

Efecto de la conversión a la producción ecológica sobre los parámetros cuantitativos y cualitativos de la leche de oveja

C. Palacios¹, F. de la Fuente² y J.A. Abecia^{3,*}

¹ Departamento de Construcción y Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Filiberto Villalobos, 37007, Salamanca

² Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Campus de Vegazana s/n, 24071 León

³ Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales. Facultad de Veterinaria. Miguel Servet 177, 50013, Zaragoza

Resumen

Con el fin de estudiar las consecuencias de la conversión de ganadería convencional a los procedimientos productivos ecológicos, se han analizado la producción de leche y su calidad durante el periodo 2000-2011 de 11.543 muestras de leche de una explotación ovina de raza Castellana y dos de Churra, procedentes de 2.748 lactaciones (Castellana, n = 1.257; Churra, n = 1.491), cuando estas ganaderías se convirtieron de un sistema de producción convencional al ecológico. La producción total de leche por oveja y parto fue superior durante el periodo de producción convencional frente al periodo ecológico ($385,6 \pm 3,50$ vs. $360,3 \pm 2,80$ g, respectivamente; $P < 0,001$), con un mayor contenido en grasa ($7,2 \pm 0,01$ vs. $6,8 \pm 0,10\%$; $P < 0,001$), similar contenido en proteína ($5,8 \pm 0,10$ vs. $5,8 \pm 0,01\%$; $P < 0,10$) y mayor contenido en sólidos totales ($18,4 \pm 0,10$ vs. $18,3 \pm 0,01\%$; $P < 0,001$). La conversión al sistema de producción ecológico dio lugar en una reducción del recuento de células somáticas en comparación con los valores obtenidos durante el periodo convencional (1.039 ± 34 vs. 861 ± 23 células x 1000/ml; $P < 0,001$). La prolificidad de los tres rebaños experimentó una reducción de sus valores al transformarse al sistema ecológico de producción ($1,33 \pm 0,01$ vs. $1,25 \pm 0,01$ corderos nacidos/parto; $P < 0,001$). En conclusión, aunque la conversión a ganadería ecológica dio lugar a una evidente reducción de la producción lechera de las ovejas por parto, se observó un descenso del recuento de células somáticas tras el periodo de conversión. Serían necesarios trabajos que identificaran las posibles causas de este descenso en la producción con una mejora en la calidad, ligadas a la propia idiosincrasia de la ganadería ecológica, la densidad de los animales en los apriscos o cambios sustanciales en el manejo del rebaño.

Palabras clave: Calidad, grasa, proteína, ecológico.

Abstract

The effect of the conversion to organic farming on quantitative and qualitative parameters of sheep milk

In order to study the consequences of the conversion from conventional to organic farming procedures from 2000 to 2011, 11,543 milk samples from a Castellana sheep farm and two Churra farms have been analysed, from 2,748 lactations (Castellana, n = 1,257; Churra, n = 1,491). Milk production was higher during the conventional period compared with the organic one (385.6 ± 3.50 vs. 360.3 ± 2.80 g, respectively; $P < 0.001$) with a higher fat content (7.2 ± 0.01 vs. $6.8 \pm 0.10\%$; $P < 0.001$), similar protein content

* Autor para correspondencia: alf@unizar.es

<https://doi.org/10.12706/itea.2017.008>

(5.8 ± 0.10 vs. $5.8 \pm 0.01\%$; $P < 0.10$) and higher total solid content (18.4 ± 0.10 vs. $18.3 \pm 0.01\%$; $P < 0.001$). The conversion to organic farming resulted in a reduction in somatic cell count (SCC) compared with the values obtained during the conventional period ($1,039 \pm 34$ vs. 861 ± 23 cells $\times 1000$ /ml; $P < 0.001$). Prolificacy of the three flocks experienced a reduction after being transformed into an organic system (1.33 ± 0.01 vs. 1.25 ± 0.01 lambs born/lambing; $P < 0.0001$). In conclusion, although the conversion to organic farming led to an evident reduction in milk production per lambing, a SCC decrease was observed after the conversion period. It is necessary to identify possible causes of this qualitative improvement and productive reduction, linked to the organic farming procedures as food origin, animal density, or flock management.

Key words: Quality, fat, protein, organic.

Introducción

Una de las principales consecuencias de la conversión de una ganadería convencional a las prácticas de la ganadería ecológica es la propia aplicación del reglamento sobre todo en lo referente al empleo de antibióticos en terapias preventivas contra las mamitis, ya que precisamente la percepción general de los ganaderos es que las mamitis son uno de los principales problemas a los que se deben enfrentar al incorporarse a la producción ecológica (Cabaret, 2003). Esta prohibición supone un problema para las explotaciones de producción de leche que incorporaron en sus rutinas de manejo la aplicación de terapias de secado con antibióticos (Palacios, 2010), siendo el abandono de las terapias de secado es uno de los mayores retos para controlar el Recuento de Células Somáticas (RCS) (Agabriel et al., 2002).

El RCS es una medida de la cantidad de leucocitos y células epiteliales en la leche y proporciona una idea del estatus sanitario de la ubre, mientras que el valor obtenido de la leche de tanque puede mostrar el estado general de salud de la ubre de todo el rebaño. El RCS se incrementa cuando un agente infeccioso penetra en la ubre o cuando la ubre ha sufrido una lesión. Este incremento disminuye la calidad de la leche cruda, provocando una disminución de la calidad de sus productos derivados (Jiménez-Granado et al.,

2014). Jaeggi et al. (2001) observaron que un RCS superior a 1.000.000 disminuía el rendimiento quesero de la leche y desarrollaba olores a rancio en el queso. Pirisi et al. (2000) demostraron una relación directa entre el RCS y la composición de la leche de oveja, particularmente con el pH y el contenido de proteínas del suero y la lactosa. Además, un RCS alto disminuye el ritmo de coagulación y pone en peligro la estructura del cuajo.

Bennedsgaard et al. (2003) evaluaron la salud general de las vacas y la calidad de su leche en granjas danesas convencionales, en ganaderías ecológicas con cierta antigüedad en estos procedimientos (antes de 1990), en ganaderías ecológicas convertidas más recientemente (antes de 1995), y en ganaderías recién convertidas a ecológico. El estudio concluyó que cuanto más tiempo lleve un rebaño explotado bajo las condiciones de la producción ecológica, mejor es su calidad de la leche. En Nueva Zelanda, Thatcher et al. (2014) presentaron resultados de rebaños ecológicos con RCS mayores que los de las homólogas convencionales, aunque en ambos casos se realizaban manejos para reducir las patologías mamarias, coincidiendo que con el paso del tiempo las vacas presentaban menores recuentos celulares en ambos sistemas de producción. En Holanda, Nauta et al. (2006) calificaron las explotaciones de una manera similar y evaluaron la salud y la calidad de la leche de las novillas primíparas. En

contraste con el estudio danés y neozelandés, las novillas de primer parto en granjas ecológicas establecidas desde hace tiempo tenían una calidad de la leche relativamente peor que las granjas recién convertidas o las convencionales.

En Estados Unidos, son escasos los trabajos sobre producción lechera ecológica que incluyan datos sobre la calidad de la leche. En un estudio sobre la susceptibilidad antimicrobiana de *Staphylococcus aureus*, Tikofsky et al. (2003) observaron un promedio de 273.000 células/ml en el RCS de la leche cruda de ganaderías ecológicas de Nueva York, mientras que la leche de rebaños convencionales de tamaño similar incluidas en el estudio promediaban 559.300 células/ml. En Suecia, el RCS de la leche de tanque de explotaciones de vacuno calificadas como "sostenibles" fue similar y bajo, en comparación con ganaderías ecológicas de tamaño similar, aunque las diferencias se evidenciaron cuanto más pequeño era el tamaño de la explotación, a favor de las ecológicas (Toledo et al., 2002).

Los efectos de la conversión frente a los problemas de mamitis no son concluyentes en todas las especies, ya que se ha detectado aumentos en las patologías mamarias (Hagggar y Padel, 1996), aumento tan solo en el nivel de células somáticas (Agabriel et al., 2002), o sólo aumento de células durante la primera semana post parto, sin diferencias en el número de células ni en la presencia de mamitis clínicas (Seegers et al., 2003; Ameztoy e Intxaurrendieta, 2002) e incluso resultados donde existen mejores comportamientos de ubres y menores recuentos celulares en los animales ecológicos (Hamilton et al., 2006).

En la revisión de Lund y Algers (2003), los estudios sobre la conversión a producción ecológica de leche en ganado vacuno son numerosos, mientras que los estudios en la especie ovina se han centrado fundamentalmente en el control parasitario. En ovino lechero se hacen necesarios estudios sobre el

impacto de la conversión a la producción ecológica, no sólo en términos económicos (cantidad de leche producida, rentabilidad), sino también en términos de calidad de la leche y su posible efecto en la industria quesera. Además, las consecuencias de no poder utilizar tratamientos con antibióticos para paliar el incremento en el RCS de forma preventiva en el periodo de secado, como un indicador de la salud general de la ubre, también deben ser estudiadas. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue estudiar las consecuencias de la conversión de ganadería ovina lechera convencional a los procedimientos ecológicos de producción de tres ganaderías de ovino lechero españolas, estudiando las consecuencias de su conversión en la cantidad, calidad y RCS de la leche ordeñada.

Material y métodos

Muestras de leche

Se han analizado un total de 11.543 muestras de leche recogidas en el Control Lechero Oficial de ovino (controles lecheros mensuales alternos). Las muestras pertenecen a tres explotaciones de ovino de leche de dos razas autóctonas españolas (Castellana, una ganadería; Churra, dos ganaderías), durante el período 2000-2011, cuando estas granjas fueron convertidas de un sistema de producción convencional al ecológico, incluyendo 2748 lactaciones (Castellana, n = 1.257; Churra, n = 1.491) (Tabla 1).

Características de la conversión a la producción ecológica

El proceso de conversión a ganadería ecológica de las explotaciones estudiadas siguió las pautas indicadas por el Reglamento (CE) N° 889/2008 de la Comisión Europea (2008), de modo que los animales deben estar en alo-

Tabla 1. Número de lactaciones estudiadas y muestras analizadas en el estudio de la conversión de ganadería convencional a ecológica en tres ganaderías ovinas de dos razas autóctonas españolas (Castellana y Churra)

Table 1. Number of lactational periods under study, and number of samples analysed, in the study of the conversion of conventional to organic farming of three dairy sheep farms of two autochthonous breeds (Castellana and Churra)

Ganadería	Raza	Lactaciones	Años en convencional (muestras)	Años en ecológico (muestras)
I	Castellana	1257	2000-2005 (2475)	2006-2011 (2735)
II	Churra	1057	2000-2004 (2223)	2005-2011 (2735)
III	Churra	434	2006-2007 (629)	2008-2011 (992)

jamientos con las condiciones suficientes para garantizar su bienestar y deben de tener acceso constante y libre a patios de recreo con densidades mínimas especificadas. Las características que deben de tener los apriscos que alberguen ganado ecológico están recogidas en la sección 2 del dicho reglamento (Comisión Europea, 2008). Las ovejas deben poder acceder siempre a pastos cuando las condiciones meteorológicas lo permitan. El resto de aportes nutricionales necesarios para la correcta nutrición del ganado debe de proceder de agricultura ecológica. El origen del alimento que consumen los animales debe ser al menos el 50% producido en la propia granja y al menos el 60% del mismo debe de ser a base de forrajes. En el caso de nuestras ganaderías, las diferencias entre sistemas para la densidad media de los apriscos (m²/oveja y cordero) durante los años de estudio fue pasar de 1,2 a 1,8 m²/oveja, contar con 3 m²/oveja de patios de recreo, y la salida al exterior con los corderos durante el ecológico y no en convencional (estabulación permanente durante la lactación en el periodo convencional), cambiantes por la adecuación de las ganaderías al reglamento de producción ecológica (Comi-

sión Europea, 2008). La Tabla 2 presenta las medias de las características cuantitativas y cualitativas de las dietas ofertadas durante los periodos convencional y ecológico durante la lactación de las tres ganaderías en el periodo de estudio; la diferencia fundamental de las dietas es reducción del aporte en Proteína Bruta y la reducción del aporte de las grasas debido a la no utilización de tortas ni jabones cálcicos protegidos, lo que justifica la reducción del contenido de grasa. Por el contrario aumentan los contenidos en cereales, en fibra bruta y de consumo en verde de pastos.

Respecto a las características de las profilaxis y tratamientos veterinarios usados en producción ecológica, las limitaciones son importantes en el caso de los animales de aptitud lechera. Se prohíbe expresamente el uso de medicamentos veterinarios alopáticos de síntesis química o de antibióticos en los tratamientos preventivos en el Artículo 23 punto 1 (Comisión Europea, 2008). De esta forma queda prohibido el uso de jeringas intramamarias o tratamientos inyectables parenterales con antibióticos como terapias de secado en las ovejas al final del periodo de ordeño.

Tabla 2. Diferencias en alimentación (componentes de la ración y valores nutricionales) en su etapa de producción convencional y al convertirse a la producción ecológica (valores medios) de las ganaderías durante los años del trabajo correspondientes

Table 2. Differences in diet composition (raw materials and nutritional values), of three dairy sheep farms, in their transformation to organic farming procedures (mean values)

	Convencional		Ecológico	
	Churra	Castellana	Churra	Castellana
Componentes de la ración, %				
Alfalfa heno	35	70	22	68
Cebada grano	25	13	32	4
Maíz grano	15	5		
Avena grano			16	2
Veza grano			10	14
Forraje verde pastado			20	20
Torta de soja	19	6		
Torta de girasol	3	3		
Jabón cálcico	1	1		
Melaza	2	2		
Oferta, kg MS/animal	1,8	2,2	2,3	1,7
Composición química				
Unidad Forrajera Lastre	0,8	0,88	0,88	0,76
Proteína bruta%	18,55	14,63	16,2	12,44
Extracto etéreo%	3,29	5,45	2,82	1,12
Fibra bruta%	22,69	9,31	28,7	26,02

Cantidad y calidad de la leche

La producción de leche se calculó mediante el método utilizado por el control lechero oficial aprobado por el Comité Internacional para el Control del Rendimiento del Ganado (International Committee for Animal Recording; ICAR, 2016). Los datos individuales sobre la producción de leche de cada animal se obtuvieron realizando controles de rendimiento mensuales, alternados (ICAR, 2016) mediante el uso de medidores integrados en el sistema de ordeño. Se han estudiado los animales con cinco controles lecheros de las

razas del estudio (Churra y Castellana) por ser los animales con lactaciones más duraderas por parto. El análisis de la leche se realizó en el Laboratorio Interprofesional Lácteo de Castilla y León (Palencia), e incluyó grasa, proteína, contenido total de sólidos (%) y el RCS. Los métodos utilizados en el análisis de la composición química básica de leche fueron: sólidos totales por Norma FIL 021 (IDF, 2010); proteínas por las FDI Standard 020-5 (IDF, 2001) y grasa Norma FIL 105 (IDF, 2008).

Para la determinación del RCS, parte de las muestras de leche se conservaron en bron-

pol (0,1%) y se analizaron mediante un equipo Fossomatic 5000 (Foss Electric, Hillerød, Dinamarca), calibrado con estándares conocidos, en el Servicio de Análisis del Centro de Selección y Reproducción Animal (CENSYRA) de León. La leche se analizó en los primeros cinco días tras su obtención, manteniéndose las muestras mientras tanto a 4-6°C.

Tras los partos, se registró el número de corderos nacidos vivos o muertos, calculándose la prolificidad como número de corderos nacidos/número de partos.

Análisis estadístico

Para determinar el efecto del cambio de tipo de producción y de la ganadería sobre la calidad y cantidad de leche y la prolificidad, las variables estudiadas se han sometido a un análisis de varianza utilizando un modelo mixto, que incluye los dos sistemas de producción (convencional vs. ecológico), las tres ganaderías y el mes y el año como factores fijos. Ante un modelo significativo, se realizó un análisis de varianza particular para comparar el sistema de producción dentro de cada ganadería. Las muestras se han dividido en tres categorías sanitarias, de acuerdo con Gonzalo *et al.* (2000) según su RCS, de modo que pueden calificarse como "buenas" (RCS <500.000), "medias" (500.000-1.000.000) y "malas" (>1.000.000). La proporción relativa de las tres categorías por ganadería y sistema de producción ha sido comparada mediante la prueba de chi-cuadrado. Para el cálculo de la evolución de la cantidad y composición de la leche a lo largo de los controles lecheros, los valores de las tres ganaderías han sido agrupados, comparándose los valores de cada parámetro para cada control lechero en función del sistema de producción mediante análisis de varianza.

Resultados

De manera global, la producción de leche de las ovejas estudiadas fue superior en las muestras tomadas durante el periodo de producción convencional frente al ecológico (385,6 ± 3,50 vs. 360,3 ± 2,80 g, respectivamente; P < 0,001), con un mayor contenido en grasa (7,2 ± 0,01 vs. 6,8 ± 0,10%; P < 0,001), similar contenido en proteína (5,8 ± 0,10 vs. 5,8 ± 0,01%; P < 0,10) y mayor contenido en sólidos totales (18,4 ± 0,10 vs. 18,3 ± 0,01%; P < 0,001). La conversión al sistema de producción ecológico resultó en una reducción del RCS en comparación con los valores obtenidos durante el periodo convencional (1039 ± 34 vs. 861 ± 23 células x 1000/ml; P < 0,001). El análisis de varianza factorial mostró un efecto significativo de la ganadería sobre todos los parámetros estudiados, y del sistema de producción, a excepción del contenido en proteína (Tabla 3). El mes y el año también fueron factores que afectaron de manera significativa a los parámetros de calidad lechera, pudiéndose observar una variación a lo largo del año en ambos sistemas (Figura 1), aunque bajo el sistema de producción ecológica no hubo variaciones mensuales significativas. Las ganaderías II y III, de raza Churra, produjeron más leche que la ganadería I, de raza Castellana (P < 0,001), con diferencias entre las tres para el resto de los parámetros estudiados, tanto en el periodo convencional como en el ecológico. En las tres ganaderías se observó la misma reducción del RCS tras el paso a producción ecológica.

La prolificidad de los tres rebaños experimentó una reducción de sus valores (Tabla 3) al transformarse al sistema ecológico de producción (1,33 ± 0,01 vs. 1,25 ± 0,01; P < 0,001).

El cambio a ganadería ecológica dio lugar a un mayor porcentaje de muestras con un RCS

Tabla 3. Producción media (\pm error estándar) de leche, grasa, proteínas, sólidos totales y recuento de células somáticas (RCS) y prolificidad en el estudio de la conversión de ganadería convencional a ecológica en dos razas ovinas autóctonas españolas

Table 3. Mean (\pm standard error) milk production, fat, protein, total solids, somatic cell count (RCS), and litter size in the study of the conversion of conventional to organic farming of three dairy sheep farms of two autochthonous breeds (Castellana and Churra)

	Ganadería I Castellana		Ganadería II Churra		Ganadería III Churra		Significación ¹			
	Convencional	Ecológico	Convencional	Ecológico	Convencional	Ecológico	G	S	M	A
Producción, g	275,4 \pm 2,04 ^a	287,3 \pm 3,11 ^b	482,2 \pm 6,01 ^a	374,7 \pm 3,91 ^b	522,7 \pm 12,50	503,0 \pm 10,0	***	***	***	***
Grasa, %	6,9 \pm 0,09	6,8 \pm 0,01	7,8 \pm 0,11 ^a	7,0 \pm 0,11 ^b	6,3 \pm 0,12	6,1 \pm 0,11	***	***	***	***
Proteína, %	6,0 \pm 0,11	6,0 \pm 0,01	5,5 \pm 0,01	5,7 \pm 0,12	5,7 \pm 0,01	5,6 \pm 0,01	***	ns	***	***
Sólidos totales, %	18,5 \pm 0,01	18,5 \pm 0,01	18,6 \pm 0,11 ^a	18,4 \pm 0,01 ^b	17,6 \pm 0,11	17,4 \pm 0,12	***	***	***	***
RCS, células x1000/ml	777,8 \pm 46,80 ^a	634 \pm 37,40 ^b	1223,9 \pm 51,28 ^a	920 \pm 52,20 ^b	1414,4 \pm 127,01 ^a	1262 \pm 112,70 ^b	***	***	***	ns
Prolificidad, corderos/parto	1,27 \pm 0,01 ^a	1,18 \pm 0,01 ^b	1,34 \pm 0,01 ^a	1,27 \pm 0,01 ^b	1,50 \pm 0,02 ^a	1,34 \pm 0,01 ^b	ns	***	***	***

¹ G: ganadería; S: Sistema; M: mes; A: año. Dentro de un parámetro, a,b indican diferencias P<0,001.

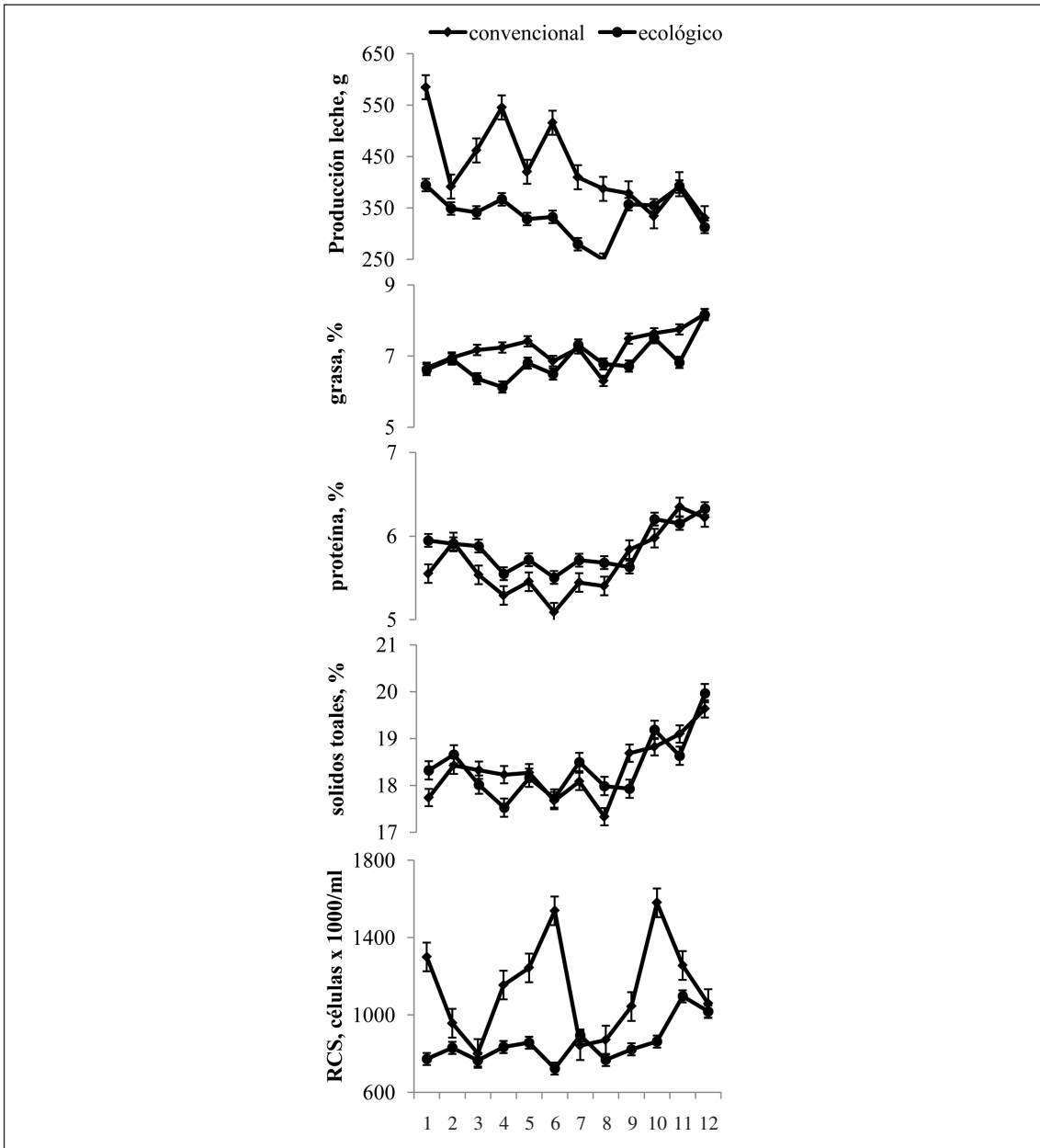


Figura 1. Variación mensual de la producción de leche, grasa, proteínas, sólidos totales, y recuento de células somáticas (RCS) de los controles mensuales en el estudio de la conversión de ganadería convencional a ecológica en dos razas ovinas autóctonas españolas (Castellana and Churra). Las barras verticales indican el error estándar.

Figure 1. Monthly variation of milk production, fat, proteins, total solids, and somatic cell count (RCS) of the monthly milk controls in the study of the conversion of conventional to organic farming of three dairy sheep farms of two autochthonous breeds (Castellana and Churra).

inferior a 500.000 células/ml (Tabla 4) y menor de muestras con RCS > 1.000.000 células/ml ($P < 0,001$); este hecho fue especialmente evidente en las ganaderías de raza Churra.

La evolución de los parámetros de calidad de la leche a lo largo de la lactación (Figuras 2-4) demuestra que las diferencias entre ambos sistemas no son iguales a lo largo del tiempo. De este modo, las diferencias en la producción lechera son significativas durante los dos primeros meses de ordeño ($P < 0,001$) (Figura 2), llegando incluso las ovejas ya bajo el sistema ecológico a producir más leche al fi-

nal del ordeño, en el quinto control lechero ($P < 0,01$). Una evolución parecida en el tiempo sufrió el contenido en grasa, aunque el contenido en proteína fue similar a lo largo del tiempo en ambos sistemas (Figura 3). El contenido en sólidos totales fue inferior en la producción ecológica en el primer control ($P < 0,001$) y en el quinto ($P < 0,01$) (Figura 4). Por último, las diferencias entre ambos sistemas para el RCS fueron significativas en los dos primeros controles lecheros ($P < 0,01$), con unos menores valores para los controles realizados en producción ecológica (Figura 4).

Tabla 4. Porcentaje de muestras con un recuento de células somáticas (RCS) <500.000, entre 500.000 y 1.000.000 y > 1.000.000, recogidas de los controles mensuales lecheros, en el estudio de la conversión de ganadería convencional (CON) a ecológica (ECO) en dos razas ovinas autóctonas españolas

Table 4. Percentage of samples with a somatic cell count (RCS) <500.000, 500.000- 1.000.000 and > 1.000.000, from monthly milk controls, in the study of the conversion of conventional (CON) to organic (ECO) farming of three dairy sheep farms of two autochthonous breeds (Castellana and Churra)

	<500.000		500.000-1.000.000		>1.000.000		Significación
	CON	ECO	CON	ECO	CON	ECO	
Ganadería I	77%	78%	9%	10%	14%	12%	< 0,10
Ganadería II	64%	74%	10%	10%	26%	16%	< 0,05
Ganadería III	61%	68%	11%	10%	28%	22%	< 0,001
Total	69%	74%	10%	10%	21%	16%	< 0,001

Discusión

Los resultados del presente trabajo muestran que la conversión de un sistema convencional de producción al sistema ecológico en ovino lechero redujo la cantidad de leche producida por las ovejas y su contenido graso, acompañado de una reducción del RCS. Si bien la reducción en la producción es similar a trabajos anteriores en vacuno, tanto fuera (Haggar y Padel, 1996; Byström et al., 2002, Schwendel et al. (2015) como dentro

de España (Ameztoy e Intxaurrendieta, 2002; Pérez y Álvarez, 2008), y se relaciona con una reducción del consumo de alimentos concentrados, era de esperar que la conversión a la ganadería ecológica diera un aumento en los parámetros relacionados con la calidad (extracto quesero), tal y como se ha observado con anterioridad (Palacios, 2010). Sin embargo en este estudio se encontró una reducción significativa del contenido de grasa y un mantenimiento de los índices del contenido de proteína; esta controversia ha

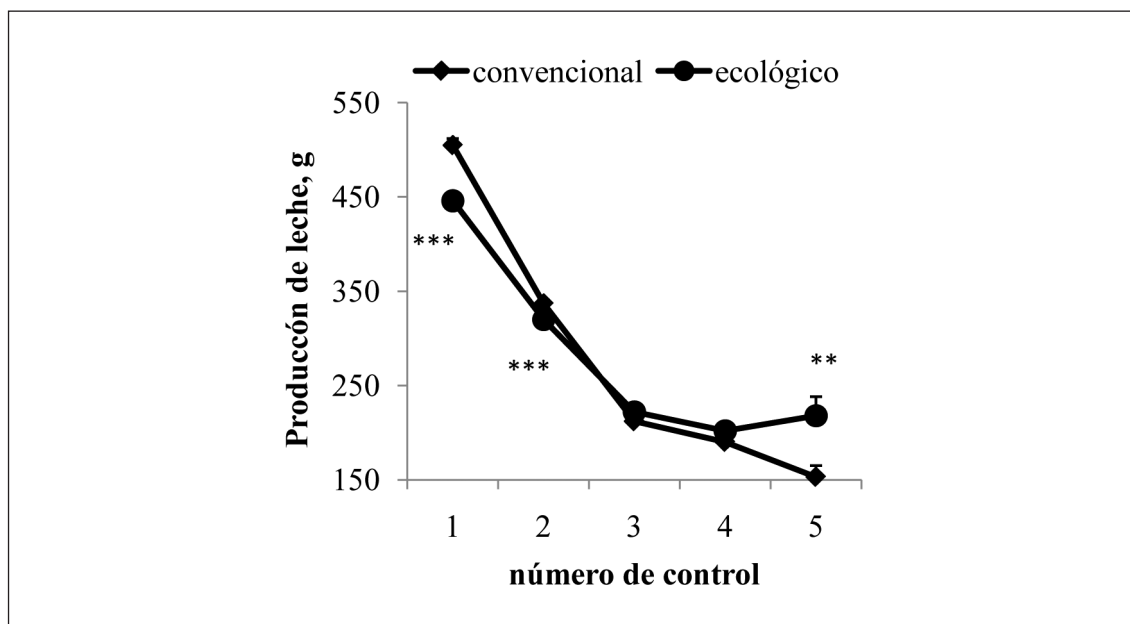


Figura 2. Producción media de leche de los controles mensuales lecheros en el estudio de la conversión de ganadería convencional a ecológica en dos razas ovinas autóctonas españolas (Castellana and Churra). ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Figure 2. Mean milk production from monthly milk controls in the study of the conversion of conventional to organic farming of three dairy sheep farms of two autochthonous breeds (Castellana and Churra). ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

sido descrita en ganado vacuno por Schwendel *et al.* (2015) y se relaciona con el uso de grasas bypass en las dietas convencionales, y con una reducción del uso de cereales en las dietas ecológicas. Por el contrario, la reducción en el RCS en las muestras de leche estudiadas podría condicionar el precio del litro de leche y el procesado posterior del producto, siendo esta reducción del RCS más relevante si tenemos en cuenta la prohibición del uso de tratamientos antibióticos de secado en las ganaderías ecológicas.

La evolución del RCS en los procesos de conversión es una variable que transmite el estado de salud de la mama, y que por lo tanto está relacionado con la aparición de mamitis subclínicas en el rebaño. En ganado vacuno de leche convertido a ganadería ecológica,

existen resultados dispares, ya que en algunos trabajos no se han encontrado repercusiones sanitarias respecto al estado de ubres y el RCS (Ameztoy e Intxaurrendieta, 2002; Seegers *et al.*, 2003), pero en otros sí existió un riesgo adicional para controlar las mamitis (Hagggar y Padel, 1996; Agabriel *et al.*, 2002; Villar *et al.*, 2014).

Hay que tener en cuenta que hay numerosos factores de origen no infeccioso que pueden explicar un 48% de la variación del valor del RCS en ovino (Gonzalo *et al.*, 2002, 2005), tales como el número de parto, la raza, el momento de lactación, la prolificidad, la estación, la nutrición, etc. En caprino, Jiménez-Granado *et al.* (2014) describen como factores intrínsecos no infecciosos que afectan de manera significativa al RCS el número de lactación (mayor

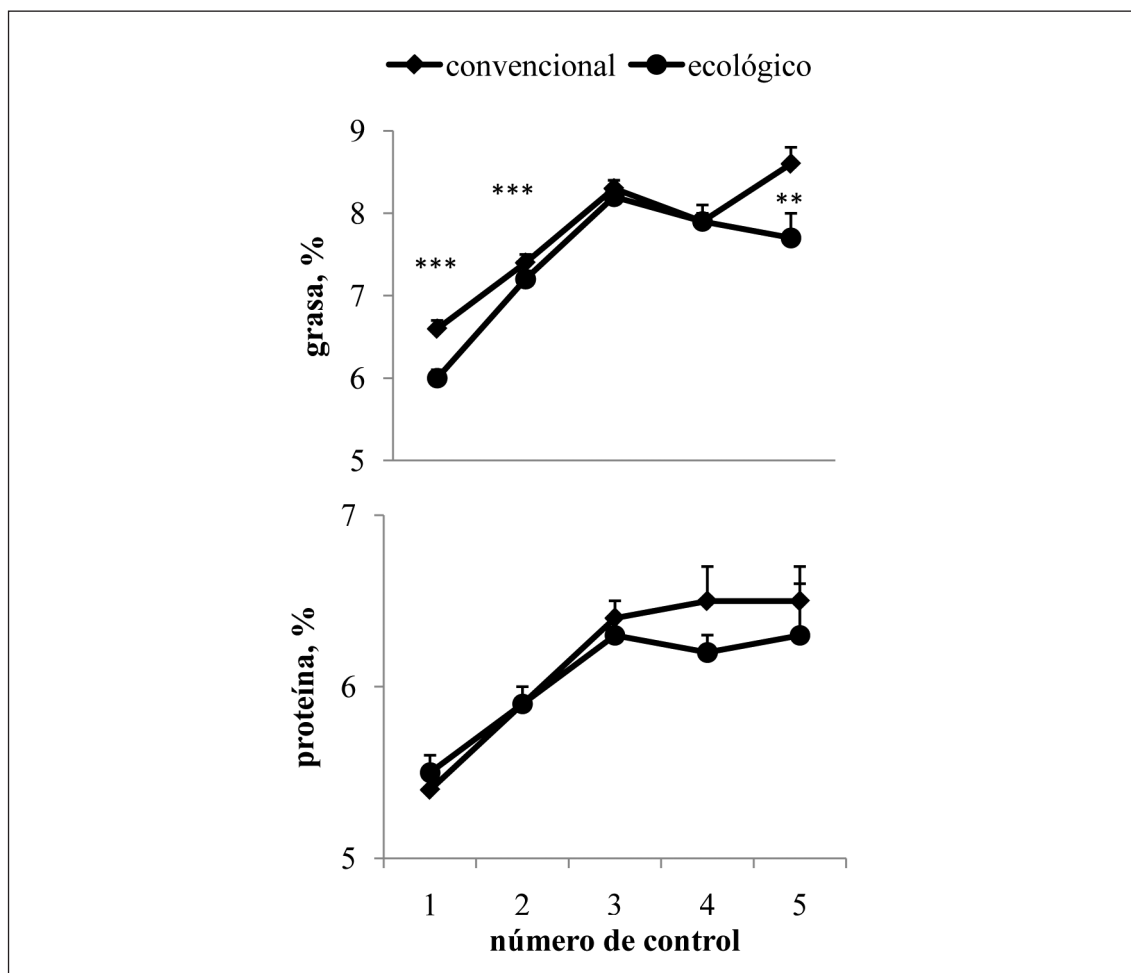


Figura 3. Contenido medio de grasa y proteína de los controles mensuales lecheros en el estudio de la conversión de ganadería convencional a ecológica en dos razas ovinas autóctonas españolas.

Las barras verticales indican el error estándar. ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

*Figure 3. Mean fat and protein content from monthly milk controls, in the study of the conversion of conventional to organic farming of three dairy sheep farms of two autochthonous breeds (Castellana and Churra). ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.*

RCS a mayor número de lactación), la edad (mayor en animales mayores), la prolificidad mayor en partos múltiples) y el momento del ordeño (mayor en ordeños de tarde); como factores extrínsecos se citan la rutina de ordeño (menor en ordeño mecánico frente al manual), la estación y la alimentación.

Las posibles causas de la reducción observada en este trabajo pueden ser varias. El RCS está indirectamente influido por la alimentación, de modo que una subnutrición puede predisponer a los animales a sufrir trastornos metabólicos y a enfermedades, aumentando la susceptibilidad de la glándula mamaria a la

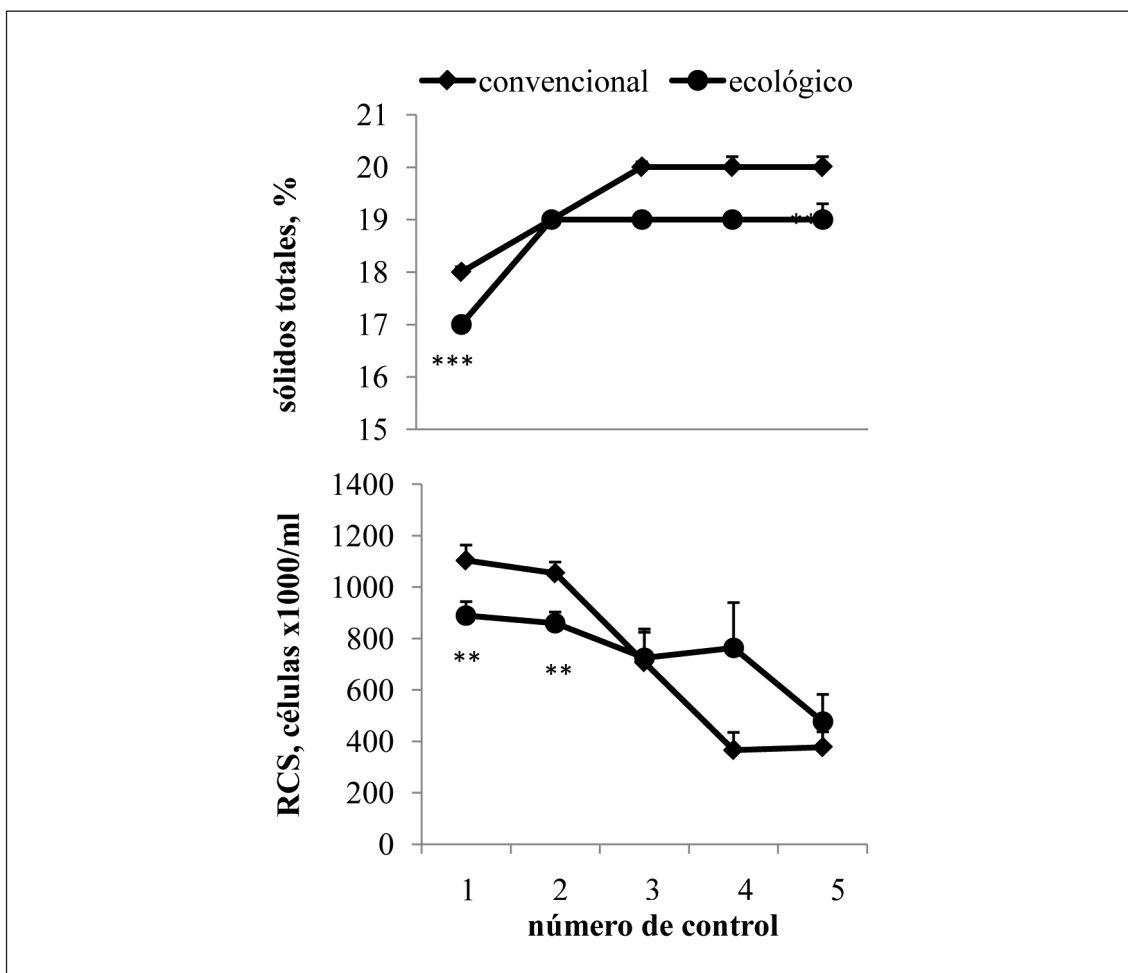


Figura 4. Contenido medio de sólidos totales y recuento de células somáticas (RCS) de los controles mensuales lecheros en el estudio de la conversión de ganadería convencional a ecológica en dos razas ovinas autóctonas españolas. Las barras verticales indican el error estándar. ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

*Figure 4. Mean total solid content and somatic cell count from monthly milk controls, in the study of the conversion of conventional to organic farming of three dairy sheep farms of two autochthonous breeds (Castellana and Churra). ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.*

inflamación. Pulina et al. (2006) observaron que una restricción a corto plazo del nivel alimenticio redujo la producción lechera de ovejas de raza Sarda y aumentó su contenido en grasa; además este hecho modificó el perfil de ácidos grasos de la leche. Pero si bien estas consecuencias pueden derivarse de manera natural por la reducción del nivel ener-

gético de la ración, el mayor RCS observado en esas mismas ovejas puede ser consecuencia del estrés metabólico experimentado por el animal, que pudo afectar a su glándula mamaria. Por otro lado, Morgante et al. (1999) demostraron que una correcta integración en la dieta de vitamina A, beta-caroteno y vitamina E y selenio es capaz de mantener la

respuesta inmune de las células mamarias, reduciendo la incidencia de infecciones en ese tejido y disminuyendo el RCS. En el presente experimento la conversión de convencional a ecológico implica un cambio de origen de las materias primas (Tabla 2), con una reducción de la PB de un 2%, lo que podría explicar la reducción de la producción lechera y del porcentaje de grasa. Este descenso de la producción podría a su vez haber afectado a las dinámicas de estrés que sufre la mama durante el ordeño, al disminuir el tiempo de ordeño y la duración de la lactación, lo que pudo de manera indirecta afectar al RCS. En este trabajo, el efecto de la fase de lactación, medido a través del número de control lechero, proporciona unos menores valores de RCS a lo largo de los meses postparto. Esto entra en contradicción con el efecto de concentración de sólidos en las bajas producciones lecheras, que Fuentes *et al.* (1998) encontraron significativo y con el que explican el aumento de células a lo largo de la lactación observado por estos autores. Por otra parte, el incremento en la producción lechera observado por las ovejas al final del ordeño, en el quinto control lechero pudo deberse a que casi un 50% de las muestras de ese control lechero se obtuvieron en los meses de abril y mayo, momento de mayores producciones.

En relación a la prolificidad, son varios los trabajos que describen cómo las ovejas de parto múltiple producen más leche pero con un mayor RCS. Así, Gonzalo *et al.* (1994), con ovejas de raza Churra, observaron un aumento del 4,4% en la producción de leche de las ovejas que parieron mellizos, acompañado de un aumento del 8,6% del RCS. Resultados similares han sido descritos por Jiménez-Granado *et al.* (2014), hecho que incluso se ha constatado en cabras que no criaron sus cabritos (Luengo *et al.*, 2004), lo que indicaría una predisposición de las hembras que portan más de un feto a aumentar

el RCS. En el presente estudio la conversión a ganadería ecológica dio lugar a una disminución significativa de la prolificidad, relacionada obviamente con la eliminación de los tratamientos hormonales para la sincronización del ciclo sexual de las ovejas, lo que de manera indirecta pudo disminuir el RCS. Esta reducción en el número de partos múltiples coincide con lo presentado por Keatinge (2001), Benoit y Veysset (2003), Laignel y Benoit (2004, 2006) y Palacios (2010) en la transformación de ganadería convencional a ecológica, lo que, unido a la reducción del número de partos, hace disminuir consecuentemente la productividad numérica (corderos vendidos/oveja) de estas explotaciones.

El estrés es otro factor importante capaz de aumentar el RCS de los rebaños ovinos. Caroprese *et al.* (2010) observaron que ovejas con niveles bajos de cortisol producían más leche y con un menor RCS que las ovejas con niveles elevados de cortisol. La disponibilidad de espacio y la distribución de los alojamientos, así como un inadecuado manejo del ambiente microbiano, una inadecuada rutina de ordeño y las interacciones animal-hombre, son las principales fuentes de estrés descritas en ovino lechero (Sevi *et al.*, 2009). En relación al ambiente microbiano, Albenzio *et al.* (2004) encontraron un mayor RCS y cantidad de bacterias mesófitas en la leche de ovejas expuestas a ritmos de ventilación bajos (25 m³/h) o muy altos (75 m³/h), comparadas con ritmos moderados (45 m³/h). Tal y como indica el reglamento de ganadería ecológica (Comisión Europea, 2008), los alojamientos ganaderos deberán proporcionar al animal adecuada libertad de movimientos con espacio suficiente para garantizar su bienestar y comodidad, fácil acceso a la alimentación y al agua, y niveles de circulación de aire, temperatura, iluminación, humedad relativa, polvo y gas no perjudiciales. La densidad mínima en los años con certificación ecológica es de 1,8 m²/oveja, frente a 1,2 cuando las ga-

naderías estaban en producción convencional. De este modo, la conversión a ganadería ecológica de los rebaños del presente experimento pudo ver disminuido su RCS con la mejora sustancial de los espacios y densidades animales dispuestas con la conversión, así como una reducción de sus niveles de estrés.

Conclusiones

Aunque la conversión a los procedimientos de la ganadería ecológica de tres explotaciones de ovino lechero con razas autóctonas Churra y Castellana dio lugar a una reducción significativa de la producción lechera de sus ovejas, se observó una reducción del porcentaje de grasa en la leche de las granjas ya certificadas como ecológicas. Siguiendo las directrices del Reglamento Ecológico (Comisión Europea, 2008) la supresión de las rutinas de secado habituales en estas ganaderías no sólo no provocó un aumento del RCS, si no que éste se vio disminuido. Serían necesarios trabajos que identificaran las posibles causas de esta reducción, tales como el cambio en la alimentación, la densidad de los animales en el aprisco, la posibilidad de salir libremente a pastos próximos a la instalación y el nivel de estrés de una modalidad a la otra. La reducción de la calidad de la leche observada en este estudio podría hacer perder competitividad a las ganaderías que se certifiquen en producción ecológica, lo que justificaría mayores esfuerzos de investigación sobre este aspecto.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los ganaderos involucrados en este trabajo por su generosa colaboración.

Bibliografía

- Agabriel C, Journal C, Sibra C, Roque O, Gaubert B (2002). Qualité du lait issu de l'agriculture biologique: relations avec les pratiques d'élevage. *Rencontres, Recherches, Ruminants*. Paris, 219-222.
- Albenzio M, Marino R, Caroprese M, Santillo A, Annicchiarico G, Sevi A (2004). Quality of milk and of Canestrato Pugliese cheese from ewes exposed to different ventilation regimens. *Journal of Dairy Research* 71: 434-443.
- Ameztoy JM, Intxaurrendieta JM (2002). Estudio de la reconversión de una explotación de vacuno de leche en Navarra y su diagnóstico agroambiental. Disponible en: <http://fci.uib.es/Servicios/libros/conferencias/seae/Estudio-de-la-reconversion-de-una-explotacion-de.cid221672> (10 marzo 2016).
- Bennedsgaard TW, Thamsborg SM, Vaarst M, Enevoldsen C (2003). Eleven years of organic production in Denmark: herd health and production related to time of conversion and compared to conventional production. *Livestock Production Science* 80: 121-131.
- Benoit M, Veysset P (2003). Conversion of cattle and sheep suckler farming to organic farming, adaptation of the farming system and its economic consequences. *Livestock Production Science*, 80: 141-152.
- Byström S, Johnson S, Martinsson K (2002). Organic versus conventional farming—studies from the Öjebyn Project, Swedish University of Agricultural Science. *Proceedings of the COR Conference*, 26-28 marzo, Aberystwyth, pp. 179-184.
- Cabaret J (2003). Animal health problems in organic farming: subjective and objective assessments and farmers' actions. *Livestock Production Science* 80: 99-108.
- Caroprese M, Albenzio M, Marzano A, Schena L, Annicchiarico G, Sevi A (2010). Relationship between cortisol response to stress and behavior, immune profile, and production performance of dairy ewes. *Journal of Dairy Science* 93: 2395-2403.

- Comisión Europea (2008). Reglamento (CE) N° 889/2008 del Consejo de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) no 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.
- Fuentes JA, Gonzalo C, Carriedo JA, San Primitivo F (1998). Parameters of Test Day Milk Yield and Milk Components for Dairy Ewes. *Journal of Dairy Science* 81: 1300-1307.
- Gonzalo C, Carriedo JA, Baro JA, San Primitivo F (1994) Factors influencing variation of test day milk yield, somatic cell count, fat, and protein in dairy sheep. *Journal of Dairy Science* 77: 1537-1542.
- Gonzalo C, Tardáguila A, Ariznabarreta A, Romeo M, Montoro V, Pérez-Guzmán MD, Marco YJC (2000). Recuentos de células somáticas en el ganado ovino lechero y estrategias de control. Situación en España. *Ovis* 66: 21-27.
- Gonzalo C, Ariznabarreta A, Carriedo JA, San Primitivo F (2002). Mammary pathogens and their relationship to somatic cell count and milk yield losses in dairy ewes. *Journal of Dairy Science* 85: 1460-1467.
- Gonzalo C, Carriedo JA, Blanco MA, Beneitez E, Juárez MT, De La Fuente LF, San Primitivo F (2005). Factors of variation influencing bulk tank somatic cell count in dairy sheep. *Journal of Dairy Science* 88: 969-974.
- Hamilton C, Emanuelson U, Forslund K, Hansson I, Torkel E (2006). Mastitis and related management factors in certified organic dairy herds in Sweden. *Acta Veterinaria Scandinavica*: 48:1-7.
- Haggar R, Padel S (1996). Conversion to organic milk production. *Iger Technical Review* no. 4, 146 pp.
- ICAR (2016). International Agreement of Recording Practices. International Agreement of Recording Practices. Roma, Italia.
- IDF (2010). Milk, cream and evaporated milk. Determination of total solids content. Standard 021. International Dairy Federation. Bruselas, Bélgica.
- IDF (2001). Milk. Determination of nitrogen content. Part 5: Determination of protein-nitrogen content. Standard 020-5. International Dairy Federation. Bruselas, Bélgica.
- IDF (2008). Milk. Determination of fat content. Gerber butyrometers. Standard 105. International Dairy Federation. Bruselas, Bélgica.
- Jaeggi JJ, Berger YM, Johnson ME, Govindasamy-Lucey R, McKusik BC, Thomas DL, Wendorff WL (2001). Evaluation of sensory and chemical properties of Manchego cheese manufactured from ovine milk of different somatic cell levels. *Proceedings of the 7th Great Lakes Dairy Sheep Symposium*, Eau Claire, WI, EEUU, pp. 84-93.
- Jiménez-Granado R, Sanchez-Rodriguez M, Arce C, Rodriguez-Estevez V (2014). Factors affecting somatic cell count in dairy goats. *Spanish Journal of Agricultural Research* 12: 133-150.
- Keatinge R (2001). Organic sheep and beef production in the Uplands. Project of MAFF (OFO147) CSG 15 (rev 12/99).
- Laignel G, Benoit M (2004). Production de viande ovine en agriculture biologique comparée à l'élevage conventionnel: résultats technico-économiques d'exploitations de plaine et de montagne du nord du Massif central. *INRA Productions Animales* 17: 133-143.
- Laignel G, Benoit M (2006). Production économiquement rentable sous conditions: technique, économie de charges, aides. *Alter Agri* 75: 4-7.
- Luengo C, Sánchez A, Corrales JC, Fernández C, Contreras A (2004). Influence of intramammary infection and noninfection factors on somatic cell counts in dairy goats. *Journal of Dairy Research* 71: 169-174.
- Lund V, Algers B (2003). Research on animal health and welfare in organic farming—a literature review. *Livestock Production Science* 80: 55-68.
- Morgante M, Beghelli D, Pauselli M, Dall'Ara P, Capuccella M, Ranucci S (1999). Effect of administration of vitamin E and selenium during the dry period on mammary health and milk cell counts in dairy ewes. *Journal of Dairy Science* 82: 623-631.

- Nauta WJ, Baars T, Bovenhuis H (2006). Converting to organic dairy farming: Consequences for production, somatic cell scores and calving interval of first parity Holstein cows. *Livestock Production Science* 99: 185-195.
- Palacios C (2010). Tesis doctoral. Estudio técnico-económico de la conversión a la producción ecológica del ganado ovino de leche. Universidad de León.
- Pérez JA, Álvarez A (2008). Análisis económico de la producción de leche ecológica. *Tribuna de economía* 843: 227-240.
- Pirisi A, Piredda G, Corona M, Pes M, Pintus S, Ledda (2000). Influence of somatic cell count on ewe's milk composition, cheese yield and cheese quality. *Proceeding of the 6th Great Lakes Dairy Sheep Symposium, Eau Claire, WI, EEUU*, pp. 47-59.
- Pulina G, Nudda A, Battacone G, Cannas A. (2006). Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk. *Animal Feed Science and Technology* 131: 255-291.
- Seegers J, Madeline Y, Charrain T (2003). Résultats techniques et économiques de 94 exploitations laitières biologiques suivies dans le cadre des Réseaux d'élevage. *Réseaux d'élevage, Institut de l'élevage et on Lait, Paris Cedex, Francia*.
- Schwendel BH, Wester TJ, Morel PCH, Tavendale MH, Deadman C, Shadbolt NM, Otter DE (2015). Invited review: Organic and conventionally produced milk-An evaluation of factors influencing milk composition. *Journal of Dairy Science* 8: 721-746.
- Sevi A, Casamassima D, Pulina G, Pazzona A (2009). Factors of welfare reduction in dairy sheep and goats. *Italian Journal of Animal Science* 8 (Suppl. 1): 81-101.
- Thatcher A, Petrovski K, Martin N (2014). A study of subclinical mastitis in two herds, one managed organically, the other conventionally. *Proceedings of the 4th ISO FAR Scientific Conference. 'Building Organic Bridges', 13-15 de octubre, Estambul, Turquía, p. 22646*.
- Tikofsky LL, Barlow JW, Santisteban C, Schukken YH (2003). A comparison of antimicrobial susceptibility patterns for *Staphylococcus aureus* in organic and conventional dairy herds. *Microbial Drug Resistance* 9 (Suppl 1): 39-45.
- Toledo P, Anders A, Björck L (2002). Composition of raw milk from sustainable production systems. *International Dairy Journal* 12: 75-80.
- Villar A, Orjales I, Miranda M, Rey-Crespo F, Rodríguez-Bermudez F, Lopez-Alonso M (2014). Estudio comparativo del recuento de células somáticas en ganaderías convencionales y ecológicas del norte de España. *Actas del XI Congreso de la SEAE, 14 de septiembre, Vitoria, España, pp. 824-832*.

(Aceptado para publicación el 26 de julio de 2016)