

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL -UNA MIRADA AL CASO DE LA OVINO-CAPRINOCULTURA-

C. A. González, H. A. Grajales, C. Manrique, G. Téllez*

Artículo recibido: 5 de octubre de 2010; aprobado: 10 de enero de 2011

RESUMEN

Se realizó una revisión de diferentes artículos con el fin de obtener una visión general del estado actual del desarrollo y de la investigación sobre sistemas de información y sus aplicaciones en la producción animal, especialmente en los sistemas de producción de ovinos y caprinos. El trabajo abarca los fundamentos de la disciplina de los sistemas de información y el conocimiento actual acerca de los sistemas de soporte a la decisión y los de gestión del conocimiento. El ejercicio finaliza con la revisión del estado actual de la ovino-caprinocultura y la revisión de las tecnologías de sistemas de manejo de información, de los sistemas integrados de control y su aplicación en la producción pecuaria, para crear un marco de análisis del uso e impacto de las tecnologías de la información en el área de la producción animal. Se concluye que, en términos generales, la cadena de producción/consumo de la ovino-caprinocultura tanto en Colombia como en los demás países está débilmente organizada y la incorporación de tecnologías de gestión de la información es muy baja en este sistema de producción animal, por lo tanto se recomienda clasificar a los productores de acuerdo con las necesidades de información y sus habilidades para usarla, mediante alternativas no computarizadas para aquellos productores con bajo nivel tecnológico.

Palabras clave: sistemas de información, ovinos, caprinos, gestión de la información.

INFORMATION MANAGEMENT IN LIVESTOCK PRODUCTION SYSTEMS -A REVIEW OF THE SHEEP & GOAT CASE-

ABSTRACT

A review of a set of different papers has been performed in order to get a general scope of the current status of the Information Systems Research & Development and its applications in livestock production, and specifically for the sheep and goat production systems. The review's span includes the fundamentals of the information systems discipline and the current knowledge on support decision and knowledge management systems, ending the selection with a revision of the integrated control systems

Departamento de Ciencias para la Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

* Autor para correspondencia: cagonzalezcas@unal.edu.co

technologies and its applications on livestock. The exercise ends with a review of the current status of the sheep & goat production systems, in order to create a framework to analyze the use and impact of the information technologies in this area of the animal production systems. We conclude that in general terms, the sheep & goat production – consumption chain is weakly organized, and the adoption of information management systems is low in this animal production system. It is recommended to classify the producers according with their information needs and their ability to use it, developing non – computerized alternatives for those low-tech producers.

Keywords: Information systems, sheep, goat, information management.

INTRODUCCIÓN

En este artículo se desarrolla una aproximación al significado del manejo de la información como pieza fundamental de la gestión tecnológica en los sistemas de producción animal; tema que se relaciona con el valor que tiene el uso de la información en el proceso de toma de decisiones en la empresa pecuaria. Las actividades de control de los procesos productivos, de identificación de limitantes y de planificación difícilmente se llevan a cabo exitosamente si el gerente (llámese productor, administrador, asesor, etc.) no cuenta con la información pertinente. En un ámbito más general, la información tiene una importancia crucial cuando se trata de delimitar políticas de inversión públicas o privadas o cuando se refiere a aspectos estratégicos tales como la investigación, transferencia de tecnología u orientación de la educación técnico-científica en el sector de la agricultura y la producción pecuaria.

Desde el surgimiento de la computación, los sistemas de información (SI) y las tecnologías asociadas han cambiado en forma significativa –quizá como ninguna otra tecnología en la historia– la forma como las empresas y las personas organizan, dirigen, controlan y planean sus negocios (Elliot y Avison 2005). La agricultura y la producción animal, por supuesto, no han quedado por fuera

de esta revolución tecnológica y social. Sin embargo, en los sistemas de producción pecuaria de nuestro país no se han adoptado de manera sustancial estas tecnologías. Por ejemplo, la Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan), en su “Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019” (2006) plantea la necesidad de introducir el significado de ganadería como empresa, argumentando que no es posible aumentar la productividad de la actividad ni optimizar la utilización de los recursos disponibles, si no se introducen tecnologías blandas relacionadas con “la administración gerencial de la empresa ganadera y la adopción de tecnologías de información y comunicaciones [TIC]”.

Se realizó una aproximación al estado del arte de los desarrollos en sistemas de información. Inicialmente, se identificaron las definiciones nucleares en el tema y sus aplicaciones generales, al abordar el estado actual y las proyecciones de esta temática en la producción animal. Finalmente, se presentó una semblanza del sistema de producción de ovejas y cabras en el mundo y en Colombia, con el fin de que el conocimiento de su estructura y dinámica productiva ayude a explicar el porqué del precario estado de la aplicación y el uso de las tecnologías de la información en este segmento de la producción animal.

ANTECEDENTES Y DEFINICIONES

La gestión tecnológica se puede explicar como la actividad organizacional orientada hacia la definición e implantación de la tecnología necesaria para lograr los objetivos del negocio. Esta definición se puede reducir al concepto de “saber cómo” aplicar el conocimiento técnico y científico a los procesos de un sistema de producción (von Krogh et ál. 2001).

La información y el conocimiento y la forma como estos dos procesos se capturan, se almacenan, se difunden y se usan en las organizaciones son terminologías que forman parte del paradigma actual de los negocios y las empresas (especialmente en la academia y la grande y mediana empresa, más no tanto para la pequeña empresa). Sin embargo, también se acepta que para la mayoría de las organizaciones (y aún más para las relacionadas con la producción agropecuaria) las estructuras actuales de manejo de la información asociadas a bases de datos y tecnologías de la información (computadores, *software*, comunicaciones, redes) solamente pueden capturar o representar una fracción de su conocimiento y capital intelectual (Quintas et ál. 1997).

A continuación se desarrollan algunas de las definiciones que vinculan la gestión tecnológica con los procesos de gestión del conocimiento y de la información.

Gestión del conocimiento (GC) / sistemas de gestión del conocimiento (SGC)

En esta década, se ha venido desarrollando el interés alrededor de la gerencia estratégica fundada en el conocimiento, cuyo postulado general establece que el servicio que se presta por los recursos

de la organización depende de cómo estos se combinen y apliquen (*know how*) (Alavi y Leidner 2001). La gestión del conocimiento (GC) es uno de los mayores retos que enfrentan las organizaciones, por lo que se acepta que al identificar y apalancar el conocimiento colectivo de la organización la acondicione para emprender los negocios en una mejor posición (Alavi y Leidner 2001; Eppler y Sukowski 2000). Otros autores enuncian las funciones de la GC como el conjunto de actividades relacionadas con la “obtención, difusión (*share*) y creación de conocimiento en la organización” (von Krogh 2002); aunque se amplía las funciones no solamente de almacenar / capturar / transferir / crear conocimiento, sino también a su *aplicación* en los procesos de la organización (Alavi y Leidner 2001).

La base teórica de la ciencia de la GC ha evolucionado sobre una estructura enraizada en las disciplinas de la economía, la psicología, la sociología y la administración y se funda en teorías de diferentes campos, tales como la conducta de la organización, la teoría de la organización, la gestión estratégica, los SI, la gestión de la innovación y el mercadeo (von Krogh 2002). No obstante, no es del caso en este artículo desarrollar la “teoría del conocimiento” –asunto en el que se han involucrado los filósofos y científicos desde la Antigüedad–, sino más bien ir más allá de reconocer su gran desarrollo teórico desde la revolución cognitiva de los años 50 y que este variado bagaje empírico acerca a los investigadores y expertos al estudio de cómo mejorar el desempeño de la organización por medio de los procesos de captura-ubicación, creación, difusión y uso del conocimiento en primera instan-

cia y en las herramientas tecnológicas de información y comunicación, en segunda instancia (Alavi y Leidner 2001; von Krogh 2002).

En cuanto a los sistemas de gestión del conocimiento (SGC), estos son solamente una clase del sistema de información aplicado a la administración del conocimiento de las organizaciones basados en tecnologías de la información para generar, preservar y compartir el conocimiento al interior de la organización (Quaddus y Xu 2005). Se distinguen varias aplicaciones de la tecnología de la información en la gestión del conocimiento organizacional, entre las cuales se resaltan tres, que se van decantando a medida que se van desarrollando las definiciones sobre este nuevo acercamiento a la gestión organizacional, a saber: la codificación y difusión de las buenas prácticas (p. ej., *benchmarking* interno), la creación de directorios de conocimiento corporativos (p. ej., el mapeado de la experticia interna) y la creación de redes de conocimiento (p. ej., enlace de la experticia interna) (Alavi y Leidner 2001; von Krogh et ál. 2001). Se dispone en la actualidad de herramientas para instrumentar estas aplicaciones: lenguajes de búsqueda, bases de datos multimedia, sistemas de manejo de bases de datos, redes internas corporativas y tecnologías de manejo de documentos.

Se deja a un lado la delimitación de las funciones de captura, ubicación, almacenamiento, difusión, transferencia, creación, acción, para continuar con un proceso importante en la gestión del conocimiento que corresponde al de transferir tal conocimiento a las ubicaciones donde se requiere, donde pueda ser utilizado y en la forma en que pueda ser utilizado. Por lo tanto, las comuni-

caciones y los flujos de información soportan la transferencia de conocimiento en la organización. Desde esta perspectiva, se reconoce el vínculo entre la gestión de la información y los sistemas de gestión de la información. Sin embargo, por sí solos, estos procesos no son suficientes para potenciar el desempeño de la organización, sino que solamente la aplicación efectiva del conocimiento puede llevar al resultado esperado (Alavi y Leidner 2001), puesto que la información *per se* no es conocimiento, en especial si se presenta en forma confusa o demasiado compleja, o si no tiene en cuenta el conjunto de valores o el estilo con que procesan las decisiones los potenciales usuarios (Cox 1996); así, la información *per se* no tiene valor y cualquier valor que pueda tener proviene de la influencia que pueda ejercer sobre las decisiones y las acciones humanas (DeLone y McLean 1992).

Gestión de la información (GI) / sistemas de información (SI)

Los computadores se comenzaron a utilizar por usuarios finales (no ingenieros o técnicos calificados) alrededor de los años 80 en las empresas de Estados Unidos (Benson 1983). La disponibilidad de estos dispositivos para uso personal permitió, entre otros, el desarrollo de un conjunto de nuevas herramientas de *software* para mejorar la capacidad de tomar decisiones en todos los niveles de las organizaciones. Estas herramientas se denominan en forma general como “sistemas de apoyo a la toma de decisiones” (SATD) (Vedder y Nestman 1985). Las organizaciones encontraron que la utilización de estos sistemas proporciona beneficios económicos y que combinados con otros sistemas de comunicación

(telecomunicaciones, redes, Internet) pueden ofrecer ventajas competitivas. Las computadoras y otros dispositivos de *hardware*, el *software* y las redes de comunicación se engloban en un solo término denominado “tecnologías de la información y la comunicación” (TIC). La no utilización de las TIC puede dar lugar a fallas y riesgos significativos en las organizaciones (Davis 2006). Las TIC y los SI no solamente han impactado los negocios, sino también a la sociedad en general. La academia junto con científicos de las ciencias de la computación y de las ciencias del conocimiento, principalmente, investigan en la actualidad desde diferentes perspectivas el efecto de las TIC sobre la sociedad en su conjunto (Bates 1999).

En forma similar a los SGC, los orígenes teóricos de la ciencia de los SI provienen de teorías y conceptos de varios campos interrelacionados y orientados al estudio de las estructuras subyacentes (Bates 1999; Davis 2006; Elliot y Avison 2005), entre los cuales se destacan desarrollos como los de la “teoría general de sistemas” de von Bertalanffy; la “teoría de la información” de Shannon y Weaver; la “teoría de los juegos” de von Newman y Morgenstern; términos de la “cibernética” y el de *feedback* desarrollados por Wiener; la “teoría de las estructuras sintácticas” en el lenguaje de Chomsky; los “planes y estructura de la conducta” de Miller, Galanter y Pribram, y los “pasos hacia una ecología de la mente” de Bateson (Bates 1999; 2006). Todos estos enfoques tienen en común la búsqueda de las estructuras subyacentes en los SI y se constituyen como el bagaje teórico de la disciplina de los SI.

El dominio de la ciencia de los SI se puede resumir al enunciar sus funciones: alinear la estrategia de los SI con la estra-

tegia de la organización; evaluar y justificar las inversiones en los SI; planear e implementar la infraestructura del *hardware*, *software* y de los sistemas empresariales; soportar los sistemas de la organización, y finalmente diseñar, construir y mantener las bases de datos y el acceso a las fuentes de datos externas (Davis 2006). Estas funciones comprenden su paradigma básico: la ciencia de la captura, la organización, el almacenamiento, la recuperación y la diseminación de la información, cuya definición se ha mantenido invariable a lo largo de los años (Bates 1999).

Gestión de la información en la producción animal

Ya se reconoce que además de la tierra, del capital y del trabajo, el manejo de la información es uno de los factores que influyen en la función de producción de los negocios agropecuarios. Paralelamente, existen herramientas informáticas que hacen de la gestión de la información un asunto más sencillo, rápido y que genera valor mediante el uso de sistemas computarizados (Álvarez y Nuthall 2006; Lewis 1998). Sin embargo, la introducción de estas tecnologías en los sistemas de producción pecuaria no ha sido tan fácil como se esperaría. La tasa de adopción de las tecnologías de la información por parte de los productores agropecuarios ha sido más baja que la de los actores de otros sectores económicos (Kuhlmann y Brodersen 2001).

Como ejemplo, en el año 2001 en Canadá, siendo un país desarrollado, solamente el 39% de los negocios agropecuarios utilizaban computadoras en la gestión empresarial (Sabuhoro 2003). En otro estudio realizado en ese mismo país sobre la utilización de la Internet en

los negocios, solo el 57% de las empresas agropecuarias empleaban esta herramienta, contra una media general para todos los sectores económicos del 68% (Charles et ál. 2002). Desde sus inicios, esta situación se asocia con la discutida conducta de adopción de innovaciones

tecnológicas asignada a los productores agropecuarios (Álvarez y Nuthall 2006). En la tabla 1 se relacionan algunas de las principales barreras a tal adopción, cuyo orden no implica un grado de importancia.

TABLA 1. Barreras a la adopción de sistemas de información en fincas (Adaptado de Álvarez y Nuthall 2006).

Factor
Características del negocio (tamaño, especialmente)
Atributos del productor (edad, nivel de escolaridad, habilidad gerencial, negocios fuera de la finca)
Falta de conocimiento práctico en computadores
Fallas en direccionamiento hacia el problema real
Fallas en adaptación a los patrones de trabajo del productor
Requerimientos de datos no disponibles o no familiares
Complejidad
Relaciones costo / beneficio no muy claras
Falta de integración con otras tecnologías

La figura 1 muestra un esquema de modelo sencillo basado en la conducta humana, en donde se asume que el comportamiento no es una relación lineal causa-efecto simple, sino más bien un sistema de relaciones entre tres tipos de variables. Por ejemplo, los recuadros de la parte superior son las variables antecedentes, tales como los atributos del productor, la estructura de su unidad de producción y el entorno cultural en el que se desenvuelve (Álvarez y Nuthall 2006).

Las dos representaciones, la tabla de factores y el modelo de adopción, enfatizan la influencia que tienen las características del sistema de producción sobre la adopción de esquemas de innovación tecnológica, en este caso, sobre el manejo de la información. Esta es la justificación de la necesidad de revisar la estructura y

dinámica del sistema de producción de ovinos y caprinos para identificar las posibilidades de implementar sistemas de gestión tecnológica fundadas en la información y el conocimiento.

En los años 80, había una gran expectativa sobre las aplicaciones del manejo de datos de producción y de los sistemas de soporte a la decisión (SSD) para los productores a nivel de finca. En un trabajo de la época, alrededor del impacto de las tecnologías de información sobre la productividad de los sistemas de producción animal (Bosch y Lee 1988), se aplicó una encuesta entre productores que manejaban la información, para la cual se utilizaron metodologías diferentes de acceso a los datos que fueron comparados con los resultados en las variables de producción y reproducción de los hatos. Los participantes indicaron

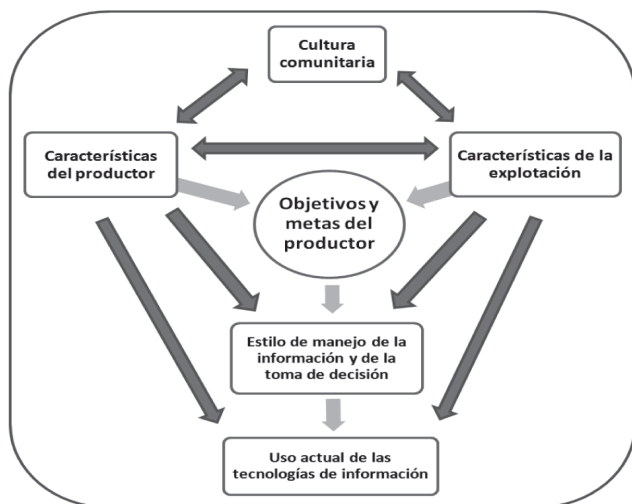


FIGURA 1. Modelo de adopción de innovación de la información (Adaptado de Álvarez y Nuthall 2006).

un alto grado de satisfacción con el uso de los sistemas y, en términos generales, estuvieron de acuerdo con el mejoramiento de la calidad de la gestión de sus explotaciones.

Diez años después, un grupo de investigadores de la Universidad de Massey (Hayes et ál. 1998) realizaron un estudio para medir la respuesta de la reproducción y producción, mediante el empleo de un *software* comercial para manejo de hatos. Encontraron una respuesta positiva significativa, pero argumentaron que los recursos para implementar tales tecnologías resultaban bastante altos (para esa época, el *hardware* aún era bastante costoso y las herramientas de *software* eran escasas, costosas y poco amigables, a diferencia de lo que sucede actualmente).

En un trabajo similar, se realizó un análisis económico derivado del uso de sistemas de manejo de información en una población de productores de leche de Nueva York, y se encontró que pasa-

do un periodo de ajuste en el uso de los sistemas por parte del productor, la rentabilidad de las unidades de producción que adoptaron estas nuevas tecnologías tendió a incrementarse en comparación con los no usuarios (Lazarus et ál. 1989). En el trabajo definieron algunas variables relacionadas con la adopción del uso de sistemas computarizados de manejo de la información, entre las cuales se pueden citar algunas como el tamaño del negocio, el nivel educacional y la edad del productor.

Un reporte de la Sociedad Alemana de Agricultura demostró cómo la compra de tecnologías de la información por los granjeros alemanes se incrementó en un 1700% en un periodo de 17 años comprendido entre 1982 y 1998. El mayor énfasis fue en modelos para cálculos retrospectivos o en dispositivos para el control de corto plazo de relaciones físicas de insumos / productos. No obstante, el estudio muestra que modelos complejos para planeación estratégica y

manejo del riesgo o modelos muy elaborados fundamentados en bases de datos de conocimiento no parecen ser de interés para los productores (Kuhlmann y Brodersen 2001). Esto representa una paradoja dado que comúnmente se piensa que los SSD le permiten al productor agropecuario integrar la información en formas más manejables, y así mejorar su capacidad para analizar riesgos, costos y beneficios o para comparar el resultado de diferentes alternativas de producción (Newman et ál. 2000).

La introducción de SSD es un proceso complejo que necesita cambios importantes en la visión del negocio por parte del productor. Es algo más que comprar un computador y las herramientas de *software* necesarias; el ejercicio requiere un tiempo de aprendizaje considerable antes de que la información sea utilizable y cambios importantes en los métodos de trabajo, aunque no todos los productores están dispuestos o logran asumir la situación (Lazarus et ál. 1989). Por otra parte, la adquisición de la información está fuertemente relacionada con la “capacidad de gestión” del productor, en otras palabras, los mejores administradores son más proclives a encontrar la información que requieren, y en consecuencia toman las acciones necesarias para adquirirla, en comparación con aquellos menos idóneos en asuntos de gestión (Bosch y Lee 1988).

Al finalizar los años noventa, se hizo evidente la necesidad de generar sistemas integrados de monitoreo y control de procesos en la agricultura y la ganadería. Dada la evolución de sistemas de manejo extensivo hacia explotaciones en la que los factores de producción y los recursos se emplean más intensamente, la mayoría de las acciones relacionadas con el monitoreo de la alimentación,

algunas variables ambientales, la reproducción, la prevención de enfermedades, el crecimiento de los animales, el mercaeo, el transporte y la calidad de los productos son ahora cada vez más una responsabilidad directa del productor. Estos esquemas son muy utilizados en sistemas de producción intensiva de aves y cerdos y, con algunas limitaciones, en lecherías especializadas.

El beneficio potencial de los sistemas integrados de monitoreo está en que combinan la habilidad del productor con la velocidad y oportunidad del sistema de cómputo. Sin embargo, el productor es y seguirá siendo el monitor primario del sistema, aunque el tiempo de observación y de interacción con los animales se disminuirá significativamente (Frost et ál. 1997). Actualmente, se dispone de una gran variedad de sensores, que comienzan por los sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID, por su sigla en inglés), básculas electrónicas, sensores de flujo, sensores químicos y fisiológicos, indicadores de movilidad para detectar hembras en celo o animales enfermos, así como *software* de monitoreo y bases de datos, los cuales cada vez se pueden adquirir a menores precios. Los productores poco a poco utilizarán estas tecnologías dado que estos sistemas ofrecen reducciones en el trabajo y, por consiguiente, en los costos. Los sistemas integrados de monitoreo y control son la tendencia actual en el desarrollo de las tecnologías de la información en agricultura y ganadería (Kuhlmann y Brodersen 2001).

LA OVINO-CAPRINOCULTURA

La cría de ovejas y cabras ha desempeñado un papel cultural muy importante en la historia de las civilizaciones. El

vínculo entre los humanos y los pequeños rumiantes ha sido factor determinante en la forma de vida de la mayoría de comunidades alrededor del mundo (Morand-Fehr y Boyazoglu 1999). Por ejemplo, las cabras fueron la primera especie domesticada por el ser humano. Es posible encontrar referencias sobre su cría y manejo desde hace 10 000 años a. C. en la región del Darech, hoy Irán (Boyazoglu et ál. 2005; Haenlein 2007; Zygoiannis 2006).

Para los productores, los pequeños rumiantes son menos demandantes en alimentación debido a que son capaces de consumir plantas arbustivas y vegetación variada (Morand-Fehr y Lebbie 2004) y se explotan en un amplio rango de zonas agroecológicas y sistemas de manejo (Peacock 2008). Además, estas especies tienen una extraordinaria capacidad de adaptación a las condiciones adversas, como a las temperaturas extremas, a las situaciones de subalimentación, a distintos niveles de altitud e incluso tienen una gran capacidad para caminar largas distancias y sobrevivir a las sequías (Boyazoglu et ál. 2005; Iñiguez 2004; Morand-Fehr et ál. 2004).

Durante los últimos años, la cría de los pequeños rumiantes se ha extendido en los países en desarrollo en áreas donde son importantes la producción de subsistencia, la economía de trueque o la cultura comunitaria y también en áreas donde el comercio y la economía de mercado están relativamente limitados en términos de organización, infraestructura y eficiencia. Por otro lado, la cría de estas especies animales está adaptada para cumplir con las demandas sociales de los países industrializados relacionadas con la calidad de los productos (en el caso de los caprinos, no

tan ricos en ácidos grasos saturados y colesterol como el cordero y la carne de res), el bienestar animal y el respeto por el medio ambiente (Dubeuf et ál. 2004). Adicionalmente, ahora que casi todos los demás sistemas de producción pecuaria están intensamente integrados a mercados nacionales o internacionales susceptibles a factores externos, la producción de ovejas y cabras juega un papel cada vez más importante en mercados de vecindad, mercados de regateo, sistemas de pequeños productores, productores de subsistencia, producción urbana o periurbana, en particular en los países en desarrollo (Dubeuf 2005). Así pues, últimamente el auge de los movimientos de retorno al campo y a la naturaleza y el interés por los productos orgánicos y los ligados a áreas geográficas específicas han derivado en el retorno del uso de los productos de origen ovino-caprino, especialmente en los países desarrollados de occidente, en mercados *gourmet* especializados o mercados de consumo masivo (Morand-Fehr y Lebbie 2004).

Los criadores de ovejas y cabras con frecuencia se encuentran ubicados en una posición relativamente baja de la escala social y en muchos países están entre aquellos que no se benefician de los programas de ayuda estatal o de servicios de extensión (Boyazoglu et ál. 2005; Peacock 2005).

Producción y consumo

Las cabras y las ovejas proporcionan leche, carne, fibras y piel, así como estiércol de alto valor como fertilizante (Iñiguez 2004). La leche de estas especies es una valiosa fuente de proteína, grasa, calcio, hierro, fósforo, magnesio y vitaminas, particularmente la vitamina A. En la tabla 2 se relaciona los productos

TABLA 2. Productos y servicios de las cabras (Peacock 2008).

Productos	Servicios
Carne y derivados	Ingresos , ahorro
Leche y derivados	Seguridad
Piel (prendas, carpas, canoas)	Abrigo, alimentación
Pelos (cachemira, mohair, anzuelos)	Préstamos
Cuernos	Rituales religiosos
Huesos	Rol judicial
Estiércol (cultivos, peces)	Placer, transporte, fuerza motriz, guía de ovejas, control de malezas.

y servicios que ofrecen las cabras al ser humano.

La producción de leche de los pequeños rumiantes representa el 3,5% de la producción mundial. Esta participación es más importante en los países desarrollados donde el porcentaje de participación alcanza el 7,5%, mientras que en los países en desarrollo es apenas del 1,5% (Morand-Fehr y Boyazoglu 1999). En los países en desarrollo menos del 5% de la leche total es comercializada en cadenas industrializadas, por lo tanto, las estadísticas no muestran una visión real de la importancia económica del sector. La producción generalmente es para autoconsumo, entregada a los vecinos o comercializada localmente (Dubeuf et ál. 2004; Haenlein 2007).

De acuerdo con las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO / FAOSTAT) (FAOSTAT 2009), en el año 2007 se produjeron en el mundo cerca de 5 millones de toneladas de carne de cabra. La producción de carne de oveja se estima en 8 millones de tone-

ladas para el mismo año, siendo Asia el continente con mayor participación.

Para 1996 se estimó que la carne de ovejas y cabras representaba el 6% del consumo total en el mundo. Sin embargo, su contribución a la oferta de proteína comercializable era muy baja, por el orden del 1%. Es preciso anotar que a pesar de que el consumo de carne y leche de ovejas y cabras parecería limitado mundialmente, en zonas marginales desempeña un papel muy importante en las dietas de la población más vulnerable como parte sustancial de la oferta proteica (Morand-Fehr y Boyazoglu 1999). La carne se consume principalmente a nivel local y la mayoría de la producción se vende en mercados locales o regionales para consumo doméstico, por medio de canales informales hacia las carnicerías urbanas (Dubeuf et ál. 2004).

Investigación y desarrollo

La investigación sobre ovinos y caprinos en los países en desarrollo ha estado limitada en las últimas dos décadas, debido principalmente a la escasez de recursos estatales. Adicionalmente, el sector no está organizado, tiene una escasa vinculación con la agroindustria y el impacto comercial de la producción es débil. Esta situación limita la obtención de fondos desde el sector privado para la investigación y la transferencia de tecnología (Morand-Fehr y Lebbie 2004); también por los anteriores factores, los grupos de investigación en esta área tienden a ser precarios e inestables (Boyazoglu et ál. 2005; Morand-Fehr et ál. 2004). Por tanto, se debe intensificar el trabajo en “sistemas de producción”, con los cuales se combinen esquemas de participación entre el investigador / productor / extensionista, enfatizando en temas que

vayan desde el análisis de limitantes hasta la adopción de tecnologías mediante esfuerzos multidisciplinarios a nivel de finca (Baskerville 1999; Morand-Fehr et ál. 2004).

Asimismo, el acceso a los mercados es la principal limitante de los sistemas de producción de ovinos y caprinos. No obstante, si se logran mejorar los canales de comercialización y los márgenes económicos que llegan al productor, es probable que los sistemas de producción se intensifiquen (Iñiguez 2004). Cabe mencionar otros factores limitantes que se presentan como barreras para el desarrollo de la producción, tanto en países desarrollados como en desarrollo, a saber, el impacto ambiental y la dificultad para mantener los animales restringidos en áreas cercadas (Morand-Fehr y Lebbie 2004).

La explotación de los caprinos y ovinos en Colombia

Como en el resto del mundo, la población de ovinos y caprinos en Colombia en su mayoría está en manos de pequeños productores, cumpliendo una importante función económica en las comunidades rurales y otras zonas de concentración de pobreza (Espinal et ál. 2006). Además, la producción de leche y carne de estos animales está muy dispersa; el destino principal de la leche es la producción de quesos artesanales y en muy poca proporción es para el consumo en forma líquida (Aricapa y Restrepo 1991).

Según la FAO, la población de caprinos en Colombia para el año 2008 se estimaba en alrededor de 1.200.000 cabezas distribuidas por todo el territorio nacional, con algunas zonas importantes de concentración como son los departa-

mentos de la Costa Atlántica, los Santanderes, Boyacá, Cundinamarca, Meta y en el sur Nariño y Putumayo. Para el mismo año, la población de ovinos se estimaba en 3.400.000 cabezas, siendo los departamentos de Boyacá, Magdalena, Córdoba, Cundinamarca y Cesar los más representativos (FAOSTAT 2008).

La participación de los caprinos en la oferta de proteína animal para consumo humano es marginal, pues alcanza una participación del 0,4% del total de la oferta de carnes (FAOSTAT 2008). Para la última década y hasta 2006, venía presentado una tasa de crecimiento anual del 5,3%. El consumo per cápita de carne de ovinos y caprinos en el 2005 se estimaba en 310 gr, lo cual al compararlo con los 17 kg de carne de res y los 16,5 kg de pollo reflejan la poca participación en el consumo total de la carne de ovinos y caprinos en Colombia (FAOSTAT 2008). En cuanto al comercio exterior, la participación del sector caprino ha sido inconstante. Entre los años 1991-2006 se exportaron 461 t de carne de caprino principalmente hacia las Antillas Holandesas, se importaron 4 t representadas en animales vivos de alta genética, aunque no se encuentra ninguna referencia sobre los volúmenes de producción de leche de cabra, su distribución, consumo e industrialización (Espinal et ál. 2006). De acuerdo con la documentación que se consultó sobre la organización del sector, se infiere que la cadena de la producción caprina no está consolidada.

En cuanto a Colombia, es poca la investigación sobre el sector de los pequeños rumiantes en la actualidad. De los 254 proyectos de investigación según la agenda tecnológica de la Corporación Colombiana de Investigación Agrope-

cuaria (Corpoica), solamente dos proyectos están relacionados con ovinos y uno con caprinos (Corpoica 2010). El Programa Nacional de Ciencia y Tecnología de Colciencias tiene registrados 389 grupos de investigación en el Programa de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, de los cuales ninguno está vinculado directamente con la producción de tecnología para pequeños rumiantes (Colciencias 2011), aunque varios grupos presentan alguna producción relacionada con el tema, especialmente en el área de recursos genéticos, alimentación y nutrición. La razón por la cual la investigación en pequeños rumiantes se presenta escasa y dispersa puede estar relacionada con la débil coordinación de la cadena de producción ovino-caprina, y que al no haberse logrado una vinculación importante del sector con la agroindustria y el comercio de insumos y productos, la consecución de fondos y la generación de proyectos interinstitucionales por parte de grupos de investigación interesados pueden resultar difíciles (Morand-Fehr y Lebbie 2004).

Desde el año 2005 el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural ha desarrollado el proyecto de “Transición de la agricultura” y ha destinado recursos importantes para propiciar la formación de agendas de investigación de mediano y largo plazo para fortalecer las cadenas productivas (Castellanos et ál. 2010).

Tecnologías de información disponibles para el sector de los pequeños rumiantes

Existe en todo el mundo una buena oferta de aplicaciones de *software* para la gestión de información en la producción de pequeños rumiantes. La tabla 3 despliega una muestra de productos dis-

ponibles para monitoreo de información con aplicaciones de manejo integral del negocio y de la gestión del rebaño:

Esos aplicativos esencialmente son herramientas de registro de eventos y producción de leche y carne, que permiten generar listados de manejo y reportes del desempeño para monitorear el comportamiento reproductivo, productivo y, en algunos casos, económico del rebaño.

La tabla 4 presenta una muestra de herramientas disponibles para el balance de raciones para pequeños rumiantes, las cuales en su mayoría se ofrecen como parte de programas de extensión de universidades y centros de investigación. Ofrecen aplicaciones para calcular requerimientos nutricionales, contenidos de nutrientes de alimentos; permiten almacenar valores dietarios fundados en resultados de laboratorio; realizan el balance, y almacenan raciones para distintos estados productivos, entre otras funciones.

Es posible también encontrar herramientas para simular la selección y el manejo del rebaño, pero en un contexto económico. Básicamente, se trata de hojas de cálculo electrónicas que permiten predecir la dinámica poblacional del rebaño que se fundan en indicadores de reproducción que, combinadas con indicadores de producción y valores económicos de insumos y productos, predicen el retorno económico del negocio desde distintos escenarios.

En su mayoría son el resultado de ejercicios académicos que están al servicio de los productores directamente desde las páginas electrónicas de las universidades o por medio de servicios de extensión gubernamentales. La tabla 5 presenta una muestra de este tipo de aplicativos.

TABLA 3. *Software* comercial disponible para el manejo de rebaños

Producto	Contacto
InterFlock*	http://www.compuagro.net
TaurusWebs*	http://www.tauruswebs.com
Ovinca*	http://www.ovinca.com
Ewe Byte	http://ewebyte.com/
FlockFiler	http://www.flockfiler.com
Ranch Manager y Goat Edition	http://www.lionedge.com
Sheep Edition	http://www.lionedge.com
Plan-A-Head	http://www.planahead.co.za
Basic Goat Manager	http://www.centricsoftwareinc.com
Sheep Master Gold	http://www.centricsoftwareinc.com
Ovitec	http://agritecsoft.com
Sheep Manager	http://www.livestockmanagers.com
Goat Manager	http://www.livestockmanagers.com
Procreate	http://www.procreate.com.br
Farmplan	http://www.farmplan.co.uk

* Productos producidos o distribuidos en Colombia.

TABLA 4. *Software* disponible para el balance de raciones en pequeños rumiantes.

Producto	Contacto
MSU Sheep Ration Program	http://www.msusheepration.montana.edu
Cornell University Sheep Program	http://www.sheep.cornell.edu
Purdue Un. Puration Programs	http://animalscience.ucdavis.edu/extension/Software/aries/
Oviration	http://www.softagro.com/English/Default.aspx

TABLA 5. *Software* disponible para el manejo de presupuestos y simulación

Producto	Contacto
Cornell's Sheep Flock Budget	http://www.sheep.cornell.edu/management/economics/cspsoftware/budget/
Cornell University SheepSim	http://www.sheep.cornell.edu/management/economics/cspsoftware/sheepsim/
Ewe Planner	http://www.sksheep.com/eweplanner.htm
Virginia Tech	http://pubs.ext.vt.edu/446/446-048/446-048.html

En Colombia se comercializan desde hace cerca de un lustro tres herramientas para la gestión de la información para sistemas de producción de ovinos y ca-

prinos (señalados en la tabla 3). Estos aplicativos surgieron de la experiencia exitosa de más de 20 años de desarrollo de *software* para ganadería. Sin embargo,

la adopción por parte de los productores con cierto carácter empresarial en el sector de los ovinos y caprinos ha sido muy baja al compararla con la relativa difusión que se obtuvo en el sector de la producción de bovinos (InterAgri 2009).

Esta situación de escasa adopción de las tecnologías de la información no es propia de nuestro país o de nuestro sector ovino / caprino. Existe una amplia literatura sobre la discusión alrededor de la adopción de SI en forma general por los agricultores y ganaderos (Álvarez y Nuthall 2006; Cox 1996; Kuhlmann y Brodersen 2001; Newman et ál. 2000; Maohua 2001; McCown 2002). Aunque vale la pena mencionar que esta situación no solamente inquieta a los desarrolladores de *software* para el sector agropecuario, sino también a los que desarrollan aplicaciones para la industria y el comercio en general. El problema de la adopción de las tecnologías de la información en las empresas a nivel general es un asunto que forma parte fundamental de la agenda de investigación y desarrollo de la disciplina de los SI (Benson 1983; DeLone et ál. 1992; DeLone y McLean 2003; Petter et ál. 2008). Por otra parte, se sabe que las empresas colombianas tienen problemas con la adopción de las tecnologías de la información en sus procesos de producción y gestión. En un índice de competitividad de las empresas según el uso de tecnologías de información, el país está ubicado en el puesto 52 en una lista de 66 países, con un índice de competitividad de 25,4 sobre 100 (BSA 2008). El Foro Económico Mundial ubica a nuestro país en la posición 74 en competitividad global y en el puesto 64 de 134 países en competitividad en uso de las tecnologías de información en los procesos de producción (Dutta y Mia 2009).

REFLEXIÓN FINAL

A medida que los mercados se globalizan, se liberan y se vuelven más dinámicos, también cambian las necesidades en los sistemas de información. Varios autores (Álvarez y Nuthall 2006; Kuhlmann y Brodersen 2001; Lewis 1998) sugieren que las tendencias futuras en el desarrollo de los SI se deben orientar hacia los siguientes tópicos generales:

- Gestión de las finanzas
- Identificación de mercados potenciales
- Soporte a la creación de nuevas ideas
- Apoyo al crecimiento del conocimiento
- Ayuda a enfrentar el riesgo

La literatura que se revisó sobre la utilización de SSD, sistemas expertos y modelos de simulación en los sistemas de producción animal no son muy alentadores (Nguyen et ál. 2006), puesto que la tendencia hacia el empleo de sistemas de control de insumos y productos desde el punto de vista físico (registros de producción y generación de indicadores técnicos) se funda en el hecho de que los productores al no tener el suficiente control sobre los precios de insumos y productos, mejoran la rentabilidad de su operación reduciendo las ineficiencias técnicas.

Los desarrollos actuales en sistemas integrados de control basados en sensores y en la captura automática de datos constituyen la tendencia actual en cuanto a las tecnologías de información más utilizadas por los ganaderos y agricultores en sistemas intensivos de producción (agricultura de precisión).

Específicamente en el sector de los ovinos y caprinos, el nivel de uso de las tecnologías de información es casi nulo en cuanto a los sistemas extensivos de

producción o aquellos de subsistencia que constituyen la mayor parte de la producción en Colombia y el mundo –como se mencionó anteriormente–. Aunque existen excepciones en algunos nichos de producción intensiva, en donde las explotaciones tienen ya una orientación hacia el mercado y están incorporadas a los circuitos de comercio de insumos y productos. Estos sectores de productores organizados (usualmente, especializados en la producción de leche) en su mayoría están ubicados en los países desarrollados de Europa y en Estados Unidos (Dubeuf 2005).

La descripción del desarrollo de la actividad económica de los sistemas de producción ovino-caprina tanto en el mundo como en Colombia muestra un sector pobremente organizado. No existe una cadena de producción y consumo estructurada de manera formal que reúna los distintos agentes que pueden llevar los productos y sus derivados hacia los consumidores en gran escala, o aun en pequeña escala, productos especializados para consumidores *gourmet*. En términos generales, la mayoría de las explotaciones carecen de una estructura empresarial (Morand-Fehr et ál. 2004). Diversos reportes establecen que en este tipo de sistemas de producción, los productores difícilmente están en capacidad de utilizar SSD, no utilizan modelos computarizados para la planeación y, dada la informalidad de la producción, no producen ni emplean estados financieros o contables para realizar análisis o ejercicios de planeación (Kuhlmann y Brodersen 2001). En la mayoría de los casos, además, ni siquiera registran datos de producción o de comportamiento reproductivo de los animales individuales, siendo esta la base más simple de aproximación al manejo de la información en una explotación de animales. Difícil

sería imaginar la utilización de sistemas más complejos de análisis estratégico de negocios, sistemas de decisión en condiciones de alto riesgo o incertidumbre o modelos que contienen bases de conocimiento altamente elaboradas, herramientas en boga en la industria, el comercio y los servicios que reflejan el alto grado de desarrollo de las tecnologías de la información y su implementación en el mundo de los negocios y las empresas.

Es necesario, entonces, clasificar a los productores en grupos de acuerdo con sus necesidades de información y a sus habilidades para usarla. Es preciso desarrollar alternativas no computarizadas para aquellos tipos de productores para los cuales la utilización de las TIC esté fuera de su alcance, estrategia que puede introducir mejoras en los sistemas de manejo de información no necesariamente computarizada. Por ejemplo, los esquemas de investigación, participación y acción con los productores son muy útiles para introducir este tipo de tecnologías, dado que productores más hábiles inducen cambios en las conductas de los menos hábiles con respecto a la importancia de la gestión de la información.

La Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD, por su sigla en inglés) hace un reconocimiento al impacto estructural de las innovaciones tecnológicas asociadas a los sistemas de información y sus aplicaciones mediante las tecnologías de la información. Según un informe del año 2001, “El Internet y sus avances relacionados en tecnologías de la información y las comunicaciones están transformando la actividad económica, en la misma medida como en el pasado lo hicieron la máquina de vapor, el ferrocarril y la electricidad” (Elliot y Avison 2005).

Parafraseando una idea del profesor Jairo Giraldo del Departamento de Física de la Universidad Nacional de Colombia, es preciso “echar mano” de las viejas TIC (talento, ingenio y creatividad) para abordar la problemática de la utilización de las nuevas TIC (tecnologías de la información y la comunicación) en el desarrollo tecnológico de la ovino-caprinocultura (Giraldo et ál. 2009).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de revisión forma parte de las actividades del programa “Desarrollo e implementación de un Sistema de Gestión Tecnológica en los sistemas de producción de la cadena ovino/caprino para el mejoramiento de su competitividad” (SIGETEC), desarrollado en convenio entre la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de La Salle, Corpoica y la Asociación Nacional de Caprinocultores y Ovinocultores de Colombia (ANCO). Agradecemos a los demás integrantes del equipo de discusión del programa: doctores Oscar Fernando Ospina Rivera, Rosa Andrea Baracaldo Martínez y Carlos Andrés Vega Pérez.

REFERENCIAS

1. Alavi M, Leidner DE. 2001. Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. *MIS Quarterly*. 25(1): 107-136.
2. Álvarez J, Nuthall P. 2006. Adoption of computer based information systems: The case of dairy farmers in Canterbury, NZ, and Florida, Uruguay. *Comp & Elect Agric*. 50(1): 48-60.
3. Aricapa H, Restrepo R. 1991. Diagnóstico de la ganadería caprina en el departamento de Caldas, con énfasis en la región cafetera. Ma-

- nizales (Colombia): Universidad de Caldas. 140 p.
4. Baskerville RL. 1999. Investigating Information Systems with Action Research. *Commun AIS*. 2(1): 10-9.
5. Bates MJ. 2006. Fundamental forms of information. *J Am Soc Info Sci*. 57(8): 1033-1045.
6. Bates MJ. 1999. The invisible substrate of information science. *J Am Soc Info Sci*. 50(12): 1043-1050.
7. Benson DH. 1987. A Field Study of End User Computing: Findings and Issues. *MIS Quarterly*. 7(4): 35-45.
8. Bosch DJ, Lee KL. 1988. The farm level effects of better access to information: the case of DART. *S J Agric Econ*. 20(2): 109-118.
9. Boyazoglu J, Hatziminaoglou I, Morand-Fehr P. 2005. The role of the goat in society: Past, present and perspectives for the future. *Small Ruminant Res*. 60(1-2): 13-23.
10. Castellanos JG, Rodríguez JC, Toro WL, Luengas CL. 2010. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva cárnica ovino-caprina en Colombia [Internet]. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-Proyecto Transición de la Agricultura TECNOS-Fundación Andina para el Desarrollo Tecnológico y social. [Citado 2010 sept. 28]. Disponible en: [www.minagricultura.gov.co/archivos/agenda_ovino_caprina\[1\].pdf](http://www.minagricultura.gov.co/archivos/agenda_ovino_caprina[1].pdf)
11. Charles S, Ivis M, Leduc A. 2002. Embracing-Business: Does Size Matter? In: Charles S, editor. *Connectedness Series: Statistics Canada*. 6.
12. Colciencias [Internet]. 2011. Plataforma ScienTI – Colombia. Bogotá: [Citado 2010 sept. 28]. Disponible en: <http://www.colciencias.gov.co/scienti>
13. Corpoica [Internet]. 2010. Soluciones Tecnológicas para el Agro Colombiano - Proyectos en la agenda. Bogotá: [Citado 2010 sept. 20] Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Documento/proyectos.asp>

14. Cox PG. 1996. Some issues in the design of agricultural decision support systems. *Agr Syst.* 52(2-3): 355-381.
15. Davis GB. 2006. Information Systems as an Academic Discipline. Looking Back, Looking Forward, and Ensuring the Future. IFIP (International Federation for Information Processing). En: Avison D, Elliot S, Krogstie J, Pries-Heje, editors. *The Past and Future of Information Systems: 1976-2006 and Beyond.* Boston: Springer. p. 11-25.
16. DeLone WH, McLean ER. 1992. Information Systems Success: The Quest for the Dependant Variable. *Inform Syst Res.* 3: 60-95.
17. DeLone WD, McLean ER. 2003. The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *J Manage Inform Syst.* 19(4): 9-30.
18. Dubeuf J-P. 2005. Structural, market and organisational conditions for developing goat dairy production systems. *Small Ruminant Res.* 60(1-2): 67-74.
19. Dubeuf J-P, Morand-Fehr P, Rubino R. 2004. Situation, changes and future of goat industry around the world. *Small Ruminant Res.* 51(2): 165-173.
20. Dutta S, Mía I. 2009. *The Global Information Technology Report 2008-2009: Mobility in a Networked World* [Internet]. Geneva: World Economic Forum. [Citado 2010 sept. 15]. Available from: <http://www.insead.edu/v1/gitr/wef/main/fullreport/index.html>.
21. Elliot S, Avison DE. 2005. Discipline of Information Systems. En: Avison DE y Pries-Heje J, editors. *Research in Information System: A Handbook for Research Supervisors and their Students.* Elsevier Butterworth-Heinemann. p. 185-206.
22. Eppler MJ, Sukowski O. 2000. Managing Team Knowledge: Core Processes, Tools and Enabling Factors. *Eur Manage J.* 18(3): 334-341.
23. Espinal CF, Martínez H, Amézquita JE. 2006. *La cadena ovinos y caprinos en Colombia* [Internet]. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrocadenas Colombia. 20 p. [Citado 2010 sept. 10]. Disponible en: <http://www.agrocadenas.gov.co>
24. FAOSTAT [Internet]. 2008. Roma: FAO. [Citado 2010 sept. 5]. Disponible en: <http://faostat.fao.org/>
25. FAOSTAT [Internet]. 2009. Roma: FAO. [Citado 2010 sept. 5]. Disponible en: <http://faostat.fao.org/>
26. FEDEGAN. 2006. *Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019: Una ganadería moderna y solidaria*[Internet]. Bogotá: Federación Colombiana de Ganaderos - FEDEGAN - FNG. [Citado 2010 setp. 5]. Disponible en: http://portal.fedegan.org.co/Documentos/pega_2019.pdf
27. Frost AR, Schofield CP, Beaulah SA, Mottram TT, Lines JA, Wathes CM. 1997. A review of livestock monitoring and the need for integrated systems. *Comp & Elect Agric.* 17(2): 139-159.
28. Giraldo J, Clavijo D, Cuartas P, Valencia F, Rodríguez A, Maldonado C, et ál. 2009. *Unos cuantos para todo.* Bogotá: Ediciones Bunaima. 379 p.
29. Haenlein GFW. 2007. About the evolution of goat and sheep milk production. *Small Ruminant Res.* 68(1-2): 3-6.
30. Hayes DP, Pfeiffer DU, Morris RS. 1998. Production and Reproductive Responses to Use of DairyMAN: A Management Information System for New Zealand Dairy Herds. *J Dairy Sci.* 81(9): 2362-2368.
31. Iñiguez L. 2004. Goats in resource-poor systems in the dry environments of West Asia, Central Asia and the Inter-Andean valleys. *Small Ruminant Res.* 51(2): 137-144.
32. InterAgri. 2009. *Overseas Annual Sales Report.* Reading (UK): Interagri.
33. von Krogh G. 2002. The communal resource and information systems. *J Strategic Inf Syst.* 11(2): 85-107.
34. von Krogh G, Nonaka I, Aben M. 2001. Making the Most of Your Company's Knowledge: A Strategic Framework. *Long Range Planning.* 34(4): 421-439.
35. Kuhlmann F, Brodersen C. 2001. Information technology and farm management: de-

- velopments and perspectives. *Comp & Elect Agric.* 30(1-3): 71-83.
36. Lazarus WF, Streeter DH, Jofre-Giraud E, editors. 1989. Impact of management information system on dairy farm profitability. Annual Meetings of the American Agricultural Economics Association.
 37. Lewis T. 1998. Evolution of farm management information systems. *Comp & Elect Agric.* 19(3): 233-248.
 38. Maohua W. 2001. Possible adoption of precision agriculture for developing countries at the threshold of the new millennium. *Comp & Elect Agric.* 30: 45-50.
 39. McCown RL. 2002. Changing systems for supporting farmers' decisions: problems, paradigms, and prospects. *Agr Syst.* 74(1): 179-220.
 40. Morand-Fehr P, Boutonnet JP, Devendra C, Dubeuf JP, Haenlein GFW, Holst P, Mowlem L, Capote J. 2004. Strategy for goat farming in the 21st century. *Small Ruminant Res.* 51(2): 175-183.
 41. Morand-Fehr P, Boyazoglu J. 1999. Present state and future outlook of the small ruminant sector. *Small Ruminant Res.* 34(3): 175-188.
 42. Morand-Fehr P, Lebbie SHB. 2004. Proposals for improving the research efficiency in goats. *Small Ruminant Res.* 51(2): 145-153.
 43. Newman S, Lynch T, Plummer AA. 2000. Success and failure of decision support systems: Learning as we go. *J Anim Sci.* 77: 1-12.
 44. Nguyen N, Wegener M, Russell I. 2006. Decision support systems in Australian agriculture: state of the art and future development. En: 26th Conference of the International Association of Agricultural Economist (IAAE). 2006 Agosto 12-19, Gold Coast, Australia. IAAE.
 45. Peacock C. 2005. Dairy goat development in East Africa: A replicable model for small-holders? *Small Ruminant Res.* 77(2-3): 225-238.
 46. Peacock C. 2005. Goats—A pathway out of poverty. *Small Ruminant Res.* 60(1-2): 179-186.
 47. Petter S, DeLone W, McLean E. 2008. Measuring information systems success: models, dimensions, measures, and interrelationships. *Eur J Inf Syst.* 17(3): 236-263.
 48. Quaddus M, Xu J. 2005. Adoption and diffusion of knowledge management systems: field studies of factors and variables. *Knowl-Based Syst.* 18(2-3): 107-115.
 49. Quintas P, Lefrere P, Jones G. 1997. Knowledge management: A strategic agenda. *Long Range Planning.* 30(3): 385-391.
 50. Sabuhoro JB, Wunsch P. 2003. Computer Technology Adoption by Canadian Farm Businesses: An Analysis Based on the 2001 Census of Agriculture. Agriculture and Rural Working Paper Series, 65. Statistics Canada, Agriculture Division.
 51. [BSA] Business Software Alliance. 2008. How technology sectors grow: Benchmarking IT industry competitiveness 2008 [Internet]. A report from the Economist Intelligence Unit. [Citado 2010 sept. 10]. Disponible en: <http://global.bsa.org/2008eiu/>
 52. Vedder R, Nestman CH. 1985. Understanding Expert Systems: Companion to DSS and MIS. *Ind Manage.* 27(2): 1-8.
 53. Zygoyiannis D. 2006. Sheep production in the world and in Greece. *Small Ruminant Res.* 62(1-2): 143-147.