suplementó con concentrado (5,7 kg MS/vaca/día), de manera que la relación forraje: concentrado fuese 70:30. Los ingredientes de los concentrados se muestran en la Tabla 1 y la composición química de forrajes y concentrados se muestra en la Tabla 2.

Manejo del pastoreo. Se realizó pastoreo rotacional, entrada de los animales en las parcelas cuando el tamaño de la hierba oscilaba entre 15-20 cm de altura y salida de las mismas a 4 cm. Cada día, después del ordeño de la mañana, se les asignó a los cuatro grupos de vacas en ensayo a los cuatro tratamientos en estudio usando cercas temporales. No se les permitió en ningún momento a los animales tener acceso al área previamente pastada mediante la utilización de un hilo eléctrico con el que se racionaba la superficie de pasto en oferta y su disponibilidad diaria por animal. En todo el período que duró el experimento no se realizó ningún corte de limpieza, tras efectuar el pastoreo, en ninguna de las parcelas.

Toma de muestras y métodos analíticos. El ordeño se efectuó dos veces al día (08.00 h y 18.00 h) y la producción individual de leche (kg/vaca/día) se registró con

Tabla 1. Ingredientes del concentrado utilizados para la elaboración de las cuatro dietas.

Fuente de forraje (F)	SP ¹		P	
	A	L	A	L
Pulpa de remolacha (%)	14	0	41	24
Cascarilla de soja (%)	34	32	37	40
Harina de soja (%)	36	43	5	11
Semillas de algodón (%)	12	0	14	0
Lino extrusionado (%)	0	20	0	22
CO ₃ Ca (%)	2	3	1	1
Fosfato bicálcico (%)	1	2	1	1
Corrector (%)	1	1	1	1

¹Tratamientos en ensayo: SPA (SP, silo-pasto y A, semillas de algodón), SPL (SP, silo-pasto y L, lino extrusionado), PA (P, pasto y A, semillas de algodón) y PL (P, pasto y L, lino extrusionado).

Tabla 2. Composición química del forraje y de los concentrados empleados en el ensayo.

	Pasto	Silo hierba	Silo maíz	Semillas algodón	Lino extrusionado
Materia seca (%)	18,0	28,1	36,8	90,4	91,8
Proteína bruta (g/kg MS)	126	100	65	168	167
Fibra neutro detergente (g/kg MS)	532	529	419	418	426
Energía neta de lactación (g/kg MS)	1,34	1,00	1,46	1,59	1,58

un equipo Alprow System (Alfa DeLaval, Francia). Los contenidos de proteína, grasa y urea se determinaron en muestras de leche recogidas semanalmente en cada uno de los animales tras dos ordeños sucesivos (tarde y mañana). Para la medida se utilizó un equipo MilkoScan FT6000 (Foss Electric, Hillerød, Dinamarca). Semanalmente, se recogió una muestra de 250 mL de 5 vacas al azar por tratamiento y se almacenó a -20°C hasta su posterior análisis por cromatografía de gases-espectrometría de masas utilizando el modelo 6890N Network GC System

(Agilent Technologies, CA, USA), teniendo en cuenta las modificaciones del método de extracción de Chouinard *et al.* (1999) y las consideraciones de Feng *et al.* (2004). El contenido total en ácidos grasos saturados (AGS) se determinó como la suma de C4:0 a C18:0. Se calculó también el contenido en ácidos grasos de cadena corta (AGCC, C4:0 a C10:0), media (AGCM, C12:0 a C16:0) y larga (AGCL, C18:0 a C18:3) y el ratio entre ácidos grasos saturados (AGS, C4:0 a C18:0) e insaturados (AGI, C18:1 a C18:3). Se determinaron además los contenidos en ácidos

grasos mono- (AGMI, C18:1) y poli-insaturados (AGPI, C18:2 a C18:3), y el contenido en ácido linoleico conjugado (CLA, C18:2 *cis*-9 *trans*-11).

Análisis estadístico de datos. Se realizó con el programa SAS (2005). Para el análisis de los datos de producción y composición química de la leche, y determinación del perfil de ácidos grasos de la leche de vaca se utilizó el modelo: $Y_{ijkh} = \mu + P_i + F_j + C_k + F_j \times C_k + V_h b_1 X_{ijkh} + b_2 DIM_{ijkh} + e_{ijkh}$, en donde: Y_{ijkh} es la respuesta del animal en paridad i a la fuente de forraje (F_j) y al tipo de concentrado (C_k); μ = media; P_i = paridad ($i = 1$ a 2); F_j = fuente de forraje ($j = 1$ a 2); C_k = tipo de concentrado ($k = 1$ a 2); V_h = efecto de la vaca ($h = 1$ a 50); $F_j \times C_k$ = interacción entre la fuente de forraje (F_j) y el tipo de concentrado (C_k); $b_1 X_{ijkh}$ = la covariable pre-experimental; $b_2 DIM_{ijkh}$ = el número de días en ordeño y e_{ijkh} = error residual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción y composición química de la leche. Las vacas de los grupos P mostraron una producción ($p < 0,05$) y un contenido de urea ($p < 0,001$) en leche mayor (21,7 kg/vaca/día y 310 mg/kg) que las de los grupos SP (20,8 kg/vaca/día y 258 mg/kg) (Tabla 3). Ello difiere de los resultados obtenidos por Kelly *et al.* (1998), que observaron un descenso en la producción de leche al alimentar a las vacas con P, y de los presen-

tados por Dewhurst *et al.* (2003), que mostraron un aumento en la producción de leche al emplear una ración mixta de silo de hierba, elaborada a partir de la mezcla de raigrás inglés con trébol blanco, y por Ferlay *et al.* (2006), que encontraron niveles productivos superiores cuando a los animales se los alimentó con silo de maíz. En nuestro estudio, los contenidos de proteína ($p < 0,001$) y grasa ($p < 0,001$) en leche fueron menores en las vacas alimentadas en P (30,7 y 36,4 g/kg) que en las alimentadas con SP (32,2 y 39,3 g/kg). Resultados análogos los encontraron Kelly *et al.* (1998), con contenidos de proteína en leche inferiores en animales alimentados con P. Dewhurst *et al.* (2003) observaron también un descenso en el contenido de grasa en leche con una ración mixta de silo de hierba pero un incremento en el contenido de proteína en leche. Al contrario, Ferlay *et al.* (2006) observaron que con una ración con silo de maíz se incrementó el contenido de grasa pero disminuyó el contenido de proteína en leche. Las vacas alimentadas con A mostraron mayor ($p < 0,05$) producción de leche (21,6 kg/vaca/día) y menor ($p < 0,05$) contenido de grasa en leche (37,2 g/kg) que las alimentadas con L (20,9 kg/vaca/día y 38,5 g/kg). Dhiman *et al.* (1999) encontraron resultados similares a los nuestros al observar un aumento en la producción de leche y una tendencia a disminuir los contenidos de proteína y grasa en leche cuando a las vacas se las alimenta con A. Contrariamente, Gonthier *et al.* (2005) ob-

Tabla 3. Efecto de la fuente de forraje, silo-pasto (SP) vs. pasto (P), y del tipo de concentrado, semillas de algodón (A) vs. lino extrusionado (L) sobre la producción (kg/vaca/día) y la composición química de la leche (g/kg) en vacas Holstein-Friesian.

Fuente de forraje (F)	SP ¹		P		ESM ²	Significación ³		
	A	L	A	L		F	C	F*C
Producción de leche (kg/vaca/día)	20,9 ^{ac}	20,6 ^a	22,3 ^b	21,1 ^c	3,68	*	*	ns
Proteína en leche (g/kg)	32,3 ^a	32,0 ^a	30,1 ^b	31,3 ^b	0,24	***	ns	**
Grasa en leche (g/kg)	38,6 ^a	39,9 ^b	35,7 ^c	37,0 ^d	0,49	***	*	ns
Contenido de urea en leche (mg/kg)	254 ^a	262 ^a	302 ^b	318 ^b	13,0	***	ns	ns

¹Véase Tabla 1. ²ESM: Error estándar de la media. ³Significación: ***, $p < 0,001$; **, $p < 0,01$; *, $p < 0,05$; ns= No significativo. ^{a-d} Medias con diferente superíndice en la misma fila difieren significativamente ($p < 0,05$).

servaron que el L aumenta la producción de leche pero no muestra efecto significativo alguno sobre el contenido de proteína y grasa en leche. En nuestro estudio, el grupo de vacas PA fue el que mostró mayor producción pero menor contenido de proteína y grasa en leche.

Perfil de ácidos grasos de la leche. Los animales alimentados en P mostraron un contenido menor ($p < 0,001$) en AGCC y AGCM (10,8 y 40,4 g/100 g de AG) pero mayor ($p < 0,001$) en AGCL (37,9 g/100 g de AG) que los alimentados con SP (12,1; 43,4 y 34,3 g/100 g de AG) (Tabla 4). El ratio AGS/AGI fue menor ($p < 0,001$) en la leche de animales alimentados en P (2,28) que en aquellos alimentados con SP (2,64). El contenido en AGMI y AGPI fue mayor ($p < 0,001$) en vacas alimentadas en P (23,8 y 3,64 g/100 g de AG) que en aquellas alimentadas con SP (21,5 y 3,24 g/100 g de AG). El ácido linoleico, el CLA y el ácido linolénico

mostraron contenidos superiores ($p < 0,001$) en vacas alimentadas en P (3,05; 1,11 y 0,59 g/100 g de AG) que en aquellas alimentadas con SP (2,74; 0,85 y 0,51 g/100 g de AG). Kelly et al. (1998) encontraron resultados similares a los de nuestro estudio al observar un incremento en AGCL, AGI y CLA, y un descenso en AGCC y AGS cuando a los animales se les alimentó en P. Dewhurst et al. (2003) mostraron, sin embargo, que el empleo de una ración mixta de silo de hierba incrementó los AGCL y el CLA mientras que Ferlay et al. (2006) observaron que el silo de maíz aumentó el contenido de CLA en la leche de vaca.

Las vacas alimentadas con A mostraron un contenido inferior ($p < 0,05$) en AGCM (41,2 g/100g de AG) pero superior ($p < 0,01$) en AGCL (37,1 g/100 g de AG) que las alimentadas con L (42,6 y 35,2 g/100 g de AG, respectivamente). El grupo de vacas PA fue el que mostró menores niveles de

Tabla 4. Efecto de la fuente de forraje, silo-pasto (SP) vs. pasto (P), y del tipo de concentrado, semillas de algodón (A) vs. lino extrusionado (L) sobre el perfil de ácidos grasos de la leche (g/100 g de AG totales) en vacas Holstein-Friesian.

Fuente de forraje (F)	SP ¹		P		ESM	Significación		
	A	L	A	L		F	C	F*C
AGCC (cadena corta)	11,8 ^{ac}	12,4 ^a	10,3 ^b	11,2 ^c	0,44	***	ns	ns
AGCM (cadena mediana)	43,4 ^a	43,3 ^a	38,9 ^b	41,8 ^c	0,64	***	*	*
AGCL (cadena larga)	34,8 ^a	33,8 ^b	39,3 ^c	36,5 ^d	0,66	***	**	ns
Ratio AGS/AGI	2,59 ^a	2,68 ^a	2,10 ^b	2,45 ^c	0,061	***	***	*
AGMI (mono-insaturados)	21,9 ^a	21,1 ^b	24,9 ^c	22,6 ^d	0,39	***	***	ns
AGPI (poli-insaturados)	3,21 ^a	3,27 ^a	3,79 ^b	3,49 ^c	0,083	***	ns	*
Ácido linoleico, C18:2	2,74 ^a	2,74 ^a	3,22 ^b	2,88 ^a	0,082	***	*	*
CLA ² , C18:2 cis 9-trans 11	0,84 ^a	0,85 ^a	1,24 ^b	0,97 ^c	0,054	***	**	**
Ácido linolenico, C18:3	0,47 ^a	0,54 ^b	0,56 ^{bc}	0,61 ^c	0,031	***	*	ns

¹Véase Tabla 3. ²Ácido linoleico conjugado.

AGCC y AGCM pero mayores de AGCL. El ratio AGS/AGI fue inferior ($p < 0,001$) en leche de vacas alimentadas con A (2,35 g/100 g de AG) que en las alimentadas con L (2,57 g/100 g de AG). El contenido en AGMI fue superior ($p < 0,001$) en leche de vacas alimentadas con A (23,4 g/100 g de AG) que en las alimentadas con L (21,9 g/100 g de AG). El ácido linoleico ($p < 0,05$) y el CLA ($p < 0,01$) mostraron contenidos superiores en vacas alimentadas con A (2,98 y 1,04 g/100 g de AG) que en las alimentadas con L (2,81 y 0,91 g/100 g de AG). Nuestros resultados fueron similares a los de Dhiman *et al.* (1999), que mostraron que las vacas alimentadas con A aumentaron el contenido en AGCL, AGI y CLA mientras que disminuyeron los AGCM y los AGS, y contrarios a los presentados por Gonthier *et al.* (2005), que mostraron que el L aumentó los AGCL y los AGMI mientras que disminuyó los AGS en la

leche de vaca. El contenido en ácido linoléico fue superior ($p < 0,05$) en leche de vacas alimentadas con L (0,58 g/100 g de AG) que en las alimentadas con A (0,52 g/100 g de AG). Se observó interacción entre la fuente de forraje y el tipo de concentrado para AGCM, ratio AGS/AGI, AGPI, ácido linoleico y CLA. El grupo de vacas PA fue el que mostró menor ratio AGS/AGI y mayores niveles de AGMI, AGPI, ácido linoleico y CLA en leche de vaca.

CONCLUSIONES

La fuente de forraje mostró mayor influencia sobre la producción y el perfil de ácidos grasos de la leche que el tipo de concentrado. Las vacas alimentadas con pasto mostraron mayor producción y contenidos superiores de AGCL, AGMI, AGPI y CLA, y menores de AGCC, AGCM y ratio AGS/AGI que las alimentadas con silo y pasto. Se ob-

servó mayor producción y contenidos superiores de AGMI, AGPI, ácido linoleico y CLA en vacas en pastoreo con semillas de algodón que con lino extrusionado. El grupo alimentado con pasto y semillas de algodón mostró niveles más altos de producción y de AGMI, AGPI y CLA.

AGRADECIMIENTOS

Al INIA por la financiación del proyecto de investigación RTA2005-00204-00 y al CIAM.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DEWHURST R.J., FISHER W.J., TWEED J.K.S. Y WILKINS R.J. (2003) Comparison of grass and legume silages for milk production. I. Production responses with different levels of concentrate. *Journal of Dairy Science*, 86, 2598-2611.
- DIHMAN T.R., HELMINK E.D., MCMAHON D.J., FIFE R.L. Y PARIZA M.W. (1999) Conjugated linoleic acid content of milk and cheese from cows fed extruded oilseeds. *Journal of Dairy Science*, 82, 412-419.
- FERLAY A., MARTIN B., PRADEL P., COULON J.B. Y CHILLIARD Y. (2006) Influence of grass-based diets on milk fatty acid composition and milk lipolytic system in Tar-entaise and Montbeliarde cow breeds. *Journal of Dairy Science*, 89, 4026-4041.
- GONTHIER C., MUSTAFA A.F., OUELLET D.R., CHOUINARDS P.Y., BERTHIAUME R. Y PETIT H.R. (2005) Feed-
ing micronized and extruded flaxseed to dairy cows: Effects on blood parameters and milk fatty acid composition. *Journal of Dairy Science*, 88, 748-756.
- KELLY M.L., KOLVER E.S., BAUMAN D.E., VAN AMBURGH M.E. Y MULLER L.D. (1998) Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 81, 1630-1636.
- ROCA-FERNÁNDEZ A.I. (2011) *Sustainable milk production systems in humid areas using farm resources*. Lugo, España: Universidad de Santiago de Compostela.
- ROCA-FERNÁNDEZ A.I., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ A., VÁZQUEZ YÁÑEZ Y FERNÁNDEZ-CASADO J.A. (2012) Effect of forage source (grazing vs. silage) on conjugated linoleic acid content in milk fat of Holstein-Friesian dairy cows from Galicia (NW Spain). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10(1), 116-122.
- SAS Institute (2005) *SAS User's Guide: Statistics*. Cary, USA: SAS Institute Inc.
- SHINGFIELD K.J., CHILLIARD Y., TOIVONEN V., KAIRENIUS P. Y GIVENS D.I. (2008) *Trans fatty acids and bioactive lipids in ruminant milk*. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 606, 3-65.