Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Deparment of Sustainable Agricultural Systems

Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna

Diseño e implementación de un programa de mejoramiento genético de tipo comunitario de caprinos en el norte de México

Design and Implementation of a community-based goat breeding program for smallholders in the North of Mexico

M. en C. Luis Manuel Escareño Sánchez

Dissertation

Zur Erlangung des Doktorates

der Universität für Bodenkultur

Abril 2010

Asesores internos:

Univ. Prof. Dipl.- Ing. Dr. Johan Sölkner

Universidad de Recursos Naturales y Ciencias Aplicadas a la Vida

Departamento de Sistemas de Producción Sustentables. División de Ciencias Agropecuarias.

Dipl.-Ing. Dr. Maria Wurzinger

Universidad de Recursos Naturales y Ciencias Aplicadas a la Vida

Departamento de Sistemas de Producción Sustentables. División de Ciencias Agropecuarias.

Asesores externos:

PhD Luis Iñiguez

Centro Internacional de Investigación Agrícola en Zonas Áridas (ICARDA). Aleppo, Siria.

PhD César A. Meza Herrera

Universidad Autónoma de Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango. México.

Dedicatoria

A Dios, sin él nada es posible.

A Myrna, mi compañera de vida, gracias nena

por compartir, por motivar, por restaurar, por ser.

A mis hijos Joel, Luis y Daniel, los sacrificios hacen cosas importantes.

A mis padres, sin su ejemplo no sería el ser humano que soy.

A mis hermanos, su compañía siempre ha alegrado mi vida.

Agradecimientos

A Maria Wurzinger, por ser parte en la concepción del proyecto y permitirme ser parte de este esfuerzo.

A Homero Salinas por su generosidad, apoyo y por ser uno de mis mejores maestros de vida.

A Luis Iñiguez, por compartir conmigo su experiencia y enseñarme como hacer correctamente las cosas.

A Johann Sölkner por formular proyectos donde la gente común se vuelve importante.

A mis profesores Roswitha Baumung, Alfons Willam y Michael Hauser por contribuir en mi formación.

A Philipp Nagel sin su compañía y amistad la estancia en Austria no hubiera sido tan buena.

A Astrid Köck por compartir el espacio de trabajo y hacerme la estancia en la universidad placentera y cordial.

A Lina Maximini y Supawadee Manatrinon, gracias a ellas Alemania y Tailandia nunca estuvieron tan cerca de mí.

A Gabor Meszaros por apoyarme aun cuando no hubiera tiempo.

A mis compañeros de estudio:

Muhi, Deo, Esau, Henry, Gemeda, Tadele, Zewdu, Albert, Amlaku y Tekeba, la experiencia de conocer África y Siria a través de ustedes será inolvidable.

Al Gobierno de Austria por el apoyo económico para la realización del presente estudio.

CONTENIDO

		Pág.
1	**Introducción general**	9
2	**Escenario global de la producción caprina**.	10
3	**Escenario caprino en América Latina**.	13
	3.1 Argentina.	13
	3.2 Brasil	14
	3.3 Chile	15
	3.4 Perú.	15
	3.5 Venezuela	15
4	**El escenario caprino en México**.	16
	4.1 La Comarca Lagunera.	17
	4.2 La producción caprina en La Comarca Lagunera.	18
	4.2.1 Alimentación.	18
	4.2.2 Condiciones tecnológicas y de producción.	18
	4.2.3 Volumen de producción de leche de cabra y población caprina. . .	19
	4.2.4 Comercialización.	20
	4.2.5 Comportamiento reproductivo.	21
5	**Productos Caprinos**.	23
	5.1 Leche y queso.	23
	5.1.1 La necesidad de organizar mercados de leche caprina para consumidores urbanos en países en desarrollo.	26
6	**Sistemas de Producción Caprinos**.	29
	6.1Sistemas de Producción rurales sin dominio de tierra (nómadas o trashumantes).	29
	6.2 Sistemas de producción extensivos.	30
	6.3 Sistemas basados en cosechas.	30
	6.4 Sistemas de producción a nivel de comunidades.	31
	6.5 Sistemas de producción intensivos.	31
7	**Comportamiento productivo de cabras lecheras en los trópicos**. .	32
	7.1 Factores que afectan la producción de leche.	32
	7.2 Curva de lactancia.	35

8 Mejoramiento genético para pequeños rumiantes en sistemas de producción marginales y limitantes para su implementación. 36
8.1 Aspectos importantes en la consideración de un plan de mejoramiento para pequeños rumiantes en sistemas de producción marginales. 38
8.1.1 Descripción del sistema productivo 38
8.1.2 Caracterización de la población animal objetivo 38
8.1.3 Determinación con la comunidad del método de mejoramiento. . . 39
8.1.4 Definición con la comunidad los objetivos de cría y criterios de mejoramiento. 39
8.1.5 Establecer con la comunidad la estrategia de registro de producción. 40
8.1.6 Implementación del Plan. 41
9 Retos y limitantes potenciales en la aplicación de planes de mejoramiento para pequeños productores. 42
9.1 Productores participantes. 42
9.2 Estrategia de Intervención 42
10 Ejemplos de planes de mejoramiento considerando la participación de las comunidades. 43
10.1 México. 43
10.2 Perú (ovinos) 43
10.2.1 Alpacas. 44
10.3 Argentina (Cabras). 44
10.4 Bolivia (Llamas). 46
11 Planes de mejoramiento de pequeños rumiantes para pequeños productores en México. 46
11.1 Recursos genéticos. 46
11.2 Planes de mejoramiento genético. 47
11.3 Estudios de Variabilidad. 48
11.3.1 Longevidad. 49
11.3.2 Estimación de parámetros genéticos y fenotípicos. 50
11.3.3 Pesos. 53

12 Necesidades de investigación futuras y de acciones de apoyo 54

para consolidar planes de mejoramiento genético para pequeños rumiantes. . . . . .
13 La cabra y sistemas de producción caprino lecheros de pequeños productores en La Comarca Lagunera, norte de México 56
14 Design and implementation of a community-based breeding program for dairy goats in Northern Mexico. 71
15 Conclusiones 83
16 Resumen 86
Summary. 87
17 Referencias. 89

Índice de Tablas

Número de Tabla	Título	Página
I	Principales países productores de productos caprinos (leche y carne)	11
II	Número y porcentaje de cabras por producto en países desarrollados y menos desarrollados.	12
III	Guía para medidas del comportamiento reproductivo de cabras mantenidas en agostadero en el Norte de México. . .	23
IV	Producción de leche de cabra a nivel mundial (millones de litros y millones de cabezas)	27
V	Características productivas en cabras nativas en diferentes partes del mundo	34
VI	Producción de leche y período de lactancia de diferentes razas lecheras en diferentes países.	35
VII	Producción de leche y pico de producción en diferentes razas en México.	36
VIII	Medias de cuadrados mínimos para tamaño de camada y tasa de sobrevivencia en cinco razas en el norte de México.	49
IX	Medias de cuadrados mínimos para producción de leche y características reproductivas para diferentes grupos genéticos de cabras en el Norte de México.	50
X	Promedio de peso al nacimiento para cabras locales y sus cruzas en México.	50
XI	Heredabilidades (h^2) y repetibilidades (r) de las correlaciones genéticas y fenotípicas entre producción de leche (MP), producción acumulada a los 120 días de lactancia (MP120) y longitud de lactancia (LL) para cabras Saanen en México.	51
XII	Heredabilidad (h^2) y repetibilidad (r) estimadas para producción de leche y componentes de la leche (en 305 días) en cabras Saanen en México	52
XIII	Correlaciones genéticas y fenotípicas para producción de leche y sus componentes en cabras Saanen de primer parto en México.	53
XIV	Estimaciones de heredabilidad (h^2) y repetibilidad *(r)* para peso al nacimiento (BW), ganancia de peso antes del destete (ADG) y peso al destete (WW) en cabras en México.	54
XV	Correlaciones genéticas (rg), fenotípicas (rp) y ambientales (re), entre características de crecimiento en cabras en México.	54

1. Introducción general.

A pesar de la importancia a nivel mundial desde un punto de vista social y económico principalmente como generadoras de alimento y dado su crecimiento poblacional en los últimos años las cabras no han recibido la atención necesaria. Las cabras se encuentran distribuidas en todos los ecosistemas pero están concentradas en los trópicos, principalmente en zonas áridas y semiáridas. En los continentes asiático y africano se encuentra la mayor población caprina, pero en general contribuyen sustancialmente en todo el mundo al modo de vida de pequeños productores. En países en desarrollo las cabras son importantes debido a las diferentes funciones que desempeñan en las unidades de producción. Las cabras, en particular aquellas destinadas a la producción de leche son criadas en diferentes sistemas productivos, los cuales tienen su particular problemática y en países en desarrollo predominan los extensivos cuya problemática se traduce en deficiente asistencia técnica.

En México, de acuerdo a la información revisada y disponible existen aproximadamente 320 mil familias que dependen de la explotación caprina en las zonas rurales para su sobrevivencia. La productividad de estos sistemas es baja, y las grandes deficiencias y problemas tecnológicos que los aquejan ameritan una urgente asistencia por parte del gobierno. Los avances en el sector son pocos y requieren de celeridad y de una investigación sólida acompañada de difusión tecnológica y escalamiento, sustentada por acciones de desarrollo y de inversión, además de la aplicación de políticas adecuadas, lo anterior puede ser la clave para su desarrollo. El presente trabajo enfoca en la producción caprina lechera, desde una perspectiva global, considerando la situación caprina en América latina, destacando a México y enfatizando en sistemas de producción extensivos en zonas áridas y semiáridas donde el aspecto de mejoramiento genético es el tópico central de este estudio

2. Escenario global de la producción caprina.

Los pequeños rumiantes conforman un nicho ecológico y económico importante para pequeños productores a nivel mundial (De Vries, 2008). La cabra fue uno de los rumiantes más antiguos en ser domesticados, de acuerdo a Dubeuf *et al.* (2004) la cabra fue usada para la obtención de carne y leche en el medio oriente desde el año 2,500 A.C. La población mundial caprina en el 2007 según Olivier *et al.* (2005) fue cerca de 851 millones e incluye un total de 1,156 razas, y los países en desarrollo cuentan con cerca del 98% de la población y comparten el 76% de las razas.

Según la FAO (2010) a nivel mundial la población de cabras es cercana a los 800 millones de cabezas con más del 90% localizada en países en desarrollo perteneciendo principalmente a pequeños productores. En cuanto a los principales países productores de leche de cabra a nivel mundial y de acuerdo con la FAO (2009) fueron La India, Bangladesh, Sudán, Pakistán, Francia y Grecia como se muestra en la tabla I, y los cuales produjeron el 55% de la leche de cabra a nivel mundial.

Tabla I. Principales países productores de productos caprinos (leche y carne)

País	Leche (MT)	País	Carne (MT)
India	4,000,000	China	1,835,872
Bangladesh	2,016,000	India	546,285
Sudan	1,456,000	Nigeria	266,640
Pakistan	682,000	Pakistan	256,500
Francia	579,000	Bangladesh	195,300
Grecia	505,523	Sudan	174,020
España	488,500	Iran	120,249
Iran	410,000	Indonesia	73,214
Somalia	393,000	Etiopía	64,655
Rusia	259,693	Somalia	59,619

MT=Miles de toneladas, Fuente: FAO, 2010

De acuedo con datos de la FAO (2010) la producción de leche a nivel mundial presentó un crecimiento ligeramente mayor en comparación con la población humana (1.8 vs. 1.4%) incluso superior en comparación con la leche bovina (1.8 vs 0.2%), lo que demuestra la importancia en cuanto a crecimiento de ésta especie. Según estimaciones de Bowman (1997) en un estudio realizado para la FAO, los pequeños rumiantes en los países en desarrollo tuvieron un incremento de 1.4 % del periodo de 1960 a 1990 y continuó incrementándose de 1990 hasta el 2010 en una proporción del 1.3% anual de acuerdo a lo que el autor denomina un escenario de crecimiento conservador, del periodo del 2010 al 2025 se estima que será del 2.7% anual, para luego descender en 1.6% y 0.8% por año en los períodos del 2025-2050 y 2050-2100 respectivamente. El autor señala que el mayor incremento está previsto en Asia del sur en una tasa de 3% entre el año 1990 y 2050. En un escenario de crecimiento mayor la población mostrará un decremento en algunas regiones (Oriente medio y Asia después del 2025; África subsahariana después del 2050; Latinoamérica después del 2010) o una estabilización (Asia del sur).

Las cabras, en concurrencia con Olivier *et al.* (2005) contribuyen de manera importante al sustento de pequeños productores principalmente escasos recursos los cuales no tienen más recursos que sus rebaños.

En países en desarrollo de acuerdo a lo descrito anteriormente y como se observa en la tabla II. Existe la mayor parte de la población caprina.

Tabla II. Número y porcentaje de cabras por producto
En países desarrollados y en desarrollo.

Nivel de desarrollo	Cabras lecheras (millones)	Cabras para carne (millones)	Porcentaje total de cabras lecheras
Desarrollados	9.7	31.45	30.9
En desarrollo	135.6	711.9	19.1

Fuente: Olivier *et al.* 2005.

El incremento y la distribución de la población caprina en el mundo según Lebbie (2004) y Hassan *et al.* (2004), se debe a las diferentes funciones que desempeñan las cabras en las unidades de producción entre las cuales destacan las siguientes:

a) Producen alimento. Las cabras contribuyen en la alimentación de las familias que las poseen, pero según Dubeauf *et al.* (2004), no existe objetividad en esta información ya que los productos fluyen a través del mercado informal.

b) Contribuyen al empleo y la estabilidad económica. Ya que proveen empleo principalmente a mujeres en condiciones rurales y sus hijos, quienes tienen la responsabilidad de cuidar de las cabras. En los productores de escasos recursos funcionan también como cuentas de ahorro ya que al carecer de las facilidades de acceso a créditos bancarios, la alternativa es invertir en sus rebaños los cuales les propocionan seguridad ante eventuales emergencias económicas.

c) Generan valor adicional en las unidades de producción. Por ejemplo: la utilización de estiercol y orina que son una invaluable fuente de fertilizantes de tipo orgánico para mantener o mejorar la calidad de la producción agrícola, sobre todo en condiciones donde los productores no pueden absorver costos de fertilizantes de tipo inorgánico para el uso en sus cultivos tradicionales.

d) Facilitan la utilización de tierras marginales. Principalmente en terrenos donde la producción de cultivos no pueden utilizarse de una manera redituable.

2. El escenario caprino en América latina.

Las vastas zonas áridas y semiáridas de Latinoamérica desde México hasta Argentina son caracterizadas por altos niveles de pobreza rural. Las lluvias erráticas y las recurrentes sequias limitan la producción agrícola y para productores de escasos recursos la manutención de ganado mayor es imposible. Los pequeños rumiantes como las cabras, proveen a este tipo de productores una opción de generación de ingreso. Los sistemas de producción predominantes en Latinoamérica son los de pastoreo libre o extensivos principalmente dedicados a la producción de carne. En el caso de la producción lechera se utilizan sistemas semiextensivos. El sistema intensivo se encuentra en menor proporción y muchas veces representado por pequeños establecimientos con un número reducido de animales (Ciappesoni, 2005).

Las oportunidades de desarrollo del sector caprino en América latina existen donde la población está altamente influenciada por la cultura española y donde el desarrollo global de la leche caprina y su futuro podría depender de la evolución del estándar de vida de cada país (Dubeauf, 2005). En esta región como en otros países del mundo y en concurrencia con Dubeauf *et al.* (2004) los sistemas de producción son llamados: “suburbanos” e involucran rebaños alrededor de ciudades donde la alimentación se basa frecuentemente en subproductos y en la compra de algunos forrajes cuando los productores pueden hacerlo , en cuyo caso, la leche de cabra es relativamente cara y vendida para niños y segmentos favorecidos económicamente dentro de la población.

A continuación se hará una breve revisión de los principales países productores de caprinos en Latinoamérica.

3.1 Argentina.

La producción de carne es la función más importante de la cría en este país. Productos secundarios son la producción de pieles y estiércol para fertilizar viñedos especialmente en las zonas norte y centro. En la zona sur es importante también la producción de pelo de cabra Angora (mohair). La leche se utiliza para alimentar a perros pastores, cerdos y aves y en algunos casos para el sustento familiar. En la zona norte y centro se fabrican quesos llamados “quesillos”. Y en los últimos años la región cercana a la ciudad de Buenos Aires ha evolucionado

notablemente la producción lechera. Actualmente en esta región se procesan más de 90,000 L al mes de leche en polvo (74%), quesos (22%) y leche fluida UTH (3%). Los quesos cubren cerca del 90% de la demanda del área metropolitana de Buenos Aires (Bedotti *et al.* 2007 y Samartino 2002).

3.2 Brasil.

Brasil tiene más de 10 millones de cabras (Ribeiro y Ribeiro 2009), la mayoría de ellas ubicadas en la región noreste del país donde tiene mayor importancia la cría caprina, no sólo porque allí se concentra el 90% de la población total de caprinos sino también porque en esta región ésta producción tiene una gran importancia socioeconómica. Esta región representa el 18.2% (1.561.177,8 km^2) de la superficie total del Brasil. En un 75% está conformada por una zona semiárida. La producción de leche es de 141 millones de litros al año, de estos sólo 1,1 millones son colectados para la industria. El precio promedio de la leche es de 0,58 $US por litro.

Se utilizan principalmente dos sistemas de cría:

a) Sistema tradicional: emplea áreas mayores con animales sin raza definida y nativos, algunos en proceso de extinción.

b) Sistema progresivo: adopta prácticas racionales de manejo basadas en el conocimiento empírico o científico. Emplea áreas menores y animales mestizos o puros de razas alpinas (Saanen, Alpina) y africanas (Anglo-nubian y Bhuj) y más recientemente animales de la raza Boer.

La leche de cabra de acuerdo a Ribeiro y Ribeiro (2009) va conquistando el mercado en forma de leche entera pasteurizada y congelada, yogurt natural o con frutas, quesos en diferentes variedades; así como para la producción de helados, cosméticos, leche en polvo y leche ultra pasteurizada. La venta de hembras para reemplazo y reproductores especializados para la producción de leche constituye una de las principales fuentes de ingresos. La piel es también un producto bastante explotado en el noreste, teniendo reconocimiento internacional. El mercado de la carne es poco explotado en el sur y sureste teniendo mayor importancia en el nordeste donde se comercializa el cabrito.

3.3 Chile.

En Chile el 50% del total de la población caprina se concentra en la IV región, la mayor parte corresponde a animales de doble propósito donde la producción de carne es tan significativa como la de leche. En la zona norte hasta Santiago los principales productos que se obtienen son la leche para elaborar quesos y la carne para la preparación de “charqui” con el ganado de desecho, ambos productos de dudosa calidad técnica y sanitaria; a pesar que en la elaboración de queso y charqui se han obtenido avances significativos. En la décima región se utiliza para la producción de carne. En la región de Temuco tiene importancia la producción de pieles de cabras cruzadas con Angora para la producción de alfombras. Más de la mitad de la producción láctea se consume en forma fluida y el resto se utiliza para la fabricación de quesos (Ciappesoni, 2005).

3.4 Perú.

La producción caprina en Perú es considerada como una actividad secundaria, pese a que la población total es de poco más de 2 millones de caprinos esta rama productiva tiene una gran importancia socioeconómica, por involucrar a más de 209,000 familias campesinas de precarios recursos. La casi totalidad de la crianza de caprinos se efectúa bajo el sistema extensivo en donde los caprinos se mantienen en un solo rebaño y sin controles sanitarios. La explotación caprina produce anualmente para el consumo del país más de 9,700 toneladas de carne, 18, 800 toneladas de leche y 787,000 toneladas de estiércol fresco para la agricultura. Los departamentos con una mayor población caprina son: Piura, Ayacucho, Lima, Huancavelica e Ica, que en conjunto representan más del 55% del total de las crianzas (Ciappesoni, 2005).

3.5 Venezuela.

En Venezuela la explotación caprina está dirigida especialmente a la producción de carne y piel, la producción de leche se encuentra en menor porcentaje. En las zonas áridas del norte del país se encuentra el 85 % de los caprinos. La crianza se efectúa principalmente como una actividad de subsistencia por parte de los criadores y muy pocos rebaños producen carne o leche (en forma de quesos o conservas) para el mercado. Los ingresos generados por aquellos

rebaños que producen para el mercado son a veces tan bajos que no igualan al salario mínimo oficial. La situación en otros países tropicales es prácticamente la misma, las cabras son usadas donde otras especies domésticas no sobrevivirían y los criadores reciben muy poca asistencia para su desarrollo y mejoramiento (Chirino *et al.* 2006 y Urdaneta, 2000).

4. El escenario caprino en México.

De acuerdo con Aréchiga *et al.* (2008) y Montaldo *et al.* (2010), en México existen aproximadamente menos de 10 millones de cabras y se considera el rebaño más grande del continente, a pesar de que la población caprina se ha visto disminuida desde 1993. En México existen 494,000 unidades de producción caprina y aproximadamente 1.5 millones de mexicanos tienen como actividad productiva primaria o complementaria a la caprinocultura. El 64% de las cabras se concentra en los sistemas de producción característicos de las zonas áridas y semiáridas y el 36% restante en la región templada del país.

La importancia de las cabras en México se ilustra por las estadísticas disponibles con una producción de leche de 192,000 toneladas, además una producción de carne de 17,000 toneladas en el 2006. México ocupa el primer lugar del continente americano en cuanto a la producción de leche y población caprina (Montaldo, *et al.* 2010).

Los sistemas de producción regionales son heterogéneos, con rezagos tecnológicos y de sanidad, y con poca ó nula organización e integración. Así pues, la caprinocultura genera anualmente cerca de 43,000 toneladas de carne y más de 160 millones de litros de leche caprina (SAGARPA, 2007), más del 70% es producido en los sistemas extensivos de producción de las zonas áridas y semiáridas y aproximadamente el 25% es producida en los sistemas. Mellado (1997) ha resaltado el enorme potencial que implica el lograr incrementar la producción de leche por cabra y por hectárea en los hatos de cabras explotadas bajo condiciones extensivas en México, sin que esto implique ningún riesgo de atentar contra la estabilidad de los agostaderos. Una alternativa para lograrlo es la implementación de programas formales de mejoramiento genético con base a las condiciones existentes en los sistemas de explotación y a las condiciones que debe reunir la cabra ideal para dichos sistemas de producción y a la

implementación de las tecnologías reproductivas que permitan un mejoramiento genético acelerado.

Los estados con mayor población caprina en México son: Puebla con el 15.4 % de la población total nacional, Oaxaca con el 12%, San Luís Potosí con el 10.5, Guerrero con el 7.9 y Zacatecas con el 6.1 %. Las cabras producen anualmente 42,859 toneladas de carne y 163.6 millones de litros de leche. Dentro de los Estados más productores de leche, sobresalen Coahuila con el 37.2 % del total nacional, Durango con el 21%, Guanajuato con el 16.8%, Nuevo León con el 9.9%, Jalisco con el 3.7% y Zacatecas con el 3.2 %. Anualmente se sacrifican 398,769 cabras en rastros municipales (CNOG, 2003). El consumo per cápita anual de carne caprina es de 0.4 kg, de la cual, el 2.1 % es carne importada. Es importante mencionar que un alto porcentaje de los caprinos son sacrificados y consumidos por el propio criador, por lo que posiblemente la información estadística existente no sea tan veraz.

A continuación se describe de forma general la situación actual, de los sistemas de producción caprinos en la Comarca lagunera México, posteriormente se describen las características de la explotación de cabras en México en lo referente a aspectos relacionados con la reproducción en condiciones extensivas, enfatizando en estudios realizados hasta el momento en el rubro de mejoramiento genético.

4.1 La Comarca lagunera.

La Región Lagunera, se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos 102º22' y 104º47' W de G longitud Oeste, y los paralelos 24º 22' y 26º 23' latitud norte. La altura media sobre el nivel mar es de 1,139 metros. Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas, así como las áreas urbanas. La región cuenta con una extensión total de 4,788.750, en hectáreas, en las que se encuentran comprendidas las áreas montañosas, las agrícolas y pecuarias, así como las áreas urbanas. La superficie agrícola bajo la modalidad de riego representa el 3.62 por ciento de la extensión total, mientras que la superficie bajo la modalidad de temporal solo alcanza el 1.10 por ciento de dicha

extensión. Cabe señalar que en la modalidad de riego se incluye tanto el riego por bombeo como de gravedad.

4.2 La producción caprina en la Comarca Lagunera

La comarca lagunera es la región productora de cabras lecheras más importante del país, en ella se concentra la mayor cantidad de leche de cabra, Entre Coahuila y Durango producen casi 70 millones de litros de leche al año y produce cerca del 65% de la producción nacional. Se estima que en esta región se producen más de 45 millones de litros anuales. Dentro del sector agropecuario, la ganadería ocupa un lugar relevante en la región, tanto por el porcentaje de la población rural que participa en la actividad, como por la posición que ocupa la producción de leche caprina y bovina, con relación a la producción nacional. No obstante, los sistemas de producción pecuarios enfrentan diversos niveles de tecnificación y productividad, de integración y una problemática específica originada por la disponibilidad de insumos, características de la demanda y la incidencia de la oferta ya sean estatal, nacional e internacional de productos iguales o sucedáneos, entre otros.

4.2.1 Alimentación.

La alimentación de las cabras en pastoreo extensivo se compone principalmente de arbustos y plantas xerófilas en terrenos áridos y accidentados, no es común la suplementación alimenticia en la época de escasez de forraje, ni la aplicación de programas de medicina preventiva. En el sistema de producción intensiva para la producción de leche se dispone de esquilmos agrícolas y en algunos casos, de forrajes verdes, lo cual permite la producción de leche a lo largo del año.

4.2.2 Condiciones tecnológicas y de producción.

A pesar de la importancia económica y social de esta especie, su explotación sigue siendo precaria, la mayoría de las unidades de producción son de tipo extensivo, con aplicaciones tecnológicas mínimas y desarrolladas en terrenos accidentados con suelos pobres y agostaderos sobrepastoreados y con indicadores productivos muy bajos.

Existen dos objetivos de producción definidos, el sistema de producción de cabritos para su venta al destete con animales predominantemente con diversos

grados de mestizaje de las razas Nubia y Granadina y la producción de animales jóvenes y adultos para su venta en canal a las birrierías en donde los animales son genotipos producto de cruzas con razas españolas como Murciana Granadina, Blanca Celtibérica y la Perinaica que han desarrollado gran adaptabilidad y rusticidad pero reducida productividad. En cuanto a la producción de leche, existen muy pocas explotaciones lecheras de cabras y las que hay funcionan en condiciones semi-intensivas. El número de criadores de razas puras (pie de cría) es muy limitado, por lo que constantemente se están importando sementales de otros estados con problemas de adaptación y subalimentados.

Dado que el sistema de producción de carne y leche caprina predominante es el de pastoreo extensivo de bajos insumos, el principal insumo para la producción es el escaso forraje de las regiones áridas y semiáridas de la región donde se explota esta especie. Mientras que la producción de leche en sistemas intensivos, es una modalidad creciente en áreas productoras de forrajes cultivados, para lo cual se emplean mayores insumos. El tamaño de los rebaños es muy variable pero predominan las explotaciones menores a 50 cabras.

4.2.3 Volumen de Producción de Leche de Cabra y población caprina.

En el 2003, se produjeron 74 millones 935 mil litros de leche, el despegue más fuerte se observó en el 2002, cuando la producción pasó de 27 millones 693 mil litros a 71 millones 753 mil litros. A esta actividad se le empezó a dar el reconocimiento que se merece, cuando incremento el precio de la leche al pasar de 2.5 a 3.4 y algunos a 3.6 pesos por litro, con lo cual se reafirmo el logro y la inversión que se está teniendo esta actividad y el porqué la Región Lagunera ostenta el primer lugar nacional en cuanto a la producción láctea. El inventario ganadero de cabras en la Región Lagunera ha presentado una tendencia generalmente a la baja desde 1990, con unos ligeros repuntes entre un año y otro, el mayor inventario que se observa es en el año de 1992 en el que se alcanzo un inventario de 633,470 cabras y su mínimo nivel se registra en 1995 y 1996, llegando en el 2003 a 459,589 cabezas. A igual que en el volumen de la producción, en el 2003, se obtuvo el mayor valor de la producción que fue de 236 millones 249 mil pesos, de acuerdo a como se podrá observar en el cuadro No. 4, el valor de la

producción ha tenido incrementos constantes desde 1990, situación que tiene que ver con el precio pagado por cada litro de leche producido.

4.2.4 Comercialización

No obstante, la producción de leche de cabra disminuyó 42 por ciento comparado con el rendimiento alcanzado en 1990 que fue de 5.25 litros por animal y el del 2002 que fue de 2.56 litros por animal. El rendimiento promedio por animal ha presentado una tendencia a la baja desde 1990 a la fecha, teniendo que su máximo rendimiento se obtuvo en 1994 en donde se alcanzó un rendimiento de 5.96 litros por cabra y su nivel más bajo lo obtuvo en 1991 logrando solamente un rendimiento de 2.68 litros por cabra.

La comercialización de la leche caprina presenta una cadena menos complicada, al ser las empresas, a través de intermediarios recolectores, quienes acuden a las comunidades rurales para acopiar el producto, el cual, una vez transformado en quesos o dulces, es comercializado a través de tiendas de autoservicio para la venta al consumidor final. Los quesos frescos, elaborados por los propios productores, son comercializados directamente de puerta en puerta, a orilla de carretera, o a través de tiendas de abarrotes. La demanda constante de las industrias procesadoras de leche ha sido un incentivo para que la actividad se desarrolle y represente una fuente importante de ingresos para un número de familias que viven en la región.

La demanda industrial de leche de cabra se encuentra insatisfecha, debido a que la mayor disponibilidad de la leche de cabra se ubica en los meses de julio, agosto y septiembre y decrece a partir de octubre en adelante. Esta estacionalidad tan marcada se explica por la predominancia que tienen los sistemas extensivos de nuestra región. Las industrias que demandan grandes cantidades son las fábricas de queso y las plantas acopiadoras de la industria de la cajeta y sus derivados. La mayoría de estas empresas se encuentran trabajando por debajo de su capacidad instalada. Parte de la producción de leche de cabra se consume bronca o se utiliza de manera artesanal para elaborar quesos y dulces en la misma granja. La comercialización de estos quesos y

dulces se realiza a través de intermediarios que trasladan la producción a mercados de ciudades cercanas. Las empresas “Chilchota” y “Coronado” reciben casi la totalidad de la leche de cabra que se vende a la industria. Chilchota se dedica principalmente a la producción de quesos. Coronado procesa la leche en forma de pasta y la transporta a su fabrica central ubicada en la Ciudad de San Luis Potosí, en donde es elaborada finalmente para producir cajeta y paletas entre otros productos (SAGARPA, 2006).

4.2.5 Comportamiento reproductivo.

En los sistemas extensivos de caprinos en las zonas áridas y semiáridas del norte de México existen alrededor de 5 millones de cabras. De acuerdo con Mellado (2008), para maximizar la rentabilidad de una explotación caprina bajo condiciones extensivas en zonas de escasa precipitación pluvial, es de suma importancia minimizar los costos de producción y aumentar la eficiencia de producción. Lo anterior esta íntimamente relacionado a la tasa reproductiva del hato, la habilidad de producción de leche de las cabras y el porcentaje de mortalidad de los animales adultos y cabritos, ya que el mejoramiento de estos rubros se refleja en un aumento de la eficiencia de producción y una baja eficiencia reproductiva se traduce en: Incremento de intervalo entre partos, incremento en costos de mantenimiento de cabras improductivas y menos animales para seleccionar como reemplazos, entre otras.

En México los programas reproductivos para los hatos de cabras manejadas extensivamente son prácticamente inexistentes y el principal origen es la insuficiente información técnica disponible para la instrumentación de dichos programas. Otro de los obstáculos es la ausencia de registros productivos de las cabras en agostadero, lo cual impide conocer el grado de eficiencia reproductiva de las explotaciones caprinas. La inexistencia de servicios de asistencia técnica para los caprinocultores en agostadero, por parte del sector gubernamental y de las universidades del país, es otra causa que impide el desarrollo e implementación de programas reproductivos para explotaciones de cabras en sistemas extensivos. La medición de los procesos reproductivos es esencial para determinar el grado de eficiencia del manejo reproductivo del hato. Desafortunadamente en condiciones extensivas es prácticamente imposible

identificar las cabras y llevar un registro reproductivo de los animales, si no se tiene asistencia técnica permanente, lo cual raras veces ocurre en México.

Los parámetros reproductivos de cabras e agostadero que tienen relevancia económica y fisiológica tienen que ser interpretados en el contexto el sistema de manejo y las condiciones ecológicas de la zona, debido a la inconsistente y fluctuante disponibilidad de forraje en los agostaderos del norte de México.

Tabla III. Guía para medidas del comportamiento reproductivo de cabras mantenidas en agostadero en el Norte de México.

	Clasificación		
Parámetro	Mala	Buena	Meta
Edad al primer parto (meses)	24	15	12
Porcentaje de pariciones	<60	70	85
Cabritos vivos /cabra parida	1.3	1.5	1.6
Intervalo entre partos (meses)	24	12	12
Cabritos /hembra expuesta al macho (1 monta /año)	0.8	1.0	1.2
% Abortos (gestación en primavera)	>20	15	10
% Abortos (gestación en otoño)	10	7	5
Muerte cabritos a venta (parto verano)	15	12	10
Muerte cabritos a venta (parto invierno)	25	20	15

Fuente: Mellado (2008)

Por lo anterior y de acuerdo con Mellado (2008), sería ocioso discutir parámetros reproductivos óptimos para los hatos de caprinos en ecosistemas áridos, y de mayor utilidad será señalar cuál es el comportamiento reproductivo típico de las cabras en estas zonas, y cuáles son, según escasos y fragmentados estudios sobre el desempeño reproductivo de las cabras en agostadero, las principales fallas reproductivas en explotaciones extensivas de caprinos.

En cuanto al tamaño de camadas Montaldo *et al.* (1995), reportó camadas grandes en cabras locales y cruzas mejoradas con Nubia y locales con Granadina comparados con cruzas similares entre Saanen, Alpina y Toggenburg. En otro estudio realizado en el centro de México por Valencia (1992) comparando

tamaños de camadas entre cabras con apariencia de razas Alpina, Saanen, o Toggenburg tuvieron tamaños de camadas similares en rebaños manejados bajo condiciones de pastoreo y semipastoreo en comparación con aquellas sin una apariencia específica, pero estos grupos fueron inferiores a cabras con apariencia de Granadina. En lo relacionado al intervalo entre partos Montaldo *et al.* 1981, reportó una reducción importante en cabras con una alta incidencia de genes de razas exóticas destacando aquellas cruzas con la raza Granadina.

5. Productos caprinos

El principal producto de los caprinos según Davendra (2010) en países en desarrollo es la carne mientras que en los países desarrollados, la carne es un producto secundario a la leche. Según este autor de 1985 al 2005 el crecimiento anual de la producción de carne fue de 6.5% y señala que a pesar de la tendencia hacia su incremento ésta todavía es inadecuada en la mayoria de los países y como consecuencia afirma que la tendencia es sacrificar a edades tempranas animales con una erosión consistente de los animales potencialmente aptos para la reproducción. Entre los principales productos caprinos destaca la leche y sus derivados a continuación se muestra una semblanza en cuanto a su situación actual.

5.1 Leche y queso.

La producción de leche de cabra es una industria en franco crecimiento y desarrollo, lo cual según Silanikove *et al.* (2008) significa bienestar para cientos de millones de gente alrededor del mundo siendo una parte importante de la economía en muchos países además debido al hecho de que la principal alimentación de las cabras en condiciones extensivas es de naturaleza arbustiva, según el mismo autor esta probablemente contenga sustancias que la promovería como un elemento esencial para la salud humana.

El uso de la leche de cabra como un alimento saludable es inegable, además de sus efectos benéficos en diferentes funciones fisiológicas en la nutrición de niños y de adultos mayores, de acuerdo con Cândido y De Almeida (2009) puede ser una alternativa para aquellas personas alérgicas a la leche de vaca.

Las propiedades químicas de la leche caprina permiten que de ella se puedan elaborar productos similares a los de la leche bovina, pero según Cândido y De Almeida (2009) todo el proceso inicia con una buena calidad del producto, calidad que los autores definen como su potencial para tolerar cierto tratamiento tecnológico y convertirse en productos que satisfagan las expectativas de los consumidores. Por ejemplo, en términos de salud su valor nutritivo, en cuanto a seguridad debe de prevalecer la higiene y en cuanto al gusto este se encuentra determinado por sus propiedades organolépticas. Los autores señalan que el principal factor que determina su compra y consumo es el sabor que es un sinónimo de calidad determinado por factores que aún deben ser estudiados.

La Industria de la leche caprina, es parte de la industria lechera mundial, y compite con la leche de vaca, oveja e incluso la leche de búfalo. De acuerdo con Dubeauf (2005) aunque la leche caprina tiene la mayoría del tiempo un mercado específico (leches dietéticas, quesos frescos o maduros), su rentabilidad y ventaja competitiva depende de su precio relativo y una especial organización de los sistemas de producción por ejemplo, la producción estacional, el tamaño de los rebaños, asi como la productividad y características de las cabras. El autor señala que aunque la mayoria de la población humana tiene acceso a leche de cabra, en países en desarrollo probablemente menos del 5% de la producción de leche es comercializada y debido a esto, los datos estadísticos no reflejan la importancia económica de éste sector. En otro estudio Haenlein (2004) señaló que en los últimos 20 años el interés por la leche de cabra y sus derivados a nivel mundial ha crecido y que la mayor parte de la producción mundial tiene acceso a este producto y sólo el 5% de su producción es comercializado.

Dubeauf (2005) afirma que la industria caprina lechera requere mejor organización y señala que la leche bovina en cualquiera de su origen es destinada al autoconsumo, procesada en queso o bien comercializada directamente a la industria lechera, además de que el consumo de leche de vaca en países en desarrollo es diverso determinado por situaciones culturales, condiciones económicas y estatus sociales pero generalmente es bajo; mientras que en el caso de la leche de cabra la situación es diferente, ya que la leche es principalmente es destinada al autoconsumo o vendida localmente a través de un

sector informal. Por lo anterior es difícil establecer la cantidad correcta de leche producida o consumida por el deficiente seguimiento de datos estadísticos de acuedo a Haenlein (2004), existen tres principales aspectos que hoy en día fomentan su demanda.

El primero es el autoconsumo, el segundo el incremento en el interés de cierto estrato de consumidores en productos de cabra especialmente quesos y yoghurt en muchos países desarrollados y el tercero la demanda derivada de los problemas relacionados con el consumo de leche bovina en cierto sector de la población y como se mencionó anteriormente, éste último aspecto merece una revisión porque es ampliamante aceptado en práctica y en publicaciónes de tipo anecdótico, pero escasamente tratada en investigación biomédica (Haenlein, 2004; Cândido y De Almeida, 2009).

En general los productores de leche caprina en diferentes países comparten la misma problemática donde destaca la necesidad de colocar en el mercado sus productos a un precio conveniente. Según Rubino *et al.* (2004) la globalización de la economía ha provocado que el precio de la leche disminuya y que aumente solo en algunas áreas específicas, el autor afirma que la diversificación de la producción podría ser una de las soluciones, así el consumidor es libre de escoger entre diferentes opciones y de esta forma crear una especie de fidelidad entre el consumidor y el producto.

La tabla IV muestra la producción de leche de cabra a nivel mundial en la cual se observa que la mayor producción en cuanto a volumen de producción se concentra en los continentes Asiatico y Africano donde según Dubeauf (2005) está producción es dirigida al autoconsumo, el autor menciona que incluso si dicha producción representa sólo el 2% de la leche producida a nivel mundial, en éstos continentes es de primordial importancia. En América una menor parte es comercializada como leche fresca fluida y segun datos de la FAO (2009) y como se observa en la tabla IV Norteamérica ocupa el segundo lugar en cuanto a volumen de producción por cabra despúes del continente europeo. En cuanto a la transformación de la leche se presenta principalmente en Europa, donde a pesar de contar con un menor número de cabras en comparación con el resto de los continentes su eficiencia productiva la ubica en el primer lugar de producción mundial y según Dubeauf (2005) produjo el 20% de la leche de cabra mundial y es el único

continente donde la cabra lechera tiene una eficiente importancia económica y organización.

Tabla IV. Producción de leche de cabra a nivel mundial

(Millones de litros y millones de cabezas)

Región	Producción	cabezas	lt/cabra
Africa	2,793	51.0	41.6
Norte América	143	0.8	178.7
Sudamérica	183	5.7	32.1
Asia	6,404	82.0	78.2
Europa	2,432	9.7	250.7
Total	11,987		

Fuente: FAOSTAT, 2009

5.1.1 La necesidad de organizar mercados de leche caprinos para consumidores urbanos en países en desarrollo.

En diferentes partes del mundo, el sector de producción de leche caprina está poco organizado o es parte de un manejo de doble propósito (carne y leche) donde la mayoría de la leche como se mencionó anteriormente es destinada al autoconsumo, o bien, vendida localmente. Según Dubeauf *et al.* (2004) varias iniciativas han sido tomadas en muchos países para proporcionar un valor agregado a los productores caprinos cuyo objetivo es vender a un precio conveniente quesos para consumidores urbanos.

La India como se mencionó anteriormente es el país más importante en cuanto a volumen de leche producida a un nivel local, sin embargo, según Dubeauf *et al.* (2004) su mercado no está tan bien estrucurado como su contraparte de leche bovina. En cuanto a América del sur el mismo autor señala que existen en países como Brasil, México, Argentina y Chile donde aún existiendo una importante actividad en cuanto a la recolección de leche (>500,000 l) la importancia económica del sector es todavía de naturaleza marginal.

En cuanto al queso éste producto es considerado por la industria como la base del éxito, y una de las opciones importantes para el éxito es la llamada "tipicalidad" cuya definición según Dubeauf *et al.* (2004) se refiere a que en la cadena productiva cada tipo de queso varía de acuerdo a la cultura y tradición de cada país, en Norteamérica por ejemplo esta característica es identificada en la producción en pequeña escala ya que el desarrollo de las actividades con el sector lácteo tienden a la gran escala.

En Latinoamérica, la "tipicalidad" es parte de la tradición y es posible por dos razones: nivel de desarrollo económico y cultura. La producción de queso en gran escala es costosa y debido al reducido volumen de producción ésta no es rentable; por otro lado las regulaciones en cuanto a su proceso productivo son menores y es posible encontrar queso proveniente de leche cruda.

En Europa, la situación compleja y presenta diferentes niveles de percepcion dependiendo del país. A continuación se describen brevemente las bases conceptuales de éste aspecto:

En los países de la comunidad europea, hasta hace algunos años existía una clara distición entre el norte y el sur, en el norte los productores daban prioridad a la seguridad del queso, mientras que en el sur a diferentes factores como: tradición, tecnología, etc., dándole un sabor específico al queso. En 1992, con las reglas 2081 y 2082, la Union Europea ha difundido a todos los países miembros la aproximación cultural del sur, defininiendo los criterios para la identificación de estos productos.

Algunos de los factores que pueden afectar esta "tipicalidad" son:

a) Sistema de alimentación. Ya que el sabor del queso está fuertemente influenciado por la composición de la leche, ésta relación entre sistemas de alimentación y sabor es tan evidente y aceptado por los consumidores que como el sector vinícola los investigadores están tratando de encontrar las áreas especificas, que puedan determinar el sabor del queso básado en sus condiciones climáticas.

b) Raza. En los últimos años se ha demostrado la existencia de un polimorfismo en las fracciones de la caseína. En la leche de cabra ésta proteína cambia de acuerdo con la αs_1-caseina de ahí que la leche ha sido clasificada en tres grupos por ejemplo: aquellos que contienen fuertes alelos, como A, B y C,

asociados con un alto nivel de caseína; los alelos bajos como D y F, y los alelos que no continen ningún tipo como αs_1- CN, con un bajo contenido de ésta proteína. Por último, aquellos con un contenido de caseína intermedio.

Las propiedades organolépticas de la leche cambian de acuerdo con las variantes en caseína. Un alto contenido de grasa en el rendimiento del queso y una menor dimensión en los micelos de caseína es asociada con fuertes alelos αs_1- CN A, B y C. Por el contrario, el "sabor a cabra" es menos fuerte en queso preparado con el tipo de leche CNA. Por lo tanto, los polimorfismos de la caseína influyen en las características del queso y los polimorfismos varían también entre animales y entre poblaciones. Segun Ramunno *et al.* (1994) y Chianese *et al.* (1996) citados por Dubeauf *et al.* (2004) demostraron que las frecuencias alélicas varían incluso entre razas de acuerdo a su mejoramiento genético; como consecuencia una raza, de acuerdo a su propio polimorfismo, permite marcar el queso dándole características organolépticas especiales. Por lo anterior, las reglas de producción obligan el uso de una raza específica.

c) Bodegas naturales**.** La maduración es una importante fase para la vida del queso. Durante este periodo un intenso proceso enzimático ocurre en la grasa, proteína y carbohidratos cuya degradación contribuye a la composición aromática. Estas enzimas vienen del ambiente y debido a la maduración este proceso adquiere una gran importancia.

d) Tipo de leche.Los consumidores reconocen los factores de tipicalidad y están dispuestos a pagar más de acuerdo al orígen de la leche del queso (leche cruda), y procesamiento del queso. En general los quesos povienen de leche cruda, pero tambien de leche semipasteurizada (60^{o}C, 15") y leche pateurizada (60^{o}C, 20´). El tratamiento de temperatura aumenta su seguridad pero disminuye la microflora la cual es responsable del sabor. Los quesos hechos con leche cruda tienen un mejor sabor y muchos consumidores gustan de este tipo de queso.

e) Queso hecho en la granja. Muchos productores producen y venden queso ésta producción es de tipo artesanal y permite tener quesos menos estandarizados, de buena calidad y con un sabor característico.

Otro aspecto a considerar es el “cuajo” ya que es un elemento importante para la coagulación de la leche. Utilizando para ésto desde tiempos antiguos extractos del estómago de animales o algunas plantas. El cuajo es una compleja mezcla de enzimas, cuya composición varía de acuerdo a la especie o a la planta y a la edad o al sistema de alimentacion de los animales. Como consecuencia, su actividad proteo y lipolítica varía, la cual es determinante para la formación de las características del queso. El cuajo contiene lipasa, una enzima responsable de la lipólisis de los triglicéridos con la consecuente formación de ácidos grasos que determinan las características y el sabor.

6. Sistemas de producción caprinos.

De acuerdo a Davendra (2010) los sistemas de producción caprinos prevalecientes en países en desarrollo se encuentran dentro de las siguientes cuatro categorías:

a) Sistemas de producción rurales sin dominio de tierra (nomádas o trashumantes)

b) Sistemas de producción extensivos

c) Sistemas basados en cosechas

d) Sistemas de Producción Intensivos

Los cuales son descritos en forma general a continuación.

6.1 Sistemas de producción rurales sin dominio de tierra (nomádas o trashumantes).

En estos sistemas de producción el componente animal principal son los rumiantes incluyen sistemas extensivos de producción donde la práctica del pastoreo está presente, son asociados con productores nómadas de escasos recursos y trashumantes donde existen migraciones de tipo estacional, y son comunes en regiones áridas y semiáridas, por ejemplo en Pakistán y La India, dichas migraciones son provocadas por la reducción en fuentes de alimentación así como de agua, de la misma forma que a aspectos relacionados con la variación del mercado, en estos sistemas existen dos problemas comunes el sobrepastoreo y la degradación del medio ambiente debido a la práctica de corte y quema de los terrenos de pastoreo.

Los sistemas de producción trashumantes podrían adaptarse a la producción de leche cuando las cabras pastorean en las llanuras y regresan al lugar de refugio para el ordeño.

6.2 Sistemas de producción extensivos.

Son aquellos sistemas donde los pequeños rumiantes obtienen su alimento en areas de agostadero de gran extensión y que para realizarlo recorren diariamente grandes distancias. En este tipo de sistemas cuando la condición ecológica es benigna y existe diversidad de la composición botánica según Echavarría *et al.* (2006b) se logra un buen balance de la dieta además presentan la ventaja de abaratar costos en alimentación e instalaciones pero generalmente sus rendimientos productivos son menores (Aréchiga *et al.* 2008). Estos sistemas son hasta el momento los más comunes en países en desarrollo, difieren de los sistemas sin dominio de tierra que involucran el nomadismo o la trashumancia en que no son estacionales y los animales retornan a la granja y son resguardados por las noches. La intensidad y uso de estos sistemas depende de la naturaleza agroecológica de las regiones generalmente áridas, las cuales implican que los animales tengan que caminar grandes distancias en comparación con zonas húmedas. Los rebaños son explotados bajo condiciones de pastoreo principalmente en zonas áridas o semiáridas del Norte de Africa, Medio oriente, Asia y en la cuenca del mediterráneo (Davendra 2010).

6.3 Sistemas basados en cosechas.

Son sistemas mixtos (con un componente agrícola y otro pecuario), son sistemas variados que integran cultivos en diferentes formas, en estos sistemas pueden encontrarse tanto especies rumiantes como no rumiantes donde la elección depende de su prioridad la cual está influenciada por preferencias del productor, condiciones de mercado o su potencial para generar ingreso. En este tipo de sistemas la diversificación de la producción e integración de los recursos (cultivos, animales, tierra y agua) es común. Según Davendra (2010) los sistemas integrados se refieren a las aproximaciones que ligan los componentes a perspectivas económicas, sociales y ecológicas. Según el autor este proceso de

integración de componenetes es holístico, interactivo, miltidisciplinario y promueve la eficiencia en el manejo integral de recursos.

6.4 Sistemas de producción a nivel de comunidades.

Son sistemas basados en agostaderos, encontrandose principalmente en regiones áridas y semiáridas por ejemplo las regiones central y sur de Asia, China, Norte de México y Noreste de Brasil. En estos sistemas la vegetacion generalmente es escasa y contiene principalmente pastos nativos y arbustos característicos de la region que se constituyen como la mayor fuente de alimento ya que las cabras son pastoreadas junto a caminos o bien en agostaderos cercanos debido a que los productores no cuentan con tierra propia para la producción de forraje; como complemento a la alimentación se utilizan subproductos provenientes de las mismas unidades de producción o bien de unidades de producción cercanas. La mano de obra es principalmente de tipo familiar donde el cuidado de las cabras está a cargo generalmente por mujeres y niños. De acuedo a De Vries (2001), estos sistemas tienen una función importante para las poblaciones rurales pobres ya que la baja inversión necesaria para su establecimiento fomenta su desarrollo y según Morand-Fehr y Lebbie (2003) son los responsables del reciente crecimiento de la población caprina a nivel mundial los mismos autores señalan que las principales limitantes de estos sistemas son el bajo nivel de capacitación de productores y la baja productividad de los animales.

6.5. Sistemas de Producción Intensivos.

Estos sistemas pueden ser intensivos de tipo pastoril o intensivo de manejo estabulado sin pastoreo. En cuanto al sistema intensivo de tipo pastoril se asocia al uso de praderas artificiales que requieren habilidad y conocimiento del productor respecto al movimiento del ganado. Las inversiones son mayores debido al manejo de la pradera y su infraestructura, de igual manera se asocian con actividades agrícolas, las cuales permiten el pastoreo después de la cosecha. En cuanto a los sistemas estabulados los animales se encuentran confinados la mayor parte del tiempo y dado su alto costo de producción son sistemas especializados en algun producto (Echavarría *et al.* 2006b). Por lo anterior los sistemas intensivos se caracterizan por una mayor capacidad de inversión

económica alternada con la producción de forraje, alto nivel tecnológico, uso de razas especializadas y la tendencia a transformar productos.

Aunque las cabras todavía tienen una imagen marginal o tradicional, muchas inovaciones se han hecho para mejorar su competitividad en sistemas de producción caprinos lecheros semi e intensivos entre las que destacan: nutrición especializada, manejo eficiente de rebaños, bienestar animal, higiene así como control de la reproducción. Estas inovaciones pueden tener un alto impacto en el potencial de producción de la leche de cabra, pero de acuerdo a Dubeauf (2005) requieren mayor inversión que las prácticas tradicionales, además de capacitación para los productores.

7. Comportamiento productivo de las cabras lecheras en los trópicos.

La cabra de acuerdo a Lebbie (2004) tiene atributos especiales que la hacen una especie particularmente importante sobre todo en regiones áridas y semiáridas, entre los cuales destacan: la habilidad para pastorear y caminar grandes distancias, utilizar una amplia variedad de forraje de baja calidad. Además possee un intervalo generacional corto con altas tasas reproductivas. En cabras lecheras una alta eficiencia energética para la producción y en el caso de las productoras de carne una canal de tamaño conveniente para su comercialización.

A continuación se describen en forma general aspectos relacionados con la producción de leche caprina en condiciones tropicales particularizando en ambientes áridos.

7.1 Factores que afectan la producción de leche.

En general existe poca información en estudios relacionados con factores que afectan la producción de cabras lecheras bajo condiciones de pastoreo en sistemas extensivos, sin embargo, de acuerdo con Urdaneta *et al.* (2000), existen diferentes factores que afectan la productividad en cabras lecheras en los trópicos por ejemplo, raza, época y número de parto, además del tamaño de camada que

según Sánchez *et al.* (2006) es un factor determinante en el promedio de producción ya que el estímulo que ejercen dos crías es mayor.

Tabla V. Características productivas en cabras nativas en diferentes partes del mundo

País y raza	Producción de leche por lactancia (kg)	Lactancia (días)	Fuente
Nigeria (Sahel)	25-40	80	Egwo *et al.* 1995
Nigeria (Red sokoto)	22-30	70	Egwo *et al.* 1995
Nigeria (W.A.Dwarf)	32-36	98	Egwo *et al.* 1995
Sudan (Sudanese Nubian)	155 ± 5.10	173 ± 7.2	Mohamed *et al.* 2007
Etiopía (Adal)	24	84	Banerjee *et al*. 2009
Sudáfrica (Indigenous)	23	< 100	Olivier *et al.* 2005
Chipre, Siria, Jordania y Libano (Damascus)	475	205	Iñiguez 2004
Iran (native black goat)	90	120	Iñiguez 2005
Iran (Tali)	95	120	Iñiguez 2005
Bangladesh (Black Bengal)	*	99.2 ± 10	Hassan *et al.* 2007
Mexico (Indigenous)	140	180	Mellado *et al.* 1991
Venezuela (Indigenous)	57.2	183	Urdaneta *et al.* 2000

Los estudios referentes al comportamiento productivo en cabras bajo condiciones tropicales son escasos y la mayoría de ellos se concentran en razas puras europeas explotadas en condiciones intensivas (Montaldo *et al.* 1995; Mellado *et al.* 2006). En cuanto a los estudios realizados en México por Mellado et al. (2005) se ha demostrado que la lactancia muestra diferencias de acuerdo a la selección del forraje por las cabras y que ante un alto potencial para la producción de leche y con la restricción del tiempo de pastoreo, las cabras se ven obligadas a ser mayormente selectivas con las plantas que consumen considerando aquellas que les proporcionen el mejor retorno energético en comparación con aquellas con un potencial de producción menor. Lo anterior

demuestra que la alimentación desempeña una función importante en el nivel productivo de la cabra.

La tabla V resume las características productivas en cabras nativas en diferentes partes del mundo donde las razas Dwarf en Nigeria, Damascus en el medio oriente y la criolla o indígena en México poseen los más altos índices de producción, así como los más largos periodos de lactancia.

La longevidad en animales productores de leche se asocia positivamente con márgenes de rentabilidad ya que un periodo largo de vida reduce la necesidad de criar reemplazos. Según Olivier *et al.* (2005) los productores generalmente creen que una parición anual mejora la vida productiva de los animales en comparación con aquellos que con más de una parición el mismo autor afirma que la leche y sus componentes generalmente incrementan desde la primera a la tercera parición y que este incremento es seguido por una disminución general en características de producción en pariciones posteriores.

Tabla VI. Producción de leche y período de lactancia de diferentes razas lecheras en diferentes países.

Raza	Producción (kg)	Periodo de lactancia (días)
Criolla (México)	140	180
Toggenburg (México)	535	183
Alpina (México)	554	235
Alpina (E.U.)	789	231
Anglo Nubia (E.U.)	617	211
Alpina (Francia)	560	233
Saanen (Francia)	604	239

Fuente: Urdaneta *et al.* 2000

Las tabla V y VI muestran promedios de producción y periodo de lactancia de razas lecheras en diferentes países donde se evidencia la eficiencia productiva en la raza Alpina producida en los Estados Unidos, así como la

marcada diferencia en comparación con el tipo criollo de México, pero similitudes productivas en la raza Alpina explotada en México y su similar francesa.

7.2 Curva de lactancia.

De acuerdo a Gipson y Grossman (1990), una curva típica de producción de leche en cabras se inicia con un incremento leve hasta alcanzar un pico de producción y ocurre entre la segunda y cuarta semana de lactancia, y está determinado por diferentes factores (raza, que afecta la escala de la curva, número de parto que afecta tanto la escala como la forma y la estación del parto que afecta principalmente la forma, nivel de producción afecta tanto la escala como la forma). Posteriormente ocurre una disminución gradual. Según Olivier *et al.* (2005) el consenso general es que todos los registros de la lactancia, independientemente del número de días en leche deben ser incluidos en un análisis para evitar cualquier sesgo en las evaluaciones genéticas que puedan ocurrir.

En México de acuerdo con Montaldo *et al.* (1997) se ha demostrado que el grupo genético, la estación de parto y la edad de la cabra afecta principalmente la forma de la curva de la lactancia sin embargo, esta información corresponde a tipos de cabras especializados y explotados en forma estabulada. Los estudios en México relacionados con este aspecto productivo todavía son escasos pero existen ya bases tendientes a la investigación en sistemas de producción extensivo por ejemplo en el estudio realizado por Sánchez *et al.* (2006), analizando comportamiento productivo en tipos de cabras explotadas en el sur de México donde encontró diferencias significativas de acuerdo a la raza y cuyos resultados se encuentran en la tabla VII cabe mencionar que el objetivo de cria de estos sistemas es la producción de carne.

Tabla VII. Produccion de leche y pico de producción en diferentes razas en México

Raza	Producción por dia g/d	Pico de producción (g/d) y días en leche
Anglo Nubia	1,066.9 ± 31.8	1.175 / 3
Criolla	856 ± 28.1	0.848 / 16
Blanca celtibérica	745 ± 35.9	0.806 / 25

Fuente: Sánchez *et al.* (2006)

8. Mejoramiento genético para pequeños rumiantes en sistemas de producción marginales y limitantes para su implementación.

El mejoramiento genético tiene diferentes acepciones Bourdon (2000) lo define como una estructura que gira en torno a un llamado "objetivo de cría" o la noción de qué características constituyen el mejor animal dentro de una población, Mueller (1995) lo define como una propuesta a largo plazo en la cual se define la finalidad del mejoramiento a seguir y las etapas a cumplir para alcanzarla, dentro de la propuesta existe un proyecto de mejoramiento genético que es el instrumento para modificar aspectos específicos de la situación actual en un plazo determinado y el cual requiere de la planificación de actividades considerando los recursos necesarios además de un plan que comprende un paquete de metodologías y procedimientos específicos a aplicar; según el autor el programa, proyecto y plan forman una cadena donde los productos de uno son insumos de otro. Un programa de mejoramiento genético es pues un proceso donde intervienen aspectos de tipo tecnológico (programas de aplicación) que definen normativas y condiciones estrictas de ser seguidas, además los usuarios que aplican ese programa y su normativa, están persuadidos de los objetivos de mejoramiento (objetivos de cría) y de los beneficios que se obtienen al seguirlo, lo anterior considerando también las organizaciones e instituciones de apoyo e infraestructura adecuada que supervisan la aplicación de la normativa, manejan la información e interpretan los resultados.

De acuerdo a los últimos datos proporcionados por la FAO (2010), en el mundo existen aproximadamente 1,600 millones de ovinos y 475 millones de cabras, en los cuales los planes de mejoramiento genético formal son mucho menos comunes que en otras especies. Mueller (2006c) afirma que esta ausencia de programas formales de mejoramiento se debe a que la mayoría de los ovinos y caprinos en el mundo se ubican en países en desarrollo (65 y 96%) respectivamente y en general son criados por pequeños productores en áreas marginales, señala también que estos sistemas se basan principalmente en minimizar costos que en maximizar ingresos por lo que utilizan pocos insumos evitando incluso aquellos derivados de la implementación de la mejora genética.

Los planes de mejoramiento genético clásicos en países desarrollados generalmente han fracasado en países en desarrollo por lo que en éstos últimos es necesario considerar aspectos que se adapten a los sistemas de producción prevalentes, los aspectos deben propiciar la seguridad en el pequeño productor de tener acceso a animales mejorados en forma sistemática y sostenible evitando fallas de intentos anteriores. De acuerdo con Mueller (2008a) los sistemas de producción marginales de pequeños rumiantes esperan de sus animales una variedad de productos lo cual complica los programas de mejoramiento con objetivos múltiples y al mismo tiempo menos espectaculares en sus resultados; según el mismo autor la tendencia actual en los sistemas productivos se dirige hacia la intensificación y hacia la especialización lo cual indica el aumento de la necesidad de programas de mejora genética. Además Mueller (2008b) afirma que en programas de mejoramiento para pequeños rumiantes se requiere del apoyo económico e intelectual externo importante principalmente en su fase inicial, pero a mediano plazo deben ser conducidos y sostenidos por los interesados directos; por lo tanto el desafío para asesores y genetistas de campo se traduce en la organización de programas adecuados a cada situación y sostenibles en el tiempo, para ello se debe consolidar una estructura genética funcional, lograr la participación activa de los beneficiarios en la planificación y ejecución de los proyectos, y la formación de los recursos humanos correspondientes. Dentro del contexto anterior la utilización sostenible de recursos genéticos animales es la ruta adecuada para salvaguardar la biodiversidad genética; estrategias para el aprovechamiento de genotipos que poseen altos niveles de adaptabilidad en ambientes específicos debe incluir programas que mantengan estas propiedades y así contribuir a la economía de las comunidades que dependen de ellas tal es el caso de varios países de Latinoamérica incluyendo México; de acuerdo con Mueller (2006b) si esto no fuera el caso, entonces el riesgo de que estos genotipos se pierdan es mayor y las comunidades se verían en la necesidad de buscar otras formas de sustento con todo lo que ello implica.

8.1 Aspectos importantes en la consideración de un plan de mejoramiento para pequeños rumiantes en sistemas de producción marginales.

La implementación de los programas de mejoramiento comunitarios requieren de la consideración de diferentes aspectos para su ejecución dentro de las más importantes destacan las siguientes:

8.1.1. Descripción del sistema productivo.

Esta etapa representa una parte esencial en cualquier intento de iniciar un programa de mejoramiento genético y surge ante la necesidad de conocer con profundidad el funcionamiento del sistema de producción así como sus principales limitantes, en sistemas de producción marginales ésta etapa es necesaria también para dar a conocer aspectos relacionados con los productores involucrados, por ejemplo aspectos culturales como una fase previa de intervención

8.1.2. Caracterización de la población animal objetivo.

Esta etapa involucra la descripción de las características cuantitativas de la población local, se convierte en un paso importante como para escoger un determinado plan de mejoramiento. En sistemas de producción marginales el plan de mejoramiento debe ser acorde a la población local, en cuyo caso si el objetivo de cría no puede ser dado por la población existente el plan de mejoramiento debe ser flexible y proponer las alternativas necesarias para propiciar dicho objetivo por ejemplo: si el objetivo de cría es contar con animales con una alta prolificidad para vender más crías al destete en una población donde ésta característica es baja, sería un error un plan de selección por no contar con la variabilidad genética suficiente como para producir tales cambios. Ante tal circunstancia la única posibilidad es la introducción de esta característica a través de cruzamiento con razas prolíficas, lo anterior debe realizarse definiendo claramente las características funcionales de la población animal sujeta a estudio.

8.1.3. Determinación con la comunidad el método de mejoramiento.

A menudo un programa de mejoramiento es entendido como la introducción de machos de razas exóticas. En sistemas marginales los productores tienen poco control del ambiente y la introducción de razas exóticas frecuentemente produce problemas adicionales, además de los espacios de alojamiento, alimentación, y servicios de salud animal, los productores tienen que enfrentar la adquisición de sementales de razas exóticas generalmente a un precio elevado considerando un plan de absorción o generalmente subestimando la complejidad de un esquema de cruzamiento planeado. Mueller (1993) afirma que es menos espectacular pero más importante iniciar un plan de mejoramiento con genotipos locales adaptados; el mismo autor señala que la introducción de nuevas razas o el cruzamiento con razas que requieren altos costos de producción, podría ocurrir solo después del entendimiento de su comportamiento productivo y su cruza en un ambiente específico, dichas evaluaciones necesitan un diseño experimental cuidadoso y regularmente costoso, pero de acuerdo con este autor es más costoso una guía mal conducida en una comunidad completa.

8.1.4 Definición con la comunidad los objetivos de cría y criterios de mejoramiento.

En etapa los objetivos de cría deben ser dictados por los propios productores y debe ser claramente tomado en cuenta para conocer la dirección en la cual debe mejorarse la población e incorporar en su caso las características necesarias; el objetivo de cría difiere entre poblaciones (Bett, 2009; Ayalew *et al.* 2003). En sistemas de producción de subsistencia el ganado contribuye en una variedad de bienes y servicios, de ahí que los objetivos de cría necesitan tomar en cuenta varios factores. Esto es completamente diferente a un mercado orientado y en sistemas de producción especializados donde los objetivos de cría pueden ser fácilmente identificados y ajustados ambientalmente en busca de animales con un buen comportamiento productivo. La definición de los objetivos de cría de tipo participativo es crucial pero el apoyo a los productores en relación con las tendencias del mercado es también importante. En esta etapa la función del

investigador es conjuntamente con el productor generar las alternativas necesarias de producción, la cual requiere de un intenso trabajo, actualmente diferentes instituciones y como resultado de reuniones de trabajo entre sus investigadores han planteado una nueva aproximación de tipo participativa en la investigación y han desarrollado metodologías especificas adaptadas a las áreas de estudio, tal es el caso de la Universidad de Recursos Naturales y ciencias Aplicadas a la Vida (BOKU) en Viena, La Universidad de Hohenheim en Alemania y el INTA en Argentina entre otras. En esta etapa la simulación con base en la información recabada se vuelve una herramienta importante con la cual se pueden generar las alternativas adecuadas al sistema de producción y así ofertar acciones efectivas para planes de mejoramiento (p.ej. opciones que eviten un incremento rápido de la consanguinidad).

8.1.5 Establecer con la comunidad la estrategia de registro de la información.

Estos elementos son una herramienta indispensable para el desarrollo de objetivos sustentables y criterios de selección, además su implementación en cualquier programa garantiza el éxito del mismo el cual se vuelve directamente dependiente de la información sobre la producción. En un plan de mejoramiento de ganado lechero bovino en países desarrollados hay toda una infraestructura donde los productores realizan sus propios registros en forma sistematizada utilizando programas computacionales en cambio, en sistemas de producción marginales la implementación de un plan de registro productivo se vuelve una tarea compleja que según la opinión de los productores puede complicar la rutina diaria del proceso productivo de ahí la necesidad de contar con esquemas de registros adaptados a las condiciones de producción y que puedan ser manejados por los productores objetivo, en cuyo caso la capacitación y acompañamiento técnico con agentes de cambio puede fomentar la necesidad de recabar tales registros y en el futuro poder lograr que en estos productores se vuelva parte también de la rutina de producción. Varias de las características importantes en las poblaciones no son fácilmente observables o medibles y algunas veces son imposibles, es importante entonces aplicar tecnologías adecuadas sin insistir en mediciones profundas o en registros genealógicos o

programas de selección innecesarios; Mueller (2006) asegura que el lidiar con los registros de producción puede terminar en el abandono del programa. En la mayoría de los sistemas de producción marginales la reproducción se da por la vía natural por lo tanto la selección con alta precisión no es necesaria. Registros básicos de comportamiento productivo e información de apreciación visual son a menudo suficientes para iniciar un programa de mejoramiento, sin embargo, requieren de la voluntad y compromiso de la comunidad en seguir esta disciplina de trabajo, por lo tanto las instituciones participantes deben de iniciar también con un proceso de concientización y capacitación de los productores involucrados considerando que la información debe ser sostenible, por lo tanto el plan de mejoramiento debe ser flexible y así determinar en forma pertinente el método de registro a seguir.

8.1.6. Implementación del plan.

Una de los objetivos claves de todo programa de mejoramiento genético es la diseminación de animales superiores en el menor tiempo posible. Esta es una condición que debería reunir un plan el cual involucra nuevamente la participación activa de la comunidad, evitando incurrir en prácticas de manejo no adecuadas, que afecten el plan de mejoramiento por ejemplo el nivel de consanguinidad (Wurzinger *et al.* 2008b), en esta etapa aspectos esenciales a considerar son: los productos generados por el sistema los cuales deben ser consistentes con los objetivos de los productores y las condiciones del mercado actual para justificar la inversión. Además la participación activa de los productores desde la planeación y operación de los programas de mejoramiento genético, integrando sus prácticas de manejo, comportamiento, valores y objetivos los vuelve elementos importantes dentro del plan de trabajo y genera en ellos la confianza necesaria para garantizar su permanencia, y seguimiento dentro del plan de mejoramiento. Los esquemas de producción de núcleo abierto proveen de adecuadas estructuras genéticas iniciales (Wurzinger *et al.* 2008; Mueller 2008b), las cuales promueven discusiones en cuanto a los objetivos de cría y los métodos de selección involucrando a todos los participantes. Estructuras de núcleo abierto fácilmente evolucionan hacia esquemas con referencia a sementales o hacia estructuras funcionales piramidales. La clave de éxito es la participación

comunitaria en su diseño y operación, acompañada de apoyo técnico (Mueller 2008b).

9. Retos y limitantes potenciales en la aplicación de planes de mejoramiento para pequeños productores.

De acuerdo a varios autores (Mueller 2008; Wurzinger et al. 2008), las principales limitantes para el establecimiento, continuidad y resultados concretos de los programas de mejoramiento dependen de diferentes factores entre los cuales se describen a continuación.

9.1 Productores participantes.

La posesión de rumiantes menores está a cargo de pequeños productores los cuales generalmente se encuentran aislados geográficamente y además tienen limitaciones severas para la adopción de las tecnologías y los conocimientos que exigen los proyectos propuestos y muchos de los proyectos se organizan en torno a un financiamiento de corto plazo por lo que carecen de la continuidad necesaria.

9.2 Estrategia de Intervención.

De acuerdo con Mueller (2006), la mayor limitante es elegir la adecuada estrategia de intervención, lo cual puede evitarse cuando el proyecto se basa en un diagnóstico y planificación con la participación de los propios interesados. Además las condiciones de los sistemas de producción marginales exigen tecnologías adaptables a dichos sistemas, baratas, sencillas y que deben ser operadas por los mismos productores a través de capacitación estratégica. De ésta forma tales proyectos tienen una mayor probabilidad de ser sustentables en el tiempo y no depender de financiamiento externo ya que el mismo autor afirma que los productores por si mismos pueden enfrentar mejor las dificultades que experimentan, incluso con aproximaciones que escapan de los propios técnicos o investigadores; estas habilidades pueden hacer la diferencia entre la viabilidad de los proyectos.

10. Ejemplos de planes de mejoramiento considerando la participación de la comunidad.

A continuación se describen en forma breve algunos ejemplos de programas de mejoramiento comunitario en diferentes países de América Latina.

10.1 México.

En el estado de Chiapas, la producción ovina conforma la base principal de la economía en la comunidad indígena Tzotzil, tal producción contribuye a su identidad cultural y étnica; por razones culturales los corderos no son consumidos dentro de la comunidad pero la lana es ampliamente usada para la confección de la vestimenta local. Con el tiempo el cruzamiento con razas productoras de carne fue introducido y en consecuencia la producción de lana decreció, entonces el ingreso no cambió y los productos tradicionales estuvieron en riesgo. Sin embargo, en 1992 un programa efectivo de mejoramiento genético fue establecido, y los resultados fueron la caracterización de tres razas locales, la definición de los objetivos de cría determinados por los productores locales y la selección basada en la calidad de la fibra de la lana, además de la inspección visual, la organización de una distribución de carneros ha sido una estrategia exitosa para la utilización de los recursos ovinos locales (Zaragoza *et al.* 2005).

10.2 Perú (ovinos).

En 1996 un sondeo conducido en las tierras altas de la sierra Central, se identificaron tres tipos sistemas de producción: 1) rebaños de familias individuales, 2) rebaños comunales pertenecientes a las comunidades, 3) rebaños multi-comunales manejados por cooperativas que a menudo involucran varias comunidades de la región. Solo en los últimos un plan de mejoramiento, a menudo basado en carneros importados estaba operando. Los dos primeros no contaban con ningún plan de mejoramiento, en términos genéticos no existía una estructura genética definida. El sondeo identificó dos mayores demandas de los productores relacionadas con la crianza: la necesidad de carneros apropiados y la necesidad de técnicas de crianza. Después de una discusión extensiva, en 1995 una estructura genética basada en el concepto de núcleo abierto fue

establecida. La tierra y el trabajo necesario para dirigir el núcleo fueron provistos por las comunidades y se basaron en una serie de acuerdos y apoyo técnico provisto por la Universidad Agraria La Molina. El núcleo fue establecido bajo el cruzamiento de los mejores carneros importados y locales con 50 de las mejores hembras de cada 9 rebaños comunitarios, la mitad de las hembras regresaban preñadas como reemplazos y la otra mitad iniciando el núcleo central proveyendo de carneros mejorados a los sistemas de producción 2 y 3, los cuales en compensación proveen de carneros al sistema de producción 1. Incidentalmente se puntualizó que la progenie de los carneros locales proveyó los carneros que más se adaptaban a las condiciones de comercialización local. La organización de productores y la capacitación es la parte medular de el éxito de éste programa de mejoramiento genético comunitario (Mueller et al. 2002).

10.2.1 Alpacas.

En la meseta alta del sur de Perú, las alpacas son el principal medio de vida de los productores proveyendo de fibra, carne, cuero e identidad cultural. En países desarrollados las alpacas se han convertido en una mascota de lujo, y se usan también como animales de carga y producción de fibra. Solo unos pocos de los productores locales se benefician de la exportación de alpacas pero la demanda externa ha obstruido el mercado local y confundido los objetivos de cría. Machos destacados principalmente en términos de color de piel son exportados pero la industria textil demanda fibra fina de color blanco. De hecho la población de color blanco de alpacas en Perú se ha incrementado, ahora otros colores de fibra tienen demanda y son escasos. En Macusani un programa de mejoramiento ha iniciado recientemente clasificando los machos en forma local para fibra y provee oportunidades para las hembras de la comunidad. Este programa aislado y simple contrasta con la importancia de las alpacas para los productores en Perú. Las organizaciones encargadas de la capacitación de los productores son débiles (Mueller, 2006).

10.3 Argentina (Cabras).

En la Patagonia Argentina, la producción de fibra de cabras es una actividad tradicional. Formalmente la fibra fue ofrecida individualmente y vendida

a precios constantes. Productores pobres incrementaron el número de cabras a un punto tal que un severo proceso de desertificación se inició en consecuencia la sobrevivencia de los animales se hizo frágil. Las autoridades fallaron en reconocer las causas del problema y en 1967 se decretó una ley que prohibía la producción de cabras. En la década de los 70 la producción de Mohair (por la raza Angora) fue diferenciada del resto de las razas por la producción de fibra. Las cabras entonces fueron sujetas a un comprensible y exitoso programa de mejoramiento. El programa inició identificando las mejores hembras y machos en un núcleo el cual provee machos cabríos como multiplicadores. Cincuenta y cuatro comunidades participaron en el programa, cada una con un multiplicador. En el desarrollo del programa quedo claro que los multiplicadores deberían ser designados por las comunidades más que por los investigadores involucrados en el proyecto y en el diseño del programa. Basados en el éxito del plan de mejoramiento, se lanzó un programa de encaste para el resto de la población local (cabras criollas). Lo cual fue una idea desastrosa en áreas donde el mercado para la carne de cabra era importante (La raza Angora tiene una baja tasa de reproducción) y donde la vegetación era más arbustiva y una fibra larga de Mohair se enreda fácilmente en este tipo de vegetación. Los productores decepcionados comenzaron a cruzar sus cabras criollas con razas exóticas (Anglo Nubia), para mejorar la producción de carne. Sin embargo, cabras con un pelo tan corto no resisten las bajas temperaturas en las montañas y requieren alimentación extra y tratamientos médicos adicionales. Con esto se aumento el riesgo de perder la población local. Recientemente una aproximación diferente fue tomada, el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) considerando una población de cabras criollas con cerca de 1,500 productores y con 340,000 cabras, fue estudiada considerando cuidadosamente el sistema de producción y las comunidades. Las implicaciones de la trashumancia, estaciones del año y el proceso de manutención de los machos fueron analizados. Tres tipos de caprinos criollos fueron enumerados en condiciones geográficas diferentes. Estos genotipos fueron descritos por su color de piel: rojo, de pelo largo u corto. Núcleos abiertos en las comunidades para cada tipo caprino fueron establecidos, estos rebaños proveyeron de machos a los miembros de la comunidad. Recientemente se inició un negocio de cachemir peinado el cual inició entre los productores de genotipos de pelo largo. La caracterización y el etiquetado revaloraron los

recursos genéticos caprinos. Los productores ahora se sienten orgullosos de sus rebaños y son entusiastas de protegerlos de la introducción de razas exóticas. En forma interesante las autoridades locales ahora promueven la protección de esta población caprina local (Mueller, 2006).

10.4 Bolivia (Llamas).

El programa turco. En la comunidad de Turco, ubicada en el altiplano oeste Boliviano (4000 msnm), la cría de llamas es fundamental para proveer a los pobladores de carne, fibra, cuero, abono y transporte. Con la finalidad de evitar consanguinidad y acceder a animales mejorados muchos de los productores de la comunidad participan con sus llamas en una estructura genética comunitaria. Los machos son seleccionados por el grupo de productores entre los animales jóvenes nacidos en los hatos de los miembros de la comunidad y son llevados a centros llamados de “machaje” allí son manejados en conjunto, pero separados de las hembras, miembros del programa pastorean a estos machos en proporción a la contribución de machos que hicieron. Luego los machos son llevados a los hatos particulares en turnos de 15 días cada uno y ahí son apareados con hembras detectadas en celo. El punto interesante de este programa es la discusión de los objetivos de mejora e intercambio de machos, es decir, el acuerdo sobre objetivos de cría y el control de la tasa de consanguinidad. (Rodríguez y Quispe 2003).

Los ejemplos anteriores son algunos de los programas llevados en Latinoamérica pero existen otros llevados en otras partes del mundo por ejemplo el programa de cruzamiento de cabras Sirohi en la India o El programa Djallonke en Costa de Marfil (Mueller, 2006c).

11. Planes de mejoramiento de rumiantes menores para pequeños productores en Mexico.

11.1 Recursos genéticos.

En México a pesar de la deficiencia en información precisa en relación con la composición historica de las razas caprinas la mayoría de ellas son consideradas como “criollas”, lo que significa que son producto de la

descendencia de los cruzamientos de las razas traídas a México durante la colonia. Estas razas incluyen: Murciano-Granadina, llamada “Granadina” en México y probablemente otras como la Blanca Celtibérica. Posteriormente otras razas como: Saanen, Toggenburg, Anglo-Nubia y Alpina, fueron introducidas de Europa y E. U. con el fin de crear programas de mejoramiento genético para incrementar la producción de leche. En el caso de la producción de carne la raza Nubia y más recientemenete la raza Boer han sido utilizadas para crear un aumento en la producción de carne principalmente bajo sistemas de producción extensivos.

11.2 Planes de mejoramiento genético.

Las cabras en México como en otros países del mundo se han convertido en importantes fuentes de leche, especialmente en pequeños productores bajo condiciones climáticas adversas debido a la imposibilidad de mantener ganado lechero mayor. Aunque con un gran potencial para explotar una variedad de genotipos, la realización de dicho potencial es dificil de alcanzar. El mejoramiento genético a través del encaste de poblaciones de cabras sin seleccionar ha sido básicamente el método utilizado como una manera práctica de mejoramiento genético en México y otros países. A pesar de esto muy pocos resultados han sido publicados sobre el conocimiento de los requerimientos metodológicos básicos para asegurar una comparación confiable e imparcial entre diferentes grupos genéticos (Montaldo *et al.* 1995). Debido a lo anterior un extenso proceso de cruzamiento ha tenido lugar en la población caprina local. La transformación de las poblaciones originales es más que obvia por ejemplo: las cabras de las originales criollas del norte del país ahora son reconocidas por una gran influencia de la raza Nubia debido a la longitud de las orejas. Otro ejemplo es la progresiva pérdida del color obscuro en la piel originario de la raza Granadina principalmente en el centro del país debido al cruzamiento con razas Alpina, Saanen, Toggenburg y Nubia. Lo que ha fomentado una población heterogénea principalmente en la Comarca Lagunera (Montaldo *et al.* 2010).

11.3 Estudios de variabilidad.

La mayoría de los datos disponibles en México que involucran datos de comparaciones entre poblaciones de cabras provienen de datos obtenidos de un Centro Nacional de Mejoramiento Genético en Cabras en Durango, en el Norte de México, centro establecido en el año de 1967 con el objetivo de producir animales de razas especializadas y distribuirlas junto con machos reproductores a rebaños comerciales.

Tabla VIII. Medias de cuadrados mínimos para producción de leche y características reproductivas para diferentes grupos genéticos de cabras en el Norte de México.

Grupo genético	n	Producción total de leche (kg) (PTL)	Periodo de Lactancia (PL) (días)	Peso posparto (PPP)(kg)	Eficiencia Energética (PTL/PPP) (kg)
Local	30	299 ^{c}	288 ^{c}	43 ^{c}	7 ^{bc}
cruzas (<7/8 de la raza local) con:					
Alpina	91	459 ^{c}	251 ^{bc}	43 ^{bc}	10 ^{a}
Granadina	52	353 ^{c}	237 ^{bc}	43 ^{bc}	8 ^{bc}
Nubia	105	370 ^{c}	230 ^{c}	46 ^{ab}	8 ^{bc}
Saanen	71	428^{be}	244^{bc}	43 ^{bc}	10 ^{ab}
Toggenburgh	54	422^{bc}	259^{abc}	42 ^{c}	10 ^{ab}
cruzas (≥7/8 de la raza local) con:					
Alpina	330	469^{ab}	270 ^{ab}	45 ^{bc}	10 ^{a}
Granadina	186	370^{c}	230 ^{c}	44 ^{bc}	8^{b}
Nubia	180	339 ^{c}	228 ^{c}	48^{a}	7^{c}
Saanen	160	513^{a}	283^{a}	46^{ab}	11 ^{a}
Toggenburgh	165	450^{b}	263 ^{ab}	43 ^{c}	11 ^{a}
SE		34	10	0.9	0.7
CV(%)		42	24	15	41

^{a,b,c,d,e} Medias con diferentes letra difieren significativamente ($p<0.05$).

Fuente: Montaldo *et al.* (2010).

En este centro el sistema de registro involucró características económicas para la reproducción, datos de sobrevivencia, producción de leche y carne así como genealogía. Los datos permitieron la evaluación de varias características en seis de los genotipos más usados: Local, Alpina, Granadina, Nubia, Saanen y

Toggenburg bajo condiciones estabuladas de producción las cuales se resumen en la tabla IX.

Tabla IX. Medias de cuadrados mínimos para tamaño de camada y tasa de sobreviviencia en cinco razas en el norte de México.

Grupo Genético	N	TCA	Peso al Nacimiento (kg)	TCD 35 días (Kg)	Mortalidad 0-15 días (%)	Mortalidad 0-90 dias (%)
Alpina	2,267	1.36	1.36	15.1	11.8	33.5
Granadina	1,350	1.42	1.42	16.7	7.7	24.1
Nubia	2,017	1.53	1.53	17.7	15.4	37.2
Saanen	966	1.28	1.28	14.3	14.1	33.9
Toggenburgh	585	1.58	1.58	13.3	18.8	45.6
SE[a]		0.07	0.07	1.3	2.4	4.2

Fuente: Montaldo *et al.* 2010. SE= El error estándar más conservador. TCA= Tamaño de camada al nacimiento, TCD=Tamaño de camada al destete.

Tabla XI. Promedio de peso al nacimiento para cabras locales y sus cruzas en México.

Grupo genético	Promedio (kg)	PGP (Kg)
Boer x Local	3.1	0.110
Nubia x Local	3.2	0.117
Local	2.8	0.092

Fuente: Merlos *et al.* (2003) PGP= Promedio de ganancia de peso

11.3.1 Longevidad

La longevidad es traducida como la vida útil de las cabras o permanencia de las cabras en el ganado. De acuerdo con Montaldo *et al.* (2010), los datos analizados del centro de mejoramiento genético de Durango, México mostraron que en general la raza Alpina tiene la más alta longevidad mientras que la raza Saanen la más baja, otras razas mostraron valores intermedios. Comparados con otras razas la raza Nubia mostró la más baja probabilidad de pariciones durante su primera estación; por lo tanto los pesos acumulados de las camadas favorecieron a las razas Granadina y Alpina.

11.3.2 Estimación de los parametros genéticos y fenotípicos.

Características para la producción de leche y características reproductivas. Las repetibilidades estimadas para producción de leche y otras caracterírsticas relacionadas han sido obtenidas usando metodos derivados del analisis de Varianza (ANOVA). Recientemente, la heredabilidad y repetibilidad y correlaciones fenotípicas para producción total de leche (MP), producción acumulada a los 120 días (MP120 días) y periodo de lactancia (LL), fueron estimados usando registros de la raza Saanen en Querétaro, México (Valencia *et al.* 2007) los cuales se muestran en la tabla XII.

Tabla XII. Heredabilidades (h^2) y repetibilidades (r) de las correlaciones genéticas y fenotípicas entre producción de leche (MP), producción acumulada a los 120 días de lactancia (MP120) y longitud de lactancia (LL) para cabras Saanen en México.

Característica	h^2	r	MP	MP120	LL
MP	0.22 ± 0.07	0.40	-	0.98 ± 0.16	0.58 ± 0.08
MP120	0.12 ± 0.05	0.27	0.83	-	0.53 ± 0.21
LL	0.04 ± 0.03	0.11	0.45	0.30	

Fuente: Valencia *et al.* 2007.

La tabla anterior muestra la heredabilidad y repetibilidad en las diferentes caracteristicas de importancia en la leche en cabras de la raza Saanen en México. De acuerdo a Torres-Vázquez (2009) las correlaciones entre producción de leche y otras características de producción fueron positivas y variaron desde 0.78 a 0.89 y las corrrelaciones genéticas entre producción de leche y las características de su contenido fueron negativas (- 0.39 a - 0.16).

Tabla XIII. Heredabilidad (h^2) y repetibilidad (r) estimadas para producción de leche y componentes de la leche (en 305 días) en cabras Saanen en México.

Característica	h^2	*r*
Rendimiento de leche(Kg)	0.17 ± 0.04	0.40 ± 0.02
Rendimiento de grasa(Kg)	0.22 ± 0.05	0.41 ± 0.02
Rendimiento de proteína(Kg)	0.19 ± 0.05	0.39 ± 0.03
Rendimiento en leche + proteína (kg)	0.19 ± 0.05	0.38 ± 0.03
Rendimiento en lactosa (Kg)	0.14 ± 0.05	0.37 ± 0.03
Rendimiento de solidos totales (Kg)	0.12 ± 0.05	0.34 ± 0.03
Grasa (%)	0.25 ± 0.06	0.52 ± 0.02
Proteína (%)	0.29 ± 0.05	0.35 ± 0.03
Lactosa (%)	0.14 ± 0.04	0.22 ± 0.03
Solidos totales (%)	0.08 ± 0.04	0.20 ± 0.03

Fuente: Torres (2008).

La correlaciones entre rendimiento de grasa, proteína, lactosa y solidos totales con su respectiva producción de leche fueron positivas (0.29 – 0.62). Pocos estudios se han realizado en cuanto a las heredabilidades y correlaciones que involucran características reproductivas, pero Torres-Vázquez *et al.* (2009) señala que la heredabilidad para la edad al primer parto en la raza Saanen en México es de 0.31 ± 0.09. Mellado *et al.* (2007), estimó relaciones de características fenotípicas lineales con características de fertilidad en una población de cabras Saanen de alta producción en el centro de México. Algunos antagonismos fueron encontrados entre los puntajes deseables para características de leche y fertilidad. Los ángulos de la cadera con menores pendientes fueron relacionados con los mayores tamaños y pesos de camada y las cabras con ubres más altas tuvieron un incremento en el número de servicios por concepción. La tabla XIV muestra las correlaciones entre MY (producción total de leche) y otras características productivas donde se observa que fueron altas y positivas (0.78 a 0.89), y las correlaciones genéticas entre MY y características de contenido de la leche fueron negativas (-0.39 a -0.16). Las correlaciones genéticas entre FY, PY, LY y STY con sus respectivos contenidos fueron todos positivos (0.29-0.62).

Las correlaciones fenotípicas entre MY con otras características de producción fueron todas altas y positivas (0.75 – 0.93). Las correlaciones

fenotípicas entre MY y contenido de leche fueron negativas (de -0.30 a -0.11), excepto para MY y LC el cual fue cercano a cero (0.02).

En otro estudio Montaldo y Martinez (1993), estimaron relaciones entre conformación de la ubre y resistencia/susceptibilidad a mastitis y fluido de la leche en cabras encastadas. La producción de leche (r=-0.32) y perímetro de la ubre (r=-0.33) fueron correlacionadas con la prueba de california. El perímetro de la ubre tiene una correlación de r = 0.81, y el perimetro del pezón tuvo r = 0.45 con la producción de leche. Las cabras con ubres globulares tienen significativamente menos valores para la prueba de california, y alta para tasa o velocidad de ordeño y producción de leche que aquellas sin ubre globulares. Además las cabras con pezones no redondeados tienen significativamente menos valores para la prueba de california. Los resultados sugieren que las cabras con ubres globulares y pezones no redondeados tienen mayor resistencia a mastitis. El perímetro de la ubre y del pezón tiene mayores correlaciones con la producción de leche que con otras variables morfológicas.

Tabla XIV. Correlaciones genéticas y fenotípicas para producción de leche y sus componentes en cabras Saanen de primer parto en México [a,b,c]

	MY	FY	PY	FC	PC	FPY	FPC	LY	LC	STY	TSC
MY	-	0.859	0.932	-0.284	-0.296	0.888	-0.300	0.749	0.021	0.840	-0.110
FY	0.784	-	0.856	0.297	-0.040	0.951	0.198	0.555	-0.004	0.742	0.039
PY	0.884	0.824	-	-0.101	-0.115	0.952	-0.006	0.647	-0.015	0.802	-0.047
FC	-0.393	0.339	0.008	-	0.444	0.132	0.859	-0.188	-0.047	-0.062	0.220
PC	-0.342	0.076	0.286	0.446	-	0.053	0.788	-0.271	-0.045	-0.196	0.187
FPY	0.854	0.975	0.928	0.296	0.185	-	0.210	0.594	-0.008	0.763	0.007
FPC	-0.331	0.349	0.172	0.952	0.703	0.290	-	-0.216	-0.044	-0.109	0.215
LY	0.823	0.318	0.418	-0.539	-0.676	0.374	-0.574	-	0.686	0.784	0.303
LC	-0.163	-0.313	-0.498	-0.364	-0.879	-0.381	-0.426	0.619	-	0.381	0.622
TSY	0.892	0.833	0.787	0.043	-0.292	0.844	-0.059	0.880	0.447	-	0.478
TSC	-0.253	0.174	-0.194	0.507	-0.021	0.055	0.513	0.324	0.648	0.444	-

[a] Fuente: Torres-Vázquez (2008). [b] MY=Produccion de leche, FY=Produccion de grasa, PY=producción de proteina, FC=contenido de grasa, PC, cpntenidode proteina, F + P= Producción de Grasa + Proteína, FPC= Grasa + contenido de proteína, PFR=proporción proteina grasa, LY= producción de lactosa; LC=contenido de lactosa, TSY= Producción de solidos totales, TSC= Contenido de solidos totales. [c] Correlaciones fenotípicas arriba de la diagonal y correlaciones genéticas debajo de la diagonal.

11.3.3 Pesos

Tabla XV. Estimaciones de heredabilidad (h^2) y repetibilidad *(r)* para peso al nacimiento (BW), ganacia de peso antes del destete (ADG) y peso al destete (WW) en cabras en México.

Grupo genético	BW		ADG	WW
	h^2	*r*	h^2	h^2
Cabras lecheras[a]	0.46 ± 0.15			
Anglo-Nubia	0.29	0.39 ± 0.002		
Cabras lecheras[a]	0.40 ± 0.14			
Cabras lecheras[b]			0.01	
Cabras lecheras[b]				0.55
Saanen				0.21

[a]Saanen, Alpina, Toggenburg, Granadina y Nubia

[b]Saanen, Alpina y Nubia.

Tabla XVI. Correlaciones genéticas (rg), fenotípicas (rp) y ambientales (re), entre características de crecimiento en cabras en México.

	rg	rp	re
BW-W90D [a]	0.93	-	0.86
BW-W120D [b]	0.94	-	0.72
BW-W120D [b]	0.45	0.16	-
BW-ADG [c]	-0.11	0.18	-
ADG-WW [d]	0.98	0.98	-

[a] Peso al nacimiento y peso a los 90 días, [b]Peso al nacimiento y ganancia de peso a los 120 días, [c]Peso al nacimiento y promedio de ganancia de peso, [d] Promedio de ganancia de peso y peso al destete.

Sólo algunos estudios se han hecho en lo referente a los parámetros genéticos para pesos y ganancias de pesos, los cuales se muestran en la tabla anterior. La tabla XVI resume las estimaciones de la correlaciones entre características de crecimiento en cabras. Las estimaciones para las heredabilidades totales para peso al nacimiento y peso al destete en cabras fueron de medias a altas, indicando posibilidades de selección para esas

características. Estudios usando modelos para separar efectos maternales directos de éstas caracaterísticas son necesarios. La mayoría de las correlaciones genéticas entre pesos tempranos en cabritos son altas, indicando una ventaja al usar índices de selección.

12. Necesidades de investigación futuras y de acciones de apoyo para consolidar planes de mejoramiento para pequeños rumiantes.

Estudios adicionales que involucren a todas las poblaciones caprinas en el país son necesarios. Investigación con tecnologías modernas como el uso de SNP´s (polimorfismos de nucleótidos simple), son necesarios el sentido de establecer genealogías y en un un futuro integrar las selección genómica en los programas de mejoramiento genético, sin embargo, en México existen marcadas diferencias entre los diferentes sistemas de producción caprinos, por un lado el constante incremento en los sistemas de producción intensivos hace evidente que el sector necesita conocimiento en todos los componentes dentro del sistema productivo, tales como una mejor integración de la cadena productiva, pero además el todavía marcado resago de los sistemas de producción predominates extensivos hace necesaria una investigación tradicional en estos tipos de sistemas. En relación a la caracterizacion de los recursos genéticos, esta se ha centrado en sistemas de producción intensivos y con genotipos europeos lo que denota una vez más la deficiente investigación en sistemas extensivos y con genotipos locales. La disponibilidad de parámetros genéticos en los diferentes genotipos permitirá el diseño e implementación de programas de mejoramiento genético. De acuerdo con Montaldo *et al.* (2010) el potencial para mejoramiento genetico usando una selección masal es alta (1% por año), debido a que este tipo de selección se puede hacer relativamente a un bajo costo y por los deficientes requerimientos técnicos para sistemas de producción de bajo ingreso. En México y en otras partes del mundo estos tipos de programas son una opción real para el mejoramiento genético que puede competir con la importación de germoplasma “mejorado”. Estimaciones de parámetros genéticos para reproducción, crecimiento y calidad de la canal son escasas y no existen programas de mejoramiento genético para carne aún en México. La heredabilidad

para la edad al primer parto es de 0.31, la heredabilidad total para pesos al destete están entre el 0.21 y el 0.55. Esto indica posibilidades programas de selección para características de crecimiento en cabras. Pero existe todavía requerimientos para características como: peso a edades adultas y características de la canal.

13. La cabra y sistemas de producción caprino lecheros de pequeños productores en La Comarca Lagunera, norte de México

Resumen

Con el propósito de sustentar un programa de mejoramiento genético para productores de escasos recursos en La Comarca Lagunera, la región más importante de producción de leche caprina de México, se realizó un estudio de las características de las cabras y los sistemas de producción prevalentes en esa región ubicada al norte del país. El relevamiento de información de los sistemas fue conducido aplicando un sondeo estructurado a 64 productores y la caracterización fenotípica evaluando animales individualmente en cada uno de los sistemas estudiados en el sondeo (n = 540 animales). Los sistemas son mixtos, agrícola-pecuarios y de escasos recursos, incluyendo 68 ± 5 cabras/rebaño; siendo la producción y venta diaria de leche a la industria (56.9 ± 5.5 l/rebaño) la fuente principal de ingreso. Los sistemas se diferencian por la intensificación de la producción, distancia a zonas urbanas y empleo de mano de obra. La mano de obra con predominio de mujeres es principalmente familiar. La alimentación animal deriva del pastoreo de praderas naturales con mínima suplementación. La mayoría de las cabras (73%) posee colores mixtos, con tonos obscuros predominantes, 94% de los machos y 52% de las hembras exhiben barba, y 77% de los animales poseen cuernos. Las medidas zoométricas evaluadas: altura (77.0 ± 0.3 cm), perímetro torácico (87.0 ± 0.3 cm), perímetro abdominal (102.0 ± 0.5 cm), y largo del cuerpo (78.0 ± 0.3 cm), incrementan con la edad hasta los 4 años y luego declinan ($P<0.05$). La altura de las cabras es similar a la de razas europeas lecheras que fueron distribuidas por planes de mejoramiento gubernamentales inadecuados dando lugar a cruzamientos indiscriminados sin una estructura genética definida. Los rebaños mantienen animales sin separación de sexos y crías a través del año. Variables reproductivas como edad al primer estro, edad al primer servicio, intervalo entre partos, duración de lactancia y número de partos por cabra promediaron, respectivamente, 6.9 meses, 8.3 meses, 1 año, 7.4 meses y 7 partos. Las condiciones de manejo e infraestructura de apoyo productivo son precarias y no se registra la producción individual de animales; aspectos todos que requieren atención de la investigación y el

desarrollo. La mayoría (40%) de los productores valora sus hembras por producción y fenotipo. La fuente principal de sementales es externa sin considerar productividad y adaptación. Todos los productores expresaron que animales altamente encastados exhibían problemas de adaptación, aunque algunos de estos animales contaban con características deseables para el manejo y pastoreo extensivo. Entre opciones de mejoramiento genético discutidas con los productores en un foro final, el mejoramiento participativo y comunitario que permita acceso directo a animales mejorados, y que considere los objetivos de los productores, la realidad del contexto productivo, y la necesidad de una disciplina a seguir en su implementación, recibió unánime aceptación. Esta opción proyectaría la selección de los animales existentes en los rebaños con una discontinuación del encaste.

Summary

Towards designing genetic improvement programs for resource-poor dairy goat producers of the Comarca Lagunera (north of Mexico), the most important dairy goat production region located in northern Mexico, a study on the characterization of the prevailing goats and production systems was conducted. A structured sondeo was applied to 64 producers while the phenotypic characterization targeted 540 animals individually observed in the sondeo flocks. The systems correspond to resource-poor crop-livestock operations consisting in average of 68 ± 5 goats /flock; the livestock component involved in the production and selling of milk to the industry (56.9 ± 5.5 l/flock) being the main source of income. The systems differentiated in production intensification, distance to urban areas and labor employment. Labor occupies family members particularly women. Animal feeding is mainly range-based with minimum supplementation. Most goats (73%) possess mixed colors, with predominance of dark tones, 94% of males and 52% of females possess beards, and 77% of the goats are horned. Body measurements including: height at withers (77.0 ± 0.3 cm), thoracic perimeter (87.0 ± 0.3 cm), abdominal perimeter (102.0 ± 0.5 cm), and body length (78.0 ± 0.3 cm), increased with age until 4 years to then decline ($P<0.05$). The height was similar to European dairy breeds which have been distributed by inadequate government supported plans leading to indiscriminant crossing, without a defined

genetic structure. Flocks are run year-round without separation of sexes and ages. Age to first estrus, age to first service, inter- kidding intervals, lactation length and kiddings per doe averaged, respectively, 6.9 months, 8.3 months, 1 years, 7.4 months and 7 kiddings. Management and production infrastructure are poor, and individual production is not recorded. These will require due research and development attention. Most (40%) producers value their females on production and phenotype basis. The main source of males is external without consideration of adaptation and productivity. All producers expressed that high grades with European breeds showed adaptation problems, though some of the resulting crosses showed desirable characteristics for extensive management and grazing. Among genetic improvement options discussed with producers in a final workshop, a participatory and community-based system that allows access to improved animals, considers the producers' objectives, the production context, and the need of a discipline to be followed in its implementation, received unanimous acceptation. This option would project the selection of the animals available in the flocks with and a discontinuation of the grading up process.

1. Introducción

La producción caprina de México se concentra en las regiones áridas donde se registran índices elevados de pobreza y marginalización, escasez de agua y recurrencia de sequías (Hernández *et al*., 2000; Nagel *et al*., 2006). Las explotaciones caprinas pertenecen principalmente a productores pobres, dependen del pastoreo comunal de la vegetación nativa, registran baja productividad y contribuyen substancialmente a los medios de vida de la familia campesina (Echavarría *et al*., 2006a).

La problemática de la producción caprina asociada con pequeños productores es compleja e incide en todos los pilares que sustentan la producción (Mellado *et al*., 2004a; Echavarría *et al*., 2006b; Gómez, 2007; Vargas *et al*., 2007; Oseguera *et al*., 2008). Sin contar con planes de mejoramiento genético adecuados (Mellado, 2008), los sistemas explotan animales resultantes del cruzamiento indiscriminado de cabras criollas, como base, con razas lecheras especializadas, p.e. Anglo Nubia, Alpina, Saanen y Toggenburg. Los productores expresan que los animales derivados de esos cruzamientos confrontan dificultades de adaptación al manejo extensivo (Salinas *et al*., 1999). Además

enfatizan, como limitante productiva, la dificultad de acceso a fuentes que oferten animales mejorados otros que los de razas puras (Mellado, 2008).

La demanda por productos procesados de leche caprina en México ha registrado una tendencia incremental que dio lugar en algunas regiones a una notable integración de la producción con la industria (Gómez, 2007). Este es el caso de La Comarca Lagunera en el norte de México, la región más importante de producción de leche caprina del país, involucrando 9 mil familias con gran demanda tecnológica para mejorar la productividad y captar los beneficios de las oportunidades de mercado (Gobierno del Estado de Coahuila, 2009). Para sustentar un programa de mejoramiento genético que responda a esa demanda, se constató que la documentación sobre las características de los sistemas de producción y de las cabras prevalentes en esos sistemas es insuficiente.

Como parte integral del diseño de un programa de mejoramiento genético adecuado a la comunidad y naturaleza del contexto productivo de La Comarca Lagunera, el presente trabajo tiene el propósito de describir los sistemas de producción caprino lechero, las características fenotípicas de las cabras de esos sistemas y la percepción de los productores en relación con posibles planes de mejoramiento genético de sus rebaños.

2. Materiales y Métodos

2.1. Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo de septiembre a diciembre de 2007 en nueve comunidades de La Comarca Lagunera (103° 13´42" Oeste, 25° 31´41" Norte; 1100 msnm), estado de Coahuila, norte de México. El clima es árido, la temperatura promedio es de 19ºC y la precipitación media anual es de 250 mm, acumulada durante la temporada lluviosa (mayo a julio). La determinación del área de estudio consideró opiniones de la asociación ganadera del municipio de Matamoros, la Unión Regional de Caprinocultores de La Laguna e investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-La Laguna), además de datos de producción del INAFED (2008).

2.2. Recolección de datos y caracterización fenotípica

Desde junio a diciembre de 2007, se aplicó un sondeo estructurado aleatorio a 64 productores con la cooperación del INIFAP- La Laguna. Al concluir el sondeo se realizó un foro con productores del área de estudio utilizando métodos de investigación participativa para complementar y validar información, identificar fortalezas y debilidades de los sistemas y discutir opciones de programa de mejoramiento genético con base en la comunidad.

Para la descripción fenotípica se aplicó la metodología utilizada por Wurzinger *et al*. (2008) y Nsoso *et al*. (2004). En cada rebaño del sondeo se registraron medidas zoométricas, incluyendo: altura a la cruz (distancia entre el suelo y el punto más alto del proceso espinal de la vertebra torácica), perímetro torácico (evaluado por detrás de las extremidades anteriores) y longitud corporal (distancia entre la articulación del hombro y el isquion). Además se registraron características visuales incluyendo color de la piel (colores enteros o combinados); perfil de la cara (recto o convexo), presencia de mamelas, barba y cuernos, y características de los cuernos tales como longitud (cortos, medianos o largos), forma (rectos o en espiral) y proyección (dorso caudal o dorso ventral). La edad fue estimada mediante inspección de la placa dentaria. Las medidas fueron tomadas en corral en la mañana, previo al pastoreo. Los animales evaluados totalizaron 509 (104 machos y 405 hembras) con una edad promedio de 3.5 ± 1.2 años.

2.3. Análisis de los datos

Los datos fueron analizados utilizando SAS software v. 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC). Se utilizaron modelos lineales para analizar variables cuantitativas y tablas de contingencia para analizar vía Chi cuadrado posibles asociaciones entre variables cualitativas. Aún cuando la encuesta se concentró en un área focalizada, se distinguieron tres tipos de sistemas de acuerdo con el grado de intensificación de la producción y por su relación con centros urbanos: sistemas con mayor intensificación incluyendo comunidades cercanas a las vías de comunicación y con acceso a sistemas de riego; sistemas con intensificación media incluyendo comunidades también cercanas a las vías de comunicación y con acceso a residuos de cosechas y sistemas con menor intensificación incluyendo comunidades más alejadas de las vías de comunicación, con

predominio de pastoreo. El modelo lineal utilizado incluyó como efectos fijos el tipo de sistema de producción, el sexo en los casos pertinentes y la edad de los animales.

3. Resultados y discusión

3.1. Caracterización de sistemas de producción

3.1.1. Aspectos socioeconómicos

Los sistemas productivos están consolidados en la zona: 52% de los productores desempeña esa actividad por más de 19 años. La producción caprina lechera resulta ser atractiva: 28% de los sistemas son relativamente nuevos (con solo 1 a 9 años de desempeño). En opinión de los productores, lo anterior refleja la posibilidad de contar con un flujo prolongado de ingresos diarios por venta de leche y la intervención de la industria en la comercialización. Además, 80% de los productores afirmó que continuará produciendo cabras puesto que para una mayoría de ellos (82%) esta producción es fuente de autoempleo y ahorro, concurriendo con Oseguera *et al*. (2008).

La edad promedio de los jefes de familia fue 49 ± 1.8 años (rango= 22-74 años). La proporción de edades menores a 40 años (30%) fue similar a las proporciones de edades entre 40 y 60 años, y mayores a 60 años (37% y 33%), respectivamente, ($P > 0.05$). Con un tamaño promedio de 5.1 ± 0.3 miembros/familia (CV = 43%), las familias tienden a ser numerosas: una mayoría de las familias (78%) tuvieron más de 4 miembros y sólo 22% contaron con 2 a 3 miembros. La mayoría de los jefes de familia (94%) fueron hombres. Las distribuciones por sexo fueron diferentes ($P < 0.05$), con menor proporción de hombres que de mujeres debido a mayor tasa migratoria de hombres en la zona, mencionada por el INEGI (2009). El tamaño de la familia no se diferenció significativamente entre tipos de sistemas.

Una mayoría de los productores (74%) alcanzó algún tipo de formación educacional, al menos por un período mayor a 3 años. Aproximadamente 28% cursó estudios primarios y 1/3 de los productores logró acumular hasta 8 o más años de estudio. Este resultado coincide con el INEE (2009) que registra baja asistencia escolar y altos índices de deserción escolar en el estado. Aproximadamente 89% de los productores recibió asistencia técnica, aunque

precaria y limitada, por parte de programas gubernamentales, en concurrencia con Echavarría *et al.* (2006a).

En todos los casos entrevistados se evidenció que la mano de obra familiar es importante, con mínima contratación de personal para tareas de campo. Debido a una mayor tasa migratoria, los sistemas menos intensivos emplean mayor mano de obra que los de mediana y mayor intensificación ($P < 0.05$). La fuente principal de ingreso para 95.3% de los sistemas deriva de la actividad agropecuaria, ya sea exclusivamente pecuaria (77%), mixta (20%) o agrícola (3%). Solo 4.7% de los sistemas deriva sus ingresos de actividades no relacionadas con la ganadería concurriendo con Mellado *et al.* (2005). Los tipos de sistemas no se diferenciaron en relación con sus actividades principales de ingreso ($P > 0.05$).

3.1.2. Productos y comercialización

El ingreso más importante deriva de la venta de leche y cabrito (95% de los casos), productos hacia donde se orienta la producción coincidiendo con Olhagaray y Espinoza (2007). Los productores no venden animales adultos y si lo hacen no consideran estratificación por peso, aceptando los precios del intermediario. Debido a una mejor integración de la cadena de producción lechera, los productores (98%) coinciden en que la comercialización de la leche no observa dificultades; aunque mencionan prácticas desleales ejercidas por las compañías durante épocas de mayor oferta. También intervienen intermediarios ("ruteros"), quienes acopian leche en las mismas unidades de producción, coincidiendo con Olhagaray y Espinoza (2007). La producción diaria por cabra promedió 1.5 l y la producción diaria por productor 56.9 ± 5.5 l. Utilizando el precio actual de US$ 0.30 por litro de leche, la producción promedio diaria por productor equivaldría a 4.7 salarios mínimos por día (SAT, 2010); de allí su importancia como generadora de ingresos.

3.1.3. Infraestructura

El alojamiento de animales es una extensión de la vivienda del productor. Los corrales son precarios provistos de techo para sombra y disponibilidad de agua, luz eléctrica, al menos un vehículo motorizado para transporte y un remolque para transportar agua hacia las zonas de pastoreo. No se cuenta con

sala ni maquinaria para ordeñar. En el manejo y transporte de la leche los productores utilizan recipientes de plástico. Todos los sistemas utilizan asnos, caballos y canes para el manejo de los rebaños.

3.1.4. Manejo de los rebaños

El rebaño consistió en promedio de 68 ± 5 animales (rango de 14 a 190 cabras) con una distribución sesgada entre 30 y 70 animales, valor superior al mencionado por Nagel *et al.* (2006) para los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, pero coincide con Oseguera *et al.* (2008) en sistemas lecheros de Durango, estado vecino a Coahuila. Los tres sistemas se diferenciaron significativamente en número de animales por rebaño: rebaños mayores en sistemas más intensivos (102 ± 10 cabras) y menores en sistemas con mediana y menor intensificación (44 ± 8 y 71 ± 6 animales, respectivamente).

El pastoreo se realiza en zonas comunales y en 95% de los casos es asumido por miembros de la familia, particularmente por el dueño del rebaño, coincidiendo con Mellado *et al.* (2005) y Hernández *et al.* (2000). El pastoreo inicia a las 10:00 h y concluye a las 18:00 h, hora de retorno al corral**.** Aproximadamente 74% de los productores entrevistados suplementa con sales minerales.

Todos los productores interactúan con zonas de cultivo a través del pastoreo de rastrojo y residuos de cosecha como lo menciona Hernández *et al.* (2000). La utilización de residuos de cosecha en tierras de otros propietarios requiere de su autorización, coincidiendo con Oseguera *et al*. (2008). Corroborando con Mellado *et al.* (1991a), aproximadamente 81% de los productores entrevistados manifestaron usar cactus como alimento animal, aunque la avena es más importante en complementar el pastoreo: 97% de los productores sin diferencia de opinión entre sistemas, consideró que la avena es fundamental para la producción lechera.

El porcentaje de cabras en ordeña fue 83%. Los animales se ordeñan únicamente en la mañana y en el mismo corral dando lugar a contaminación de la leche, como también anotara Olhagaray y Espinoza (2007).

Las principales enfermedades se relacionan con problemas respiratorios (47%), mastitis (27%) y problemas de orden reproductivo y nutricional (26%). Echavarría *et al*. (2006a), al describir los sistemas caprinos de Zacatecas,

mencionó que los problemas parasitarios secundan a los respiratorios. El manejo sanitario se resume a acciones clínicas.

3.1.5. Aspectos reproductivos

Los rebaños se manejan sin separación de machos, hembras y crías durante el año. Las crías hembras son pastoreadas al alcanzar 2.5 meses de edad. En el foro se confirmó que la mayoría de los productores restringe la monta colocando un mandil a los machos para evitar que cubran hembras en celo en períodos específicos. No existe identificación individual de animales. Mellado (2008) advierte que en la cría en pradera nativa, la ausencia de registros limita cualquier programa de mejora de la producción. Las edades al primer parto, y al primer servicio de hembras fueron de 6.9 y 8.3 meses, respectivamente, y el intervalo entre partos fue de 12 meses, sin diferencias significativas entre sistemas (tabla I). El tamaño de camada fue de 1.4 crías por parto, coincidiendo con Mellado (1997) y Mellado (2008). Los productores prefieren partos simples por el mayor crecimiento de los cabritos resultantes para la venta.

Por existir una marcada estacionalidad reproductiva sin implicar anestro (Mellado *et al.,* 1991b; Delgadillo *et al*., 2003; Urrutia *et al.,* 2003; Duarte *et al.* 2008), las pariciones pueden ocurrir en cualquier mes. Los picos de parición ocurren entre noviembre y febrero, puesto que 90% de los productores empadra entre junio y septiembre. La mayoría de los productores (90%) desconoce la edad a la pubertad de machos, mientras que 10% afirma que ésta ocurre entre los 5 y 10 meses de edad coincidiendo con estudios previos (Mellado, 2008; Delgadillo *et al.,* 2007), un aspecto de consideración para planes de mejoramiento genético.

Los sistemas más intensivos tienden a destetar más temprano (72 días) que sistemas con intensificación intermedia y menor: 111 y 138 días, respectivamente ($P < 0.05$). La duración de la lactancia no se diferenció entre tipos de sistemas. Los sistemas menos intensivos se diferencian de los de mayor intensificación por mantener cabras por al menos un parto adicional ($P < 0.01$; Tabla I).

Considerando las condiciones e índices anteriores, es obvio que la infraestructura, manejo nutricional y reproductivo requieren ajustes substanciales para mejorar la eficiencia productiva. Sólo recientemente se están implementado esfuerzos en esa dirección (Olhagaray y Espinoza 2007; González *et al.,* 2008).

3.1.6. Reemplazo de hembras y machos

El reemplazo de hembras se basa en apreciaciones subjetivas: aproximadamente 47% de los productores considera producción, 13% considera el fenotipo y 40% considera ambos aspectos.

La mayoría de las hembras de reemplazo (79%) proviene del mismo rebaño, mientras que 21% proviene de rebaños externos. Sin diferencia entre tipos de sistemas (P = 0.66), la mayoría de los productores (66%) expresó el deseo de cambiar sus cabras por animales con mayor producción lechera.

Se evidenció que 23% de los productores producen sus propios sementales, mientras que 18% y 59% los adquieren respectivamente de comunidades vecinas o, en ciertos casos, de programas gubernamentales que distribuyen razas puras sin planificación. En la selección de machos 54% de los productores considera aspectos morfológicos como tipo, tamaño y forma del animal, solo 4% de los productores considera la producción de la madre, mientras que 42% considera ambos aspectos.

3.2. Características fenotípicas de las cabras de la Comarca Lagunera

El color del manto en 62% de los animales fue mixto con predominio de tonos oscuros, en 27% fue blanco — una frecuencia posiblemente influenciada por la influencia de la raza Saanen profusamente utilizada, y en 11% fue de colores enteros oscuros con tonalidades de marrón y negro.

El perfil de la cara en 62% de los animales fue recto y en el remanente convexo, posiblemente por influencia de la raza Anglo Nubia, también difundida (Mellado *et al.* 1991c). Las mamelas se presentaron con mayor frecuencia en hembras (78%) que en machos (24%) mientras que la presencia de barba fue mayor en machos (94%) que en hembras (52%). Una mayoría (77%) de los animales presentaron cuernos, 55% de los cuales proyectados en dirección dorso lateral y 45% en dirección dorso caudal. La longitud de los cuernos varió de 5 a 20 cm, predominando longitudes de 10 a 20 cm en 50% de animales adultos.

Los coeficientes de variación de las medidas zoométricas consignadas en la tabla II fluctuaron entre 7 y 10%. Con excepción del perímetro abdominal, significativamente mayor en sistemas más intensivos, las otras medidas zoométricas no se diferenciaron estadísticamente entre sistemas. Todas las mediciones corporales variaron significativamente con la edad de los animales,

incrementando hasta los cuatro años para declinar en edades mayores (tabla II). Similar tendencia fue observada en diámetro testicular, aunque un primer punto de inflexión ocurrió a los dos años de edad.

La altura a la cruz de los animales muestreados fue similar a la de razas europeas tales como Alpina, Anglo-Nubia, Saanen y Toggenburg (Gall, 1996). Los perímetros torácico y abdominal, y la altura, resultaron ser 16%, 24% y 22% mayores, respectivamente, que los valores observados por Vargas *et al.* (2007) en caprinos del Estado de Puebla, México y similares a los valores obtenidos por Mellado *et al.* (2004b) en caprinos de la misma región. Los datos correspondientes a longitud corporal contenidos en la tabla II fueron 2% a 9% mayores que los observados por Nagel *et al*. (2006) en caprinos de los estados de Zacatecas y San Luis Potosí. El presente estudio no permitió discriminar si esas diferencias tienen relación con la composición genética de los animales o condiciones de cría diferenciadas.

.

3.2. Foro participativo y mejoramiento genético

Los productores declararon que los programas de mejoramiento gubernamentales promueven la adquisición de sementales de razas europeas bajo la premisa de que el mejoramiento genético se logra solamente encastando cabras locales con éste tipo de animales. Tal criterio fue erróneamente influenciado por el argumento de existir baja heredabilidad para caracteres reproductivos (Mellado, 2008). Se enfatizó que la erogación que implica adquirir reproductores de estas razas no logra compensarse y que las expectativas sobre el comportamiento productivo de la descendencia no son siempre satisfechas, en particular de animales altamente encastados con razas europeas que registran problemas de adaptación, coincidiendo con Salinas *et al.*(1999). Sin una normativa sobre el grado de encaste que debe alcanzarse, los cruzamientos al arbitrio de los productores fueron indiscriminados. Lo anterior se traduce en frustración entre los productores quienes esperan el advenimiento de otras opciones de mejoramiento genético.

Todos los productores señalaron la necesidad de acceder a fuentes que provean machos mejorados cuya utilización permita un mejoramiento efectivo de sus rebaños, sin las fluctuaciones conocidas en los cruzamientos con animales de razas puras. Idealizan un animal con producción de leche aceptable, pero con

similar adaptación a las condiciones de manejo y de pastoreo que los tipos locales. Manifestaron que sus rebaños, heterogéneos en producción y adaptación, cuentan con animales no altamente encastados con estas características que ellos quisieran fijar. Especificaron que esas características incluyen rusticidad, mayor producción de leche, ubres suspendidas y extremidades largas que permitan movilización en pradera nativa.

Finalmente se constató que existe voluntad y deseo de integrar planes de mejoramiento comunitario que consideren una metodología participativa, que enfoque objetivos de productores (animales, productivos, rústicos y adaptables a las condiciones climáticas prevalentes) y que establezcan una normativa consensuada para que sea cumplida, además de que el plan sea propiedad de la propia comunidad. Esta conclusión fue lograda al formularse opciones de mejoramiento, con las características anotadas, que podrían implementarse para responder al deseo de los productores de acceder a fuentes de animales mejorados. El foro acordó implementar un plan de mejoramiento con base en la comunidad y participativo, en una acción conjunta que involucre a productores, el INIFAP-La Laguna, la Universidad de los Recursos Naturales y Ciencias Aplicadas (BOKU-Austria) y el Centro Internacional para las Investigaciones Agrícolas de las Zonas Áridas (ICARDA).

4. Conclusiones

Los sistemas de producción lechero de La Comarca Lagunera son dependientes de la pradera nativa con diferentes grados de intensificación, de bajos recursos y mixtos (agrícola- pecuarios), y generan un ingreso diario prolongado en el año a través de la producción y venta de leche. Por lo anterior, la producción de leche resulta ser una actividad económica importante que absorbe trabajo familiar y oferta permanencia laboral; además, la inserción continuada de productores jóvenes que se inician en la actividad y las condiciones de comercialización integradas con la industria favorecen su desarrollo. En una región deprimida por la migración, estas condiciones reúnen posibilidades para revertir la pobreza, por tal razón el gobierno debería prestar mayor atención a la producción caprina a través de la investigación y el desarrollo.

El conocimiento deficiente sobre el comportamiento histórico de los rebaños y la ausencia de registros productivos son limitantes para implementar

asistencia tecnológica, particularmente planes de mejoramiento genético, y sugiere desarrollar procedimientos simples de registro que sean tomados de modo sostenible.

Los machos se adquieren sin considerar el potencial productivo ni la adaptación de la población de procedencia. Esta condición y la oferta de razas europeas por programas gubernamentales sin normativas que determinen los grados aconsejables de encaste, conduce a frustración del productor y a un continuo proceso de ajuste de las condiciones de cría para responder a los requerimientos de la descendencia de los machos adquiridos. La descripción fenotípica de las cabras revela heterogeneidad en los rebaños, producto de cruzas indiscriminadas con razas europeas, sin que exista una estructura genética definida. Estas consideraciones y la menor rusticidad de cabras con alto grado de encaste, justificaría un programa de mejoramiento genético basado en la selección de la población actual de animales y la discontinuación del encaste. Tal programa debería tomar en cuenta aspectos de mayor relevancia para el productor. Las condiciones de pobreza de los productores, los pequeños rebaños con que cuentan y el alto grado de interacción comunitaria y asociativa que existe entre ellos, sugieren que un plan de mejoramiento con base en la comunidad, participativo, consensuado y proyectado en una interacción con el organismo nacional de investigación (p.e. INIFAP-La Laguna), puede reunir las condiciones indicadas.

5. Agradecimientos

El autor agradece a productores de la Comarca Lagunera que permitieron recabar la información necesaria para el estudio, al gobierno de Austria por las facilidades otorgadas para su realización, al INIFAP por su valiosa participación en logística y seguimiento y a ICARDA por proveer una base de co-financiamiento

Tabla I. *Variables reproductivas de cabras en rebaños de pequeños productores lecheros en la Comarca Lagunera*
Reproductive variables of does in goat dairy systems of small producers in the Comarca Lagunera

	Sistemas de producción		
Variables	**Más intensivos**	**Intermedios**	**Menos Intensivos**
Número de productores	11	18	35
Edad al primer estro (meses)	6.9 ± 0.6	7.3 ± 0.5	6.5 ± 0.4
Edad al primer servicio (meses)	8.1 ± 0.9	8.8 ± 0.7	7.9 ± 0.5
Intervalo entre partos (años)	1.1 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.1
Tamaño de camada (n)	1.7 ± 0.2	1.5 ± 0.2	1.3 ± 0.1
Edad al destete (meses)	2.4 ± 0.9a	3.7 ±0.9ab	4.6 ± 0.6b
Duración de la lactancia (meses)	7.0 ± 0.8	7.8 ± 0.6	7.4 ± 0.5
Número de partos por cabra	5.8 ± 0.5a	6.1 ± 0.4a	7.0 ± 0.3b

Medias con letras diferentes entre sistemas denotan significación estadística (P<0.05).

Tabla II. Medidas zoométricas de cabras en rebaños de pequeños productores lecheros en la Comarca Lagunera

Body measurements of goats in goat dairy systems of small producers in the Comarca Lagunera

	Medidas zoométricas (cm)[1]						
	Ambos sexos					Machos	
Efectos Fijos	n	Altura	Perímetro Torácico	Perímetro Abdominal	Longitud corporal	n	Diámetro testicular
Sistemas							
Más intensivos	90	76 ± 0.6a	87 ± 0.7a	101 ± 1.1a	77 ± 0.6a	25	27± 0.4a
Intermedios	173	77 ± 0.5a	86 ± 0.6a	98 ± 0.9b	78 ± 0.5a	30	27± 0.4a
Menos intensivos	246	77 ± 0.4a	86 ± 0.6a	98 ± 0.7b	78 ± 0.4a	49	27 ± 0.3a
Edad (años)							
1	47	72 ± 0.8a	77 ± 1.0a	88 ± 1.4a	72 ± 0.9a	29	24 ± 0.4a
2	50	75 ± 0.8b	84 ± 0.9b	96 ± 1.4b	76 ± 0.8b	16	28 ± 0.4b
3	86	77 ± 0.6c	88 ± 0.7c	102 ± 1.1c	80 ± 0.6c	26	28 ± 0.4b
4	261	79 ± 0.4d	91 ± 0.5d	106 ± 0.8d	81 ± 0.4c	26	29 ± 0.4b
≥5	65	79 ± 0.7cd	90 ± 0.9cd	104 ± 1.4cd	80 ± 0.8c	7	27 ± 0.8b
Sexo							
Machos	104	79 ± 0.5a	89 ± 0.6a	98 ± 0.5a	80 ± 0.6a	Na	Na
Hembras	405	74 ± 0.3b	84 ± 0.4b	100 ± 0.3a	76 ± 0.3b	Na	Na
Promedio aritmético	509	77 ± 0.3	87 ± 0.3	102 ± 0.5	78 ± 0.3	104	27 ± 0.3

[1]Exceptuando promedios aritméticos, los valores de la tabla corresponden a estimadores de mínimos cuadrados.

na: no aplicable.

Estimadores con diferentes letras dentro de cada variable y efecto fijo denotan significación estadística ($P < 0.05$).

14. Design and implementation of a community-based breeding program for dairy goats in Northern Mexico

Introduction

In Mexico there are about 9 million goats (Montaldo *et al.* 2010), which are mostly kept in extensive production systems under harsh environmental conditions Mellado (2008). In the arid zone of Northern Mexico more than 5 million goats are kept by 320,000 families and play an important role in their livelihoods (FIRA, 2010). In this zone goats are mainly kept for milk production, the sale of kids at the age of about 45 days is a second important income source for farmers.

An intensive production system has recently emerged next to the traditional system of keeping smaller herds on communal pasture. This new system is high-input oriented and uses irrigated alfalfa as main fodder source, pure exotic dairy goats (often imported breeding stock from the USA) and high-tech management. Artificial lighting system is used to simulate an extended photoperiod in order to stimulate the libido of bucks from temperate climates. Male off-springs from these farms are sold to nearby smallholders at a very low price, highly subsidized by the regional government. The benefit of this approach is questionable as a possible Genotype x Environment-effect is ignored and the animals have never been tested under the conditions of an extensive system and farmers reported bad experiences with breeding bucks of exotic dairy breeds (Escareño et al. (submitted).

Therefore, the aim of this study was the development of a community-based breeding program for smallholder farmers. It was planned that farmers select the best animals of their herds and set up a scheme, which ensures that animals are exchanged across herds to avoid inbreeding problems.

Other authors (Gizaw et al., 2009; Haile et al., 2008; Mueller, 2006; Wurzinger et al., 2008), recently showed that this new approach in animal breeding can be used for smallholder systems as this ensures the full participation of the farmers and is more sustainable in the long term as it is less dependent from external inputs. These schemes are designing according to the needs of the farmers and the technical and logistical management is at the level which farmers feel comfortable

with. A detailed description of the communication and consultative process between farmers and researchers and administrative and technical details for the implementation and execution of the breeding program are presented here.

Material and Methods

Description of study area

The study was carried out in a rural community in La Comarca Lagunera Region in Northern Mexico. The climate can be characterized as semi-arid with an annual average temperature of 19ºC and an annual mean precipitation of 250 mm with a rainy season from May to July. The selection of the study site was based on the information from INIFAP - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias taking into account the importance of goat keeping for smallholder farmers and the numbers of goats in the region. The production system can be characterized as an extensive mixed crop-livestock system, where goats are kept on pasture all year around and only supplemented with crop residuals during specific periods of the year. For further details see Escareño et al. (2008).

Main production aim is the sale of milk and the sale of kids (cabritos) at the age of about 45 days, directly after weaning. Milking starts immediately after weaning of the offspring. Farmers keep a mixture of various genotypes in their herds as they practice indiscriminate crossbreeding of their local goat called Criollo with exotic breeds like Anglo-Nubian, Saanen and Alpine, depending on the availability of bucks. A phenotypic description of the population is presented in Escareño et al (submitted).

Communication and consulting process

A series of workshops were held with farmers to design the breeding program and establish a good relationship between the different stakeholders.

A first contact between farmers and the research team was established in July 2007. A first workshop with farmers from different communities and extension workers was held at INIFAP to identify possible constraints and opportunities for dairy goat keeping in the region. Breeding practices, such as the purchase of breeding bucks, use of bucks in the herd and selection criteria were discussed.

Based on this information a detailed questionnaire was developed and 64 farmers were interviewed. The questionnaire consisted of general information such as herd management, herd structure, use of products and socio-economic factors, hindering and encouraging factors for the establishment of a breeding program. Results of this survey are presented in Escareño et al. (2008). As a next step, workshops were held in the communities, where farmers showed interest in the formation of a farmers` group and to start jointly a breeding initiative. Researchers discussed in detail the current situation and identified possible solutions for the improvement of the current scenario.

Finally, ten farmers from one community agreed to start a breeding program and developed with the support of the research team organizational and administrative rules for the breeding program. The cooperation between participants of the breeding program was also discussed in various meetings. After a few weeks three farmers decided to leaf the group and the breeders' organization continued with seven members. There were different reasons for leaving the group. One person refused to send his young bucks to a common central place, another one had veterinarian problems in his herds as the animals suffered of Ectima contagioso and one person sold his whole herd. Dates of regular farm visits were agreed well in advance to ensure that farmers could dedicate enough time to the data collection process.

Herd monitoring

At the beginning all females and the young bucks of the best females according to the farmers criteria were registered in a herd book. Individual identification was based on ear tags used by a local program for Brucellosis prevention and complemented with a collar and a medal, which includes farm and goat number. During the identification process of females, information about age, phenotype (coat colour, absence or presence of wattles, bear, horns,) and number of parities were recorded. During the follow-up visits kidding dates, litter size, body weights and sex of new born kids were documented. For the young bucks, body weight was recorded monthly. Milk recording started after weaning, which takes place on average 45 days after kidding. Only those dams, which had male kids as possible selection candidates, had an extended suckling period of 90 days and therefore had a reduced lactation period. Data collection started in January and continued

until October and took place during the morning milking before animals were guided to the pasture. The milk yield was measured every fourteen days for each animal individually with an electronic balance. A total number of 276 does from seven herds were under the milk recording scheme, the size of herds ranged from 13 to 65. Milk samples for fat and protein content were taken five times during the lactation period. Milk samples were taken from 227 females five times during the lactation period. Samples were taken before the milking started, a preservative was added and they were kept cold during the transport to the milk laboratory. Analyses of milk content were done with Flow Cytometrics.

Selection and rearing of young bucks

In the first year of the breeding program the selection of possible candidates as breeding bucks was exclusively based on farmers' own experience and knowledge. Selection criteria were the milk yield and phenotype (body size, long legs, udder conformation) of the dam and their health status. Milk yield was assessed by farmers subjectively as there is no milk recording scheme was in place. Farmers were asked to select according to their own criteria the best does from their herd to be the mothers of the future breeding bucks. The only pre-conditions set by researchers were that selected females should be above herd average, healthy and at least in their second lactation. Farmers agreed that bucks from the best does were taken to a central corral of the village at the age of 3 months.

Sixteen young bucks, two per farm, were chosen and kept in a central corral after weaning. The idea of the central corral was to have a test station where the growth performance of the young animals after weaning could be tested under the same conditions. Therefore farmers agreed to construct a central corral in their village to make the monitoring of the animals easier. The young bucks were kept in the corral for 90 days and body weight was recorded weekly. The animals were provided with a diet consisting of oat hay, maize and mineral salt. In the second year, the selection procedure was changed and a selection index, including milk performance of the dam and own growth performance of the young bucks, was established. Total milk yield of the dam was used, fat and protein content was not used as there was not enough information available. As there is no information on economic values available, both traits were given equal importance and the ratio

was 1:1. Milk yield was recorded twice per month and body weight of young bucks was measured on a monthly base. A total number of 8 young bucks after weaning at the age of three months were brought to the central corral for evaluation of their growth performance and kept there for duration of five months. Before the young bucks were re-distributed to herds, a sanitary check was done by the veterinarian of the research team. Only animals free of parasites and brucellosis were allowed to re-enter a herd.

Data management and analysis

Finally, all records from the field were entered into a data base and the information was used for further analysis. Total milk yield was calculated according to ICAR standards (ICAR, 2009). Lactation length is defined as the milking period after weaning of the kids until drying off. Total milk yield (TMY) was calculated by using the milk yield of one test day, multiplied by the days of the interval until the next test day and the sum was made over the whole period. For presentation of the milk performance, a cut-off point of at least 90 days in milk was used as suggested by Valencia et al. (2007).

Results and Discussion

Constraints and opportunities for dairy goat keeping

During the initial workshop different problems were highlighted by farmers. Limited accesses to credit system, feed shortage and volatile prices for products were frequently mentioned as hindering factors for the development of the dairy goat sector. Farmers were also concerned that breeding bucks were not easily available and they often had to buy animals without any information about dam's performance or in some cases they bought sick animals and infested their whole herd with brucellosis. Farmers also mentioned that they choose, depending on availability, bucks from different exotic breeds. Saanen and Alpine goats were seen as animals with high potential for high milk production, but one of the disadvantages mentioned was the relatively low fat content. Some farmers even reported that milk traders refused to buy milk from Saanen crossbred goats as they thought that the milk was diluted with water. Farmers also explained that Saanen animals can not stand the hot weather, can not walk for long distances in the sunshine and get more frequently sick.

Anglo-Nubian was another breed which was used by farmers. This breed was associated with a lower milk yield, but much better milk fat content than the other exotic dairy breeds. Artificial insemination was not seen as a viable way to improve production under the current situation. It was also noted that a missing recording system is another limitation for the establishment of a breeding program. Farmers agreed that a breeding program, which makes them less dependent from external actors, would be a good opportunity. They even identified the sale of their own breeding bucks to nearby farmers as a possible new source of income.

Herd monitoring

The results of the milk recording data are presented in Table 1. The total milk yield showed a very large variation with a minimum of 52 kg and a maximum of 406 kg. This result can partly be explained by the length of the lactation period, which ranged between 90 and 248 days It has to be taken into account that the milk yield was only recorded after kids were weaned. In comparison, Valencia et al. (2007) reported for Sannen breed in Mexico a milk yield of 800 kg in a lactation period of 285 days, whereas Mellado et al. (1991) measured in local goats a total milk yield of 140 kg over 180 days. Montaldo et al. (1995) reported for a local Mexican goat breed a total milk yield of 299 ± 34 kg and a lactation length of 288 ± 11 days. Another study from Southern Mexico identified for local Creollo goats a production of 856 ± 28.1 kg in 100 days (Sánchez de la Rosa et al., 2006). Mellado (2008) concluded that for the selection of local goats under rangeland conditions these must produce at least 60 kg / 6 months wich means 300 g/day.

The fat and protein content is shown in Table 2. The measured fat content was between 4.18 % and 4.96 % and the milk protein varied between 3.48 and 4%. There was no literature available from Mexico to compare with.

Selection of dams, young bucks, selection index

As a first attempt to include the important information of the dams´ milk performance the total milk yield was used. For further refinement of the breeding program it would be much better to use energy corrected milk. This would help to make better informed decisions, but this would also mean additional costs for laboratory analysis of the milk. As most of the milk is sold for processing, information on fat and protein content are essential for farmers.

Using this information might result in a re-ranking of the first two dams, but would not influence the final ranking of the young bucks.

The daily gain of the young bucks for selection was also very heterogeneous and varied between 40 g and 168 g. Mellado (2008) reported daily gain after weaning of 75 g during the dry season, but during the rainy season daily gain can go up to 100 g.

Organisation of breeding program

Farmers set up their own rules for their breeding program. In principal, they agreed that they would allow new members in their association, but they have to agree to follow their rules and procedures. One important point was that the mating period should not be too long as this would lead to kiddings over a longer period and as a further consequence milking would be shifted towards the dryer months with more problems of feed shortage. This was one criterion for a person to be allowed to enter the group.

The members also agreed that a person, who has left once the association, was not allowed to join again.

The members decided to take turns in taking care of the young bucks in the central corral. At the initial stage feed costs were met by the research team, but farmers thought that a given percentage of income from sale of bucks could be kept in the future to cover the costs themselves.

Farmers also developed a simple mechanism for the selection of the young bucks. Firstly, a person was not allowed to take back his own buck to his herd. Farmers, who had provided a buck to the central corral, had the right to choose first. By drawing lots, the winner of the first round was allowed to choose an animal. The winner of the second round was then allowed to select and this procedure was repeated until everybody had a breeding buck. The remaining breeding bucks were put for sale to non-members.

Communication process

Interaction between farmers and investigators was uncomplicated, because there were no language barriers. This ensured a free and direct exchange of ideas and suggestions, which is usually more difficult when communication has to be done through a translator. Regular visits of the research team in the study site ensured

that farmers gained trust. The role of the researchers was more to act as facilitators in the process and to give scientific back-up support when important decisions had to be made. This constant communication process ensured that farmers gained ownership in the breeding program. The low number of only seven farmers at the beginning of the program made the communication and decision process easier as everybody had the possibility to express concerns or bring forward new ideas. As the group will continue to grow in the near future, a new form of organisation might be necessary like the election of board members of the organisation etc. Interventions like milk recording were organized in such a way that the daily routine of farmers was not disturbed. The research team started simultaneously a communication with policy makers to create more awareness of the needs of smallholder farmers.

Way forward/ Next steps

At the moment farmers are paid by the volume of milk sold. It might happen that the dairy factories change their price policy and pay farmers based on energy correct milk. In this case it would be important that farmers include in their milk recording scheme regular analysis of milk fat and protein content. A drawback at the moment is that there is no laboratory nearby which offer this service on a routine basis.

Conclusions

Farmers were open-minded, creative in problem-solving and interested to participate in a community-based breeding program. To ensure that farmers develop ownership of the program, the management of the program has to be designed according to the level of expertise and willingness of farmers to cooperate. A community-based breeding program can work, but needs some technical support to get started and a continuous follow-up by technicians, which can decrease over time, is essential.

Table 1. Total milk yield and lactation length of all animals under recording

		TMY			TDM		
Farm	n	Mean (kg)	SD (kg)	Min-Max (kg)	Mean (days)	SD (days)	Min-Max (days)
1	13	136	61.5	52-210	142	42.7	92-193
2	57	214	84.2	74-406	170	46.0	98-242
3	31	168	66.3	78-343	150	39.5	98-220
4	47	223	60.1	122-421	188	30.0	123-248
5	32	152	67.9	52-299	156	48.2	90-237
6	19	124	45.6	63-217	149	37.5	93-203
7	17	136	43.3	36-198	157	35.3	104-208

TMY = Total milk yield, TDM=Total days in milk, SD=Standard deviation

Table 2. Average content of milk fat (%) and milk protein (%)

		FAT			PROT		
Farm	n	Mean (%)	SD (%)	Min-Max (%)	Mean (%)	SD (%)	Min-Max (%)
1	11	4.24	0.56	3.47-4.97	3.48	0.28	2.80-3.90
2	50	4.96	0.57	2.99-8.67	3.63	0.55	1.44-4.93
3	33	4.72	0.72	3.58-6.01	3.83	0.30	3.17-5.06
4	56	4.18	1.00	2.64-8.98	3.73	0.57	2.66-5.72
5	37	4.91	1.40	2.20-8.83	4.00	0.68	2.88-6.39
6	24	4.54	0.93	3.08-6.64	3.57	0.49	2.90-4.70
7	16	4.71	0.75	3.60-5.83	3.61	0.39	2.92-4.27

FAT= average fat content (%), PROT= average protein content (%), SD=Standard Deviation

Table 3. Rank of young bucks based on selection index (milk performance of dam and own performance on growth from birth to 6 months)

Farm	Number of dam	TDM (days)	TMY (kg)	Ranking of dam	Daily gain (g)	Rank of young buck	Index	Overall rank
4	10	168	249	1	0.142	2	1.5	1
5	2	167	219	5	0.168	1	3.0	2
4	9	168	228	3	0.133	5	4.0	3
3	27	145	247	2	0.101	7	4.5	4
5	9	145	225	4	0.126	6	5.0	5.5
3	43	167	202	6	0.134	4	5.0	5.5
6	7	126	76	8	0.138	3	5.5	7
6	5	126	84	7	0.040	8	7.5	8

TDM= Total days in milk, TMY=Total Milk Yield

15. Conclusiones

El inadecuado uso de genotipos caprinos locales y la tendencia hacia la utilización masiva de razas exóticas, hace que la diversidad biológica pague un alto costo traducido en erosión genética y el posible reemplazo de genotipos adaptados. A la lenta intensificación de la producción en países en desarrollo como México, se le suma un débil proceso de aplicación tecnológica que no ha provocado impactos tangibles en la producción extensiva de cabras en regiones áridas y semiáridas. La producción caprina tiene diferentes enfoques, todos de primordial importancia por lo que la investigación debe tener una perspectiva holística. Desde un punto de vista sociológico la migración y las costumbres en la gente de campo son aspectos a considerar, el perfil de estas personas menos favorecidas está determinado por las condiciones de pobreza además de la degradación medioambiental en áreas de producción frágiles, ciclos productivos naturales con altos riesgos productivos y marginación social. La deficiente infraestructura amerita una urgente intervención. En cuanto a la cadena productiva, la industria lechera caprina existe en algunas regiones como es el caso del norte de México, lo que disminuye la incertidumbre de comercializar el producto en condiciones marginales; sin embargo, requiere expansión y una interacción sin intermediarios con productores. En cuanto al mercado no existen estándares de calidad definidos para la leche, ni una categorización en precios de acuerdo a ella, por lo que aún cuando existiera la voluntad de mejorar en forma simple las condiciones de manejo tales situaciones frenan la intención de los productores. La cultura del consumo de productos derivados de la leche de cabra en México está en aumento, pero aún persisten prejuicios en cuanto a su consumo lo cual limita su desarrollo.

La capacitación (transferencia tecnológica) en aspectos que involucren el uso sostenible de recursos (genéticos y de agostaderos), requiere una mayor coordinación entre los diferentes operarios. El sector caprino lechero por su origen (tradicional-familiar) podría mejorar la producción local, principalmente a través de asociaciones, para esto la “aproximación de grupo”, tanto para el mejoramiento de animales como de manejo si es bien entendido y ejecutado

puede ser exitoso y ofrecer oportunidades para una rápida adaptación y adopción tecnológica; éstos métodos pueden ser replicables; por lo tanto, tienen potencial para transformar positivamente los estándares de vida de gente de escasos recursos en forma sostenible. En ésta aproximación sociológica de "grupo de productores", las instituciones encargadas de la generación y diseminación del conocimiento juegan un papel esencial en el desarrollo de la tecnología específica para al sector, y el gobierno influye creando los mecanismos para acercarla a productores creando procesos de intercambio periódico de información sobre los avances en la producción caprina. Este constante flujo de información hacia el sector puede coadyuvar orientando la producción, además del monitoreo constante de los rebaños basado en un sistema eficiente de registros mejorará significativamente el proceso productivo. Las cabras tienen un enorme potencial para aprovechar superficies de terreno marginales, pero esto requiere inversión en capacitación e infraestructura.

De acuerdo a la información publicada, el diseño e implementación de programas de mejoramiento para pequeños rumiantes debe considerar la aplicación práctica de principios genéticos. Muchas de las soluciones a problemas prácticos pueden ser resueltas con los propios productores. En países desarrollados existen programas complejos los cuales tienen los requerimientos de insumos y capacidades que no son habituales en países en desarrollo. Si se pretende generar un impacto a nivel de toda la población es de suma importancia generar, una base genética funcional, sin embargo, de acuerdo a la revisión de literatura y a la experiencia del autor no es una tarea sencilla; sin embargo, los grupos organizados de productores pueden desarrollar la estructura genética desde la base, primero a nivel de comunidad, luego a nivel regional y finalmente a nivel nacional.

La producción caprina en sistemas extensivos es poco probable que cambie en el corto plazo y la tendencia se dirige hacia su intensificación, en consecuencia, la investigación debe dirigirse hacia los componentes de los sistemas relacionados con la alimentación, la optimización de recursos disponibles (genéticos y naturales) y el desarrollo de políticas sostenibles que requerirán un incremento en programas de investigación. Las cabras generalmente se asocian a gente con altos niveles de privación de subsistencia,

de analfabetismo y de vulnerabilidad este segmento amerita una urgente y prioritaria intervención; además las cabras pueden ser una alternativa parcial en sistemas de producción donde el agua sea una limitante. En conclusión las cabras tienen un potencial económico real en el futuro y posibles mecanismos para incrementar el ingreso de los productores es a través de la redistribución de la tierra, ya que los derechos de propiedad están lejos de ser considerados seguros en muchos países en vías de desarrollo, lo cual constituye un serio impedimento para acelerar el cambio tecnológico que incrementaría el valor de la tierra y que podría ser impulsado por los procesos de globalización. Un segundo aspecto que debe tomarse en cuenta es el fomento de las inversiones en estos sectores. Es bien conocida la dificultad de los más pobres por acceder al crédito ajeno, por lo que la mayoría de sus inversiones han de ser financiadas con los propios fondos obtenidos de sus ahorros. Pero debido a la vulnerabilidad y los riesgos a los que están expuestos suelen mantener sus ahorros en formas que les ofrezcan liquidez (como en el caso de las cabras), por lo que no se atreven con facilidad a hacer inversiones irreversibles y así esta necesidad de ahorro preventivo reduce las oportunidades de crecimiento creando un circulo vicioso de la pobreza. En cuanto al ambiente adverso en los que se desarrollan las cabras poco puede hacerse para mejorarlos, sin embargo, la adaptación de los animales y los sistemas a esas condiciones, con una precisa indicación de los recursos genéticos adaptados que existen en esas áreas se pueden convertir en una pieza importante para su buen funcionamiento.

16. Resumen

Las cabras distribuidas en todos los ecosistemas son importantes para pequeños productores alrededor del mundo, en los trópicos se ubican principalmente en zonas áridas y semiáridas y su incremento poblacional se debe a los diferentes papeles que juegan en las unidades producción. El principal producto caprino en países en desarrollo es la carne, mientras que en los desarrollados es la leche. La industria relacionada con la producción de leche de cabra está en crecimiento, sin embargo, en países en desarrollo salvo algunas excepciones no está organizada adecuadamente y es parte de un manejo de doble propósito, la leche es comercializada localmente o bien, destinada al autoconsumo. El queso es considerado por la industria lechera caprina como la base del éxito. Aunque existen diferencias entre países, en general los productores comparten la misma problemática traducida en deficiente infraestructura productiva y la necesidad de colocar en el mercado sus productos a un precio conveniente. Existen diversos sistemas de producción caprinos destacando en países en desarrollo los extensivos sobre todo en tierras marginales, en los cuales las cabras muestran especial habilidad para adaptarse.

Los programas de mejoramiento genético en este tipo de sistemas son escasos y algunos mal concebidos, lo que los ha vuelto insostenibles y poco rentables; en aquellos exitosos se diseminan animales mejorados a través de esquemas de rotación de sementales operados por criadores de las propias comunidades considerando los recursos genéticos existentes, minimizando así limitantes socioeconómicas y de infraestructura. La literatura sostiene que la mejor combinación para lograr esto es a través del cruzamiento controlado y un buen manejo zootécnico, además del desarrollo de tecnología que propicie un manejo sustentable de los recursos, una adecuada asistencia sanitaria y una eficiente comercialización. En Latinoamérica la posesión de cabras se distingue por altos niveles de pobreza rural, donde prevalecen los sistemas de producción de pastoreo libre o extensivos principalmente dedicados a la producción de carne. México es el primer productor de Latinoamérica y a pesar de la deficiencia en información precisa en relación con la composición histórica de la base caprina la mayoría de ella es considerada como “criolla” y se ha convertido en importante fuente de leche, especialmente en pequeños productores bajo condiciones

climáticas adversas debido a la imposibilidad de mantener ganado lechero mayor. En México como en otras partes del mundo el método de mejoramiento genético utilizado comúnmente es a través del encaste de poblaciones de cabras sin métodos de selección y con el propósito de sustentar un programa de mejoramiento genético para productores de escasos recursos se realizó un estudio en La Comarca Lagunera la región más importante de producción de leche caprina en el norte de México, caracterizando fenotípicamente la población caprina local así como los sistemas de producción prevalentes. Los resultados indican que los sistemas son mixtos, de escasos recursos y que generan un ingreso diario prolongado en el año a través de la producción y venta de leche, lo que resulta en una actividad económica importante que absorbe trabajo familiar y que oferta permanencia laboral. La alimentación animal deriva del pastoreo de praderas naturales con mínima suplementación. La caracterización fenotípica reflejó cabras similares a las razas europeas lecheras, las cuales fueron distribuidas localmente por planes de mejoramiento inadecuados dando lugar a cruzamientos indiscriminados sin una estructura genética definida. No existen registros sobre el comportamiento histórico de los rebaños lo que limita la asistencia tecnológica, particularmente en planes de mejoramiento genético. Los machos reproductores se adquieren sin considerar la adaptación ni el potencial productivo de la población de procedencia. Estas consideraciones, además de la menor rusticidad de cabras con alto grado de encaste, justificó la implementación de un programa de mejoramiento genético basado en la selección de la población actual de animales y la discontinuación del encaste. Entre opciones de mejoramiento genético por parte de los productores el participativo y comunitario recibió unánime aceptación.

Summary

Goats are found in all climatic zones and are important for many smallholders worldwide. In the tropics, they are mostly found in arid and semi arid zones. The main objective in developing countries is meat production, whereas in developed countries milk production has more importance. The dairy goat industry is increasing, but in developing countries, with only few exceptions, is not organized properly. Milk is commercialized locally or is used for home consumption. Although differences between countries exist, generally the producers share the same problems such as lack in infrastructure and difficult access to markets. Different goat production systems exist in developing countries. The predominant system is an extensive one, where very well adapted goats are kept. Animal improvement in these production systems are scarce and are very often unsustainable and low profitable. Mexico is ranking first in goat production in Latin America and the majority of goats are considered as “Creole”, a mixture of various goat breeds from Spain. In Mexico as in other developing countries the traditional method of genetic improvement used commonly is through grading up goat populations without selection within the existing population. The aim of this study was to establish a goat breeding program for resource-poor smallholders of Comarca Lagunera, the most important region on dairy goat production in Northern Mexico. In a first step the production system was characterized and the local goat population was described phenotipically by taking various body measurements. The phenotypic characterization reflected goat types similar to the European dairy goat breeds the results also show that the systems are mixed crop-livestock based with limited resources. Main fodder source is the natural rangelands and only during specific periods of the year animals are supplemented. One limitation is that there is no performance recording done by farmers. The purchase of breeding bucks is made without considering environment adaptation and the productive potential of the original population. Therefore a new strategy to improve the local goats was developed and a community-based breeding program was designed with the full participation of local farmers. All steps, from defining of breeding goals to the strategy of selection of young bucks were done based on the experience of the farmers.

Finally, a selection index based on milk performance of dams and own performance on growth from birth up to the age of six months was formulated. Clear guidelines for the execution of the breeding program were defined.

17. Referencias

Ahuya, C., Ojango, J., Mosi, R., Peacock, C., Okeyo, A. 2009. Performance of Toggenburg dairy goats in smallholder production systems of the eastern highlands of Kenya. Small Ruminant Res., 83 : 7-13.

Aréchiga, C, Aguilera, J., Rincón, R., Méndez de Lara, S., Bañuelos R., Meza-Herrera, C. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 9:1-14.

Ayalew, W., Rischkowsky, B., King J., Bruns, E. 2003. Crossbreds did not generate more net benefits than indigenous goats in Ethiopian smallholdings. Agricultural Systems. 76 : 1137-1156.

Banerjee, A., Getychew, A., Ewnetu, E. 2009. Selection breeding Strategies for increased productivity of goats in Ethiopia, Department of Animal Science, Alemaya University, PO box 118, Dire Dawa, Ethiopia. The national archives, UK Government web archive, www.webarchive.nationalarchives.gov.uk (acceso 21/09/09).

Barillet, F., 2007. Genetic Improvement for dairy production in sheep and goats in southern Nigeria. Small Ruminant Res., 70 : 60-65.

Bedotti, D., Gómez, A., García, A., Sánchez, M., Perea, M., Rodriguez, E. 2007. Estructura productiva de las explotaciones caprinas del oeste pampeano (Argentina). Arch. Zootec. 56 : 91-94.

Bett, R., Kosgey, I., Kahi, A., Peters, K. 2009. Analysis of production objectives and breeding practices of dairy goats in Kenya. Tropical Animal Health and Production, 41: 307-320.

Bourdon, R. 2000. Understanding Animal Breeding. Prentice Hall. Inc. Upper Saddle River, New Jersey, 07458. USA. 2nd ed. p. 6.

Bowman, A.,1997. Long-Term Scenarios of Livestock-Crop-Land Use Interactions in Developing Countries. en: FAO Land and water bulletin 6. FAO. Rome http://www.fao.org/docrep/W5146E/w5146e06.htm#TopOfPage. (acceso 25/02/2010)

Cândido, A., de Almeida, S. 2008. Specialty products made from goat milk. en: Aguilar-Caballero, A., Torres-Acosta, F., Ducoing-Watty, A., Cerrillo-Soto, A., Juárez-Reyes, A., Martínez-Kawas, G. (Eds.) Memorias de la 9ª Conferencia Internacional sobre Caprinos. Querétaro México, 31 de Agosto- 31 de Septiembre, 2008, p. 56.

Chirino-Zárraga, C., Saramelli, A., Rey-Valeiron, C. 2006. Bacteriological characterization of Corynebacterium pseudotuberculosis in Venezuelan goat flocks. Small Ruminant Res., 65: 170-175.

Ciappesoni, C., 2005. La Producción caprina en Uruguay y Latinoamérica. http://www.capraispana.com/mundo/uruguay/uruguay.htm (acceso 25/02/2010).

CNOG. 2003. Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas.

Davendra, C. 2010. Concluding synthesis and the future for sustainable goat production. Small Ruminant Res., (Article in press), doi:10.1016/j. smallrumres. 2009.12.034.

Delgadillo, J., De Santiago, M., Carrillo, E. 2007. Season of birth modifies puberty in female and male goats raised under subtropical conditions. Animal, 1 (6): 858-864.

Delgadillo, J., Flores, J., Véliz, F., Duarte, G., Vielma, J., Pascal, P., Malpaux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. Vet. Méx., 34: 69-79.

De Vries, J. 2008. Goats for the poor: Some Keys to successful promotion of goat production among the poor. Small Ruminant Res., 77: 221-224.

Duarte, G., Flores, J., Malpaux, B., Delgadillo, J. 2008. Reproductive seasonality in females goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. Domest. Anim. Endocrin., 35: 362-370.

Dubeauf, J. 2005. Structural, market and organizational conditions for developing goat dairy production systems. Small Ruminant Res., 60: 67-74

Dubeauf, J., Morand-Fehr, P., Rubino, R. 2004. Situations changes and future of goat industry around the world. Small Ruminant Res., 51:165-173.

Echavarría, F., Gutiérrez, R., Ledesma, R., Bañuelos, R., Aguilera, J., Serna, P. 2006a. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: I Vegetación Nativa. Téc. Pecu. Méx., 44 (2): 203-217.

Echavarría, F., Medina, G., Gutiérrez, R., Serna, P., Hernández, J. 2006b. Identificación de áreas susceptibles de reconversión de suelos agrícolas hacia agostadero y su conservación en el ejido Pánuco, Zacatecas, México. Téc. Pecu. Méx., 42 (1): 39-53.

Escareño, L., Pastor, F., Wurzinger, M., Iñiguez, L., Salinas, H., Sölkner, J. Description of a low-input goat production system in Northern Mexico. 9th International Conference on Goats, Queretaro, Mexico, August 31- 4 September 2008.

Escareño, L., Wurzinger, M., Pastor, F., Salinas, H., Sölkner, J., Iñiguez, L. La cabra y sistemas de producción caprino lecheros de pequeños productores en La Comarca Lagunera, norte de México (submitted)

Egwuo, G., Onyeyili, P., Chibuzo, G., Ameh, J. 1995. Improved productivity of goats and utilisation of goat milk in Nigeria. Small Ruminant Res. 16 :195 - 210

FAO. 2009. http://faostat.fao.org (acceso 02/03/2010).

Gall, Ch. 1996. Goat breeds of the world. Margraf Verlag, Weikersheim 97985, Germany, 186 pp.

Gipson, T., Grossman, M. 1990. Lactation curves in dairy goats: a review. Small Ruminant Res. 3: 383-396.

Gizaw, G., Komen H., A.M. van Arendock J. 2009. Optimal village breeding squemes under smallhoder sheep farming systems. Livestock Science 124: 82-88.

Gobierno Del Estado de Coahuila. http://www.coahuila.gob.mx [15 de Abril de 2009].

Gómez, W. 2007. La Caprinocultura como elemento articulador del desarrollo rural del altiplano potosino, Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. 173 pp.

González, O., Espinosa, G., Luna, E., Tello, S. 2008. Impacts of technology adoption in extensive systems of goat production in Guanajuato, Mexico: GGAVATT "Noria de Camarena" case. In: Aguilar-Caballero, A., Torres-Acosta, F., Ducoing-Watty, A., Cerrillo-Soto, A., Juárez-Reyes, A., Martínez-Kawas, G. (Eds.) Proceedings of 9th International Goat Conference on Goats, Querétaro México, August 31- September 4, 2008, p.144.

http://portal.fira.gob.mx (accesed 22/04/10)

Haile, A., Tibbo, M., Duguma, G., Mirkena, T., Wurzinger, M., Sölkner, J., 2008. Community-based sheep breeding: a new approach to genetic improvement. 16th Annual Conference of the Ethiopian Society of Animal Production, Addis Ababa, Ethiopia, October, 8-10, 2008.

Haenlein, G. 2004. Goat milk in human nutrition. Small Ruminant Res. 51:155-163.

Hassan, M., Niaz, S., Azizul, S., Faruk, O. 2007. A comparative study on reproductive performance and productivity of the Black Bengal and Crossbred goat at Atrai, Bangladesh. Univ. j. zool. Rajshahi Univ. 26: 55 – 57.

Hernández, Z., Revidatti, M., Prieto, P., de la Rosa, S., Ribeiro, N. 2000. La Caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México), contribución de la especie. Arch. Zootec., 49: 341-352.

http://www.fao.org/docrep/009/ah221e/AH221E13.htm (acceso 28/Abril/2010).

ICAR Rules, Section 2.3.Standards and guidelines for milk recording in goats . http://www.icar.org [accessed 29 April 2009]

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). http://www.inee.edu.mx /panorama educativo 2008/entidades federativas. [29 de enero de 2009].

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). http://www.inegi.org.mx [6 de Septiembre de 2009].

Instituto Nacional para el federalismo y el desarrollo municipal (INAFED), Secretaría de gobernación. Gobierno de México. http://www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/coahuila/mpios/05036a.htm [29 de enero de 2008].

Iñiguez, L. 2005. Goats in resource-poor systems in the dry environments of West Asia, Central Asia and Inter-Andean valleys. Small Ruminant Res., 51:137-134.

Iñiguez, L. (ed.). 2005. Characterization of Small Ruminants breeds in West Asia and North Africa. Vol. 1. West Asia. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria, vi+462 pp. 12, 140 - 143.

Kahi, A.K., Rewe, T. O., Kosgey, I.S. 2005. Sustainable community-based organizations for the genetic improvement of livestock in developing countries. Outlook on Agriculture. 34 : 261.270

Lebbie, S. 2004. Goats under household conditions. Small Ruminant Res. 51:131-136.

Mellado, M. 2008. Técnicas para el manejo reproductivo de las cabras en agostadero. Trop. Subtrop. Agroeco., 9: 47-63.

Mellado, M., Mellado,J., Valencia, M. Pittroff, W. 2007. The relationship between linear type traits and fertility traits in high-yielding dairy goats. Reprod. Domest. Anim. 43: 599-605.

Mellado, M., Estrada, R. Olivares, L., Pastor, F., Mellado, J. 2006. Diet selection among goats of different milk production potential on rangeland. J. Arid Environ., 66: 127-134.

Mellado, M., Rodríguez, A., Villareal, J.A., Olvera, A., 2005. The effect of pregnancy and lactation on diet composition and dietary preference of goats in desert rangeland. Small Ruminant Res. 58, 79-85.

Mellado, M., Valdez, R., Lara, L., García, M. 2004a. Risk factors involved in conception, abortion, and kidding rates of goats under extensive conditions. Small Ruminant Res., 55: 1991-1998.

Mellado, M., García, J., Ledezma, R., Mellado, J. 2004b. Prediction of goat litter size using body measurements. Interciencia, 29 (12): 698-701.

Mellado, M. 1997. La Cabra Criolla en América Latina, Estudios Recapitulativos. Vet. Méx., 28 (4): 333-343.

Mellado, M. 1997. Potencial de las zonas áridas y semiáridas para la producción de leche de cabra. En: Memorias de la XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Torreón, Coahuila. p. 297.

Mellado, M., Foote, R., Rodríguez, A., Zárate, P. 1991a. Botanical composition and nutrient content of diets selected by goats grazing on desert grassland in northern Mexico. Small Ruminant Res., 6: 141-150.

Mellado, M., Foote, R., Borrego, E. 1991b. Lactational performance, prolificacy and relationship to parity and body weight in crossbred native goats in northern Mexico. Small Ruminant Res., 6: 167-174.

Mellado, M., Foote R.,Gómez, A. 1991c. Reproductive efficiency of Nubian goats throughout the year in northern Mexico. Small Rumin. Res., 6: 151-157.

Merlos, B., Martínez, R., Torres, G., Matache, L., Rubio, R., Hernández, I., 2003. Efecto del encaste con Nubia y Boer en el comportamiento predestete de cabritos en el trópico seco de Gerrero en: Memorias de la XVIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Asociación Mexicana de Producción Caprina, Puebla, México, pp 51-54.

Mohamed, S., Sulieman, A., Mohamed, M., Sir, E., Siddig, F., 2007. A study on the milk yield and composition al characteristics in the sudanese nubian goat under farm conditions. Journal of Animal in Veterinary Advances, 6 (3): 328-334.

Montaldo, H., Torres, G., Valencia, M. 2010. Goat breeding research in Mexico. Small Ruminant Res. Doi:10.1016/j.smallrumres.2009.12.039.

Montaldo, H., Almanza, A. Juárez, A. 1997. Genetic group, age and season effects on lactation curve shape in goats. Small Ruminant Res. 24: 195-202

Montaldo, H., Juárez, A., Berruecos, J., Sánchez, F. 1995. Performance of local goats and their backcrosses with several breeds in Mexico. Small Ruminant Res. 16 : 97-105.

Montaldo, H., Martínez, F. 1993. Phenotypic relationship between udder and milking characteristics, milk production and California mastitis test in goats. Small Ruminant Res. 12: 329-337.

Montaldo, H., Tapia, G., Juárez, A., 1981. Algunos factores genéticos y ambientales que influyen sobre la producción de leche y el intervalo entre partos en cabras. Téc. Pec. Méx. 41: 32-34.

Morand-Fehr, P., Lebbie, S., 2003. Proposals for improving the research effciency in goats. Small Ruminant Res. 51 (2):145-143.

Mueller, J. 2008. Estrategias para el mejoramiento de camélidos sudamericanos. Conferencia presentada al “I Simposium Internacional de Biotecnología]Aplicada en Camélidos sudamericanos y I Congreso Nacional de Reproducción y Mejoramiento Genético de Camélidos Sudamericanos”. Huancavelica, Perú, 20 a 23 de Noviembre. Comunicación Técnica. INTA Bariloche 516 págs.

Mueller, J. 2008b. Breeding and conservation programs with local communities. Presentación al FAO-WAAP Expert Meeting “Sustainable Utilization of Animal Genetic Resources”, Ferentillo, Italy. 2-4 July. Comunicación Técnica INTA Bariloche págs. 489.

Mueller, J., 2006a. Avances en el mejoramiento genético de ovinos. Congreso Argentino de Producción Animal, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina 20 de octubre. Comunicación Técnica, INTA Bariloche. Págs. 493.

Mueller, J. 2006b. Breeding and conservation programs with local communities. Presentación al FAO-WAAP Expert Meeting “Sustainable Utilization of Animal

Genetic Resources", Ferentillo, Italy, 2-4. Comunicación Técnica INTA Bariloche págs. 489.

Mueller, J. 2006c. Programas de mejoramiento genético de pequeños rumiantes. Conferencia presentada en la "V Semana da Caprinocultura e da Ovinocultura Brasileira", 16-20 de octubre. Campo Grande, Brasil. Comunicación Técnica INTA Bariloche págs. 491.

Mueller, J. 1993. Los recursos genéticos caprinos locales y exóticos y su potencial. En Iñiguez, L. y Tejeda E. (Eds.) Memorias de un taller sobre metodologías de la investigación, Resumen: Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria y SR-CRSP, Tarija, Bolivia 16-19 de agosto p. 74-82.

Nagel, P., Wurzinger, M., Iñiguez, L., Echavarría, F., Flores, M., Pinos, J. 2006. Characterization of two goat production systems in the highlands of Mexico. In: Asch, F., Becker, M., Deininger, A., Pugalenthi, P. (Eds). Proceedings of Tropentag 2006 - International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development. Bonn, Germany, October 13-14, 2006, p. 111.

Nsoso, S., Podisi, E., Otsogile, E., Mokhutshwane, B., Ahmadu, B. 2004. Phenotypic Characterization of indigenous Tswana goats and sheep breeds in Botswana. Trop. Anim. Health Pro., 36: 789-800.

Olhagaray, C., Espinoza, J. 2007. Producción y comercialización de la leche de cabra en el GGAVATT-INIFAP "Juan E. García" del municipio de Lerdo Durango, México. Rev. Mex. Agroneg., 11 (20): 308-313.

Olivier, J., Cloete, S., Schoeman, S., Mueller, C., 2005. Performance testing and recording in meat and dairy goats. Small Ruminant Res. 60: 83-93.

Oseguera, M., Udo, H., Keilbach, N., Zipp, A. 2008. Small scale goat farming systems in the Ciénega Region of Mexico: constraints and prospects for brucellosis control. In: Aguilar-Caballero, A., Torres-Acosta, F., Ducoing-Watty, A.,

Cerrillo-Soto, A., Juárez-Reyes, A., Martínez-Kawas, G. (Eds.) Proceedings of 9th International Goat Conference on Goats, Querétaro México, August 31-September 4, 2008, p.273.

Ribeiro, A.,Ribeiro, A., 2009. Technology transfer to goat producers in Brazil-Capritec Experience. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 11:164-164.

Rodríguez, C., Quispe, J. 2003. Camélidos sudamericanos domésticos como recurso genético en sistemas pastoriles de la región de Turco, Bolivia. In: Mueller J. (Ed.) Memorias del taller sobre uso y manejo de los recusrsos genéticos de rumiantes menores en sistemas ganaderos tradicionales en países de Sudamérica. Bariloche, 31 de mayo al 4 de abril.

Rubino, R. Morand-Fehr P., Sepe, L., 2004. Atlas of goat products. http://www.capritec.com.br/pdf/Atlas.pdf (Acceso 01/03/2010).

SAGARPA, 2007. Programa Nacional Pecuario 2007- 2012.

SAGARPA, 2006. Diagnóstico del sistema producto caprino. Plan Rector del sistema producto caprino. Programa Sectorial. Págs. 1-27

Samartino, L., 2002. Brucellosis in Argentina. Veterinary Microbiology 90: 71:80.

Salinas, H., Ramírez, G., Rumayor, A.1999. A whole-farm model for economic analysis in a goat production system in Mexico. Small Ruminant Res., 31: 157-164.

Sánchez, I., Martínez, R., Torres, G.,Becerril, C., Mastache, A., Suárez, J., Rubio, M. 2006. Milk production and lactation curves in three goat breeds in the dry tropic of México. Vet. Méx. 37 (4): 493-501.

Servicio de Administración Tributaria (SAT), Secretaria de Hacienda y Crédito Público. Gobierno de México. http://www.sat.gob.mx [6 de Junio de 2009].

Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U., Prosser C. 2008. Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. en: Aguilar-Caballero, A., Torres-Acosta, F., Ducoing-Watty, A., Cerrillo-Soto, A., Juárez-Reyes, A., Martínez-Kawas, G. (Eds.) Memorias de la 9ª Conferencia Internacional sobre Caprinos. Querétaro México, 31 de Agosto- 31 de Septiembre, 2008, p. 50.

Torres-Vázquez, J., Valencia, M., Castillo, H., Montaldo,H. 2009. Genetic and phenotypic parameters of milk yield, milk composition and age at first kidding in Saanen goats from Mexico. Livestock Science 126:147-153.

Torrres, J. 2008. Parámetros genéticos para características de producción y composición de la leche de cabras Saanen. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México, p.52.

Urdaneta, L., Torres, G., Becerril, C., Garcia, O., 2000. Producción de leche y duración de la lactancia en cabras (Capra hircus) Alpina y Nubias importadas a Venezuela. Vet. Méx., 31 (1): 21-26.

Urrutia, J., Gámez, H., Ramirez, B. 2003. Effect of grazing restriction on male effect response in goats showing low body condition in the anoestrus season. Téc. Pecu. Méx., 41 (3): 251-260.

Valencia, M., Dobler, J., Montaldo, H., 2007. Genetic and phenotypic parameters for lactation traits in a flock of Saanen goats in Mexico. Small Ruminant Res. 68: 318-322.

Valencia, P. 1992. Factores genéticos y ambientales que influyen sobre la producción de leche en hatos caprinos del Bajío mexicano. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México, p. 68.

Vargas, S., Larbi, A., Sánchez, M. 2007. Analysis of size and conformation of native creole goat breeds and crossbreds used in smallholder agrosilvopastoral systems in Puebla, México. Trop. Anim. Health Pro., 39: 279-286.

Wurzinger, M., Iñiguez, L., Zaklouta, M., Hilali, M., Sölkner, J. 2008. The Syrian Jabali goat and its production system. J. Arid Environ., 72: 384-391.

Wurzinger, M., Willam A., Delgado, J., Nürnmberg, M., Zárate, A., Stemmer, A., Ugarte, G., Sölkner, J. 2008b. Design of a village breeding programme for a llama population in the High Andes of Bolivia. J. Anim. Breed. Genet. 125:311-319.

Zaragoza L, Rodriguez G, Perezgrovas R., Bolom C. 2005. Ovinos Mejorados. Una alternativa económica para familias Tzotziles en los altos. Memorias VI Simposio Iberoamericano sobre conservación y utilización de recursos zoogenéticos. CYTED Chiapas, México 221.224.