



## Revisión [Review]

## PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE LECHE DE OVEJA

## ORGANIC PRODUCTION OF SHEEP MILK

Juan Carlos Ángeles-Hernández<sup>1</sup>, Aurora Hilda Pérez-Hernández<sup>2</sup>,  
Javier Malcher-Pérez-Rocha<sup>3</sup> and Manuel González-Ronquillo<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud y Producción Animal,  
Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>2</sup>Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, Facultad de Medicina  
Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.  
Av. Universidad 3000. México, D.F. 04510.

<sup>3</sup>Ovinos Especializados en leche S.P. de R.L., Rancho Santa Marina,  
El Marqués Querétaro.

<sup>4</sup>Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,  
Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Literario 100 Ote,  
Toluca, México. CP.50000. Email: mrg@uaemex.mx

\*Corresponding autor

## RESUMEN

Los sistemas de producción orgánicos se basan en procesos naturales, aprovechamiento de recursos locales y disminución en la degradación del suelo. La efectividad de la producción de leche de los sistemas orgánicos vs los sistemas de producción convencionales es un tema abierto a debate. Son diversos los estudios en los cuales se observa un efecto positivo de los sistemas orgánicos de producción de leche de oveja en relación al bienestar y salud animal, calidad de los productos e impacto ambiental. No obstante, algunos autores citan rendimientos lácteos inferiores, así como mayor susceptibilidad a condiciones medioambientales comparados con los obtenidos en sistemas convencionales. Los menores rendimientos en los sistemas orgánicos de producción de leche de oveja, están relacionados con el limitado aporte nutricional, el bajo potencial genético, así como las cambiantes condiciones medioambientales. Estos sistemas ovinos son principalmente un método de producción para un mercado específico que ofrece productos con calidad Premium y elevados estándares de calidad en sus procesos de producción. Por lo que una empresa ovina orgánica de producción de leche debe ser considerada viable en la medida que presente un balance positivo a nivel de sostenibilidad global, es decir, que sea socialmente benéfica, económicamente viable y medioambientalmente responsable.

**Palabras clave:** Ovejas; producción de leche; sistema orgánico.

## SUMMARY

Organic production systems are based on natural processes, leveraging local resources and decreasing in soil degradation. Effectiveness of milk production of organic systems vs. conventional production systems is a subject open to debate. There are various studies in which there is a positive effect of organic systems in relation to the welfare and animal health, product quality and environmental impact. However, some authors report lower milk yields production and increased susceptibility to environmental conditions compared with those obtained in conventional systems. The lower milk yields in organic systems in Dairy sheep's production, are related to the limited nutritional value, low genetic potential, and the changing environmental conditions. These systems are mainly a production method for a specific market with premium quality products and high standards in their production processes. Thus, a company organic Dairy sheep production should be considered viable when present a positive global sustainability level, that is socially beneficial, economically viable and environmentally responsible.

**Key words:** sheep; milk production; organic system.

## INTRODUCCIÓN

Los granjas orgánicas pueden ser definidas como una aproximación de la ganadería y la agricultura cuyo objetivo es generar sistemas de producción integrales, humanos, ambiental y económicamente sustentables (Siardos, 2002). Existe extensa y diversificada evidencia bibliográfica que refiere que los sistemas orgánicos pueden proveer una amplia gama de beneficios, incluyendo impactos positivos sobre la tasa de empleo, mejoramiento de condiciones medioambientales y favorecer el desarrollo de las economías locales y regionales (Lobley et al., 2013).

El establecimiento de sistemas orgánicos de producción, particularmente los sistemas de producción de leche, comprende múltiples modificaciones de los patrones de producción y comercialización, los cuales determinan las diferencias en rendimientos lácteos, el sobreprecio de los productos orgánicos y de manera más discutida, en la calidad nutricional y beneficios a la salud humana de la leche y sus derivados.

El objetivo de este estudio fue analizar la información bibliográfica disponible relacionada con la producción de leche ovina en sistemas orgánicos y así determinar la manera en cómo los sistemas de producción orgánicos impactan sobre los parámetros productivos, calidad de la leche ovina y sus derivados, así como el impacto social, económico y ambiental. Finalmente, se analizaron los datos disponibles de la incipiente producción de leche orgánica de oveja en México.

## AGRICULTURA ORGÁNICA

La agricultura orgánica es apenas una pequeña rama de la actividad económica, sin embargo, está adquiriendo importancia considerable en el sector agrícola de muchos países (Figura 1), independientemente de su nivel de desarrollo. En Austria y Suiza, la agricultura orgánica ha llegado a representar hasta un 10 % del sistema alimentario y en Estados Unidos, Francia, Japón y Singapur se están registrando tasas de crecimiento anual superiores al 20 % (Willer y Kilcher, 2009).

Además, esta actividad se presenta como una oportunidad de incrementar la rentabilidad de los sistemas locales de producción y mejorar las condiciones socioeconómicas de los sectores dedicados a la producción de alimentos en países en desarrollo (Nardone et al., 2004; Lombey et al., 2009; 2013). Aun cuando existen países con una industria de productos orgánicos consolidada, ningún país en la actualidad es capaz de autosatisfacer sus demandas de productos orgánicos durante todo el año, por lo cual, muchos países en desarrollo han comenzado a exportar con éxito productos orgánicos (FAO, 1999).

La comisión del Codex Alimentarius (1999/2001) define a la agricultura orgánica como: *“un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, inclusive la diversidad, los ciclos y la actividad biológica del suelo”*. Hace hincapié en la utilización de prácticas de gestión, con preferencia en la no utilización de insumos sintéticos agrícolas. Esto se consigue aplicando, siempre que es posible, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema.

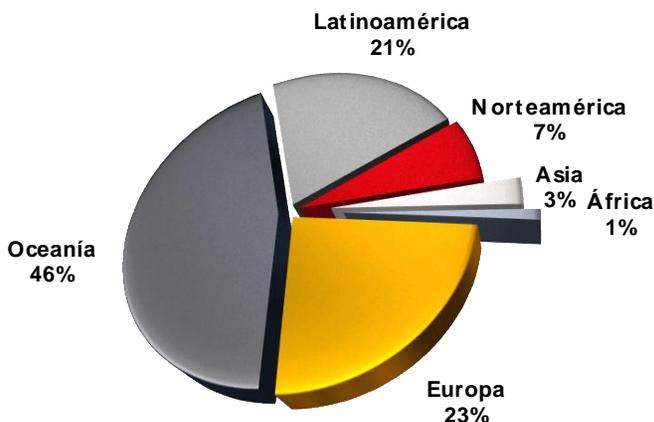


Figura 1. Distribución regional de superficie de tierra utilizada en la agricultura orgánica (Nardone et al., 2004).

Esta definición engloba claramente al medio ambiente, el uso apropiado de los recursos locales, manejo holístico de la agricultura orgánica y un papel central de suelo en los sistemas de producción (Siardos, 2002).

La INFOAM (2003) (International Federation of Agriculture Movement), amplía su definición ubicando al suelo y a la actividad humana como ejes motores del proceso de producción con un enfoque holístico, definiendo la agricultura orgánica de la siguiente manera:

Es un sistema agrícola que promueve la correcta producción en términos medioambientales, sociales y económicos de alimentos, fibras, etc.

En estos sistemas, la fertilidad del suelo es vista como la clave para una producción exitosa. Trabajando con las propiedades y características naturales de las plantas, animales y paisaje, los productores orgánicos ayudan a optimizar la calidad en todos los aspectos de la agricultura y medio ambiente (INFOAM, 2003).

Esta última definición establece de manera más puntual algunas de las pautas principales con las que trabajan los sistemas orgánicos; la INFOAM señala cuatro principios fundamentales de la producción orgánica (INFOAM, 2005):

- i. Principio de salud. La agricultura orgánica debe sostener y promover la salud del suelo, planta, animal, humano y el planeta como un elemento único e indivisible.
- ii. Principio de ecología. La agricultura orgánica debe basarse en sistemas y ciclos ecológicos vivos, trabajar con ellos, emularlos y ayudar a sostenerlos.
- iii. Principio de equidad. La agricultura orgánica debe estar basada en relaciones que aseguren equidad con respecto al ambiente común y a las oportunidades de vida.
- iv. Principio de precaución. La agricultura orgánica debe ser gestionada de una manera responsable y con precaución para proteger la salud y el bienestar de las generaciones presentes, futuras y el ambiente.

La agricultura convencional tiene la tendencia a controlar las condiciones de producción en pro de maximizar el rendimiento de los animales, por medio de la utilización de grandes cantidades de insumos y razas especializadas (Greer et al., 2008; Nauta y Spengler-Neff, 2011); en contraste, la agricultura orgánica, está basada en los procesos naturales, aprovechamiento de recursos locales y en completar ciclos biológicos, lo cual implica equilibrio más que control y un uso menos intensivo del suelo (Nauta et al., 2009; Nauta y Spengler-Neff, 2011). Por tal motivo, las definiciones de agricultura orgánica

engloban tanto las actividades agrícolas como ganaderas, ya que sus principios se basan en el manejo sistemático y holístico de la producción.

## GANADERÍA ORGÁNICA

La INFOAM (2005) define la producción ganadera orgánica como un “*sistema basado en la relación armónica entre la tierra, plantas y animales, en el respeto a las necesidades fisiológicas y del comportamiento del ganado y en la alimentación con piensos orgánicos o con recursos naturales como forraje*”.

La producción ganadera orgánica requiere de agroecosistemas complejos y de diversidad en los cultivos; de una transición de monocultivos a asociaciones y de una óptima integración espacial y temporal de sus componentes (Weller, 1996). En este sentido, la ganadería orgánica, envuelve cambios radicales en los procesos de producción relacionados con mayor atención a la salud y bienestar animal, conservación del ambiente y calidad e inocuidad de los alimentos (Benoit y Veysset, 2003; Blair, 2011). Las actuales legislaciones y procesos de certificación incluyen especificaciones para el alojamiento de los animales, manejo nutricional y reproductivo, tamaño de rebaño y carga animal, prevención de enfermedades y tratamientos veterinarios (Ronchi y Nardone, 2003).

Los sistemas de producción de rumiantes juegan un papel importante en muchas granjas orgánicas debido a su intervención en los procesos de reciclaje de nutrientes y a la transformación eficiente de componentes vegetales a productos para consumo humano con elevado valor nutricional (Ronchi y Nardone, 2003); en particular los rebaños ovinos orgánicos promueven el desarrollo de zonas geográficas agroclimáticas desfavorables y económicamente deprimidas (Acero et al., 2004; Toro-Mujica et al., 2011a). La industria porcina y avícola desempeña un papel de menor impacto en la ganadería orgánica, solo la producción de huevo tiene un lugar importante en algunos países (Hermansen, 2001).

Los estándares internacionales para la certificación internacional de productos orgánicos son: (1) IFOAM Estándares Básicos y Criterios (2005) y (2) la ISO 65:1996, siendo considerada ésta última como la guía más importante para la certificación orgánica (Blair, 2011). En México los procesos de certificación y regulación de la producción ganadera orgánica aún no están completamente definidos en todos los sectores productivos.

Un primer esfuerzo encaminado a la estandarización de estos métodos de producción en México ocurre en 2006, cuando se publica la “La ley de Productos Orgánicos” que establece las pautas de conversión, producción, procesamiento, elaboración, preparación y procesos de comercialización y certificación de los productos orgánicos.

La Unión Europea (EU, 1999), el Codex Alimentarius (2001) y la IFOAM (2005) determinan de manera general algunos principios básicos en los que se basa la ganadería orgánica, dentro de los que destacan:

1. La densidad animal está limitada a dos unidades animal por hectárea.
2. Está prohibido el uso de aminoácidos sintéticos y promotores del crecimiento.
3. Se permite que un máximo de 10% del total de materia seca consumida por el animal provenga de alimentos originados en sistemas convencionales.
4. La dieta debe contener al menos un 60% de forraje.
5. No se permite utilización de medicamentos alopáticos en animales en línea de producción.

### PRODUCCIÓN DE LECHE ORGÁNICA

El interés por la producción de leche en sistemas orgánicos ha aumentado de manera considerable, ligado a la preocupación por el impacto ambiental y el bienestar animal en los sistemas convencionales de producción (Sato *et al.*, 2005).

Pérez *et al.* (2009) señalan que uno de los sistemas de producción orgánica más grandes y complejos es la producción lechera, debido a la enorme cantidad de

innovaciones tecnológicas dirigidas a esta actividad, lo cual lo convierte en un sistema difícil de transformar a partir de la producción convencional. Esta situación genera varios desafíos a los productores, entre los que destacan el uso racional de los recursos y garantizar la viabilidad de las explotaciones, dado que una sobreexplotación o uso inadecuado de los factores de producción generan graves problemas económicos, sociales y medioambientales (Toro-Mujica *et al.*, 2011b).

La producción lechera orgánica es un complejo ganadero que aspira a producir leche de alta calidad nutritiva, practicando métodos de producción que rechazan el empleo de productos agroquímicos manufacturados, compuestos artificiales, pesticidas, reguladores del crecimiento y aditivos a los forrajes, y que funcionan mediante rotación de cultivos y reciclado de residuos orgánicos (Weller, 1996; Pérez *et al.*, 2009).

El objetivo principal de estos sistemas productivos es reducir la dependencia a insumos externos (Newman y Weller, 2004), generalmente mediante la disminución en el uso de concentrados en la alimentación de los animales, con una producción láctea con base a forrajes (Padel, 2000; Boelling, *et al.*, 2003). Sin embargo, esto los hace más susceptibles a los factores climáticos y a las variaciones en la disponibilidad y calidad de forraje a través del año, lo que se refleja en los rendimientos lácteos (Sato *et al.*, 2005; Angeles-Hernandez *et al.*, 2013) (Figura 2). Por otro lado, estos sistemas deben cumplir con los requisitos que establecen las empresas certificadoras para aspirar a contar con el etiquetado de alimento orgánico.

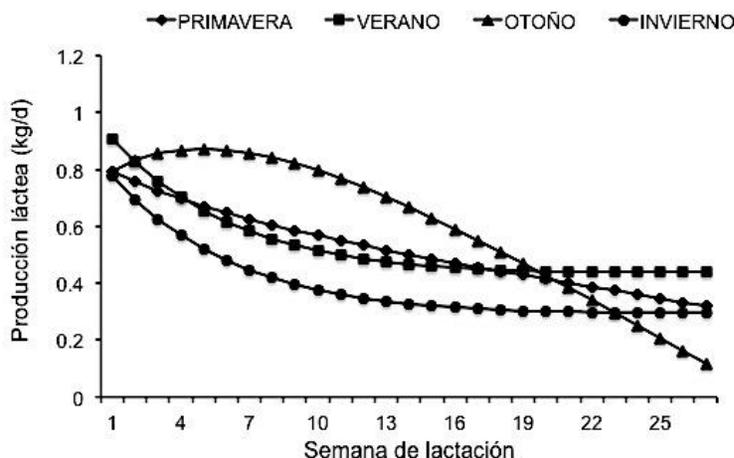


Figura 2. Diferentes formas de curva de lactación y patrones de producción láctea en relación a la época del año en ovejas FI en un sistema de producción orgánico (Ángeles-Hernández *et al.* 2013).

La efectividad de los sistemas de producción de leche orgánica comparados con los sistemas convencionales en términos de bienestar animal, protección ambiental y calidad e inocuidad de los alimentos producidos está abierto a debate, muchas investigaciones realizadas principalmente en condiciones experimentales dan cuenta de una gran diversidad de resultados.

El estado sanitario de animales en sistemas orgánicos se ha utilizado como un indicador del impacto de estos métodos de producción. Hardeng y Edge (2001) señalan que desordenes metabólicos como cetosis e hipocalcemia son menos frecuentes en sistemas orgánicos. Busato *et al.* (2000) reportan que la prevalencia de mastitis subclínica en sistemas orgánicos en Suiza fue menor que la media nacional.

Sin embargo, estudios parasitológicos asocian a los sistemas orgánicos de producción de leche en ovejas (Lindqvist *et al.*, 2001) y vacas (Svensson *et al.*, 2000) con elevada prevalencia parasitaria. También se sugiere que la elevada tasa de desecho en sistemas orgánicos de producción de leche se deba a infecciones intramamarias y problemas reproductivos (Animal Health Institute, 1998).

Lund y Algers (2003) realizaron una extensa revisión de las investigaciones disponibles acerca de este tema y concluyen que el estado sanitario de los sistemas convencionales no es mejor que los sistemas orgánicos (excepto por las enfermedades parasitarias), por lo contrario, la tendencia es que la salud y bienestar de los animales en sistemas orgánicos es igual o mejor que los sistemas convencionales.

## **PRODUCCIÓN DE LECHE ORGÁNICA DE OVEJA**

La producción de leche ovina en sistemas orgánicos se ubica principalmente en el continente Europeo, esto debido a su larga tradición de producción y consumo de productos derivados de la leche de oveja, así como por la demanda por parte del mercado local de productos originados en sistemas amigables con el ambiente y socialmente responsables (Rochi y Nardone, 2003; de Boer, 2003).

La ganadería orgánica se ubica como una alternativa para las explotaciones ovinas, que aprovechando las características semi intensivas de sus sistemas permiten la obtención de externalidades positivas medioambientales y sociales y la generación de un valor agregado a sus productos (Lobley *et al.*, 2009; Toro-Mujica, 2011b).

Algunos autores señalan que la conversión de sistemas de producción convencionales a sistemas

orgánicos de producción en pequeños rumiantes parece ser menos complicada en términos de manejo en comparación con otras especies; debido a que estos sistemas de crianza requieren pocos insumos, manifiestan una adecuada adaptación a condiciones medioambientales y geográficas hostiles y elevada eficiencia en el aprovechamiento de los recursos disponibles en pastoreo (Wright *et al.*, 2002; Degen, 2007; Shrestha, 2011).

Dentro de los aspectos con mayor impacto en los sistemas de producción ovinos lecheros destacan:

- i. El manejo del pastoreo.
- ii. El control y prevención de enfermedades parasitarias.
- iii. Producción y provisión de alimentos orgánicos a los animales (Ronchi y Nardone, 2003).

Esta capacidad de adaptación a diversas condiciones agroclimáticas determina que también el comportamiento productivo sea muy variable (Alifakiotis, 1990; Haenlein y Wendorff, 2006). Las diferencias en los rendimientos lácteos entre zonas geográficas y entre producciones pueden ser atribuidas a un desbalance de energía y proteína, debido principalmente a la variabilidad en la cantidad y calidad de forraje disponible a través del año y la falta de suplementación con un alimento balanceado orgánico (Blair, 2011).

Por tal motivo los sistemas lecheros ovinos orgánicos requieren de un proceso de adecuación que les permita mejorar su comportamiento técnico-productivo, económico, social y medioambiental. Una empresa ovina orgánica de producción de leche debe ser considerada viable en la medida que presente un balance positivo a nivel de sustentabilidad global, es decir, que sea socialmente beneficiosa, económicamente viable y medioambientalmente responsable (Toro-Mujica *et al.*, 2011b).

## **Impacto de los sistemas orgánicos sobre la producción láctea y calidad de la leche**

Una clara comparación entre la calidad de los productos orgánicos y convencionales es difícil de establecer, debido a la gran variación entre los sistemas de producción, relacionado entre otras cosas con el grado de intensificación, manejo nutricional y razas utilizadas (Newman y Weller, 2004).

Se acepta de manera general que los rendimientos lácteos por unidad de tierra y por unidad animal son usualmente inferiores en los sistemas orgánicos de producción de leche (Greer *et al.*, 2008). Tsiplakou *et al.* (2010) señalan rendimientos lácteos inferiores en un 28 % de ovejas en un sistema orgánico,

comparados con un sistema convencional. Sin embargo, algunos estudios señalan comportamientos productivos opuestos, Pirisi et al. (2002) concluyen que ovejas Sardas en un sistema orgánico presentaron rendimientos lácteos significativamente superiores ( $P < 0.001$ ) en primavera e invierno en comparación con ovejas en sistemas convencionales, esto debido a la menor carga animal, mayor disponibilidad de forraje por animal y mejor calidad de los forrajes en los sistemas de pastoreo orgánicos.

La información acerca de calidad y composición química de la leche de ovejas en sistemas orgánicos y convencionales, contrasta de manera importante. Diversos estudios reportan que productos originados en sistemas orgánicos contienen concentraciones mayores de proteína (Palupi et al., 2011), ácidos grasos benéficos para la salud humana y algunas vitaminas del complejo B en comparación con sistemas convencionales (Bisig et al. 2007; Heins et al., 2013a).

Tsiplakou et al. (2010) refieren diferencias en la composición química de leche de oveja entre sistemas convencionales y orgánicos, mencionan un alto valor nutricional de la leche ovina orgánica debido a la mayor concentración de MUFA, PUFA, alfa-LNA, alfa-LNA, cis-9, trans-11 CLA y omega 3 en comparación con sistemas convencionales.

Las mayores concentraciones de CLA y otros ácidos grasos promotores de la salud humana en leche ovina orgánica está determinada por las diferencias en el régimen de alimentación entre sistemas orgánicos y convencionales (Toledo et al., 2002; Tsiplakou et al., 2010; Palupi et al., 2012), la cual establece una mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados en la dieta de rumiantes bajo un sistema de producción orgánico, favoreciendo la formación de CLA a través de la biohidrogenación por las bacterias ruminales (Jahreis et al., 1997; Bergamo et al., 2003; Bisig et al., 2007).

Los sistemas orgánicos de producción de leche ovina se basan en el aprovechamiento de recursos locales, lo cual determina en gran medida las estrategias de alimentación, esto contribuye a la elevada diversificación. Heins et al. (2013b) establecen diferencias en los rendimientos lácteos, consumo voluntario y perfil de ácidos grasos en sistemas orgánicos en pastoreo con diferentes niveles de suplementación de granos, concluyendo que la leche de vacas con una alimentación basada únicamente en el consumo de forraje contiene un perfil de ácidos grasos que puede proveer beneficios sobre la salud humana, al compararse con leche de vacas alimentadas con raciones con baja (2.72 kg/vaca/día) y alta (5.44 kg/vaca/día) cantidad de grano en la dieta.

En relación a residuos químicos, los alimentos orgánicos presentan menor cantidad de pesticidas que los alimentos convencionales, aunque a los alimentos orgánicos no se les pueden considerar como libres de pesticidas, debido a la presencia de residuos en los alimentos por la contaminación ambiental (Kouba, 2003).

Por otro lado, Sundrum (2001) concluye que las características de calidad de los productos con relación a la higiene, contenidos nutricionales, propiedades sensoriales y tecnológicas no son muy diferentes entre ambos sistemas de producción. De la misma manera Kouba (2003) menciona que los sistemas de producción orgánicos no poseen las condiciones necesarias para garantizar la ausencia de contaminantes como pesticidas, micotoxinas, bacterias, parásitos, etc.

La preferencia de los consumidores de productos orgánicos hacia estos productos no está totalmente relacionada con sus características saludables en términos de los valores nutricionales, estas preferencias se asocian con la disminución de riesgos de contaminación por pesticidas, residuos farmacológicos o uso de fertilizantes minerales (Weller, 1996; Hermansen, 2001).

Otros factores que promueven el consumo de productos orgánicos se basan en principios y valores; diversos estudios en Europa y EU muestran que los consumidores deciden comprar productos orgánicos al asociarlos con productos saludables y expresan su interés en los beneficios sobre el medio ambiente y bienestar animal de los sistemas de producción utilizados para generar sus alimentos (Dimitri y Greene, 2000; Vega y León et al., 2006; Zander y Hamm, 2010; Gerrard et al., 2012).

### **Viabilidad económica de los sistemas orgánicos de producción de leche de oveja.**

La ovinocultura lechera orgánica juega un papel importante desde el punto de vista social, económico y ecológico, fundamentado en la estrecha relación con la fijación de la población rural y el equilibrio medioambiental, basados en el aprovechamiento de zonas de difícil acceso y recursos escasos, lo cual permite la revalorización del territorio y contribuir a la reducción del impacto ambiental (Toro-Mujica, 2011a), además, de que favorece la generación de empleos, promueve vínculos más estrechos a la economía local, la reconexión de productores con los consumidores y la obtención de importantes ingresos a la economía local derivados de exportaciones (Lobley et al., 2013).

Sin embargo características específicas de los sistemas orgánicos determinan una disminución de la estabilidad y rentabilidad de este sector, dentro de las que destacan: la elevada susceptibilidad a condiciones medioambientales, el bajo nivel de mejora genética, la necesidad de mejora de los canales de comercialización (Toro-Mujica, 2011b).

Los precios competitivos de los productos orgánicos han jugado un papel importante en la extensión del interés de estos sistemas de producción (Siardos, 2002). Los alimentos orgánicos frecuentemente reciben un sobre precio cuando se comparan con productos derivados de sistemas convencionales (Offermann y Nielberg, 2000), lo que refleja las diferencias en costos de producción, mayor disposición de los consumidores de productos orgánicos de pagar el sobreprecio con relación a productos convencionales y divergencias en los canales de comercialización y mercadotecnia (Kristensen y Thamsborg, 2002).

La magnitud de este sobreprecio depende del producto ofrecido y de la demanda de alimentos orgánicos de cada país (Padel y Lampkin, 1994; Offermann y Nielberg, 2000). En Europa el valor agregado de la leche ovina orgánica certificada varía en rangos que van de un 8 a 36 % (Offermann y Nielberg, 2000a; Kristensen y Thamsborg, 2002), en Nueva Zelanda el sobreprecio fluctúa en un 51 % (Christensen y Saunders, 2003), en Estados Unidos varía de un 47 a 76 % (Dimitri y Greene, 2000) y en México de 20 a 30 %.

Toro-Mujica (2011b) analizó la rentabilidad de sistemas ovinos lecheros orgánicos en la región de la Mancha, España, señalando que esta se ve disminuida debido a la elevada utilización de alimentación suplementaria al pastoreo, además de los elevados costos de mano de obra, los bajos rendimientos lácteos por oveja y al bajo precio del cordero; Heins et al. (2013b) indican este mismo fenómeno en vacas lecheras en sistemas orgánicos. Sin embargo, la subsistencia de estos sistemas se explica por el sobreprecio de los productos finales (principalmente quesos) y la elevada utilización de mano de obra familiar, ubicándose como una fuente de trabajo para productores con bajo nivel de formación.

Los costos de producción en sistemas orgánicos de producción de leche ovina difieren de manera importante con relación a los sistemas convencionales (Offermann y Nielberg, 2000b), por un lado se puede esperar una reducción de los costos variables debido a la restricción en el uso de insumos externos; Gerrard et al. (2012) y Moakes et al. (2012) señalan que los costos relacionados con el uso de fertilizantes y cuidado del cultivo son significativamente superiores

en los sistemas convencionales, además de ser sistemas más intensivos utilizando mayor cantidad de granos.

Sin embargo, si la producción de forraje y concentrados de la granja orgánica no satisfacen las necesidades de consumo de los animales, los precios de estos insumos alimenticios externos originados en sistemas orgánicos se elevan en un rango de 40 a 86% comparados con los forrajes y granos producidos en sistemas convencionales (Nix, 2011; Lampkin et al., 2011; Gerrard et al., 2012) con lo cual la balanza costo beneficio se ve afectada.

Heins et al. (2013b) examinaron el efecto del nivel de suplementación con granos (solo forraje, baja y alta suplementación con granos) en las raciones de vacas lecheras en sistemas orgánicos evaluando la producción de leche, peso vivo, la condición corporal y la rentabilidad; indicando que las vacas que consumen 100% pastura tuvieron menor producción, pero fueron más rentables debido a los elevados costos económicos que conlleva la suplementación con granos.

Lobley et al. (2013) establecen que los rebaños ovinos orgánicos emplean más gente en comparación con los sistemas convencionales, de la misma manera Padel y Lampkin (1994) y Siardos (2002) determinan que las horas de trabajo en granja son superiores en un 10 a 50 % en sistemas orgánicos, lo cual ocasiona un aumento en los costos por sueldos y salarios, ubicándose como el gasto que más repercute en los costos totales de producción (Greer et al., 2008).

Offermann y Nielberg (2000b) y Gerrard et al. (2012) señalan que algunos costos fijos son presumiblemente superiores en rebaños ovinos lecheros orgánicos (ej. arrendamiento o depreciación de terreno al manejar menor carga animal), además de un gasto adicional por concepto de certificación (Greer et al., 2008). Sin embargo, Gerrard et al. (2012) señalan que los rebaños orgánicos ovinos manifiestan gastos inferiores en rubros como la adquisición de animales, depreciación de maquinaria y manejo agronómico de los cultivos.

La rentabilidad de los sistemas orgánicos de producción de leche de oveja depende de la correcta aplicación de los principios de ganadería orgánica y del balance positivo entre el sobreprecio del producto en el mercado local y los costos de producción (principalmente costos de alimentación y mano de obra). Por lo tanto es de vital importancia el generar estrategias que favorezcan la comercialización de los productos orgánicos, además de la aplicación de técnicas que optimicen la productividad de estos

sistemas, sin alejarse de sus principios básicos de equilibrio ecológico y mínimo impacto ambiental.

### **Impacto ecológico de los sistemas orgánicos de producción de leche de oveja**

El impacto ambiental de la agricultura y ganadería es un tema de interés creciente por parte de los agentes que regulan las políticas de mercado, investigadores, productores agropecuarios, consumidores y de la sociedad en general (Gerrard et al., 2012). En este sentido el objetivo de los sistemas orgánicos es la utilización de estrategias de producción que minimicen el impacto ambiental y a su vez optimicen la generación de alimentos que promuevan la salud humana y la seguridad alimentaria (Hansen et al., 2001; Kristensen y Thamsborg, 2002).

Hass y Köpke (1994) evaluaron el impacto medioambiental de los sistemas orgánicos de producción de leche orgánico y convencional, destacando que el manejo orgánico tiene un claro beneficio en reducir la contaminación ambiental en comparación con los sistemas convencionales. Este efecto positivo sobre el medio ambiente justifica en gran medida la continuidad del soporte financiero que reciben las granjas orgánicas en algunos países (European Commission: Agriculture and Rural Development, 2011).

La amplia diversidad de los sistemas orgánicos y convencionales determina que también las metodologías e instrumentos de medición varíen ampliamente, como consecuencia de esto las conclusiones de los estudios que analizan el impacto ambiental de estos sistemas divergen de manera importante.

Gerrard et al. (2012) utilizaron metodologías que mediante el análisis de datos financieros, principalmente los relacionados con los costos de alimentación, fertilizantes y agroquímicos, les permitieron obtener indicadores ambientales que estiman el impacto ecológico de sistemas orgánicos y convencionales, concluyendo que los sistemas convencionales efectúan un manejo más intensivo de la tierra al presentar mayor carga animal y maximización de los rendimientos de los cultivos a través de la utilización de fertilizantes y agroquímicos.

De Boer (2003) indica que la producción orgánica de leche puede reducir el calentamiento global por la reducción de emisiones de dióxido de carbono, óxido nítrico y el uso reducido de pesticidas y agroquímicos; además, de que estos sistemas de producción manifiestan un consumo

significativamente menor de agua en comparación con sistemas convencionales (Wood et al., 2006). Sin embargo existe evidencia que apunta a que el uso directo de energía, la emisión de gases de efecto invernadero ( $N_2O$ ,  $SO_2$  y  $CH_4$ ) (Wood et al., 2006) y uso del suelo por tonelada de leche (de Boer, 2003) son mayores en los sistemas orgánicos comparados con sistemas convencionales.

### **PRODUCCIÓN DE LECHE ORGÁNICA DE OVEJA EN MÉXICO**

En México, el sector orgánico agropecuario se ha caracterizado por un crecimiento sostenido en las últimas dos décadas, con una tasa anual de crecimiento de la tierra dedicada a este sistema de producción cercana al 30%, pasando de 23,265 ha en 1996 a 403,268 en el 2007, con más de 128,819 productores (Gómez-Cruz et al. 2009). La producción agrícola representa la gran mayoría de extensión dedicada a la producción orgánica en México con un 91.6 % de superficie total; Gómez-Cruz et al. (2009) señalan que la producción pecuaria orgánica en México se encuentra en etapas de desarrollo inicial, enfocando en un mercado local y generando mecanismos de comercialización.

La producción de leche en sistemas orgánicos en México se ha dirigido casi exclusivamente a la producción de leche de vaca; Pérez et al. (2009) señalan que la producción de leche orgánica es una actividad incipiente; no obstante, existen en el país marcas certificadas de leche orgánica y sus derivados.

Habitualmente, en los rebaños ovinos lecheros orgánicos la producción de leche se dirige casi en su totalidad a la elaboración de quesos (Novotná et al., 2009), por lo cual la calidad de la leche ovina no solo está determinada por el contenido de nutrientes, sino también por las características de manufactura de sus derivados (Pugliese et al., 2000). Por lo que rebaños ovinos orgánicos dedicados a la producción de leche, encaminan sus esfuerzos a la producción de alimentos con altos estándares de calidad, además de trabajar en la búsqueda de animales con buenas aptitudes en producción láctea y adecuada adaptación al medio ambiente, a través de la cruce de razas locales, principalmente con aptitudes cárnicas, (Pelibuey, Black Belly, Suffolk) con razas especializadas en producción de leche (ej. East Friesian y Lacaune).

En relación al genotipo de los animales manejados en los sistemas orgánicos, la Unión Europea (EU, 1999) recomienda la utilización de “animales capaces de adaptarse a las condiciones ambientales locales y resistencia a las enfermedades” y de preferencia la utilización de razas indígenas o locales; sin embargo, la gran mayoría de los sistemas de producción de

leche orgánica utilizan razas especializadas, las cuales bajo las condiciones propias de un sistema orgánico (relacionado principalmente con la energía suministrada en la alimentación) no manifiestan su potencial genético.

Los rendimientos lácteos promedio de sistemas orgánicos ovinos en México son de aproximadamente 89.8 kg/lactación (Angeles-Hernandez *et al.*, 2013), los cuales son inferiores al compararse con sistemas convencionales de producción láctea y al utilizar razas especializadas; sin embargo, coinciden con rendimientos de rebaños ovinos orgánicos de producción láctea en Grecia y España (Tabla 1).

El patrón de producción de ovejas F1 en un sistema de producción orgánico analizado a través de la forma de la curva de lactación (Figura 3) es muy similar al observado en animales F1 (cruzamientos de razas no especializadas en leche) en Estados Unidos (Sakul y Boylan, 1992) y a los rendimientos de ovejas Awassi en un sistema de producción extensivo (clima semidesértico) y sin un programa de mejoramiento genético (Dag *et al.*, 2005); confirmando lo mencionado anteriormente, que los bajos rendimientos de los sistemas orgánicos se encuentran relacionados con el potencial genético de animales, así como por los factores medio ambientales, principalmente los relacionados con la disponibilidad de alimento.

Además, la utilización de razas locales no especializadas en producción láctea en los sistemas

orgánicos no permite la obtención de rendimientos lácteos que conceda a estos rebaños ser económicamente rentables (Figura 3). Por lo cual se debe trabajar en el desarrollo de genotipos especializados en estos sistemas de producción, con características de mayor resistencia a las enfermedades y elevados parámetros de calidad en la leche, sin sacrificar del todo los rendimientos lecheros.

## CONCLUSIONES

La producción orgánica no es un método de producción que pueda resolver toda problemática de la industria lechera ovina y en general del sector pecuario; es primeramente un sistema de producción dirigido a un mercado específico ofreciendo productos con calidad Premium y elevados estándares de calidad en sus procesos de producción, además de un manejo altamente calificado; asimismo de ser un sistema encaminado al aprovechamiento integral de los recursos naturales y conservación del equilibrio ecológico.

La producción de leche de oveja orgánica, requiere de líneas específicas de investigación encaminadas a desarrollar metodologías de producción, distribución y comercialización de sus productos; enfocados principalmente al mejoramiento genético, medicina preventiva, manejo nutricional y promoción de sus características nutricionales y de origen particulares.

Tabla 1. Producción láctea total (PLT), producción al pico de lactación (PPL) y tiempo al pico de lactación (TPL) de diferentes genotipos en sistemas convencionales y orgánicos.

	PLT (l)	PPL (l)	TPL (días)	Referencia
<b>Sistema convencional</b>				
Comisana				
Otoño	136	1.4	10.5	
Invierno	94	1.8	15.0	Portolano <i>et al.</i> (1996)
Maseese	173	1.9	17.8	Franci <i>et al.</i> (1999)
Awassi (Intensivo)	506	3.4	45.0	Pollott y Gootwine (2001)
Awassi (Extensivo)	107	0.9	26.8	Dag <i>et al.</i> (2005)
<b>Sistema orgánico</b>				
Manchega	97	-	-	Toro-Mujica <i>et al.</i> (2011c)
Autóctonas (Grecia)	84	-	-	Tzouramani <i>et al.</i> (2011)
F1 México	89	0.9	25.3	Ángeles-Hernández <i>et al.</i> (2013)

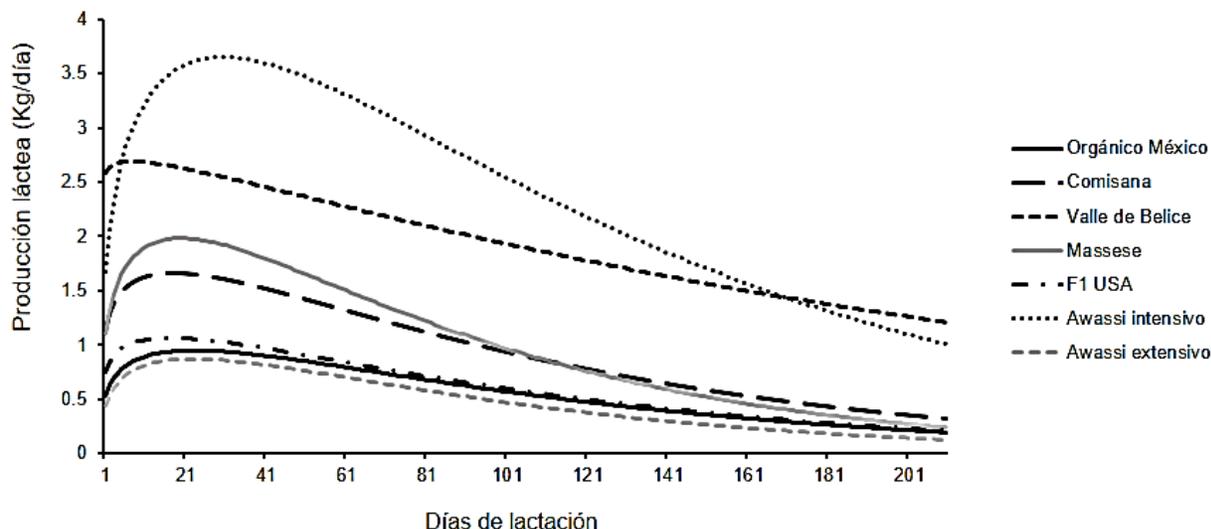


Figura 3. Diferentes patrones de producción de razas lecheras especializadas y animales F1 en un sistema de producción orgánico. Curvas obtenidas a partir de los parámetros del modelo de Wood (1967) para cada raza. La ecuación de este modelo es  $Y = at^b e^{-ct}$ ; la duración en días fue arbitraria solo para ejemplificar los patrones de producción.

### Agradecimientos

El presente estudio fue financiado por el proyecto UAEM 3643/2013 E, y Fundación produce 197. “Transferencia de tecnología para la producción de leche de oveja y su transformación en derivados a ovinocultores del Estado de México”. El M en C. Angeles Hernández recibió una beca del CONACyT para sus estudios de doctorado.

### REFERENCIAS

- Acero, R., García, A., Ceular, N., Artacho, C., Martos, J. 2004. Methodological approach concerning costs determination in farms. *Archivos de Zootecnia*. 53: 91–94
- Alifakiotis, T.A. 1990. Characteristics and management of reproduction of small ruminants in Mediterranean countries. *Proc. EAAP Symp. Livestock in the Mediterranean cereal production systems, Rabat–Morocco. 7-10 Octubre 1990.* pp. 161–166.
- Angeles-Hernandez, J. C., Albarran-Portillo, B., Gonzalez, A. G., Salas, N. P., & Gonzalez-Ronquillo, M. 2013. Comparison of mathematical models applied to f1 dairy sheep lactations in organic farm and environmental factors affecting lactation curve parameter. *Asian Australasian Journal of Animal Science*. 26(8):1119-1126
- Animal Health Institute, 1998. Antibiotic resistance. *AHI Quarterly*, vol. 19. Animal Health Institute, Washington, DC. p. 2.
- Benoit, M. and 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
- Bergamo P., Fedele E., Iannibelli L., Marzillo G. 2003. Fat-soluble vitamin contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products. *Food Chemistry*. 82:625–63
- Bisig, W., Eberhard, P., Collomb, M., Rehberger, B. 2007. Influence of processing on the fatty acid composition and the content of conjugated linoleic acid in organic and conventional dairy products- a review. *Lait*, 87:1-19.
- Blair, R. 2011. Aims and principles of organic cattle production. In: Blair, R. (ed) *Nutrition and Feeding of Organic Cattle*. CAB International, UK. pp. 5-27.
- Boelling, D., Groen, A.F., Sorensen, P., Madsen, P., Jensen, J. 2003. Genetic improvement of

- livestock for organic farming systems. *Livestock Production Science*. 80: 79-88.
- Busato, A., Trachsel, P., Schallibaum, M., Bluma, J.W. 2000. Udder health and risk factors for subclinical mastitis in organic dairy farms in Switzerland. *Preventive Veterinary Medicine*. 44:204-220.
- Codex Alimentarius Commission. 1999/ 2001. Guidelines for the Production, Processing, Labelling and Marketing of Organically Produced Foods. CAC/GL 32-1999/Rev 1, 2001, Rome, Italy.
- Christensen, V., Saunders, C. 2003. Economic analysis of issues concerning organic dairy farming. AERU Research Report No 257, Lincoln, New Zealand: AERU, Lincoln University.
- Dag, B., Keskin, I., Mikailsoy, F. 2005. Application of different models to the lactation curves on unimproved Awassi ewes in Turkey. *South African Journal of Animal Science*. 35:238-243
- de Boer, J.M.I. 2003. Environmental impact assessment of conventional and organic milk production. *Livestock Production Science*. 80:69-77.
- Degen, A.A. 2007. Sheep and goat milk in pastoral societies. *Small Ruminant Research*. 68:7-19.
- Dimitri, C., Greene, C. 2000. Recent growth patterns in the US organic foods market. *Agriculture information bulletin*, 777.
- EU. 1999. EC Council Regulation No 1804/1999 of July 1999, Supplementing Regulation (EEC) No 2092/91 on Organic Production of Agricultural Products and Indications Referring thereto on Agricultural Products and Foodstuffs to Include Livestock Production. [www.europe.eu.int/eur-lex/en](http://www.europe.eu.int/eur-lex/en). (Accessed 18.11.2012).
- European Commission: Agriculture and Rural Development (2011) [http://ec.europa.eu/agriculture/cappost2013/egalproposals/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/cappost2013/egalproposals/index_en.htm). [Accessed 18.11.2013].
- FAO (1999) Agricultura Orgánica Comité de Agricultura, 15 Periodo de sesiones. COAG/99/9, Rome, Italy.
- Franci, O., Pugliese, C., Acciaioli, G., Parisi, G., Lucifero, M. 1999. Application of two models to the lactation curve of Massese ewes. *Small Ruminant Research*. 31:91-96.
- Gerrard, C.L., Padel, S., Moakes, S. 2012. The use of farm business survey data to compare the environmental performance of organic and conventional farms. *International Journal of Agricultural Management*. 2:5-16.
- Greer, G., Kaye-Blake, W., Zellman, E., Parsonson-Ensor, C. 2008. Comparison of the financial performance of organic and conventional farms. *Journal of Organic Systems*, 3(2):18-28.
- Gomez, C.M.A., Schwentesius, R.R., Gomez, T.L., Ortigoza, R.J. Nelson, E. 2009. Latin America: Mexico. In Willer, H. Kilcher, L. (eds.). *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2009*. INFOAM, pp. 216-218.
- Haas, G., Köpke, U. 1994. Vergleich der Klimarelevanz Ökologischer und Konventioneller Landwirtschaft. In: Enquete-Kommission 'Schutz der Erdatmosphäre' des Deutschen Bundestages. Studienprogramm. Bd. 1. *Economia*, Bonn, Alemania. p. 99.
- Haenlein, G.F.W., Wendorff, L.W. 2006. Sheep Milk. In: Park, W.Y. and Haenlein F.W.G. (eds). *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Blackwell Publishing, EUA. pp. 45-68.
- Hansen, B., Alrøe, H. F., Kristensen, E. S. 2001. Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 83(1):11-26.
- Hardeng, F., Edge, V.L. 2001. Mastitis, ketosis, and milk fever in 31 organic and 93 conventional Norwegian dairy herds. *Journal of Dairy Science*. 84:2673-2679.
- Heins, B.J., Paulson, J.C., Endres, M.I., R.D. Moon. 2013a. Effect of organic grain supplementation on pasture and total mixed ration dry matter intake and fatty acid profiles of organic dairy cows. *Join Annual Meeting, ADSA-ASAS*. Indianapolis, Indiana.
- Heins, B.J., Paulson, J.C., Endres, M.I., R.D. Moon. 2013b. Effect of organic grain supplementation on production, body weight, body condition score, and profitability of organic dairy cows. *Join Annual Meeting, ADSA-ASAS*. Indianapolis, Indiana.
- Hermansen, J.E. 2001. Organic livestock production systems and appropriate development in relation to public expectation. *Proc. 52<sup>nd</sup>*

- EAAP meeting. Budapest, 26-29 August 2001. pp. 1-28.
- IFOAM. 2003. IFOAM Annual Report 2002. International Federation of Organic Agriculture Movements, Tholey- Theley, Alemania. [www.ifoam.org/about\\_ifoam/inside\\_ifoam/pdfs/IFOAM\\_Annual\\_Report\\_2002.pdf](http://www.ifoam.org/about_ifoam/inside_ifoam/pdfs/IFOAM_Annual_Report_2002.pdf) (Accessed 06.08.2012)
- IFOAM (2005). The principles of organic agriculture. International Federation of Organic Agriculture Movements, Bonn, Alemania. [www.ifoam.org/about\\_ifoam/principles/index.html](http://www.ifoam.org/about_ifoam/principles/index.html). (Accessed 19.10.2012).
- Jahreis G., Fritsche J., Steinhard H. 1997. Conjugated linoleic acid in milk fat: High variation depending on production system. *Nutrition Research*. 17:1479-1484
- Kouba, M. 2003. Quality of organic animal products. *Livestock Production Science*. 80:33-40.
- Kristensen, E.S., Thamsborg, S.M. 2002. Future European market for organic products from ruminants. In: Kyriazakis, I., Zervas, G. (eds.), *Organic meat and milk from ruminants* Wageningen Academic Publishers, Netherlands.
- Lampkin, N., Measures, M., Padel, S. 2011. *The Organic Farm Management Handbook 2011/12* (9th Edition). Newbury: ORC.
- Lindqvist, Å., Ljungström, B., Nilsson, O., Waller, P.J. 2001. The dynamics, prevalence and impact of nematode parasite infections in organically raised sheep in Sweden. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 42:377-389.
- Lobley, M., Butler, A., Winter, M. 2013. Local organic food for local people? Organic marketing strategies in England and Wales. *Regional Studies*. 47(2): 216-228.
- Lobley, M., Butler, A., Reed, M. 2009. The contribution of organic farming to rural development: An exploration of the socio-economic linkages of organic and non-organic farms in England. *Land Use Policy*. 26:723-735.
- Lund, V., Alger, B. 2003. Research on animal health and welfare in organic farming: literature review. *Livestock Production Science*. 80:55-68.
- Nardone, A., Zervas, G., Rochi, B. 2004. Sustainability of small ruminant organic systems of production. *Livestock Production Science*. 90:27-39.
- Nauta, W. and Spengler-Neff, A. 2011. An organic perspective on reproduction and breeding methods. LIB-ECO-AB Symposium, Wageningen, Netherlands, 15-16 march 2011.
- Nauta, W.J. 2009. Selective breeding in organic dairy production. PhD Thesis. Wageningen University. Holanda.
- Newman, J., Weller, R.F. 2004. Producciones de leche ecológica comparando dos explotaciones lecheras. In: Younie, D. and Wilkinson, J.M. (eds). *Ganadería Ecológica*. Acirbia, Spain. pp. 79-99.
- Nix, J. 2011. *John Nix Farm Management Pocketbook 2012* (42nd edition). Agro Business Consultants Ltd.
- Novotná, L., Kuchtík, J., ustová, K., Zapletal, D., Filip, R. 2009. Effects of lactation stage and parity on milk yield, composition and properties of organic sheep milk. *Journal of Applied Animal Research*. 36(1):71-76.
- Offermann, F., Nielbarg, H. 2000. Economic Performance of Organic Farms in Europe. *Organic Farming in Europe: Economics and Policy*, Volumen 5. University of Hohenheim, Stuttgart, Germany.
- Offermann, F., Nieberg, H. 2000b. Economic performance of organic farms in Europe'. *organic farming in europe: economics and policy*. 5.
- Offermann, F., Nielberg, H. 2000a. Prices. In: *Organic Farming in Europe: Economics and Policy*, Vol. 5, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany. pp.198.
- Padel, S. 2000. Proc. of the Third NAHWOA Workshop, Hovi, M and Bouilhol, M. (eds). Clermont-Ferrand, 21-24 October 2000. pp. 121-135.
- Padel, S., Lampkin, N. 1994. Farm-Level Performance of Organic Farming Systems. An overview. In Lampkin, N. And S. Padel. (eds), *The economics of Organic Farming*. Wallingford: CAB International, 201-221.
- Palupi, E., Jayanegara, A., Ploeger, A., Kahl, J. 2012. Comparison of nutritional quality between conventional and organic dairy products: a meta-analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 92(14):2774-2781.
- Pérez, B.L., Esquivel, C.G., Molina, O.M., Hernández, A.H. 2009. Importancia económica y normatividad de la producción de leche orgánica. In: Hernandez, L.A.G. and

- Pérez, L.B. (eds). Producción sustentable calidad y leche orgánica. Universidad Autónoma Metropolitana, México. pp. 85-105.
- Pirisi, A. Piredda, G., Sitzia, M., Fois, N. 2002. Organic and conventional systems: composition and chesse-aking aptitude of Sarda ewes's milk. . In: Kyriazakis, I. and Zervas, G. (eds). Organic meat and milk from ruminants. Wageningen Academic Publishers, Holanda. pp. 143-146.
- Pollott, G.E., Gootwine, E. 2001. A genetics analysis of complete lactation milk production in improved awassi sheep. *Livestock Production Science*. 71:37-47.
- Portolano, B., Spatafora, F., Bono, G., Margiotta, S., Todaro, M., Ortoleva, V., Leto, G. 1996. Application of the Wood model to lactation curves of Comisana sheep. *Small Ruminant Research*. 24:7-13.
- Pugliese, C., Acciaiuoli, A., Rapaccini, S., Parisi, G., Franci, O. 2000. Evolution of chemical composition, somatic cell count and renneting properties of the milk of Massese ewes. *Small Ruminant Research*, 35(1):71-80.
- Ronchi, B., Nardone, A. 2003. Contribution of organic farming to increase sustainability of Mediterranean small ruminant livestock systems. *Livestock Production Science*. 80:17-31.
- Sakul, H., Boylan, W.J. 1992. Lactation curves for several US sheep breeds. *Animal Production*. 54:229-233.
- Sato, K., Bartlett, P.C., Erskine, R.J. Kaneene, J.B. 2005. A comparison of production and management between Wisconsin organic and conventional dairy herds. *Livestock Production Science*. 93:105-115.
- Shrestha, J.N.B. 2011. Sheep. In: Fuquay J.W., Fox P.F. and McSweeney P.L.H. (eds). *Encyclopedia of Dairy Science*. Elsevier. Reino Unido. pp. 67-76.
- Siardos, G.C. 2002. The impact of organic agricultura in socio-economic structures. In: Kyriazakis, I., Zervas, G. (eds.). *Organic meat and milk from ruminants*. Wageningen Academic Publishers.
- Sundrum, A. 2001. Organic livestock farming: a critical review. *Livestock Production Science*. 67:207-215.
- Svensson, C., Hessle, A., Höglund, J. 2000. Parasite control methods on organic and conventional dairy herds in Sweden. *Livestock Production Science*. 66:57-59.
- Toledo, P., Anders, A., Björck, L. 2002. Composition of raw milk from sustainable production systems. *International Dairy Journal*. 12:75-80.
- Toro-Mujica, P., Garcia, A., Gomez-Castro, A.G., Acero, R., Perea, J. Rodriguez-Estevez, V., Aguilar, C., Vera, R. 2011a. Technical efficiency and viability of organic dairy sheep farming systems in a traditional area for sheep production in Spain. *Small Ruminant Research*. 100:89-95.
- Toro-Mujica, P. 2011b. Análisis técnico, económico y social de los sistemas ovino lechero ecológicos de Catilla La Mancha: eficiencia y sustentabilidad. Tesis de Doctorado. Universidad de Cordoba, Spain.
- Toro-Mujica, P., Garcia, A., Gomez-Castro, J., Perea, V., Rodriguez-Estevez, E., Angon, C. 2011c. Organic dairy sheep farms in south-central Spain: typologies according to livestock management and economic variables. *Small Ruminant Research*. doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.11.005.
- Tsiplakou, E., Kotrotsios, V., Hadjigeorgiou, I., Zervas, G. 2010. Differences in sheep and goats milk fatty acid profile between conventional and organic farming systems. *Journal of Dairy Research*. 77:343-349.
- Tzouramani, I., Sintori, A., Lontakis, A., Karanikolas, P., Alexopoulos, G. 2011. An assessment of the economic performance of organic dairy sheep farming in Greece. *Livestock Science*. 14:136-142.
- Vega y León, S., Herrera, M.C., Tolentino, R.G., Hernández, L.A.G., González, G.D. 2006. Un aporte sobre la industria láctea orgánica y la innovación tecnológica. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Volumen X, numero 19.
- Weller, R.F. 1996. Granjas Lecheras. In: Phillips, C.J.C. (ed). *Avances de la ciencia de la producción de leche*. Acribia, Spain. pp. 343-363.
- Willer, H. Kilcher, L. (Eds.) 2009. *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2009*. INFOAM,
- Wood, P.D.P. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*. 216:164-165.

Angeles-Hernández *et al.*, 2014

Wood, R., Lenzen, M., Dey, C.,Lundie, S. 2006. A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia. *Agricultural systems*, 89(2):324-348.

Wright, I.A., Zervas, G., Louloudis, L. 2002. The development of sustainable farming systems and the challenges that face producers in the

EU. In: Kyriazakis, I. and Zervas, G. (eds). *Organic meat and milk from ruminants*. Wageningen Academiv Publishers. Holanda. pp. 27-37.

Zander, K., Hamm, U. 2010. Consumer preferences for additional ethical attributes of organic food. *Food Quality and Preference*. 21:495–503.

*Submitted November 23, 2012 – Accepted November 08, 2013*

*Revised received April 01, 2014*