

[LA LECHE COMO ALIMENTO FUNCIONAL]

Leche de oveja con más CLAse

Suplementación de la dieta de ovejas lecheras con distintas fuentes lipídicas

Pablo G. Toral

Pilar Frutos

Gonzalo Hervás

Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE). Grulleros. León.

El cambio de los hábitos alimentarios de la población está relacionado con el alarmante aumento de la incidencia de enfermedades crónicas, como el cáncer o los trastornos cardiovasculares. En respuesta a la creciente demanda de productos saludables que ayuden a reducir el riesgo de aparición de estas enfermedades, se están investigando distintas estrategias para la obtención natural de leche de oveja con efectos beneficiosos para la salud del consumidor y que, además, mantenga sus atributos sensoriales. El objetivo final es conseguir un alimento funcional, con un alto valor añadido, que permita mejorar la competitividad del sector ovino lechero en el contexto global actual.



Ovejas en pastoreo en una finca experimental del instituto donde se está realizando la investigación.

En las sociedades industrializadas, la creciente incidencia de enfermedades crónicas de tipo cardiovascular, metabólico y degenerativo es un fiel reflejo de los cambios en la alimentación de la población. Una dieta inadecuada puede multiplicar el riesgo de sufrir problemas coronarios, diabetes o cáncer y, según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2020 tres cuartas partes de las muertes prematuras que se produzcan en el mundo estarán causadas por este tipo de enfermedades. Es apremiante, por tanto, una mejora de los hábitos alimentarios que transforme este factor de riesgo en la aparición de enfermedad en un pilar básico de su prevención, lo que constituye un estímulo para la producción de alimentos funcionales.

Los alimentos funcionales son aquellos que, además de su valor nutritivo, poseen efectos beneficiosos para la salud del consumidor (p. ej., los productos probióticos o los antio-

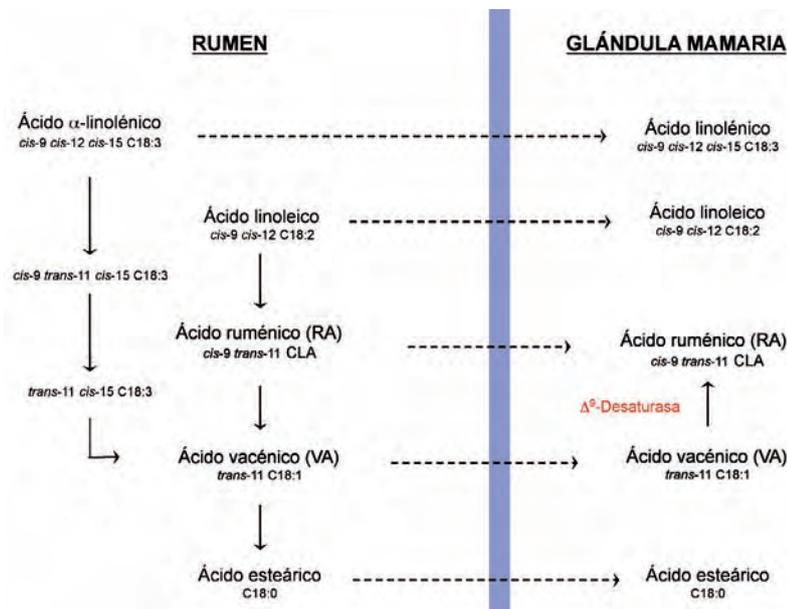
xidantes). Aunque su exitosa acogida en el mercado ha multiplicado su oferta, en ocasiones esta prosperidad repentina ha ido en detrimento de su calidad sensorial. Por ello, nuestro reto pasa por la producción de alimentos funcionales que, además de ser saludables, mantengan el carácter natural y los atributos sensoriales de los productos tradicionales.

[La leche, un “alimento funcional”

El consumo de leche y derivados lácteos podría dar lugar a una menor incidencia de enfermedades cardiovasculares y metabólicas (Bauman *et al.*, 2006), ya que su grasa contiene, de forma natural, componentes bioactivos como son los ácidos grasos (AG) poliinsaturados omega-3, los AG ramificados o el butirato. Por su potencial efecto anticancerígeno, destaca el ácido linoleico conjugado (conocido internacionalmente como CLA por sus siglas en inglés), que

Gráfico 1:

Principales rutas de formación del ácido ruménico (RA) en el rumen y en la glándula mamaria de los rumiantes a partir del ácido linoleico y linoléico.



puede suprimir la proliferación de un amplio rango de células neoplásicas, incluyendo las procedentes de tumores de mama, ovario, próstata, colon, hígado o sangre (Bauman *et al.*, 2006). A ello se suma su actividad antiarteriosclerótica, antidiabética, reductora de la grasa corporal e inmunomoduladora (Shingfield *et al.*, 2008), que justifican el gran interés por aumentar su concentración en la leche. Dicha concentración está determinada por diversos factores, como pueden ser los genéticos o fisiológicos, pero el principal y más importante es la dieta que reciben los animales. Mediante cambios en la ración del ganado se consiguen los mayores y más rápidos aumentos en el contenido de CLA lácteo, sin alterar las características organolépticas del producto final, al contrario de lo que ocurre mediante su adición a posteriori (lo que constituye la principal razón de la baja aceptación de los derivados lácteos enriquecidos en CLA que se comercializan en la actualidad).

La leche de oveja, cuyo contenido medio de CLA (>10mg/g AG) supera al de las leches de otros rumiantes, también aporta cantidades más elevadas de calcio, aminoácidos esenciales, vitamina B2, carnitina y AG monoinsaturados y esenciales. Ade-

La concentración de CLA en la leche de oveja está determinada por diversos factores, como los genéticos o fisiológicos, pero el principal y más importante es la dieta que reciben los animales

más, por su alto contenido en AG de cadena corta y media, se utiliza de forma terapéutica en el tratamiento de alergias alimentarias, casos de malabsorción intestinal y otros trastornos digestivos (Haenlein, 2001). Por lo tanto, el desarrollo de una estrategia nutricional que, de forma natural, aumente el contenido de CLA de la leche de oveja, realzaría aún más su carácter funcional y mejoraría la competitividad del sector lácteo ovino, al asociarse sus productos con un beneficio para la salud humana.

Origen del CLA en los rumiantes

Los lípidos que los rumiantes ingieren con la dieta se encuentran mayoritariamente en forma de triglicéridos, que en el rumen sufren el

proceso de lipólisis por la acción de enzimas microbianas, dando como resultado glicerol y AG libres. Debido al efecto inhibitorio que los AG insaturados libres tienen sobre el crecimiento microbiano, los microorganismos ruminales realizan un proceso de biohidrogenación (BH), cuyo producto final son AG saturados de menor toxicidad para ellos.

La BH del ácido linoleico (*cis-9 cis-12 C18:2*) da lugar a la formación del isómero mayoritario del CLA, el ácido ruménico (RA; *cis-9 trans-11 CLA*; ver **Gráfico 1**). El RA es rápidamente hidrogenado a ácido vacénico (VA; *trans-11 C18:1*), que se reduce, finalmente, a ácido esteárico (C18:0). Una parte del RA atraviesa el rumen sin sufrir más transformaciones y, tras absorberse en el duodeno, puede llegar por vía sanguínea a la glándula mamaria, pasando a la leche como tal. No obstante, el 70-90% del RA lácteo se origina a partir de la desaturación del VA en las células secretoras de la mama por medio de una reacción con la enzima delta-9 desaturasa. Incrementado el flujo duodenal de VA se consigue, por tanto, aumentar la secreción láctea de RA (Bauman *et al.*, 2006). Además, como la enzima delta-9 desaturasa se encuentra también en otros tejidos corporales, p. ej. el adiposo, tanto de rumiantes como de monogástricos, incluyendo el ser humano, el VA puede ser considerado un compuesto anticarcinogénico y resulta muy interesante aumentar su contenido en los alimentos (Bauman *et al.*, 2006).

Estrategias nutricionales para aumentar el contenido de CLA en la leche de oveja

El contenido de CLA de la leche es superior cuando los animales se alimentan con pasto fresco que cuando reciben forrajes conservados y alimentos concentrados (Shingfield *et al.*, 2008). Esto se debe al efecto del pasto sobre la BH ruminal y a su alto contenido de ácido linoléico (*cis-9 cis-12 cis-15 C18:3*), un AG omega-3 que sirve como precursor para la producción ruminal de VA (ver **Gráfico 1**). No obstante, con el uso de dietas completas (*unifeed*) se pueden llegar a conseguir concentracio-

Gráfico 2:

Porcentaje de aumento en la producción de ácido vacénico (VA) y ruménico (RA) en la leche de ovejas tras la adición a su dieta de un 6% de aceite de soja o girasol respecto a los animales que recibieron la misma dieta sin aceites (Fuentes: Gómez-Cortés *et al.*, 2008; Hervás *et al.*, 2008).

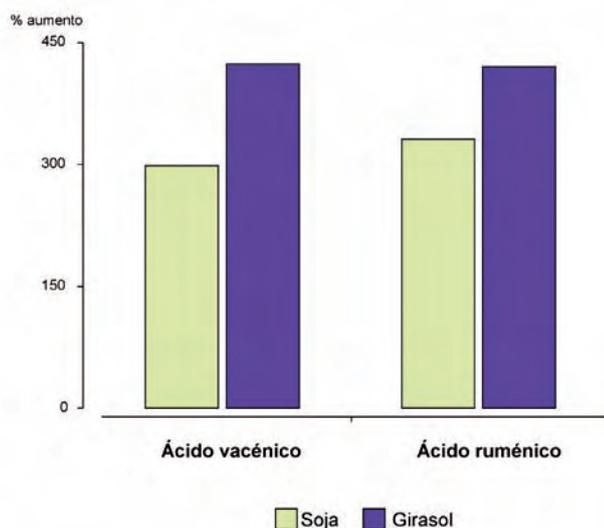
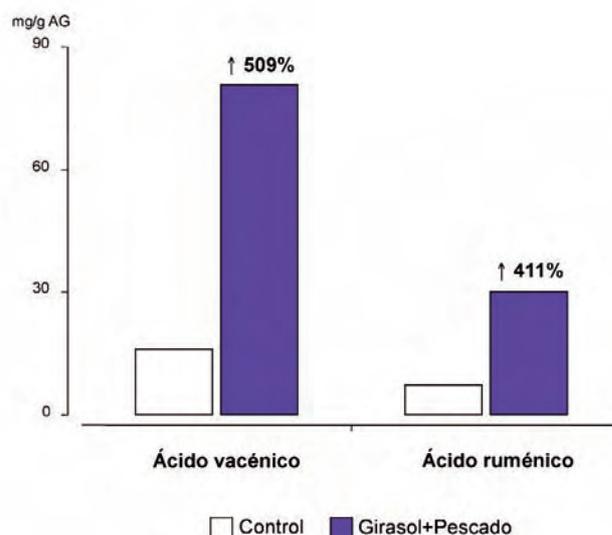


Gráfico 3:

Contenido de ácido vacénico (VA) y ruménico (RA; mg/g ácidos grasos; AG) en la leche de ovejas alimentadas con una dieta completa (*unifed*) sin suplementación lipídica (Control) o suplementada con un 2% de aceite de girasol más un 1% de aceite de pescado (Fuente: Toral *et al.*, 2009).



nes de CLA lácteo superiores incluso a las conseguidas con pasto, siendo los métodos más efectivos aquellos que aumentan el flujo de VA a la mama, bien añadiendo a la dieta una fuente de AG insaturados precursores de este intermediario (e. g., un aceite vegetal rico en ácido linoleico, como el de soja o girasol) o bien inhibiendo su reducción a ácido esteárico, mediante el uso de lípidos de origen marino ricos en AG poliinsaturados omega-3 de cadena larga (como el aceite de pescado), que son inhibidores de la última etapa de la BH (Bauman *et al.*, 2006).

Hasta la fecha, la mayoría de los estudios se han realizado con ganado vacuno, siendo su número muy limitado en el ovino. Muchos de los trabajos con ovejas se han centrado en la inclusión de grasas protegidas en la ración con el objetivo de mejorar su rendimiento productivo (véase la revisión de Sanz Sampelayo *et al.*, 2007) y evitar los posibles efectos perjudiciales sobre la microbiota ruminal. Sin embargo, este tipo de grasas son menos efectivas que los aceites vegetales libres a la hora de aumentar el contenido de CLA de la leche.

En nuestro grupo, integrado también por investigadores del Instituto del Frío, con el objetivo de evaluar la inclusión de diversos aceites vegeta-

les en la dieta de ovejas lecheras sobre la composición en AG de su leche, se pusieron en marcha una serie de estudios (p. ej., Gómez-Cortés *et*

A tener en cuenta

- Los alimentos funcionales son aquellos que, además de su valor nutritivo, poseen efectos beneficiosos para la salud del consumidor.
- La leche de oveja tiene un carácter potencialmente funcional y su consumo podría dar lugar a una menor incidencia de enfermedades cardiovasculares y metabólicas, debido a los componentes bioactivos que contiene su grasa de forma natural.
- Dentro de estos componentes bioactivos destaca el ácido linoleico conjugado (CLA), por su potencial efecto anticancerígeno.
- La leche de oveja presenta un contenido medio de CLA (>10mg/g AG), superior al de las leches de otros rumiantes y también aporta cantidades más elevadas de calcio, aminoácidos esenciales, vitamina B2, carnitina y AG monoinsaturados y esenciales.

al., 2008; Hervás *et al.*, 2008), en los que se observó que la suplementación de una dieta rica en alimentos concentrados con un 6% de aceite de girasol resulta más efectiva para aumentar el contenido de VA y CLA en la grasa láctea que la misma dosis de aceite de soja (ver **Gráfico 2**). Al contrario de lo que sucede con frecuencia en el ganado vacuno en condiciones similares, el rendimiento productivo de las ovejas no se vio perjudicado y el porcentaje graso de su leche no solo no disminuyó, sino que incluso se incrementó un 10% con el uso del aceite de girasol. No obstante, el notable aumento observado del contenido lácteo de determinados AG *trans*-monoinsaturados, podría reflejar alteraciones de las comunidades microbianas del rumen, con los consiguientes cambios en las rutas de BH. Como la dosis de aceite se aproximaba al límite del 7%, a partir del cual se puede perjudicar el proceso de fermentación ruminal (Bauman *et al.*, 2006), ambos estudios evaluaron el impacto del uso de aceites sobre la fermentación ruminal. Los resultados obtenidos sugirieron que, a pesar de que la inclusión de un 6% aceite pudo provocar variaciones en las comunidades microbianas del rumen, esto no pareció perjudicar a la utilización digestiva de la dieta.

Inclusión de aceite de girasol y pescado en la dieta de ovejas lecheras

Partiendo de la hipótesis de que dosis más bajas de aceite de girasol podrían ser igualmente efectivas para aumentar el CLA lácteo y se minimizarían posibles alteraciones de la microbiota ruminal, decidimos realizar otro estudio reduciendo la cantidad total de lípidos, pero incorporando también aceite de pescado. Este trabajo se presentó en el último Congreso Nacional sobre Producción Animal.

Así, el aceite de girasol aumentaría la producción ruminal de VA y el de pescado inhibiría su reducción posterior a ácido esteárico, consiguiendo un aumento del CLA en la leche. Con este objetivo, se resolvió estudiar el efecto de una combinación de aceite de girasol y de pescado sobre el perfil de AG de la leche y el rendimiento productivo de los animales. Obviamente, éramos conscientes de que el uso del aceite de pescado está

actualmente prohibido en la alimentación de los rumiantes (únicamente está permitido en monogástricos, como los cerdos o las aves), pero también de que solo gracias a los resultados de diferentes proyectos de investigación se podrá apoyar una nueva legislación más flexible sobre la utilización de determinados subproductos de origen animal.

Para conseguir el objetivo propuesto, 32 ovejas de raza assaf fueron distribuidas en función de su nivel de producción de leche, peso vivo, días posparto y número de lactación, en cuatro lotes homogéneos (con ocho animales/lote) asignados a dos

El desarrollo de una estrategia nutricional que, de forma natural, aumente el contenido de CLA de la leche de oveja, realzaría aún más su carácter funcional y mejoraría la competitividad del sector lácteo ovino

tratamientos experimentales (2 lotes/tratamiento): dieta completa para animales en lactación (Control) y la misma dieta suplementada con un 2% de aceite de girasol más un 1% de aceite de pescado (G+P). La adición de los aceites a la dieta se realizó semanalmente en una mezcladora y durante las cuatro semanas de duración del experimento, los animales fueron alimentados ad libitum y ordeñados dos veces al día.

El tratamiento G+P afectó a la composición de la leche y redujo su porcentaje graso respecto al Control (5,9 vs. 5,2%, respectivamente). Cabe destacar que, como es frecuente en el ganado ovino (Sanz Sampelayo *et al.*, 2007), el porcentaje de proteína cayó con la adición de lípidos (-8%), lo cual equilibró el bajo contenido graso de la leche de ovejas de alta producción, mejorando así su ratio grasa:proteína. Este parámetro es de gran importancia en el proceso de manufacturación del queso y repercute en su adecuada maduración, consiguiéndose así un producto final

PRODUCCIÓN PORCINA INTENSIVA

ALBERTO QUILES SOTILLO
M^a LUISA HEVIA MÉNDEZ

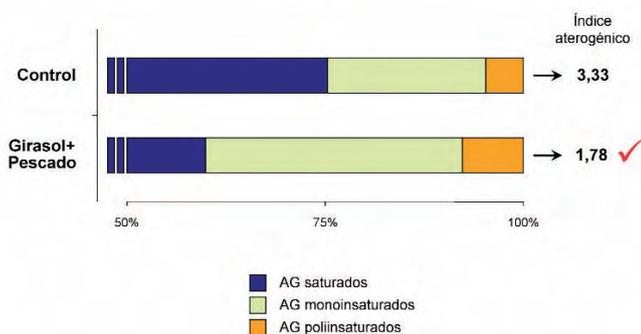
15 €



Para más información: Editorial Agrícola Española S.A.
c/ Caballero de Gracia 24, 3º Izda. 28013 Madrid
Tel.: 91 521 16 33 • Fax: 91 522 48 72

Gráfico 4:

Porcentaje de los principales grupos de ácidos grasos (AG) e índice aterogénico de la leche de ovejas alimentadas con una dieta completa sin suplementación lipídica (Control) o suplementada con un 2% de aceite de girasol más un 1% de aceite de pescado. (Fuente: Toral *et al.*, 2009).



de mayor calidad. Sin embargo, la inclusión de aceites en la dieta redujo la ingestión de alimento y, afortunadamente en menor medida, la producción de leche de las ovejas.

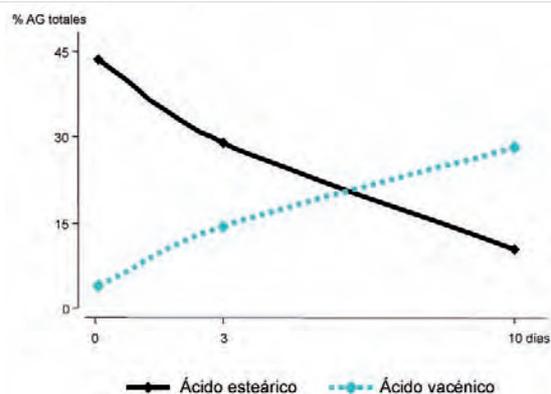
Por el contrario, de forma muy positiva, el uso combinado de aceite de girasol y pescado cuadruplicó el contenido de RA de la leche (ver **Gráfico 3**) y provocó una fuerte caída del índice aterogénico (ver **Gráfico 4**), indicador que valora la contribución de las grasas de un alimento a la deposición de lípidos en las arterias del consumidor. Además, la dieta G+P redujo el ratio omega-6/omega-3 de los AG de la leche de 6,5 a 2,7, lo cual es de gran importancia pues es la cantidad relativa de AG omega-3 respecto a los omega-6 la que deter-

mina sus efectos sobre la salud y no su contenido total en los alimentos, como se piensa normalmente. Un ratio menor de 4 permite que los AG omega-3 de la dieta ejerzan su actividad supresora en la patogénesis de enfermedades crónicas de origen cardiaco, inflamatorio, neoplásico y autoinmune y puede reducir el riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular en un 70%.

El tratamiento G+P aumentó el contenido de AG *trans*-18:1 y, aunque se recomienda reducir su consumo en grasas vegetales hidrogenadas (p. ej., la bollería industrial), estudios recientes (véase revisión de Shingfield *et al.*, 2008) apuntan que, dado el característico perfil de los AG *trans* de los productos lácteos, su consumo po-

Gráfico 5:

Contenido de ácido esteárico y vacénico (VA) en el fluido ruminal de ovejas alimentadas durante 0, 3 y 10 días con una dieta completa suplementada con un 2% de aceite de girasol más un 1% de aceite de pescado. (Fuente: Toral *et al.*, 2009).



dría ser inocuo o hasta saludable (en el presente estudio un 50% de su contenido corresponde al VA). Por otro lado, cambios en este perfil indicarían variaciones en la microbiota ruminal y el proceso de BH, que favorecerían el aumento de algunos isómeros, como el *trans*-10. Esto, junto con una reducción del flujo de ácido esteárico a la mama, se ha relacionado con la caída del contenido graso de la leche de vaca por el uso de aceite de pescado (Loor *et al.*, 2005).

Continuando con nuestro estudio del uso de girasol y pescado y con el objetivo de estudiar su impacto sobre la fermentación ruminal y la BH de los AG, realizamos un experimento con 5 ovejas canuladas en el rumen que, tras recibir la dieta no suplementada durante un periodo de adaptación de 10 días, fueron alimentadas con la dieta G+P. Al final del periodo de adaptación y tras tres y diez días consumiendo la dieta suplementada, se tomaron muestras de fluido ruminal para analizar su perfil de AG. Como se observa en el **Gráfico 5**, la dieta G+P redujo de forma drástica el porcentaje de ácido esteárico en el rumen y, de forma inversa, se acumuló VA. No se observó, en cambio, efecto negativo alguno sobre los parámetros de fermentación ruminal estudiados (pH, concentraciones de amoníaco, lactato y ácidos grasos volátiles y degradación ruminal de la materia seca, proteína bruta y fibra neutro detergente). Estos resultados sugieren que el uso de aceite de girasol y pescado inhibió la



Ovejas experimentales alimentadas con una dieta completa suplementada con aceite de girasol y pescado.

BH completa de los AG en el rumen pero no afectó negativamente a la utilización de la dieta por parte del animal.

De cara a una autorización futura del uso del aceite de pescado en la alimentación de rumiantes, los prometedores resultados de nuestra investigación apoyarían una nueva legislación más flexible sobre la utilización de estos subproductos. No obstante, sería necesario seguir avanzando en esta línea para conseguir ajustar las dosis de aceite de modo que se mejore la calidad de la leche sin afectar a la producción.

Implicaciones

Dada la creciente demanda de alimentos saludables en el mercado, la imagen de los productos lácteos del ovino podría mejorarse con una adecuada promoción de sus efectos beneficiosos para la salud del consumidor, que pueden potenciarse, además, mediante cambios en la alimentación de los animales. La inclusión de cantidades moderadas de aceites

en la dieta de las ovejas puede reducir el índice aterogénico y el ratio omega-6/omega-3 de la grasa de la leche, así como multiplicar el contenido de algunos compuestos "bioactivos", como el CLA. De esta forma se consigue un producto natural con un neto carácter funcional, lo cual debería repercutir positivamente sobre los ingresos que el ganadero percibiera de su venta (y de ahí la importancia de lograr convencer a las centrales lecheras para que el pago de la leche se realice en función de su calidad). Todo esto, unido a la experiencia del sector ovino español en la producción de quesos tradicionales y a la exploración de nuevos nichos de mercado, podría mejorar su competitividad en el contexto global actual.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración con M. A. de la Fuente, P. Gómez-Cortés y M. Juárez, del Instituto del Frío de Madrid (CSIC). Este trabajo forma parte del Proyecto AGL2008-04805-CO2.

Bibliografía

- Bauman, D., Lock, A., Corl, B.A., Salter, A. M. y Parodi, P. (2006). En: Sjersén et al (Eds.), *Ruminant Physiology*. Wageningen Acad. Publ., Holanda. Pg. 529-561.
- Gómez-Cortés, P., Frutos, P., Mantecón, A., Juárez, M., de la Fuente, M. A. y Hervás, G. (2008). *J. Dairy Sci.* 91:1560-1569.
- Haenlein, G. F. W. (2001). *J. Dairy Sci.* 84:2097-2115.
- Hervás, G., Luna, P., Mantecón, A. R., Castañares, N., de la Fuente, M. A., Juárez, M. y Frutos, P. (2008). *J. Dairy Res.* 75:399-405.
- Lor, J. J., Doreau, M., Chardigny, J., Ollier, A., Sebedio, J. L. y Chilliard, Y. (2005). *Anim. Feed Sci. Technol.* 119:227-246.
- Sanz Sampelayo, M., Chilliard, Y., Schmidely, P. y Boza, J. (2007). *Small Ruminant Res.* 68:42-63.
- Shingfield, K. J., Chilliard, Y., Toivonen, V., Kairenius, P. y Givens, D. I. (2008). *Adv. Exp. Med. Biol.* 606:3-65. •

II Ciclo de conferencias de la Asociación del Cuerpo Nacional Veterinario en el Colegio de Veterinarios de Madrid

PROGRAMA SEGUNDO SEMESTRE DE 2009

22.09.2009

Manuel Rodríguez Sánchez

Vicerrector de Doctorado, Títulos Propios y Programación Docente de la Universidad Complutense de Madrid

ENSEÑANZAS DE VETERINARIA EN EUROPA. PLAN BOLONIA

27.10.2009

Oscar González Gutiérrez – Solana

Subdirector General de Sanidad Exterior del Ministerio de Sanidad y Políticas Sociales

GLOBALIZACIÓN Y SALUD PÚBLICA

24.11.2009

Clemente Mata Tapia

Subdirector General de Calidad Diferenciada y Agricultura Ecológica del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino

CALIDAD DIFERENCIADA AGROALIMENTARIA Y PRODUCCIÓN ECOLÓGICA. PRESENTE Y FUTURO

15.12.2009

CONFERENCIA DE CLAUSURA DEL CICLO 2009

D. Carlos Escribano Mora

Director General de Recursos Agrícolas y Ganaderos del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino

Hora: 19.30

Lugar: Sede del ICOVM (Maestro Ripoll, 8 – Madrid)

Más información en: www.acnv.es; www.colvema.org

