

Caprinocultura y Mejoramiento Genético

Glaforo Torres Hernández
Especialista en Mejoramiento Genético de Pequeños Rumiantes
Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México. 56230.
E-mail: glatoh@colpos.mx

RESUMEN

A pesar de su importancia socio-económica a nivel mundial, principalmente como generadoras de alimentos y su crecimiento acelerado en los últimos años, sobre todo en los países en desarrollo, las cabras no han recibido la atención que merecen. Es importante hacer conciencia de los diferentes mitos y realidades que se han comentado de ellas. El número de trabajos de investigación en cabras se ha incrementado de manera importante, pero persiste la necesidad de continuar investigando, sobre todo bajo las condiciones del sector rural, que es donde se encuentra la mayor población de cabras. Existe a nivel mundial una amplia diversidad genética en cabras, lo que puede permitir la implementación de programas de mejoramiento genético. Sin embargo, estos deben efectuarse en el contexto de una conciente sustentabilidad, en donde la salud y bienestar animal, la biodiversidad, la preservación de recursos genéticos, la protección del ambiente, la seguridad alimentaria, y la competitividad global son elementos críticos. Por otro lado, se trata de evitar los fracasos que han tenido programas de mejoramiento genético en otros países. Se han hecho propuestas a nivel internacional para mejorar la producción caprina, la calidad de la investigación científica, y el mejoramiento genético. Aunque en el futuro seguramente será más fácil conseguir recursos financieros para proyectos que tengan que ver con la biotecnología, en nuestro país todavía existe la necesidad de llevar a cabo investigación “tradicional”, sobre todo aquella que se requiere por parte de los productores más marginados del medio rural. Sin embargo, en todos los casos se requiere de una

colaboración todavía más estrecha entre el sector gubernamental, las instituciones de investigación, y los productores, como protagonistas principales del proceso de producción.

Palabras clave: cabras, sector rural, sustentabilidad, mejoramiento genético, alianzas.

INTRODUCCIÓN

La importancia socio-económica de los pequeños rumiantes es ampliamente reconocida a nivel mundial. La cabra es la especie de ganado domesticado que ha tenido en los años recientes el crecimiento más significativo a nivel mundial en cuanto a número de animales, lo que se atribuye principalmente al crecimiento de la población humana en países en desarrollo (Boyazoglu et al., 2005). En el sector ganadero, las cabras ocupan el 4o. lugar a nivel mundial en cuanto a población total de animales (Morand-Fehr y Boyazoglu, 1999), teniendo los países en desarrollo aproximadamente el 95 % de todas las cabras del mundo (Knights y García, 1997). Las cabras presentan varios atributos especiales, entre otros: habilidad para pastorear y utilizar un amplio rango de forrajes y arbustivas de pobre calidad, habilidad para caminar distancias largas, intervalo generacional corto, alta tasa reproductiva, eficiencia energética alta en la producción de leche, utilización eficiente de áreas marginales, alto instinto gregario (Lebbie, 2004). Sin embargo, su potencial de producción está limitado por varios factores, entre los cuales destacan el uso inapropiado de razas potencialmente importantes, sistemas de producción ineficientes e inapropiados, estrategias inadecuadas para mejorar el manejo de los recursos naturales, pobres sistemas de mercadeo, y apoyos oficiales muy limitados (Devendra, 2001).

Pittroff (2004) señaló la importancia que tienen las cabras con base en los 3 siguientes aspectos: 1) reconocer el potencial que tienen como un animal de doble propósito (carne y leche) para disminuir la pobreza en los medios rurales, 2) el crecimiento gradual de las poblaciones en muchos países con una fuerte preferencia por el consumo de carne y leche,

y 3) la creciente importancia que tienen en el manejo de la vegetación en países desarrollados.

Mucho se ha dicho en relación a que la cabra es un animal depredador del medio ambiente; sin embargo, hay que reconocer que es el hombre quien es el responsable de la degradación de los agostaderos al permitir un sobre-pastoreo, generalmente asociado a una reducción de dichas áreas con respecto a la época de pastoreo, así como una distribución inapropiada de los animales (El Aich et al., 1999).

Por su tamaño pequeño la cabra ofrece numerosas ventajas en el terreno de la investigación, principalmente debido al fácil manejo y bajos costos en su alimentación. Es por esto que en los últimos años los trabajos de investigación se han incrementado de una manera importante en las cabras, no solamente como un animal experimental, sino por su aportación en los 2 productos principales que de ellas se obtienen, como son la leche (Haenlein, 2001) y la carne (Shrestha y Fahmy, 2005). Sin embargo, persiste la necesidad de continuar superando los grandes problemas de la caprinocultura, tanto en la filosofía de la investigación misma, como en la necesidad de trabajar con mayor intensidad tomando como base la realidad del medio rural actual, que es el sector más marginado y desprotegido del campo, y que es donde se encuentra la mayor población caprina, como es el caso de varios países en desarrollo (Peacock, 2005).

El objetivo del presente trabajo es analizar de manera general la situación actual de la caprinocultura, así como hablar de algunas perspectivas que pueden influir en el incremento de la producción, especialmente en lo que se refiere al mejoramiento genético, como un preámbulo a los temas de caprinocultura especializada que se presentarán hoy en este Simposio.

CAPRINOCULTURA DE SUBSISTENCIA

Las cabras representan un componente muy importante de la ganadería en todas las zonas ecológicas y prácticamente en todos los sistemas de producción, encontrándose mayormente en los medios rurales pobres en donde sirven propósitos múltiples (Jahnke et al., 1988).

Lebbie (2004) describe las características de una caprinocultura de subsistencia en Africa. Estas se desglosarán a continuación, bajo el supuesto de que todas, o la mayoría, aplican a las condiciones actuales de nuestro país:

a) Las cabras proporcionan alimentos.

No existen estadísticas confiables de la contribución de las cabras en la seguridad alimentaria, lo que se debe principalmente a la dificultad de llevar registros precisos a nivel rural. Sin embargo, nadie puede dudar de que en el medio rural las cabras proporcionan leche y carne a la gente más pobre cuando más se necesita.

b) Las cabras contribuyen al empleo y estabilidad económica.

De una manera directa las cabras no contribuyen a obtener ingresos en el medio rural. Sin embargo, el consumo de productos caprinos y las ventas de animales incrementan la estabilidad económica de los campesinos en tiempos en que no se obtienen ingresos de la agricultura debido a las inclemencias climáticas, o bien, a fluctuaciones económicas de la moneda, como por ejemplo devaluaciones. Por otra parte, la caprinocultura en el medio rural proporciona empleo a mujeres y niños, cuya responsabilidad es cuidar sus cabras.

c) Las cabras significan dinero efectivo y seguridad.

Los productores de carbas en el medio rural generalmente no tienen acceso a facilidades bancarias, especialmente las mujeres. De esta manera, ellos confían en la inversión de sus

cabras, las que sirven como un recurso que en casos de emergencia pueden vender y así obtener dinero efectivo inmediato. Asimismo, pueden disponer de las cabras cuando no se obtienen buenos resultados de sus cosechas agrícolas.

d) Las cabras añaden valor a los productos de la granja.

En Africa el estiércol y la orina de cabra representan un recurso valioso como fertilizante orgánico para mantener, o en ciertos casos, mejorar la producción agrícola. Esto es importante, ya que la mayoría de los productores de cabras en el medio rural no pueden tener acceso a fertilizantes inorgánicos por sus altos costos, por lo que en casos donde existen los sistemas de producción agro-pastoriles (con cero pastoreo), recoger y utilizar el estiércol será sin duda un método cada vez más utilizado y eficiente.

e) Las cabras utilizan áreas marginales.

En Africa, aproximadamente la mitad del continente al sur del Sahara es desierto o agostadero árido y savana. Bajo estas condiciones no es posible mantener una agricultura confiable. Por lo tanto, en estas condiciones las comunidades dependen casi totalmente de animales locales, como las cabras, para subsistir bajo sistemas tradicionales nómadas y pastoriles trashumantes comunales.

f) Las cabras añaden valor a la granja y aprovechan desperdicios.

Las cabras pueden transformar productos de desperdicio casero e industrial, residuos de cosechas (incluyendo granos dañados y echados a perder) en carne. También utilizan ciertas partes de la granja que no se utiliza para labores agrícolas. Por otra parte, es conocido que las cabras se utilizan en algunos países para controlar la vegetación.

Todo lo anteriormente señalado nos indica, por un lado, las bondades de las cabras pero, por otro lado, impone un reto para entender mejor esta actividad y, sobre todo, trabajar para mejorarla.

OPORTUNIDADES PARA EFECTUAR MEJORAMIENTO GENÉTICO

Existen actualmente en el mundo aproximadamente 570 razas de cabras (Galal, 2005), teniendo los países en desarrollo la mayor parte de la población de cabras, pero solamente el 66 % de las razas. Esta amplia variabilidad genética les permite sobrevivir bajo condiciones ambientales estresantes, particularmente en cuanto a la incidencia de enfermedades y parásitos, nutrición muy pobre y temperaturas extremas. Lo anterior demanda mejoras iniciales en nutrición y sanidad, lo que en turno permitirá la posibilidad de mejoramiento genético para aumentar los niveles productivos. Esto se dice fácil; sin embargo, se requiere un gran esfuerzo, no solamente del sector gubernamental, sino de una completa y conciente alianza con los investigadores y, sobre todo, con los productores. Por otra parte, este mejoramiento genético debe llevarse a cabo dentro del contexto de sustentabilidad. La salud y bienestar animal y la preservación de los recursos genéticos son elementos de la sustentabilidad (Gamborg y Sandoe, 2003); sin embargo, biodiversidad, protección ambiental, seguridad para el consumidor, calidad de los alimentos y competitividad global son otros rubros importantes dentro de ese concepto (Gamborg y Sandoe, 2005). En este mismo contexto, Olesen et al. (2000) consideran que la implementación de valores en características económicas de mercado, y aquellas que no lo son, en el genotipo agregado, pueden permitir que los programas de mejoramiento genético contribuyan a que los sistemas de producción sean sustentables. Actualmente, toda esta filosofía y términos se han acuñado en lo que se ha denominado producción animal “verde, limpia y ética” (Martin, 2005).

Contribución de la biotecnología al mejoramiento genético animal

La genética y la reproducción constituyen conjuntamente la base de un mejoramiento genético y producción exitosos, por lo que representan áreas mayores de la investigación en biotecnología y producción animal (Wilmot et al., 2000). La manipulación genética es la única herramienta biotecnológica que puede utilizarse para crear variación genética en una especie, ya sea para incrementar la cantidad disponible para selección, o bien, crearla de nueva cuenta si no existía. Así (Wilmot et al., 1992), indican que a) el mapeo genético (MG) y la selección asistida por marcadores (SAM) pueden crear variación genética para introducirla de una raza a otra de la misma especie, b) la SAM tiene el potencial de incrementar la exactitud de la selección y también reducir el intervalo generacional, c) las técnicas de producción de embriones pueden permitir una combinación para incrementar la exactitud de la selección e intensidad de la selección a un nivel dado de consanguinidad, comparado con el sistema de ovulación múltiple y transferencia de embriones (MOET, por sus siglas en inglés) y con intervalo generacional reducido, d) la producción de embriones, la clonación y las técnicas de transferencia de genes podrían revolucionar los actuales métodos de diseminación del mejoramiento genético. Por otra parte, la técnica de loci de características cuantitativas (QTL, por sus siglas en inglés) ofrece también grandes oportunidades para el mejoramiento genético, por lo que Goddard (2003) indica que en el futuro habrá importantes ganancias genéticas cuando se tengan muchos QTL y genotipos identificados, combinados con intervalos generacionales cortos; Casas (2006) discute la importancia de la genómica en características de importancia económica del ganado. Smidt y Niemann (1999) señalaron que la biotecnología puede tener una aplicación significativa en los siguientes rubros: a) producir animales con una calidad genética óptima para comportamiento general, características específicas de producción, y para características

especiales de productos derivados de los animales; esto puede lograrse mediante la aplicación de procedimientos biotecnológicos como inseminación artificial, transferencia de embriones y otras biotecnologías relacionadas, b) la creación de características específicas de productos por medio de transferencia de genes, para el beneficio del consumidor y el mejoramiento del proceso técnico de los alimentos, c) nuevas perspectivas para el uso de animales con propósitos biomédicos; por ejemplo, en la síntesis de proteínas farmacéuticas en la glándula mamaria de ganado transgénico, d) utilización de procedimientos de clonación como una herramienta para la multiplicación idéntica de animales valiosos y, e) preservación de la diversidad genética de los animales incluyendo la preservación biotecnológica de células germinales, embriones, y aún células somáticas y ADN en un futuro cercano.

Causas de éxito y fracaso en programas de mejoramiento genético

En los países tropicales, como México, existe germoplasma animal local (no mejorado) perfectamente adaptado a las condiciones ambientales; tal es el caso de los caprinos Criollos. Estos animales por muchos años y principalmente por selección natural han logrado sobrevivir en condiciones adversas de clima y alimentación, razón por la que representan un recurso genético importante. Sin embargo, es obvio que padecen de algunas deficiencias en cuanto a sus índices productivos, por lo que se han implementado programas de cruzamientos para mejorar la producción, principalmente mediante el apareamiento de sementales de razas mejoradas “exóticas” (como la Nubian, Alpina, Boer, y otras) con cabras Criollas.

Las condiciones adversas de los países tropicales imponen muchas limitantes para el desarrollo y ejecución de proyectos de investigación, por lo que en muchos casos se ha tenido que recurrir a trabajos de simulación (Bosman et al., 1997). Sin embargo, en una

revisión de programas de mejoramiento genético de pequeños rumiantes en países tropicales, Kosgey et al. (2006) informaron casos de éxitos y fracasos.

Experiencias de éxitos. Se mencionará primeramente una experiencia en países del sur y sureste de Asia, en el que se utilizó proyecto que contenía un enfoque integral para el control de parásitos gastrointestinales encaminado a reducir la mortalidad de cabritos (TAGAR, 2002). El éxito consistió en que cada país desarrolló sus actividades de la manera más apropiada, siguiendo una ruta de aspectos que satisficieron las condiciones y necesidades locales. También se introdujo un paquete de opciones tecnológicas para que el productor tomara de allí aquellas que podían controlar los gusanos parásitos con base en el mejor enfoque holístico, suficiente para incluir todos los aspectos de la sanidad y producción caprina. Algunos productores, inclusive, fueron muy cautos para revisar algunas recomendaciones y hacer ajustes de diferentes condiciones y situaciones en el campo, por lo que el proyecto tuvo un gran beneficio. En otro proyecto del mismo programa ((TAGAR, 2002), en Vietnam se proporcionaron a productores sementales de una raza nativa bien adaptada (Bach Tao) con el objetivo de mejorar sus animales genéticamente. A los productores se le informó de los efectos negativos de la consanguinidad y también se les capacitó en aspectos de manejo general y empadres controlados. Sin embargo, era necesario que los productores construyeran alojamientos adecuados para ese manejo, por lo que recibieron del proyecto el 30 % del valor total de los sementales, mientras que los más pobres recibieron el 100 %. Después de 2 años, los resultados de utilizar esas cabras mejoradas mostraron una mejora general en la producción (se redujo la mortalidad y se mejoró la tasa de crecimiento). Es necesario aclarar que en este ejemplo el mejoramiento final logrado también se debió a factores no genéticos.

Experiencias de fracasos. A finales de los años 70's se inició en Marruecos un programa de mejoramiento genético en ovinos D'Man (Darfaoui, 1999), basado en un esquema de núcleo abierto con el propósito de preservar la raza, misma que había sido amenazada por sequías y mal manejo, así como para evaluar su comportamiento productivo con un mejor manejo. La intención de los programas iniciales era mantener la prolificidad de las ovejas en un alto nivel e incrementar la tasa de crecimiento de los corderos al nivel del resto de las otras razas del país, que son 2 características parciales que, cuando se combinan, pueden predecir el potencial productivo de la población (Upton, 1989). En el diseño del programa la agencia de desarrollo ignoró a los productores no organizados (como el 90 % del total), por lo que los productores en su conjunto se beneficiaron muy poco de los animales producidos en el área multiplicadora, ya que la mayoría de los animales reproductores terminaron en los rastros o sacrificados en ceremonias religiosas, en lugar de terminar mejorando los rebaños de los productores que no estaban organizados. Aunque se pone en duda si es recomendable llevar a cabo un programa para mejorar la prolificidad en condiciones donde hay sequías (como en este país), la falta de monitoreo del proyecto no permitió determinar el progreso genético. Otro proyecto se inició en Senegal con el fin de incrementar la productividad de las razas locales tipo Sahelian (Peul y Touabire), así como la Djallonké tripanotolerante en las áreas semi-áridas y sub-húmedas, con la meta de incrementar el abastecimiento de carne y, subsecuentemente, reducir las importaciones de ovinos de países vecinos para celebrar ceremonias religiosas (como el Hedoul Dhaka). Inicialmente se estableció un rebaño núcleo en una estación de investigación del gobierno, pero posteriormente se extendió a rebaños a nivel de comunidades pequeñas para incrementar la base de selección de los ovinos Peul. Los objetivos del proyecto fueron establecidos por técnicos del gobierno mediante interpretación de objetivos nacionales para

incrementar el abastecimiento de carne. Sin embargo, debido a insuficiente participación de los productores, las opiniones en relación a algunas limitaciones, impuestas por el sistema de producción, no se tomaron en cuenta. Como consecuencia, los rebaños de muchas comunidades no contribuyeron al proyecto, aunados a la falta de recursos financieros y logísticos.

PRODUCCIÓN CAPRINA Y MEJORA GENÉTICA PARA EL FUTURO

A pesar de que las cabras están presentes en todos los continentes, este sector ha tenido significativamente un menor apoyo gubernamental y académico que otros sectores de productos animales como la leche de vaca, la carne de bovinos, aves, cerdos y, inclusive, caballos (Dubeuf et al., 2004). Por otro lado, a pesar de cualidades reales, las potencialidades de las cabras son menos apreciadas económica y comercialmente.

Propuestas para mejorar la producción caprina. Morand-Fehr et al. (2004) proponen las siguientes acciones para mejorar la producción caprina en general: a) mantener y desarrollar los factores que explicaron el éxito de la caprinocultura durante el final del siglo XX, pero sin incitar a que este sector entre a las economías de mercado internacionales, especialmente cuando no haya seguridad de que condiciones como capacitación, servicio de extensión, organización de productores, canales de comercialización, etc., se satisfagan, b) mantener y desarrollar los aspectos sociales de la caprinocultura en países desarrollados y en desarrollo, sobre todo en lo que concierne al aspecto forestal y manejo de la tierra, así como la integración sociológica para una vida económicamente sustentable, c) mantener y desarrollar la buena imagen de las cabras y sus productos, al rechazar la mala reputación de los productos de la cabra, d) concentrarse para satisfacer las demandas de los consumidores al producir productos sanos, de buena calidad dietética, de buen sabor y, cuando sea posible, creando nuevos productos bien adaptados a la evolución del consumidor, e)

desarrollar la investigación y los servicios de extensión en el sector caprino. Sin embargo, la investigación y las instituciones de servicios de extensión deben modificar su organización abriendo sus consejos y comités a representantes de organizaciones de productores de cabras y a expertos independientes, así como escoger áreas que deben tener no solamente un impacto económico, sino también social.

Propuestas para mejorar la investigación científica. Con el propósito de adoptar una posición realística para mejorar la eficiencia de la investigación en cabras para el futuro, Morand-Fehr y Lebbie (2004) proponen algunas líneas, como: a) manejar de mejor forma la información existente y hacer que esté más disponible para los usuarios finales, sin olvidar aquellas publicaciones escritas en idiomas que no sea inglés, b) que las compañías que publican revistas científicas internacionales adopten todavía políticas más rigurosas en los procedimientos de revisión; sin embargo, dado que algunas publicaciones de buena calidad en investigación aplicada o de interés regional podrían no satisfacer los requisitos de estas revistas internacionales, se sugiere la creación de números especiales en estas revistas dedicados a tópicos que incluyan, por ejemplo, métodos de transferencia de tecnología, estrategias para crear organizaciones profesionales, descripción de nuevos productos caprinos o nuevas tecnologías, aspectos sociológicos de la caprinocultura, etc., c) facilitar el contacto entre científicos para que integren los diferentes aspectos de la investigación, acorde con la realidad de la caprinocultura, d) propiciar el establecimiento de redes de instituciones de investigación que establezcan objetivos bien definidos a corto plazo; instituciones que podrían participar en el financiamiento de proyectos de esta naturaleza son **FAO, ICARDA, ILRI, IGA, CIHEAM, IICA, etc.**

Propuestas para efectuar mejoramiento genético. Una de las limitantes más importantes en la investigación es la disponibilidad de recursos económicos. En virtud de lo anterior,

existen 3 áreas en las cuales es más probable que haya disponibilidad de recursos para el futuro cercano (Sahlu y Goetsch, 2005), que son: a) biotecnología, b) investigación médica y, c) seguridad alimentaria. Por supuesto, la investigación en mejoramiento genético promete una mejora significativa en el sector caprino, como son: a) la secuencia y mapeo del genoma caprino que permitirá la identificación de genes individuales que controlan características específicas de importancia económica en la producción como tasa de crecimiento, eficiencia en la utilización del alimento, calidad de la canal, metabolismo de los nutrimentos, etc., b) tecnología basada en los genes para identificar recursos genéticos locales (nativos) que poseen características que tienen una marcada influencia en la adaptabilidad a ambientes desfavorables, productividad bajo condiciones sub-óptimas, y resistencia a enfermedades y parásitos y, c) en virtud al impacto potencial de la globalización en el conglomerado de genes de la cabra, debe darse prioridad a algún mecanismo de preservar algunas de las razas más raras antes de su extinción. Es importante aclarar, sin embargo, que todavía en nuestros países hay la necesidad de continuar trabajando en la investigación sobre temas “tradicionales”, como aquellos relacionados con niveles y eficiencia en la producción, lo cual involucra la evaluación de factores ambientales, la estimación de parámetros genéticos, y el establecimiento de estrategias de mejoramiento, entre otros (Olivier et al., 2005). Por lo tanto, es aquí donde todavía es más crítica la necesidad de colaboración interinstitucional, así como de equipos de investigación multidisciplinaria y, sobre todo, con la participación activa de los productores.

LITERATURA CITADA

Bosman, H.G., Ayantunde, A.A., Steenstra, A., Udo, H.M.J., 1997. A simulation model to assess productivity of goat production in the tropics. *Agric. Systems*. 54, 539-576.

Boyazoglu, J., Hatziminaoglou, I., Morand-Fehr, P., 2005. The role of goat in society: Past, present and perspectives for the future. *Small Rumin. Res.* 60, 13-23.

Casas, E., 2006. Aplicación de la genómica para identificar genes que influyen sobre características económicamente importantes en animales. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 14, 24-31.

Darfaoui, E.M., 1999. D'man sheep breeding programme in Morocco. In: Galal, S., Boyazoglu, J., Hammond, K. (Eds.), *Proceedings of the Workshop on Developing Breeding Strategies for Lower Input Animal Production Environments*, Bella, Italy, 22-25 September 1999, ICAR Technical Series 3, pp. 319-330.

Devendra, C., 2001. Small ruminants: imperatives for productivity enhancement improved likelihood and rural growth-A review. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.* 14, 1483-1496.

Dubeuf, J.P., Morand-Fehr, P., Rubino, R., 2004. Situation, changes and future of goat industry around the world. *Small Rumin. Res.* 51, 165-173.

El Aich, A., Waterhouse, A., 1999. Small ruminants in environmental conservation. *Small Rumin. Res.* 34, 271-287.

Galal, S., 2005. Biodiversity in goats. *Small Rumin. Res.* 60, 75-81.

Gamborg, C., Sandoe, P., 2003. Breeding and biotechnology in farm animals-ethical issues. In: Levinson, R., Reiss, M. (Eds.), *Key Issues in Bioethics*. Routledge Falmer, London. pp. 133-142.

Gamborg, C., Sandoe, P., 2005. Sustainability in farm animal breeding: a review. *Livest. Prod. Sci.* 92, 221-231.

Goddard, M.E., 2003. Animal breeding in the (post-) genomic era. *Anim. Sci.* 76, 353-365.

Haenlein, G.F.W., 2001. Past, present, and future perspectives of small ruminant dairy research. *J. Dairy Sci.* 84, 2097-2115.

Jahnke, H.E., Tacher, G., Keil, P., Rojat, D., 1988. Livestock production in tropical Africa, with special reference to the tsetse-affected zone. In: *Livestock Production in Tsetse-affected Areas of Africa. Proceedings of the Meeting on Trypanotolerant Livestock Network*, 23-27 november 1987, Nairobi, Kenya.

Knights, M., Garcia, G.W., 1997. The status and characteristics of the goat (*Capra hircus*) and its potential role as a significant milk producer in the tropics: A review. *Small Rumin. Res.* 26, 203-215.

Kosgey, I.S., Baker, R.L., Udo, H.M.J., Van Aredonk, J.A.M., 2006. Successes and failures of small ruminant breeding programmes in the tropics: a review. *Small Rumin. Res.* 61, 13-28.

Lebbie, S.H.B., 2004. Goats under household conditions. *Small Rumin. Res.* 51, 131-136.

Martin, G.B., 2005. Métodos “limpios, verdes y éticos” para aumentar la eficiencia reproductiva en pequeños rumiantes. In: *Memoria Reproducción en Rumiantes*. J. Gallegos S., A. Pró M., O. Tejada S. y S. González M. (Coordinadores). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. pp: 1-15.

Morand-Fehr, P., Boyazoglu, J., 1999. Present and future outlook of the small ruminant sector. *Small Rumin. Res.* 34, 175-188.

Morand-Fehr, P., Lebbie, S.H.B., 2004. Proposals for improving the research efficiency in goats. *Small Rumin. Res.* 51, 145-153.

Morand-Fehr, P., Boutonnet, J.P., Devendra, C., Dubeuf, J.P., Haenlein, G.F.W., Holst, P., Mowlem, L., Capote, J., 2004. Strategy for goat farming in the 21st century. *Small Rumin. Res.* 51, 175-183.

Olesen, I., Groen, A.F., Gjerde, B., 2000. Definition of animal breeding goals for sustainable production systems. *J. Anim. Sci.* 78, 570-582.

Olivier, J.J., Cloete, S.W.P., Schoeman, S.J., Muller, C.J.C., 2005. Performance testing and recording in meat and dairy goats. *Small Rumin. Res.* 60, 83-93.

Peacock, C., 2005. Goats - A pathway out of poverty. *Small Rumin. Res.* 60, 179-186.

Pittroff, W., 2004. Perspectives for goat production. In: *Memorias de la XIX Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. AMPCA. Acapulco, Gro., México. pp. 28-43.

Sahlu, T., Goetsch, A.L., 2005. A foresight on goat research. *Small Rumin. Res.* 60, 7-12.

Shrestha, J.N.B., Fahmy, M.H., 2005. Breeding goats for meat production: a review. 1. genetic resources, management and breed evaluation. *Small Rumin. Res.* 58, 93-106.

Smidt, D., Niemann, H., 1999. Biotechnology in genetics and reproduction. *Livestock Prod. Sci.* 59, 207-221.

TAGAR (Technical Assistance Grant Annual Report), 2002. Development and testing of an integrated approach to the control of gastrointestinal parasites of small ruminants in south and south-east Asia. Technical Assistance Grant No. 443, 69 p.

Upton, M., 1989. Livestock productivity assessment and herd growth models. *Agric. Systems.* 29, 149-164.

Wilmut, I., Haley, C.S., Woolliams, J.A., 1992. Impact of biotechnology on animal breeding. *Anim. Reprod. Sci.* 28, 149-162.

Wilmut, I., Young, L., DeSousa, P., King, T., 2000. New opportunities in animal breeding and production – an introductory remark. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61, 5-14.