

¿EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN (MIXTO VS. ESTABULADO) Y EL CONTROL DEL AMBIENTE DURANTE EL ENCIERRO EN VACAS LECHERAS EN SISTEMAS MIXTOS AFECTAN EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE Y DE LOS QUESOS ELABORADOS?

Lucía Grille^{1*}, Daniela Escobar², Laura Olazabal³, Ronny Pelaggio², María Noel Méndez¹,

Victor Rodriguez¹, María de Lourdes Adrien¹, Pablo Chilbroste¹, Juan Pablo Damián⁴

1- Universidad de la República, Ruta 3 km 363. Paysandú, Uruguay.

2- Latitud, Fundación LATU, Av. Italia 6201. Montevideo, Uruguay.

3- Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), Av. Italia 6201. Montevideo, Uruguay.

4- Universidad de la República, Lasplacas 1550, Montevideo, Uruguay.

*lgrille@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar si diferentes condiciones de encierro en vacas lecheras (CB: compost barn y CA: cielo abierto) en sistemas mixtos (SM) (pastoreo + DTM) afectan el perfil de ácidos grasos (PAG) en leche y quesos, en comparación con un sistema 100% DTM estabulado CB. Fueron seleccionadas 48 vacas (parición primaveral) distribuidas en 3 tratamientos: DTM en sistema CB: DTM-CB, SM en CB durante el encierro: MIX-CB y SM a "cielo abierto" durante el encierro: MIX-CA, distribuidas en 4 corrales por tratamiento. Fueron colectadas muestras de leche, pastura y DTM a los 80±15 (P1) y 155±15 (P2) días post parto. Se elaboraron quesos de cada corral y se determinó PAG a los 30 días de maduración. La leche de DTM-CB presentó mayor saturados (SAT) menor monoinsaturados (MUFA) que MIX-CB y MIX-CA ($p < 0,001$, $p < 0,0001$). Hubo menor n-3 y C18:2-CLA ($p < 0,0001$) y mayor n-6 y n-6/n-3 ($p < 0,0001$) en DTM-CB en comparación con MIX-CB y MIX-CA en leche y quesos. No hubo diferencias entre los SM en ninguna de las variables anteriores. Los SM tuvieron un mejor PAG en leche y quesos, desde el punto de vista de la salud humana, en comparación con el sistema 100% DTM, lo que reafirma la importancia de la inclusión de pastura en la dieta sobre el perfil saludable de AG. La exposición al ambiente durante el encierro en SM no afectó el PAG en leche y quesos bajo un

mismo sistema de alimentación.

SUMMARY

The aim was to determine if the fatty acid profile (FAP) in milk and cheese was affected by different conditions of confinement in dairy cows from mixed systems: MS (grazing + TMR): than a system 100% DTM in compost barn (CB). Forty-eight cows were selected (spring) distributed in 3 treatments: TMR in CB system: TMR-CB (n=16), MS in CB during confinement: MIX-CB, and MS in "open sky" during confinement: MIX-CA. Milk, pasture, and TMR samples were collected at 80±15 and 155±15 postpartum days. Cheeses from each pen were elaborated, FAP at 30 days of ripening was determined. TMR-CB had higher SAT and lower MUFA than MIX-CB and MIX-CA ($p < 0,001$, $p < 0,0001$). TMR-CB had lower n-3 and C18:2-CLA ($p < 0,0001$) and higher n-6 and n-6/n-3 ($p < 0,0001$) than MIX-CB and MIX-CA in milk and cheeses. There were no differences between MS in any of the above variables. The MS had a better FAP in milk and cheese, from the point of view of human health, compared to TMR-CB, which reaffirms the importance of pasture on FAP. Exposure to the environment during confinement in MS did not affect the FAP in milk and cheese under the same feeding system

INTRODUCCIÓN

La inclusión de pasturas en sistemas de confinamiento mejora el perfil de ácidos grasos (PAG) desde el punto de vista a la salud humana (aumentos de ácidos grasos monoinsaturados: MUFA, polinsaturados: PUFA, n-3 y ácido linoleico conjugado: CLA), a la vez que disminuye la concentración de saturados (SAT) en leche (Mendoza et al., 2016). A su vez, se han reportado cambios similares en quesos elaborados con leche de vacas con acceso a pasturas (O' Callaghan et al., 2017, Bonanno et al., 2013). Estas modificaciones en el PAG en la leche proveniente de vacas en sistemas pastoriles tienen efecto deseable en la calidad de los productos lácteos, entre ellos, los quesos (Kilcawley et al., 2018). Por otro lado, se ha reportado mayor proporción de AG "saludables" en quesos elaborados con leche obtenida en primavera, en comparación con las obtenidas en otras estaciones (Tzamaloukas et al., 2021). Sin embargo, de acuerdo a nuestro conocimiento, no se ha reportado cómo diferentes condiciones ambientales durante el encierro (bajo un mismo sistema de alimentación), influyen en la calidad de la grasa láctea y en los quesos elaborados.

OBJETIVOS

El objetivo de este estudio fue determinar si diferentes condiciones de encierro (CB y CA) de vacas en sistemas mixtos o 100% DTM, afectan el PAG en leche y en quesos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron seleccionadas 48 vacas multíparas (con partos en primavera). Las mismas fueron bloqueadas previo al parto, por número de lactancia, fecha prevista del parto, peso vivo y condición corporal. Luego del parto los animales se distribuyeron en bloques completos al azar en 3 tratamientos: vacas alimentadas con DTM en CB (baja exposición al ambiente): DTM-CB (n=16), vacas en SM en sistema CB durante el encierro (baja exposición al ambiente): MIX-CB (n=16) y vacas en SM a "cielo

abierto" durante el encierro (alta exposición al ambiente): MIX-CA (n=16). Las vacas estaban distribuidas en corrales (4 corrales por tratamiento). Se realizó un diseño de bloques al azar. Los SM constaban de una sesión de pastoreo: *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus* y *Glycine max* y otra sesión donde se suministraba la DTM en el encierro (CB y CA). Las vacas fueron ordeñadas dos veces por día (5:00 am y 3:00 pm). Fueron colectadas muestras de leche, pastura y DTM a los 80±15 y 155±15 días pos-parto (dpp). La determinación de AG en leche, pasturas y DTM se realizó mediante cromatografía gaseosa (GC). Se elaboraron quesos tipo Dambo a partir de leche de cada corral (n=4), la cual fue obtenida del ordeño completo AM y PM (50 L). Luego de 30 días de maduración se determinó el PAG (g/100g de grasa) en los quesos elaborados. Los resultados fueron analizados a través Proc MIXED de SAS (SAS Studio, 2022). En leche fueron considerados tratamiento, período e interacción tratamiento x período como efectos fijos, mientras que en quesos el tratamiento fue considerado como efecto fijo. Para todos los análisis fue considerado un $p \leq 0,05$ como efecto significativo y tendencia cuando $0,05 < p \leq 0,10$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La leche proveniente de SM mostró menor proporción de SAT y mayor proporción MUFA en comparación con el sistema DTM-CB (Tabla 1). En el caso de n-3 el tratamiento DTM-CB fue menor que MIX-CB ($p < 0,01$) y ambos no se diferenciaron con MIX-CA. En cuanto a n-6 y la relación n-6/n3 hubo efecto tratamiento e interacción tratamiento-período (Tabla 1). Para el caso de n-6 DTM-CB fue mayor que MIX-CB y MIX-CA ($p < 0001$) y MIX-CB mayor que MIX-CA ($p < 0,02$). En cuanto a n-6/n-3, DTM-CB fue mayor que MIX-CB y MIX-CA ($p < 0001$) pero no hubo diferencias entre SM. Ambas variables siguieron el mismo patrón en la interacción, DTM-CB fue mayor que MIX-CB y MIX-CA ($p < 0,0001$ y $p = 0,01$; respectivamente) en P1 y P2. mientras que no hubo diferencias entre MIX-CB y MIX-CA en ambos períodos. En relación a C18:2-CLA hubo efecto trata-

miento ($p < 0,0001$) y tendencia a la interacción tratamiento- período ($p = 0,07$). El tratamiento DTM-CB fue menor que MIX-CB y MIX-CA ($p < 0,0001$) y no hubo diferencias entre los SM. En P1, MIX-CB y MIX-CA fueron mayores que DTM-CB ($p < 0,001$ y $p < 0,0001$; respectivamente). En P2, DTM-CB fue menor que MIX-CB ($p < 0,001$) pero no hubo diferencias con MIX-CA. No hubo diferencias entre MIX-CB y MIX-CA en ambos períodos. En quesos, hubo efecto del tratamiento en n-3, n-6 y n-6/n-3 ($p < 0,001$), mientras que SAT, MUFA, PUFA y trans no hubo efecto del tratamiento. Para el caso de n-3, DTM-CB fue menor que MIX-CB ($0,43 \pm 0,06$ vs. $0,55 \pm 0,06$, $p < 0,001$) y ambos no tuvieron diferencias con MIX-CA ($0,46 \pm 0,06$). En n-6, DTM-CB fue mayor que MIX-CB y MIX-CA ($2,9 \pm 0,1$ vs. $2,6 \pm 0,1$ y $2,3 \pm 0,1$, respectivamente; $p = 0,04$ y $p < 0,01$) pero no hubo diferencias entre los SM. N-6/n-3 siguió la misma tendencia que n-6 con los siguientes valores: DTM-CB, MIX-CB y MIX-CA ($7,01 \pm 0,5$ vs. $4,8 \pm 0,5$ y $5,2 \pm 0,5$, respectivamente; $p < 0,001$). Hubo efecto período en SAT, MUFA y n-6 (Tabla 1). En P1 hubo mayor SAT y n-6 ($p < 0,01$ y $0,02$, respectivamente) y menor MUFA que el P2 ($p < 0,001$). La leche proveniente de sistemas con pastura en su dieta (MIX-CB y MIX CA) presentaron mayor proporción de n-3, C18:2-CLA y menor n-6 y n-6/n-3 que el sistema DTM-CB, lo cual concuerda con Grille et al. (2022), Pastorini et al., (2019) y Barca et al.,

(2017). A su vez, este resultado se reflejó en una mejor calidad de los quesos, coincidiendo con Alothman et al. (2019), quienes reportan que los quesos de sistemas pastoriles presentan mejor calidad de grasa láctea en relación a la salud de los consumidores en comparación con sistemas que no incluyen pastura en la dieta. En este sentido, los quesos de DTM-CB tuvieron valores de n-6/n-3 superiores a los considerados adecuados para la salud humana (Simopoulos, 2008). Por lo tanto, los sistemas mixtos produjeron leche con mayor proporción de AG saludables para el consumidor, lo cual repercutió favorablemente en la calidad de los quesos elaborados.

CONCLUSIONES

La leche y los quesos proveniente de vacas en sistemas mixtos de alimentación tuvieron un mejor PAG, desde el punto de vista de la salud humana, en comparación con las del sistema 100% DTM. El perfil de ácidos grasos en leche y en quesos no fue afectado por la exposición de las vacas a diferentes ambientes durante el encierro.

BIBLIOGRAFÍA

Alothman, M.; Hogan, S.A.; Hennessy, D.; Dillon, P.; Kilcawley, K.N.; O'Donovan, M.; Tobin, J.; Fenelon, M.A.; O'Callaghan, T.F. The

Tabla 1. Efecto del tratamiento (DTM-CB, MIX-CB, MIX-CA) y de los períodos (P1 and P2) sobre el perfil de ácidos grasos (PAG) en leche (mean \pm SEM)

	DTM-CB		MIX-CB		MIX-CA		SEM	P value		
	P1	P2	P1	P2	P1	P2		T	P	T * P
Saturación AG (g/100 g)										
SFA	65,7 \pm 0,5	62,8 \pm 0,5	62,4 \pm 0,6	61,4 \pm 0,6	63,4 \pm 0,6	61,6 \pm 0,6	0,57	<0,001	<0,001	ns
MUFA	29,1 \pm 0,5	32,3 \pm 0,5	32,7 \pm 0,5	33,7 \pm 0,5	31,8 \pm 0,5	33,6 \pm 0,5	0,51	<0,0001	<0,0001	ns
PUFA	5,1 \pm 0,1	4,8 \pm 0,1	4,8 \pm 0,1	4,7 \pm 0,1	4,7 \pm 0,1	4,6 \pm 0,1	0,15	ns	0,08	ns
n-3	0,47 \pm 0,04	0,44 \pm 0,04	0,64 \pm 0,04	0,60 \pm 0,04	0,47 \pm 0,04	0,57 \pm 0,04	0,04	<0,001	ns	ns
n-6	3,4 \pm 0,1 ^{Aa}	2,9 \pm 0,1 ^{Ab}	2,6 \pm 0,1 ^{Ba}	2,4 \pm 0,1 ^{Ba}	2,2 \pm 0,1 ^{Ba}	2,3 \pm 0,1 ^{Ba}	0,09	<0,0001	0,02	0,02
n6/n3	7,1 \pm 0,3 ^{Aa}	6,4 \pm 0,3 ^{Aa}	3,4 \pm 0,3 ^{Ba}	4,7 \pm 0,3 ^{Ba}	4,4 \pm 0,3 ^{Ba}	3,9 \pm 0,3 ^{Ba}	0,37	<0,0001	ns	0,03
Trans	4,1 \pm 0,2 ^{Aa}	4,2 \pm 0,2 ^{Aa}	5,1 \pm 0,2 ^{Ba}	5,2 \pm 0,2 ^{Ba}	5,5 \pm 0,2 ^{Aa}	5,1 \pm 0,2 ^{Ba}	0,16	<0,0001	ns	ns

T: tratamiento; P: período; T*M: interacción tratamiento-período. Tratamientos: (DTM-CB, MIX-CB, MIX-CA). P1: 80 \pm 15 días en leche (DEL), P2: 155 \pm 15 DEL. Diferente letra mayúscula indica diferencias entre tratamiento en el mismo período; diferente letra minúscula indica diferencia entre períodos en el mismo tratamiento ($p < 0,05$). ns: no significativo. SFA: saturados; MUFA: monoinsaturados; PUFA: poliinsaturado

“Grass-Fed” Milk Story: Understanding the Impact of Pasture Feeding on the Composition and Quality of Bovine Milk. *Foods* 2019, 8, 350.

Barca, J., Carriquiry, M., Olazabal, L., Fajardo, M., Chilibróste, P., Meikle, A., 2017. Milk fatty acid profile from cows fed with mixed rations and different access time to pastureland during early lactation. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. 102, 620–629.

Bonanno, A., Tornambé, G., Bellina, V., De Pasquale, C., Mazza, F., Maniaci, G., Di Grigoli, A. 2013. Effect of farming system and cheese making technology on the physicochemical characteristics, fatty acid profile, and sensory properties of Caciocavallo Palermitano cheese. *J. Dairy Sci.* 96:710–724.

Grille L., Adrien ML., Méndez MN., Olazabal L., Chilibróste P., Damián JP. 2022. Milk Fatty Acid Profile of Holstein Cows When Changed from a Mixed System to a Confinement System or Mixed System with Overnight Grazing. *Int J Food Sci.* 5610079.

Kilcawley, K.N., Faulkner, H., Clarke, H.J., O’Sullivan, M.G., Kerry, J.P. 2018. Factors influencing the flavour of bovine milk and cheese from grass based versus non-grass based milk production systems. *Foods* 7(3), 37.

Mendoza, A., Cajarville, C., & Repetto, J. L. 2016. Short communication: Intake, milk production, and milk fatty acid profile of dairy cows fed diets combining fresh forage with a total mixed ration. *J Dairy Sci.* 99(3), 1938–1944.

O’Callaghan, T.F., Mannion, D.T., Hennessy, D., McAuliffe, S., O’Sullivan, M.G., Leeuwendaal, N., Beresford, T.P., Dillon, P., Kilcawley, K.N., Sheehan, J.J., Ross, R.P., Stanton, C., 2017. Effect of pasture versus indoor feeding systems on quality characteristics, nutritional composition, and sensory and volatile properties of full-fat Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 100, 6053–6073.

Pastorini, M., Pomiés, N., Repetto, J.L., Mendoza, A., Cajarville, C., 2019. Productive performance and digestive response of dairy cows fed different diets combining a total mixed ration and fresh forage. *J. Dairy Sci.* 102, 4118–4130.

Simopoulos, A.P. (2008). The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases. *Exp.Biol.Med.* 233, 674-6

Tzamaloukas O, Neofytou MC, Simitzis PE, Miltiadou D. Effect of Farming System (Organic vs. Conventional) and Season on Composition and Fatty Acid Profile of Bovine, Caprine and Ovine Milk and Retail Halloumi Cheese Produced in Cyprus. *Foods* 10(5):1016.