

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE VETERINARIA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

**TESIS DOCTORAL**

**"ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE  
PRODUCCIÓN AGROSILVOPASTORIL CAPRINO  
PARA CARNE EN CONDICIONES DE  
SUBSISTENCIA DE PUEBLA, MÉXICO"**

**Doctorando  
D. Samuel Vargas López**

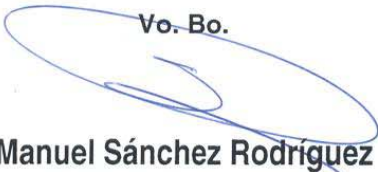
**Córdoba (España), 2003**

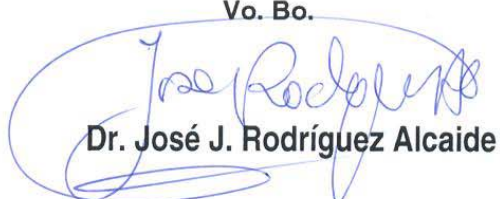
**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE VETERINARIA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

**TESIS DOCTORAL**

**"ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE  
PRODUCCIÓN AGROSILVOPASTORIL CAPRINO  
PARA CARNE EN CONDICIONES DE SUBSISTENCIA  
DE PUEBLA, MÉXICO"**

**Tesis presentada por  
D. Samuel Vargas López  
para optar el grado de Doctor  
por la Universidad de Córdoba**

**Vo. Bo.**  
  
**Dr. Manuel Sánchez Rodríguez**

**Vo. Bo.**  
  
**Dr. José J. Rodríguez Alcaide**

**Córdoba (España), 2003**



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

D. MANUEL SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, DOCTOR EN VETERINARIA Y  
PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD DEL DEPARTAMENTO DE  
PRODUCCIÓN ANIMAL DE LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

INFORMA

Que la tesis titulada "ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE  
PRODUCCIÓN AGROSILVOPASTORIL CAPRINO PARA CARNE EN  
CONDICIONES DE SUBSISTENCIA DE PUEBLA, MÉXICO", que se recoge en la  
siguiente memoria y de la que es autor D. Samuel Vargas López, ha sido realizada  
bajo mi dirección y cumple las condiciones exigidas para que el mismo pueda optar al  
Grado de Doctor por la Universidad de Córdoba. La defensa de la tesis doctoral será el  
20 de mayo del año en curso.

Lo que suscribo como Director de dicho trabajo y a los efectos oportunos en Córdoba  
(España) a 21 de abril de 2003.



Fdo. Dr. D. Manuel Sánchez Rodríguez



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

D. JOSÉ JAVIER RODRÍGUEZ ALCAIDE, DOCTOR EN VETERINARIA Y  
CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
ANIMAL DE LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

INFORMA

Que la tesis titulada "ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGROSILVOPASTORIL CAPRINO PARA CARNE EN CONDICIONES DE SUBSISTENCIA DE PUEBLA, MÉXICO", que se recoge en la siguiente memoria y de la que es autor D. Samuel Vargas López, ha sido realizada bajo mi dirección y cumple las condiciones exigidas para que el mismo pueda optar al Grado de Doctor por la Universidad de Córdoba. La defensa de la tesis doctoral será el 20 de mayo del año en curso.

Lo que suscribo como Director de dicho trabajo y a los efectos oportunos en Córdoba (España) a 21 de abril de 2003.



*Jose Rodriguez Alcaide*  
Edo. Dr. D. José Javier Rodríguez Alcaide

## AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a la Universidad de Córdoba ([www.uco.es](http://www.uco.es)) y a los profesores del Departamento de Producción Animal todas las facilidades otorgadas durante la realización de mis estudios doctorales, y en forma muy especial a los directores del trabajo de tesis, Dr. Manuel Sánchez Rodríguez y Dr. José Javier Rodríguez Alcaide, por sus valiosas enseñanzas que me han impartido.

Al Programa Nacional de Superación del Personal Académico (SUPERA-ANUIES) ([www.anui.es](http://www.anui.es)), por haberme otorgado el financiamiento para la realización de mis estudios.

Al Colegio de Postgraduados ([www.colpos.mx](http://www.colpos.mx)), por todo el soporte institucional, en especial a los Drs. Benjamín Figueroa Sandoval, Felix González Cossío, Néstor Estrella Chulín y Dr. Leobardo Jiménez Sánchez.

A los productores de la Federación de Sociedades de Solidaridad Social “Cordillera del Tentzo, Puebla”, por haberme facilitado la información para elaborar la tesis.

Por la revisión de la tesis y apoyo logístico a los Drs. Asamoah Larbi y T.O. Williams (ILRI-West África); Dr. John A. Pino (CILCA, USA); Dra. Maribel Rodríguez (Cátedra PRASA, Córdoba), D. Francisco Ureña (Grupo Cordobés de Informática), Daniel López B. (ACRIFLOR, Córdoba) y Prof. Miguel Benavente (Doctorando UCO); Drs. Juan Vicente Delgado y Andrés Muñoz Serrano (Depto. Genética, UCO); Dr. José S. Hernández (UAP, Puebla); Luciano Aguirre, Juventino Ocampo, Marciano Sandoval y Felipe Álvarez (CP, Puebla).

Por último, mis más sinceros agradecimientos a todas las personas valiosas que han contribuido en mi desarrollo personal y profesional, a mis compañeros del Programa de Doctorado en la UCO y de trabajo en el CP, en especial a todos mis amigos.

# CONTENIDO



## ÍNDICE

	PÁGINA
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
Introducción	3
Objetivos	5
REVISIÓN DE LITERATURA	7
Los sistemas de producción animal	9
El enfoque de sistemas	9
Los sistemas de producción animal	11
Sistema pastoril	11
Sistema agropastoral	13
Sistemas agrícolas	14
Los sistemas para una producción animal sostenible	15
Sistema silvopastoril	17
Sistema agrosilvopastoril	19
Los sistemas de producción de caprinos	21
Sistema pastoril	22
Sistema agropastoral	23
Pequeños rebaños familiares	24
Los sistemas agroforestales	24
Aspectos técnicos de la producción de caprinos	25
Aspectos estudiados en la base animal	26
Los estudios zoométricos	27
El color de capa	28
Población de cabras: la cabra criolla y razas relacionadas	29
Productividad de carne en los caprinos	35

Estudios en las explotaciones caprinas	40
Tamaño y estructura del rebaño	40
Instalaciones	41
Alimentación	41
Reproducción	44
Mejoramiento genético	49
Sanidad	51
Aspectos socioeconómicos de la producción de caprinos	54
Estudio en los propietarios de las explotaciones	54
Economía de la producción de cabras	57
Jornales	57
Ingresos	57
Eficiencia económica	59
Comercialización	59
Los programas de desarrollo en la producción de caprinos	60
Proyectos de desarrollo	61
Participación de productores	63
Diseño y generación de tecnología	65
Transferencia de tecnología	65
Tendencias del desarrollo de la producción de caprinos	68
La producción de caprinos en México y la región de estudio	70
La población de caprinos en México	72
Los productos obtenidos	72
Las regiones productoras de caprinos	73
El estado de Puebla y la región de estudio	81
El estado de Puebla	81
La región de estudio	84
MATERIALES Y MÉTODOS	91
Metodología	93
Caracterización del sistema agrosilvopastoril	93
Colecta de Información sobre programas de desarrollo	



en la región	93
Caracterización de las unidades familiares de producción	94
Caracterización de la población de caprinos	95
Color de capa	95
Medidas zoométricas	95
Peso vivo	99
Caracterización de las explotaciones caprinas	99
Análisis estadísticos	104
Estratificación y transformación de los datos	104
Base de datos	106
Paquete estadístico	106
Análisis de correlación y regresión	108
Análisis de varianzas	108
Análisis por agrupación	110
Análisis discriminante	111
Análisis factorial	112
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	115
El sistema de producción agrosilvopastoril	117
Los programa de desarrollo regional	117
La organización de productores	117
Investigación y adecuación de tecnología	120
Transferencia de tecnología	122
Financiamiento	125
Abastecimiento de insumos	125
Mejoramamiento y conservación de los recursos naturales	126
Caracterización del componente familia	126
El componente agrícola	132
El componente agostadero	135
El componente ganadería	136
Los animales de trabajo	138
Pequeños rumiantes	139

Aves y cerdos	140
La integración productiva en el sistema agrosilvopastoril	141
Caracterización de la población de cabras	142
Coloración de capas	143
Caracterización zoométrica	144
Efecto de la ganadería	145
Efecto del sexo	146
Efecto tipo genético	148
Efecto de la edad	152
Índices zoométricos	153
Modelo morfoestructural	157
Peso corporal de animales adultos	161
La relación del peso corporal con las variables zoométricas	163
Dinámica del peso corporal de cabritos	164
Peso al nacimiento	166
Peso al año	168
Ganancia diaria de peso	170
Caracterización y análisis de las explotaciones caprinas	171
Tamaño del rebaño	171
Infraestructura	173
Mano de obra para el manejo de animales	173
Alimentación	175
Manejo del pastoreo	176
Insumos utilizados	177
Reproducción	179
Sanidad	182
Mortalidad	184
Abortos	186
Comercialización y análisis económico	187
Comercialización	187

Análisis económico	190
Análisis de las explotaciones con métodos multivariados	197
Análisis por factores y discriminantes	198
Clasificación y agrupación por tipo genético de las cabras	209
Clasificación y agrupación por nivel tecnológico	213
Observaciones a los resultados con métodos multivariados	216
CONCLUSIONES	219
RESUMEN	223
SUMMARY	231
LITERATURA CITADA	237

## ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla 1	Población de ganado caprino en las diferentes regiones de México	74
Tabla 2	Clasificación de las unidades de producción de caprinos en el estado de Puebla, México	83
Tabla 3	Empleo de la mano de obra en el área de estudio	86
Tabla 4	Uso Actual del Suelo en el área de trabajo	86
Tabla 5	Prácticas agrícolas en los cultivos básicos	87
Tabla 6	Población ganadera por municipio de la región de estudio	88
Tabla 7	Respuesta de comunidades y productores al proceso de organización	119
Tabla 8	Comunidades y productores participantes en capacitación	122
Tabla 9	Evaluación intermedia de parámetros y prácticas de manejo en los rebaños caprinos	123
Tabla 10	Matriz de correlación entre variables del sistema agrosilvopastoril	128
Tabla 11	Población ganadera en las unidades de producción	137
Tabla 12	Promedio de los valores de las variables zoométricas y nivel de significancia de los factores estudiados en la población total de caprinos	145
Tabla 13	Estadísticos descriptivos de las variables zoométricas por sexo de los caprinos	147
Tabla 14	Comparación de los valores zoométricos (cm) por tipo genético de las cabras	149
Tabla 15	Clasificación y nivel de error de las cabras por tipo genético	150
Tabla 16	Coeficientes de las funciones canónicas estandarizadas de las medidas zoométricas en la población de las cabras	151

Tabla 17	Medidas zoométricas (cm) por edad de la población de hembras	154
Tabla 18	Estadísticos descriptivos de los índices zoométricos para hembras y machos caprinos	155
Tabla 19	Correlación de las variables zoométricas en la población total de caprinos	158
Tabla 20	Correlación de las variables zoométricas en la población hembras	159
Tabla 21	Correlación de las variables zoométricas en la población de machos	160
Tabla 22	Medias de mínimos cuadrados del peso vivo para los caprinos adultos	162
Tabla 23	Media de mínimos cuadrados del efecto tipo genético, sexo y estación de cría en el peso al nacimiento de los cabritos	166
Tabla 24	Media de cuadrados mínimos para tamaño de rebaño por tipo genético de las cabras y nivel tecnológico	172
Tabla 25	Media aritmética y medias de cuadrados mínimos para las UTH utilizadas en los rebaños	175
Tabla 26	Horario de pastoreo y kilómetros recorridos	177
Tabla 27	Insumos utilizados en la suplementación de los caprinos	178
Tabla 28	Media aritmética y medias de mínimos cuadrados del precio de comercialización de caprinos	190
Tabla 29	Desglose de los ingresos de las explotaciones caprinas	192
Tabla 30	Estructura de costes en las explotaciones de caprinos	193
Tabla 31	Media aritmética y medias de mínimos cuadrados del ingreso familiar bruto de las explotaciones caprinas	195
Tabla 32	Características de las variables y parámetros elegidos para la agrupación y clasificación de las explotaciones caprinas	197
Tabla 33	Estructura factorial de las explotaciones caprinas	200

Tabla 34	Clasificación y nivel de error de las agrupaciones de las explotaciones caprinas con el método Ward	206
Tabla 35	Análisis discriminante por pasos para las variables de las explotaciones agrupadas con el método Ward	207
Tabla 36	Funciones canónicas de las explotaciones agrupadas con el método Ward	208
Tabla 37	Clasificación y nivel de error de las explotaciones agrupadas por el tipo genético de las cabras	210
Tabla 38	Variables discriminantes de las explotaciones agrupadas por el tipo genético de las cabras seleccionadas con el método por pasos	210
Tabla 39	Funciones canónicas de las explotaciones agrupadas por el tipo genético de cabras	211
Tabla 40	Clasificación y nivel de error de las explotaciones agrupadas por nivel tecnológico	213
Tabla 41	Variables discriminantes de las explotaciones agrupadas por el nivel tecnológico seleccionadas con el método por pasos	214
Tabla 42	Funciones canónicas de las explotaciones agrupadas por nivel tecnológico	215

## ÍNDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
Figura 1	Población de caprinos en México	72
Figura 2	Producción de carne y leche de cabra en México	73
Figura 3	Producción de leche por estados en México	76
Figura 4	Tendencia de la población de caprinos en la región sur de México	78
Figura 5	Producción de carne de caprinos por estado en México	79
Figura 6	Localización de la región de estudio	82
Figura 7	Climograma del área de estudio	84
Figura 8	Base de datos y análisis estadísticos aplicados a variables zootécnicas y de peso vivo de las cabras	96
Figura 9	Localización de las explotaciones caprinas del estudio	100
Figura 10	Base de datos y análisis estadísticos aplicados a la información de los rebaños	101
Figura 11	Diagrama de la metodología de los análisis estadísticos aplicados a la información de las explotaciones caprinas	107
Figura 12	El sistema tradicional de caprinos	121
Figura 13	Esquema de transferencia de tecnología para la producción animal con participación de campesinos	124
Figura 14	Integrantes de la familia y jornales en las unidades de producción	126
Figura 15	Edad y escolaridad del titular de las unidades de producción	129
Figura 16	Ingreso externo en las unidades familiares de producción	131
Figura 17	Superficie de tierra en las unidades de producción	132
Figura 18	Estructura ganadera en las unidades de producción	138
Figura 19	Representación gráfica de los componentes y relaciones	

	del sistema de producción agrosilvopastoril	141
Figura 20	Coloración de la capa de los caprinos	143
Figura 21	Distribución de la población de cabras en el espacio canónico bidimensional	152
Figura 22	Variación del peso con la edad de los animales adultos	161
Figura 23	Relación entre peso vivo y variables zoométricas en cabras criollas, cruzas y Nubia	165
Figura 24	Dinámica del peso corporal de caprinos en crecimiento por tipo genético	168
Figura 25	Dinámica del peso corporal para hembras y machos caprinos en crecimiento	169
Figura 26	Dinámica del peso corporal de caprinos en crecimiento por estación de nacimiento	170
Figura 27	Tamaño del rebaño de caprinos	171
Figura 28	Fuente de alimentación de los caprinos	176
Figura 29	Pariciones en los rebaños y crías nacidas por estación del año	181
Figura 30	Carga parasitaria en los caprinos	182
Figura 31	Aplicación de vitaminas y control de parasitosis en las explotaciones caprinas	183
Figura 32	Tasa de mortalidad por edad y meses del año	184
Figura 33	Meses en que se presentan los abortos en las cabras	186
Figura 34	Distribución de las ventas por sexo de caprinos y época del año.	187
Figura 35	Gráfica de dispersión de los autovalores de los factores	198
Figura 36	Relación de las variables de las explotaciones con las cargas de los factores	201
Figura 37	Dendograma de la clasificación de las explotaciones por agrupamientos con el método Ward	205
Figura 38	Representación gráfica de las calificaciones canónicas de las explotaciones agrupadas con el método Ward	209



Figura 39	Representación de las calificaciones canónicas estandarizadas de las explotaciones agrupadas por el tipo genético de las cabras	212
Figura 40	Calificaciones canónicas estandarizadas de las explotaciones caprinas agrupadas por nivel tecnológico	216

I

# INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

---

## INTRODUCCIÓN

La agricultura tradicional en México tiene una función muy importante para la subsistencia de las familias campesinas en el medio rural, sobre todo en aquellas comunidades que integran cultivos, ganadería y el aprovechamiento forestal.

La integración de varias actividades productivas tiene la ventaja de reducir riesgos y proporcionar estabilidad a la unidad familiar de producción. En este contexto los caprinos, al igual que los demás animales domésticos, se utilizan para transformar productos y subproductos agrícolas y forrajes de las áreas de pastoreo en carne, leche y abono orgánico (Devendra, 1994). Desde el punto de vista económico y social, la producción de cabras es una actividad complementaria, que proporciona recursos económicos a las familias y genera empleo, de no realizarse esta actividad se favorecería aún más la emigración de los campesinos a los centros urbanos.

Los sistemas de producción de caprinos predominantes en México son la producción de leche y cabritos, y la producción de animales adultos para carne. La producción de leche y cabritos se realiza en la región centro-norte del país y es una actividad orientada al mercado, que se ha desarrollado por la disponibilidad de tierra y recursos forrajeros, lo que permite a los productores manejar rebaños con más de 100 cabras y así poder comercializar la leche y cabritos de forma individual. El sistema de producción de caprinos para carne se practica en la región centro-sur del país, y por los recursos utilizados para la alimentación, se presentan dos modalidades de producción: rebaños pastoriles de las áreas montañosas (Sierra *et al.*, 1997) y pequeños rebaños familiares existentes en las áreas de minifundio (Hernández, 2000).

La problemática de la producción de caprinos se puede resumir en tres puntos: (a) el aumento de la población rural, lo que favorece la utilización de terrenos ganaderos con fines agrícolas, (b) la alta carga animal de los agostaderos y (c) la escasez de programas a largo plazo para el fomento de la producción.

Tradicionalmente, los programas de desarrollo para apoyar a la producción de caprinos en México, son diseñados y operados por las instituciones del sector agropecuario sin la participación de los productores. Estos programas han considerado como eje central del desarrollo a la reposición del hato ganadero, el establecimiento de módulos productivos demostrativos, el canje de sementales criollos por sementales de raza pura, la construcción de infraestructura y el abastecimiento de insumos. Sin embargo, en los últimos años los productores de varias regiones del país, en forma organizada e individual, han tomado el control de la producción de caprinos en cuanto a la definición y ejecución de proyectos para la gestión de recursos económicos, contratación de servicios técnicos, abastecimiento de insumos y comercialización.

Ante la situación actual en la producción de caprinos, es necesario el estudio de las diferentes alternativas de producción que están utilizando los productores para optimizar la tecnología tradicional, incrementar la productividad y tener un manejo eficiente de los recursos naturales disponibles. Una de estas alternativas la constituye el trabajo que productores e instituciones están realizando en la Cordillera del Tentzo, Puebla, México, para que la producción de caprinos en el sistema agrosilvopastoril se sustente en la base de recursos disponibles en la explotación y se reduzca la dependencia de los agostaderos comunales como medio de producción.

## OBJETIVOS

El objetivo general del presente trabajo fue analizar el sistema de producción agrosilvopastoril de caprinos para carne que practican los campesinos de la parte central del estado de Puebla (México), para orientar la toma de decisiones que mejoren los beneficios obtenidos al interior de la unidad familiar de producción y de la región.

Como objetivos específicos se plantearon:

- a) Caracterizar el sistema de producción agrosilvopastoril de caprinos para carne en las condiciones de subsistencia de los campesinos de la Cordillera del Tentzo, Puebla (México).
- b) Evaluar las respuestas de las explotaciones de caprinos para carne al cambio de manejo y de los componentes de la producción.
- c) Analizar las relaciones entre los factores de la producción, tipo de explotación y sus resultados, para encontrar las diferencias entre los beneficios obtenidos en las explotaciones caprinas.

**II**

**REVISIÓN DE LITERATURA**

---

---

## REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Los sistemas de producción animal

#### 2.1.1. El enfoque de sistemas

Durante mucho tiempo la investigación en producción animal ha profundizado en el estudio disciplinario o por áreas del conocimiento como la nutrición, reproducción, sanidad, mejoramiento genético, etc. Sin embargo, se ha demostrado que la eficiencia de un solo factor de la producción es el resultado de la interacción con otros factores, lo que hace necesario la utilización de un enfoque integral para abordar la problemática de la producción animal (ILCA, 1988; García, 1983). Como alternativa a la investigación disciplinaria se ha desarrollado el enfoque de sistemas. El cual, al considerar que todos los componentes de la producción constituyen una unidad estructural y funcional, supera las limitantes del enfoque disciplinario (Hernández y Ramos, 1977; Hart, 1985).

De acuerdo con Amir y Knipscheer (1987), un sistema está compuesto de componentes, que interactúan dentro de límites bien definidos, tiene objetivos y propósitos y requiere de entradas para producir salidas. El equilibrio en el mismo está influenciado por la capacidad de soportar, catalizar y oponerse a otros sistemas y subsistemas. En la producción animal los sistemas son complejos, se componen y sufren la influencia de factores biológicos, climáticos, sociales, culturales y económicos; sin embargo, todo sistema presenta elementos definibles, conocidos como componentes, entradas, relaciones entre componentes (interacciones), salidas y límites (García, 1983).

Como señalan Nahed y Parra (1984) y Hart (1985) los componentes de un sistema de producción animal son el clima, suelo, pastizal, complemento alimenticio, animales, parásitos, instalaciones, utensilios, fuerza de trabajo y productos. Los procesos son el mejoramiento genético, reproducción, salud animal, cadena alimenticia y cambios en el pastizal. Para el análisis de los sistemas se deben de seguir los siguientes pasos: (a) identificación del sistema, (b) construcción de un modelo conceptual preliminar y, (c) modificación y revalidación del modelo si es necesario. Todos estos pasos tienen como meta principal entender la relación entre la estructura y función del sistema.

Como experiencias exitosas de la aplicación del enfoque de sistemas a la producción animal destacan las realizadas por el Centro Internacional de Ganadería para África (ILCA) (ILCA, 1992, 1994) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Centroamérica (Solano, 1983), que en su momento puntualizaron que las actividades para impulsar la ganadería no debían restringirse a los aspectos técnicos para incrementar la producción animal, si no que éstas deben integrarse en un enfoque de sistemas para el estudio integral de la unidad familiar de producción.

Los aportes metodológicos del ILCA fueron: (a) las fases de investigación en sistemas ganaderos considera el diagnóstico de recursos, el diseño de investigación, la prueba y evaluación de la información generada y, (b) la técnica de investigación en sistemas de fincas (unidades de producción), se puede adecuar a la naturaleza de la producción animal y a las condiciones locales de producción.

El CATIE tuvo importantes avances en la caracterización de sistemas agrícolas y ganaderos tradicionales con productores de Centroamérica y el Caribe, pero no consolidó un programa de desarrollo a largo plazo; sin embargo, la investigación realizada hasta principio de los 1980's sirvió de base para la introducción de nuevas metodologías de investigación como es el enfoque agroforestal en la



producción agropecuaria (Tienhoven *et al.*, 1982; Russo, 1994; Acciaresi *et al.*, 1994; Cameron, 1994).

### **2.1.2. Los sistemas de producción animal**

En el África sub-Sahariana muchos estudios se han conducido para la identificación y caracterización de sistemas tradicionales de producción animal (Wilson, 1986; Ibrahim, 1998), y se han utilizado como criterios de clasificación los siguientes: (a) la dependencia de la familia de la cría de animales, en términos de ingreso bruto o abastecimiento de alimentos, (b) el tipo de agricultura asociado con la producción animal y, (c) la duración y distancia en el movimiento de los animales en las áreas de pastoreo.

Como principales sistemas de producción animal dependientes del pastoreo y la utilización de subproductos agrícolas se han descrito los siguientes:

#### **Sistema pastoril**

El sistema pastoril es aquel en que más del 50% del ingreso bruto o más del 20% de los alimentos que la familia consume se obtienen directamente de la ganadería (Wilson, 1986). La mayoría de los animales en las sociedades pastoralistas de África son de propiedad individual, pero los recursos utilizados (agua y forraje) son comunales, lo que dificulta el control sobre los accesos a estos recursos (ILCA, 1994). Como perspectivas para este tipo de sistema se puede señalar que en el caso de Nigeria, desde finales de los 1970's la tendencia ha sido la sedentarización de los sistemas pastoriles mediante el establecimiento de reservas de pastoreo, ranchos, granjas productoras de leche y lotes de engorda de bovinos (von Kaufmann, 1986).

En la literatura consultada de Europa e Iberoamérica, cuando se hace referencia a los sistemas pastoriles, se señalan como sistemas de pastoreo extensivo y las características generales de los mismos son:

- ~ Se localizan en regiones con severas limitaciones físicas para la intensificación de la ganadería (Zorita, 1995; Bueaufoy, 1995).
- ~ Utilizan pastizales, áreas cubiertas de arbustivas, praderas permanentes y cultivos forrajeros (Landais y Balent, 1993; Caballero y Carrión, 1993; Santucci, 1995; Zorita, 1995).
- ~ La movilidad y diversificación ha sostenido a estos sistemas por largos períodos de tiempo y los ha hecho productivos (El Aich y Waterhouse, 1999).
- ~ El complejo rebaño-pasto se utiliza para aprovechar las relaciones complementarias entre los tipos de pasturas y grupos de animales (Landais y Balent, 1993; Caballero y Carrión, 1993; Santucci, 1995; Zorita, 1995).
- ~ El factor tierra entra en gran proporción en relación con el resto de otros componentes, y las producciones, medidas en términos de valor económico y referidas a las unidades (ha), son reducidas (Revuelta y Eguren, 1995).
- ~ Tienen un papel importante en el mantenimiento de las comunidades rurales (Osoro, 1995; Bueaufoy, 1995).

Como principales desventajas de los sistemas pastoriles se han señalado las siguientes:

- ~ El pastoreo selectivo del ganado, degrada la cubierta herbácea y reduce la producción animal por superficie (Paz, 1996).
- ~ El exceso de carga ganadera empobrece la cubierta vegetal y asociada a ello favorece la aparición de procesos erosivos (Paz, 1996; Sánchez y Sánchez, 1995).

- ~ Dada la pobreza estacional de los forrajes, no se pueden conseguir altos niveles de productividad sin suplementación (Mateos, 1990; Sánchez *et al.*, 2002b).

### **Sistema agropastoral**

Al sistema de producción agropastoral también se le ha llamado sistema integrado de cultivo-ganado o sistema combinado de agricultura-ganadería (Jabbar, 1994; Devendra, 2002a,b). El sistema agropastoral, es aquel en el cual del 10 al 50% de los ingresos brutos son obtenidos de la ganadería, o más del 50% de los ingresos se obtienen de la agricultura (Wilson, 1986). En África, el sistema se ha desarrollado por los frecuentes conflictos entre campesinos agrícolas y los ganaderos nómadas. Estos conflictos, las sequías y la restricción de movimientos del ganado a través de las jurisdicciones políticas, han favorecido la sedentarización de los ganaderos nómadas y el desarrollo de los sistemas agropastorales (Jabbar, 1994).

Algunos ejemplos de sistemas agropastorales citados por ILCA (1994) y Tarawali *et al.* (2001) son: (a) la siembra de mijo (*Pennisetum typhoides*) y cowpea (*Vigna unguiculata*) en franjas como forma de incrementar la cantidad y calidad del forraje para los animales y (b) el banco de proteínas, a partir de leguminosas que pueden ser cultivadas en franjas, o al borde de los terrenos (cercas vivas) para producir forraje para las épocas críticas del año.

Como características de los sistemas agropastorales se puede señalar:

- ~ Los productores utilizan y conservan los rastrojos de los cultivos, los cuales son al menos igual de importantes que la producción de grano (Bradford, 1999).

- ~ La integración de ganado y cultivos permite un reciclado eficiente de los residuos y subproductos para la obtención de productos animales (Sansoucy, 1995; Arene, 1996).
- ~ La disponibilidad de forraje para la alimentación animal durante la época seca del año es la principal limitante (Jabbar, 1994).

### **Sistemas agrícolas**

Los sistemas agrícolas con ganado, son aquellos en los que al menos el 10% de los ingresos se obtienen de la producción animal (Wilson, 1986). El sistema lo integran diferentes componentes como son los cultivos anuales, animales y pasturas naturales (Thomson y Bahhady, 1995). Una de las justificaciones más importantes de la cría de animales en los sistemas agrícolas es que los campesinos necesitan abono orgánico y tracción para el cultivar en suelos empobrecidos (Jabbar, 1994).

Como ejemplos de sistemas agrícolas con ganadería, se ha citado que en Asia los animales son una parte integral de la unidad de producción, a pesar de lo intensivo del ciclo de cultivo y la alta densidad de población, que dejan poca tierra para el pastoreo; por lo que la mayoría de los animales permanecen encerrados en los patios de las casas y se alimentan de pastos nativos y arbustos (Thorne y Tanner, 2002).

Como características de los sistemas agrícolas se pueden señalar:

- Son los que cuentan con mayor número de productores y mantienen el mayor número de animales (Lebbie y Ramsay, 1999).
- Son el resultado del crecimiento de la población humana y la presión en los sistemas agroganaderos para intensificar la producción (Devendra, 1994; Lebbie y Ramsay, 1999).

- Los animales se utilizan en la unidad de producción para reducir el efecto de la sequía, cerrar el ciclo de nutrientes, mejorar la calidad ambiental y para el uso de forrajes de baja calidad (Mohammed, 1995).

La perspectiva de los sistemas agrícolas ha sido analizada ampliamente por Devendra (2002a,b), quien concluyó que por tratarse de sistemas de producción animal sostenible y con un alto nivel de integración y especialización, éste será mantenido por los productores.

### **2.1.3. Los sistemas para una producción animal sostenible**

Desde el punto de vista de la producción animal sostenible, los animales no sólo constituyen el medio de vida para millones de familias, si no que también contribuyen a una producción ecológica y económica (Kaushik, 1999). Un análisis completo de la sostenibilidad y sus implicaciones dentro de la producción animal ha sido revisado por Thompson y Nardone (1999), en el que concluyen que la producción animal se debe de abordar desde el punto de vista de la integridad funcional y con un enfoque multi e interdisciplinario.

Los criterios para mejorar la sostenibilidad de la ganadería han sido descritos por Gibon *et al.* (1999), en el que se establece que desde el punto de vista de la investigación, los sistemas ganaderos se deben de abordar en un contexto de desarrollo rural en el que la producción animal no es sólo un proceso productivo si no que también es una actividad humana.

Dentro de los sistemas de agricultura sostenible y que tienen relación directa con la ganadería, es la agroforestería. La diversificación de los agroecosistemas mediante la incorporación de árboles es una práctica muy antigua, principalmente en regiones tropicales y subtropicales (Gliessman, 1989). El concepto de agroforestería se define como un concepto muy general para un grupo de sistemas que combinan la agricultura, el cultivo de árboles, arbustos y la cría de

animales domésticos con un arreglo espacial y temporal determinado (Vergara, 1987; NRC, 1986; Burley y Wood, 1995).

En los últimos 20 años una gran cantidad de trabajos se han realizado para describir el enfoque agroforestal en la agricultura, dentro de los cuales se pueden destacar a Vergara (1987), NRC (1986), von Maydell (1987), Nair (1989), Radulovich (1994) y Burley y Wood (1995).

La agroforestería, ha tenido variadas aplicaciones en la definición y caracterización de los sistemas de producción agrícola y ganadera (Cameron, 1994).

Las características de los sistemas agroforestales han sido descritas entre otros, por von Maydell (1987), Izac y Sanchez (2001), Cardoso *et al.* (2001) y Franzel *et al.* (2001) y son las siguientes:

- ~ Componentes multipropósitos: se obtienen varios productos que contribuyen a alcanzar la autosuficiencia, estabilidad y sostenibilidad de los sistemas.
- ~ Adaptación al sitio: uso óptimo de las condiciones ambientales y recursos naturales en el espacio y en el tiempo.
- ~ Adaptación al clima: mediante el uso de especies y prácticas apropiadas para la resistencia a la sequía.
- ~ Orientación a la demanda de protección, mejoramiento ambiental, generación de ingreso y culturales.
- ~ Uso de recursos naturales y humanos localmente disponibles.
- ~ Adaptaciones de los sistemas de producción a las estructuras políticas, socioeconómicas y al progreso técnico.

Los objetivos de los sistemas agroforestales son: (a) la optimización del efecto benéfico de las interacciones entre los componentes maderables con los cultivos o animales, (b) disminuir la necesidad de insumos externos, (c) tener un menor impacto de las prácticas de manejo en el ambiente, (d) obtener una mayor diversidad de productos y, (e) maximizar los ingresos económicos (Burley y Wood, 1995; Gliessman, 1989).

De acuerdo con la naturaleza y presencia de los componentes agroforestales (árboles, cultivos y animales) se definen las siguientes categorías estructurales (Torquebiau, 1993):

- ~ Sistemas agrosilvícolas: árboles y cultivos de temporada.
- ~ Sistemas silvopastoriles: árboles y animales/pastizales.
- ~ Sistemas agrosilvopastoriles: árboles, cultivos de temporada y animales/pastizales.

Para propósitos de la producción animal y por tener relación con el presente trabajo, se describirán a continuación a los sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles.

### **Sistema silvopastoril**

En este sistema se tienen varias modalidades, como aquellos que utilizan árboles para la producción de forraje para corte-acarreo, o el pastoreo de los animales bajo plantaciones comerciales o el pastoreo de vegetación arbustiva y pastos en áreas de bosques (Torres, 1982; Vergara 1987; von Maydell, 1987). Como razón fundamental para el desarrollo de este sistema de producción, Vergara (1987) señala que “cuando la población humana y de animales estuvieron dentro de los límites razonables, los bosques fueron capaces de suplir sus necesidades sin degradarse”, sin embargo, “ahora todo tipo de bosque y pastizales están severamente degradados debido a la sobre explotación”.

Los sistemas silvopastorales son la base para la cría de ovinos, caprinos y bovinos en la india; en el verano los animales pastorean en pastizales de montaña y conforme avanza la estación fría son bajados a los bosques de zonas templadas, y finalmente a los bosques subtropicales (Vergara, 1987; von Maydell, 1987). Las características más importantes de los sistemas silvopastoriles que mencionan Vergara (1987), von Maydell (1987) y Burley y Wood (1995) son:

- ~ La mayoría de los animales pastorean libremente en las tierras y bosques comunales.
- ~ Los animales también pastorean en tierras agrícolas cuando los terrenos están en descanso o después del período de cultivo.
- ~ Los árboles son utilizados para forraje o leña y los frutos comercializados.
- ~ El número y tamaño de los árboles se incrementa con el tiempo.
- ~ Las escorrentías y pérdidas del suelo por erosión se reducen.
- ~ La producción de pastos decrece conforme la cobertura del estrato arbóreo aumenta.
- ~ En las zonas templadas los rebaños migratorios de ovinos, cabras y bovinos causan severos daños a la regeneración de pastos y árboles.
- ~ Los animales domésticos y silvestres tienen una función muy importante en promover el crecimiento de las plantas leñosas perennes, al reducir la competencia con los pastos.
- ~ En algunas tribus de África los animales domésticos son una parte integral de los individuos, familias e identidad étnica.

Existen importantes estudios que abordan el espaciamiento de los árboles en las pasturas; así por ejemplo, Cameron (1994) cita que rangos de 40 a 500 árboles por hectárea son recomendados para la asociación con pasturas. Aunque es una práctica común trabajar con densidades iniciales de 625 árboles/ha y finalizar la rotación con 250 árboles/ha de especies caducifolias y con 150 árboles/ha de



especies perennifolias, pero la mayor cobertura y producción de forraje se logra con densidades de 250 a 316 árboles/ha (Acciaresi *et al.*, 1994).

### **Sistema agrosilvopastoril**

Bajo el nombre de sistema agrosilvopastoril se agrupa a un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la combinación o asociación deliberada de un componente leñoso (sea forestal o frutal) con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno, con interacciones ecológicas o económicas (Torres, 1982; NRC, 1986; Gay *et al.*, 1988; Nair, 1989; Russo, 1994). En varios estudios a los sistemas agrosilvopastoriles se les describe como sistemas combinados, integrados o mezclados (Devendra, 1995; Febles *et al.*, 1995; García, 1995; Dalibard, 1995; Chirgwin, 1995; Crespo *et al.*, 1995).

Entre los sistemas agrosilvopastoriles descritos se encuentran los siguientes:

- ~ En la India, Vergara (1987) describe como sistemas agrosilvopastoriles a los cultivos intercalados con palma de coco y árboles frutales, a los árboles en los terrenos agrícolas y a los árboles en las orillas de los terrenos, donde los pastos crecen en los espacios abiertos. Los dos últimos sistemas tienen una mayor dependencia del componente animal. Sin embargo, este mismo autor señala que son los huertos de traspatio los que realmente combinan animales con cultivos y árboles.
- ~ En Sudán, se maneja un sistema rotacional común que consiste en 20 ha de tierra, subdividida en cuatro secciones que son rotadas cada 5 años (NRC, 1986).
- ~ En muchas partes del Sahel se deja crecer a *Acacia albida*, que proporciona madera, leña, sombra y forraje durante la época seca, (NRC, 1986; von Maydell, 1987).

En los climas tropicales los sistemas agrosilvopastoriles cumplen las siguientes características (Vergara 1987): (a) la mayoría de los huertos caseros tienen una variedad de animales, que aprovechan los forrajes de los cultivos para su alimentación, (b) conforme la intensidad de cultivos de árboles se incrementa, las especies arbóreas sin utilidad son reemplazadas por especies de uso múltiple y, (c) la intensidad del cultivo de árboles es influenciada por las diferencias en las condiciones socioeconómicas de los productores.

En las regiones tanto áridas como húmedas de África los sistemas agrosilvopastoriles fueron descritos por von Maydell (1987) como: (a) la producción de cultivos agrícolas durante la estación lluviosa y el pastoreo durante el período seco del año, (b) los árboles, arbustos y palmas son dejados en pie y mantenidos o algunas veces plantados en las tierras de cultivo, los cuales forman un componente esencial del sistema, (c) el ganado proporciona alimentos, fuerza de trabajo para la agricultura, abono orgánico y representa una fuente importante de capital, (d) el ganado proporciona empleo, especialmente para mujeres y niños, así como ingresos específicos y derecho de propiedad sobre los mismos y, (e) los animales son importantes para mejorar la productividad en tierras marginales.

La sustentabilidad de los sistemas agrosilvopastoriles puede fundamentarse en: (a) la capacidad que tienen los árboles para producir biomasa con altos niveles de proteína a partir de la energía solar, agua, aire y suelo, (b) disminuir la dependencia de los fertilizantes químicos para la agricultura y, (c) reducir el uso de concentrados para los animales con el uso de recursos alimenticios locales (Febles *et al.*, 1995).

Dentro de las técnicas utilizadas para fomentar el uso de los sistemas agrosilvopastoriles se encuentran el uso de cercas vivas, bancos de proteína y asociaciones de árboles en terrenos de pastoreo (Febles *et al.*, 1995).

Las limitantes para la integración de árboles en los sistemas de producción tradicionales son señaladas por Fierros (1994), Russo (1994), Russo (1994), Radulovich (1994) y Sánchez (1995):

- ~ Los estudios realizados se han orientado más a conocer las prácticas agroforestales.
- ~ Los resultados obtenidos son poco representativos y con aplicaciones ecológicas muy restringidas.
- ~ Daño a los árboles jóvenes y adultos por los animales y la compactación del suelo.
- ~ El daño que se puede causar a los árboles por el corte de forraje.
- ~ Las prácticas de cosechas y labores culturales mecanizadas se ven afectadas por la interferencia de los árboles.
- ~ El desconocimiento de las técnicas agrosilvopastoriles y la falta de personal entrenado.
- ~ Escasez de terreno, semilla, asistencia técnica y agua.

#### **2.1.4. Los sistemas de producción de caprinos**

Los productores de caprinos generalmente no están especializados en una sola actividad productiva, si no que combinan varias actividades para cubrir sus necesidades de alimentación e ingresos, como actividades complementarias se pueden mencionar:

- ~ Las actividades agrícolas (Mateos, 1990; Pulido *et al.*, 1995b).
- ~ La recolección de productos forestales, el comercio y la venta de fuerza de trabajo (Ruiz *et al.*, 1992; Hernández y Sierra, 1992; Martínez, 1992 y García *et al.*, 1992).
- ~ La cría de vacunos-ovinos en los rebaños (Tejón *et al.*, 1995a; Pulido *et al.*, 1995b,c).

La literatura revisada describe una amplia clasificación de sistemas de producción de caprinos (Caballero y Carrión, 1993; Moyano *et al.*, 1993; Ortuño, 1994; Mainar *et al.*, 1994; Pulido *et al.*, 1995c y Tejón *et al.*, 1995e). La mayoría de la información disponible considera como base para su clasificación a la extensión de terreno usado para el pastoreo y el movimiento migratorio de los animales, clasificándolos como sistemas transhumante, riberiego, estante, nómada oportunista y semi-intensivo (Moyano *et al.*, 1993; Ortuño, 1994; Mainar *et al.*, 1994; Pulido *et al.*, 1995c). Si bien existen otros enfoques donde la función-objetivo es la base más importante para la clasificación de los sistemas (Salinas, 1988; Vargas, 1990; Tuncel y Rehber, 1995).

### **Sistema pastoril**

El sistema tradicional de producción de caprinos ha sido el extensivo (Boza, 1990), que se practica en zonas áridas, áreas montañosas y climas tropicales (Santucci, 1995; El Aich, 1995). Los sistemas extensivos (Tuncel y Rehber, 1995) o pastoriles (Wilson, 1986), se han dividido en migratorios y sedentarios: (a) los migratorios se dividen en transhumantes y nómadas, los primeros realizan un aprovechamiento estacional de pastos lejanos (tienen un lugar fijo de residencia) y los segundos realizan un pastoreo itinerante (sin lugar fijo de residencia) y (b) los sistemas sedentarios son practicados por campesinos establecidos en las comunidades rurales.

La producción descansa en la organización de los rebaños y en la adaptabilidad de los caprinos a los ecosistemas con fuerte insolación y una vegetación escasa (Boza, 1990; Santucci, 1995). Con la integración de los caprinos se logra una revalorización de terrenos infrautilizados o que por sus adversas condiciones ambientales no pueden ser aprovechadas por otras especies animales (Baró, 1984; El Aich, 1995), o bien utilizan los residuos de cosechas y subproductos de industrias agrarias (Baró, 1984).

Los sistemas caprinos extensivos se orientan a la producción de carne, ya que la leche se utiliza fundamentalmente para la alimentación de los cabritos (Charlet y Le Jaouen, 1977). Si bien, existen rebaños de vocación mixta, leche y carne, aunque la producción de leche está limitada por la disponibilidad de alimentos naturales y el uso de suplementos (Charlet y Le Jaouen, 1977; Sánchez, 1988; Landau *et al.*, 1995; Tuncel y Rehber, 1995).

Como ventajas de los sistemas caprinos extensivos se pueden señalar la mejora de la fertilidad del suelo por las deyecciones de los animales, el control de las malas hierbas y la mayor entrada económica por la venta de leche y cabritos. Como desventajas se señalan a la compactación del suelo debido al pisoteo, los riesgos de consumo de plantas tóxicas, así como el posible daño de las cabras a las plantaciones establecidas (Zari y Scappini, 1996).

### **Sistema agropastoral**

Los sistemas agropastorales en el África Sub-sahariana se caracterizan por tener menos de 50 caprinos, generalmente criados en rebaños mixtos con ovinos y bovinos (Wilson, 1986; Okoruwa, 1994; Ibrahim, 1998). En Mozambique y Túnez este tipo de sistema de producción de cabras constituye un importante soporte en la débil economía de las familias, ya que independientemente del consumo de sus producciones, permiten a través de su venta o trueque adquirir otros bienes como vestido y medicinas (Tejón *et al.*, 1995e; Nefzaoni y Abdouli, 1995).

En Egipto se describe un sistema comercial móvil de productores sin tierra, que mueven sus rebaños en busca de los rastrojos de cultivos después de las cosechas y comercializan leche fresca o queso (Galai, 1995).

En España (Caballero y Carrión, 1993), se ha descrito un sistema caprino similar al agropastoral, ya que los animales aprovechan la vegetación natural de las sierras y en el verano aprovechan las rastrojeras de cereales. En Italia, Rubino y

Claps (1995), le dan el nombre de sistemas sedentarios oportunistas, al ser movidos los rebaños frecuentemente en una amplia área para satisfacer la demanda de forraje.

### **Pequeños rebaños familiares**

Los pequeños rebaños familiares de caprinos predominan en áreas de minifundio, en este sentido Galai (1995) encontró que en Asia un promedio de cinco cabras se crían junto a los bovinos y búfalos en áreas de 0,2 a 2 ha de tierra. También son los sistemas dominantes en el este de África, en donde rebaños con menos de 20 animales son criados en la unidad de producción (Okoruwa, 1994; Tamboura y Berté, 1996; Manjeli *et al.*, 1994; Larbi y Oji, 2002). Para el caso de España, la utilización de este sistema es cada vez más escaso, los caprinos permanecen encerrados durante la mayor parte del día y salen a pastar cuando los propietarios tienen tiempo (Caballero *et al.*, 1991). En las condiciones de manejo de los rebaños familiares, los caprinos son usados como ahorro de capital y autoconsumo de carne, en tanto que los grandes ruminantes proporcionan un ingreso regular por la venta de leche (Okoruwa, 1994; Galai, 1995).

### **Los sistemas agroforestales**

La primera aproximación en la definición de los sistemas agroforestales en caprinos para América Latina fue planteada por CATIE (CATIE, 1987), al caracterizar y reconocer la importancia que tienen los caprinos en los sistemas integrados de producción, y con los avances de 10 años de investigación, en 1995 se dio a conocer la propuesta de los módulos agroforestales de producción de caprinos (Benavides *et al.*, 1995; Oviedo *et al.*, 1995). Las características principales del un módulo caprino agroforestal son (Benavides *et al.*, 1995):

- ~ Una plantación agroforestal en la que se combinan leñosas forrajeras y pastos, para la alimentación de los animales. Las plantas forrajeras son

especies nativas que los productores cultivan asociadas con los cultivos agrícolas o en los límites de las parcelas.

- ~ La cría de cabras de alta capacidad lechera, que se manejan en confinamiento para evitar enfermedades infecciosas y parasitarias, así como daños a cultivos y plantaciones de los alrededores.
- ~ Instalaciones apropiadas para el manejo de los animales, que se construyen con materiales de la región, lo que permite disminuir el desembolso de dinero en efectivo.
- ~ Uso intensivo de mano de obra, que es aportado por el productor y su familia.

**El concepto de sistema agrosilvopastoril caprino.** Como ya se había señalado por Vergara (1987) y Fierros (1994), los estudios en los sistemas agroforestales dan mucha mayor importancia al estudio del componente forestal o arbóreo, más que al componente animal o bien se profundiza mucho en la parte teórica conceptual y poco se describe la estructura y manejo de los recursos que se utilizan. Sin embargo, en todos los trabajos destacan la importancia que tienen los bovinos, ovinos y caprinos en los sistemas agroforestales (Maydell, 1987; Gay *et al.*, 1988; Febles *et al.*, 1995).

Pero fueron los trabajos de Wilson (1986), ILCA (1994) e Ibrahim (1998) los que mejor describen a los sistemas de producción de caprinos donde la fuente de alimentación es el pastizal y los subproductos de los cultivos.

## **2.2. Aspectos técnicos de la producción de caprinos**

En los aspectos técnicos de la producción de caprinos se revisaron los estudios sobre la caracterización de las poblaciones de cabras, los factores limitantes en los rebaños, la tecnología para el manejo de los animales y las producciones obtenidas.

### **2.2.1. Aspectos estudiados en la base animal**

En este apartado se hace referencia a los trabajos que se han realizado para la caracterización morfológica, productiva y genética de las poblaciones de cabras.

Aparicio (1960) ubica a la clasificación de los animales domésticos como parte de la zootecnia, a la que divide en etnología y producciones pecuarias. La etnología estudia los conjuntos de animales domésticos, determinando sus caracteres generales, agrupándolos por sus semejanzas y constituyendo como resultado las razas.

Agraz (1976, 1989), introduce el término zoometría para el estudio de los caprinos, que lo define como "la obtención de medidas corporales de los animales y el estudio de las relaciones de esas medidas determinan los índices zoométricos"; es decir, la zoometría establece las correlaciones de beneficio efectivo para la reproducción y producción zootécnica. En este mismo sentido Hernández (2000) describe la metodología empleada para el estudio etnológico de los caprinos, entre los que incluyó las medidas e índices zoométricos y los caracteres externos cualitativos.

Considerando la conceptualización etnológica de Aparicio (1960), la caracterización étnica de los animales se obtiene del análisis de tres bases fenotípicas de apreciación: (a) corpulencia, (b) perfil y (c) proporciones. Las características relacionadas con la corpulencia son: (a) alzadas, (b) diámetro de longitud y anchura y (c) perímetros. Los perfiles se consideran dentro de la plástica de los animales y la proporción se refiere a la relación existente entre los diámetros de longitud y profundidad.

Para la determinación de los tipos morfológicos es necesario tomar medidas zoométricas (alzada, perímetro torácico, anchura de la grupa, longitud del cuerpo,



etc.) y establecer determinados índices resultantes de la comparación entre las medidas obtenidas (Homedes, 1967).

### **Los estudios zoométricos**

Los estudios etnológicos en caprinos son muy comunes en la literatura científica, lo que ha dado como resultado el desarrollo de métodos de caracterización racial y de la evaluación del comportamiento animal a partir de medidas zoométricas que son fáciles de realizar (Mohammed y Amin, 1996; Zeuh *et al.*, 1997).

En los estudios de clasificación, las medidas morfológicas corporales han servido para definir agrupaciones raciales (Herrera *et al.*, 1996; Bouchel *et al.*, 1997; Madubi *et al.*, 2000). Los estudios zoométricos en razas caprinas en particular han sido realizados entre otros por Rodríguez *et al.* (1990), Serrano *et al.* (1992), Mohammed y Amin, (1996), Bouchel *et al.* (1997), Sierra *et al.* (1997) y Peña *et al.* (1999). Las variables medidas en la clasificación morfológica de las cabras han sido la altura a la cruz, profundidad de torax, largo del cuerpo, largo de grupa, ancho de grupa, largo de cabeza, ancho de cabeza, perímetro torácico y diámetro de la caña (Aparicio, 1960; Sánchez, 1993; Herrera *et al.*, 1996; Sierra *et al.*, 1997 y Hernández, 2000).

Los análisis discriminantes de los valores de las variables zoométricas realizados han encontrado que la altura a la cruz, el ancho y largo de cabeza y perímetro de la caña son las medidas que mejor clasifican a las razas Blanca Andaluza, Florida, Granadina, Malagueña y Negra Andaluza (Herrera *et al.*, 1996). En la cabra criolla de México las variables zoométricas que mejor clasificaron a las poblaciones fueron la longitud de la cabeza y el diámetro longitudinal (Hernández, 2000). Sin embargo, existen otros estudios que sólo utilizan las variables más fáciles de medir como el perímetro torácico, altura a la cruz, largo del cuerpo y largo del tronco (Bouchel *et al.*, 1997; Zeuh *et al.*, 1997; Madubi *et al.*, 2000; Mohammed y Amin, 1996).

Con valores de las medidas zoométricas se determinan índices como los señalados por Aparicio (1960), y que fueron utilizados en caprinos por Agraz (1976), Rodríguez *et al.* (1990), Serrano *et al.* (1992), Peña *et al.* (1999) y Hernández (2000). Pero sólo en cabras africanas se relacionan directamente con aptitudes productivas, así como con la capacidad de adaptación a los ambientes difíciles (Mohammed y Amin, 1996).

Estudios sobre predicción del peso vivo a partir de las medidas morfológicas fueron realizados por Mohammed y Amin (1996) y Hernández (2000), demostrando que las variables mejor correlacionadas con el peso vivo fueron el perímetro torácico y la altura a la cruz.

Con base en el peso vivo adulto y la altura a la cruz, Devendra y McLeroy (1982) identificaron tres categorías de razas caprinas en los trópicos, a las que denominaron:

- ~ Razas grandes, con pesos vivos entre 20 y 65 kg y altura a la cruz por encima de 65 cm.
- ~ Razas pequeñas, entre 19 y 37 kg y altura a la cruz entre 51 y 65 cm.
- ~ Razas enanas, que pesan de 10 a 25 kg y miden por debajo de 50 cm de altura a la cruz.

Los estudios de zoometría en México, son prácticamente desconocidos, sólo tres autores abordan el estudio de las cabras criollas (Sánchez, 1993; Herrera *et al.*, 1994 y Hernández, 2000).

### **El color de capa**

Aparicio (1960) incluye a la coloración de las capas como un carácter secundario "que viene a recalcar el tipo racial". La coloración de la capa de las cabras se ha clasificado en capas uniformes y discontinuas, entre los colores registrados se

encuentran la capa negra, blanca, retinta, colorada, rubia, cárdena, sarda, arromerada, salinera, castaña, ruana, parda, ceniza y pía (Aparicio, 1960). En España las cabras de la sierra de Ayllón (Tejón *et al.*, 1995c), se caracterizan por tener capa blanca (42,8% de las cabras), pía en negro (14,2%), agamuzada (12,2%) y gris (14,2%). Para las cabras criollas en México, Hernández (2000) identifica principalmente las capas rubia (24,3%), blanca (21,7%), negra (19,9%), y orita (10,9%).

La alta heredabilidad de la coloración de la capa ha motivado la realización de estudios que correlacionan el color de capa de las cabras con los parámetros productivos y reproductivos (Ebozoje y Ikeobi, 1998). En otros casos el color de la capa es determinante en la caracterización racial de los caprinos (Bedoti, 2000).

### **Poblaciones de cabras: la cabra criolla y razas relacionadas**

El término "cabra criolla", se ha utilizado en América Latina (Pariacote *et al.*, 1992; Ramirez y Mellado, 1996; Mellado, 1997; Bedoti, 2000 y Hernández, 2000) para nombrar a las poblaciones locales de caprinos que se han formado a partir de migraciones, cruzamientos o el aislamiento reproductivo. Pero cada país ha hecho aportes muy importantes para caracterizar a los caprinos locales, como se presenta a continuación:

**Argentina.** Es un país que posee un gran número y variedad de cabras criollas, que son el medio de vida de muchas familias campesinas debido a las ventajas de la adaptación que tienen al clima (Lucifero *et al.*, 1996; Bedoti, 2000). Agraz (1981), menciona que las cabras criollas de Argentina proceden de las razas Blanca Celtibérica y Castellana de Extremadura. En tanto que Bedoti (2000), describe a la cabra Colorada, que es una población homogénea, con peso vivo de 44,4 kg en las hembras y 71,1 kg en machos, con una altura a la cruz de 64,22 cm y 73,24 cm, en hembras y machos, respectivamente.

**Estados Unidos de América.** En Estados Unidos la cabra criolla (Spanish goat) se cría principalmente para el control de arbustos y otras plantas indeseables en los pastizales, la producción de carne fue secundaria hasta que el precio se incrementó, replanteando los objetivos de selección y mejoramiento de las prácticas de manejo (Gipson, 1996).

**México.** La cría de caprinos como actividad productiva en México ha sido estudiada ampliamente por el Banco Nacional Agropecuario (1971), Agraz (1981) y Cosío (1985), mencionando que las primeras cabras introducidas fueron la Blanca Celtibérica, Murciana, Granadina, Castellana, Malagueña y Nubia. Otras razas exóticas introducidas fueron la Angora y la Jamnapari. En la producción de leche ha sido importante la contribución que han tenido en México las razas Saanen, Anglonubia, Alpina y Toggenburg.

La literatura sobre la cabra criolla en México ha sido ampliamente revisada por Ramírez y Mellado (1996), Mellado (1997), Valencia y Quiñones (1997), Montaldo y Meza (1998) y Hernández (2000). Coincidiendo todos los estudios que son cabras que proceden de los animales que fueron introducidos desde España en la época de la conquista y que se han seleccionado en forma natural durante cinco siglos, adquiriendo la capacidad de sobrevivir en climas difíciles, con escasez de forraje y limitado consumo de agua.

Debido a la gran variabilidad de condiciones ecológicas y de manejo en que se crían las cabras en México, ha dado por resultados varios tipos genéticos:

- ~ En la parte poniente del país, el 81% de las cabras son criollas y el resto cruza de Nubia (11%), Saanen (4%) o ambas (4%) (Martínez, 1992).
- ~ En la parte centro del país, García *et al.* (1992) encontraron que predominaban los caprinos de raza indefinida (51%), seguidos de la Nubia (42,2%), Alpina (2,2%) y Granadina (4,6%).

- ~ Para el sur del país el tipo genético criollo se cría en el 100% de las explotaciones (Hernández y Sierra, 1992).

Con lo anterior se deduce la predominancia del tipo genético indefinido, que generalmente se le denomina en la literatura como criollo (Ramírez y Mellado, 1996; Mellado, 1997; Valencia y Quiñónez, 1997).

Al analizar los valores de las variables zoométricas con técnicas discriminantes Hernández (2000) encontró que la distancia genética más cercana de la cabra criolla de Puebla (México) fue con la cabra Granadina y la Malagueña y poca relación tuvo con las razas carniceras, lo que hace suponer la poca relación de la cabra criolla con las razas españolas actuales. El mismo autor hace una primera propuesta para definir el estándar racial de la cabra criolla:

- ~ Peso: 37,7 kg en hembras y 37,9 en machos.
- ~ Color: café, negra, crema, rojiza, gris y blanca, así como las combinaciones de éstos.
- ~ Pelo: corto
- ~ Perfil: subcóncavo a recto.
- ~ Proporciones: Mediolíneas las hembras y brevilíneas los machos.
- ~ Cabeza: Pequeña y acortada, triangular; cuernos espirilíneos en ambos sexos. Las orejas son anchas, horizontales y medianamente largas.
- ~ Cuello: Mediano, fuerte, de bordes rectos y cilíndrico.
- ~ Tronco: Corto, proporcionado y compacto.
- ~ Ubre: Pequeñas, globosas y pezones cortos.
- ~ Testículos: Simétricos y rafe medio poco marcado.
- ~ Extremidades: Cortas, fuertes y aplomadas
- ~ Piel, pelo y capa: piel fina y pigmentada; en ocasiones presenta mamellas; pelo grueso, corto, con frecuencia presenta calzón y/o raspil.

Después de describir las características de las cabras criollas es necesario presentar la información más antigua que se encontró sobre las cabras en España y de esta forma establecer alguna relación con las cabras criollas. También se presenta una breve descripción de la cabra Nubia, que será importante por su contribución a las cabras para carne que se manejan en la actualidad en México.

**España.** En los últimos 100 años el estudio de las razas autóctonas en España ha sido un tema muy importante de investigación, por lo que actualmente se encuentran la mayoría de los caprinos agrupados en razas que han alcanzado un importante grado de especialización.

Cobo (1950) encontró que en la sierra de Jaén existía exclusivamente la raza denominada Serrana o Serreña, con aptitud exclusivamente de carne, la producción láctea se utilizaba para la alimentación del cabrito, que eran engordados para el abasto de matadero, con pesos vivos de 40 a 50 kilos; pero el peso vivo en algunas regiones más pobres de la sierra y de climas más duros, era de 20-22 kg. Aunque en el trabajo de Bedmar (1950), se señalan pesos de 70 a 75 kg en los machos y unos 65 kg en las hembras.

Las razas productoras de carne actuales son la Blanca Celtibérica, Blanca Andaluza, Retinta Extremeña, Negra Serrana y distintas cruizas que se explotan en régimen extensivo (Caballero *et al.* 1991; Moyano *et al.*, 1993). En los sistemas extensivos orientados a la producción de leche se crían las razas Murciano-Granadina, la Malagueña y las mestizas (Moyano *et al.*, 1993).

Raza Murciana-Granadina. Usando como referencia la información de Columela (1927) y Belinchón *et al.* (1977), la raza Murciano-Granadina se originó del tronco de la *Capra Aegagrus*. El color de capa negra se muestra dominante frente a la caoba, siendo la capa negra zaina la más frecuente y menos común son las pías o barcinas y cárdenas; las mucosas son de color rosado en las caobas y de color pizarra en las negras. Eumétrica y mediolínea; cabeza bien proporcionada y

triangular; órbitas poco salientes, con ojos grandes y expresivos, orejas pequeñas y móviles, perfil recto o subcóncavo y ubre abolsada. El peso vivo de las hembras oscila entre los 45 a 55 kg y en los machos de 70 a 75 kg. En cuanto a sus producciones presenta una lactación de 450 a 500 kg/año.

Raza Malagueña. Columela (1927) y Belinchón *et al.* (1977) la describen como una raza prehistórica, en su formación intervinieron dos troncos principales: *Capra Pyrenaica* y la cabra Maltesa. Su plástica corresponde a un tipo fino, eumétrico, cabeza proporcionada y triangular, con encornadura tipo *Aegagrus* y a veces espirilínea, orejas largas y horizontales, frente subconvexa y perfil recto, ubres algo descendidas y de forma abolsada. El color de la capa es el rojo claro o de pelaje rubio, es arropada, o sea, que presenta una crin continua a todo lo largo del dorso y pelos también muy desarrollados por las piernas. Se explota en régimen extensivo o semi-extensivo, el rendimiento de leche es de 400 litros/cabra en el sistema semi-extensivo.

Raza Serrana. El color del pelaje es el blanco (Columela, 1927), aunque también puede ser negro, colorado y algunas manchadas (Bedmar, 1950; Cobo, 1950). Son animales grandes, de constitución fuerte y ultraconvexa. La cabeza bien proporcionada con el cuerpo, las orejas son grandes y caídas, de forma ovoide; los cuernos son dirigidos hacia atrás, divergentes a partir de la nuca, retorcidos en tirabuzones y encornadura tipo prisca; ojos oblicuos, ligeramente escondidos; barba abundante, larga y basta. La línea dorso lumbar ligeramente ascendente para proporcionar una grupa muy inclinada; cola corta y hacia arriba; ubres muy partidas y un tanto abolsadas y extremidades huesudas y fuertes, propias para recorrer terrenos abruptos y quebrados. El peso vivo se sitúa en torno a 50 kg.

Blanca Celtibérica. Esta procede de la cabra prisca y habita en terrenos montañosos. Su color predominante es el blanco mate, también se dan las capas amarillentas, la capa rubia, y con mancha en negro o marrón. Animal cubierto de pelo áspero y discretamente largo. Es un animal eumétrico, mesolíneo y de perfil

recto; cabeza de forma piramidal, doliocéfala, supranasales completamente rectas, sin hendidura entre cráneo y cara; ojos salientes y rasgados; hocico de proporciones medias; orejas grandes, algo caídas y dirigidas oblicuamente hacia delante y cuernos en espiral, algunos en forma de lira y otros falciformes con surcos transversales. El cuello es delgado, aplanado, bien diferenciado de la cruz; la línea dorso lumbar no es recta, si no que a partir del dorso asciende algo hasta la grupa; grupa derribada; costillares aplanados y vientre voluminoso; ubre pequeña y recogida, de formas variadas y cubiertas de pelo áspero. Las extremidades son cortas y bastante bien aplomadas y pezuñas de color claro (Badiola y Braga, 1951).

**La raza Nubia.** También conocida como Anglo-Nubia, fue desarrollada en Inglaterra a partir de las razas de cabras lecheras de la India, Africanas y Europeas, con criterios de selección para una cabra de doble propósito, producción de leche y carne (Haenlein, 1984; Gipson, 1996).

El estándar racial la cabra Nubia fue descrito por Reinhardt y Hall (1978):

- ~ Color: Se permite cualquier color, sólidos o parcialmente combinados.
- ~ Tamaño: las hembras adultas tienen 75 cm de altura a la cruz y peso vivo de 59 kg. Los machos tienen 89 cm de altura a la cruz y 80 kg de peso.
- ~ Líneas faciales y orejas. Nariz fuertemente convexa. Orejas largas, anchas y pendulosas, no tan delgadas
- ~ Condición y apariencia general. Evidencia de buena salud y cuidados; activa, vigorosa; pelo corto, suave, fino y brillante; piel delgada, suelta y flexible.
- ~ Cabeza. La cabeza es de tamaño medio, fina en contorno, femenina en hembras y masculina en machos. Ojos grandes, brillantes y separados. Hocico ancho, ventanas de la nariz, labios y quijada fuerte. El cuello debe



ser largo y fino, con una fina inserción a la cabeza y a los hombros. Sin cuernos o cuidadosamente descornados.

- ~ Hombros y pecho. Los hombros ligeramente más bajos que la grupa, ligeros y finos en su unión al cuerpo. La cruz debe terminar en punta y delgada y amplia separación entre los hombros. El pecho es profundo y ancho, entre y atrás de las piernas delanteras.
- ~ Cuerpo. Cuerpo largo con costillas bien marcadas y amplio perímetro torácico; abdomen profundo y bien desarrollado, firmemente unido al cuerpo; espalda recta y fuerte, con ancas largas y amplias y grupa ligeramente caída; huesos de la cadera amplios y separados; vértebras abiertas.
- ~ Extremidades. Patas delanteras fuertes y rectas. Patas posteriores fuertes, rectas, proporcionadas al tamaño del cuerpo; cuartos posteriores profundos; algunas veces cóncavos en la parte posterior, proporcionando suficiente espacio para el ancho de la ubre en hembras.

### **Productividad de carne en los caprinos**

La aptitud para la producción de carne depende en gran medida del peso al nacimiento de los cabritos, de la ganancia diaria hasta el destete, del tamaño de la camada, de la mortalidad y de la frecuencia de abortos (Nefzaoni y Abdouli, 1995).

**Peso al nacimiento.** El peso al nacimiento ha sido un tema de importancia en los estudios productivos, ya que está muy relacionado con la supervivencia de las crías, el peso al destete y la tasa de crecimiento postdestete. El peso al nacimiento está muy influenciado por factores genéticos y ambientales:

- ~ Los pesos al nacimiento más bajos se encontraron en las cabras criollas de Marruecos que varían de 1,3 a 1,5 kg (El Aich, 1995), similar peso al nacimiento tiene la cabra Kambing Katjang de Malasia (1,5 kg) (Zari y Scappini, 1996).

- ~ Pesos al nacimiento de 2,0 a 2,5 kg tuvieron las cabras criollas en Túnez (Nefzaoni y Abdouli, 1995), la cabra Nubia en Malasia (Zari y Scappini, 1996) y la raza Landim de Mozambique (Tejón *et al.*, 1995e).
- ~ Pesos al nacimiento de 2,6 a 3 kg fueron encontrados en la cabra Alpina en África (Mourad y Anous, 1998) y en la cabra criolla en México (Hernández y Sierra, 1992).
- ~ Los pesos al nacimiento de 3 a 4 kg se registraron en las razas Granadina, Malagueña y Murciana en España (Baró, 1989), en cruzas con razas lecheras en México (Olea *et al.*, 1988) y en las razas Alpina y Damasquina de Túnez (Nefzaoni y Abdouli, 1995).

La influencia del sexo en el peso al nacimiento es clara, en todos los estudios se ha encontrado que los machos pesan al nacimiento de 100 a 200 g más que las hembras:

- ~ En las cabras Landim de Mozambique las hembras pesaron al nacimiento 2,2 kg y los machos 2,4 kg (Tejón *et al.*, 1995e).
- ~ En el trabajo de Mourad y Anous (1998) los machos fueron más pesados ( $2,8 \pm 0.1$ ) que las hembras ( $2,7 \pm 0.1$ ) en las cruzas de cabras nativas africanas con Alpinas.
- ~ En México los pesos promedios al nacimiento fueron de 2,8 kg para machos y de 2,6 kg para hembras de la cabra Pastoreña (Hernández y Sierra, 1992).

El tipo de parto tiene también una gran influencia en el peso al nacimiento, así por ejemplo en la cabra Blanca de Borno (Nigeria) el promedio del peso al nacimiento fue de 2,7 kg en parto sencillo, 2,3 kg para partos dobles y de 1,6 kg para partos triples (Mohammed y Amin, 1996).

**Peso al destete.** El peso al destete es sobre todo la expresión de la alimentación láctea que ha tenido el cabrito, aunque influyen factores como raza, sexo, clima y manejo. En los estudios de los pesos al destete, a veces no se menciona la edad a la que se realiza el mismo, y no es igual la edad al destete en el cabrito lechal, que donde se comercializa animal adulto como es el caso de México, o en los países de influencia árabe. Como resultado de la revisión de literatura se encontraron los siguientes rangos de peso al destete:

- ~ Los menores pesos al destete (6,22 kg) se registraron en las cabras enanas africanas (Ebozoje y Ikeobi, 1998).
- ~ Pesos al destete de 8 a 9 kg fueron mencionados en las cruzas en el semiárido mexicano (Ruiz *et al.*, 1992), en las cabras Landim de Mozambique (Tejón *et al.*, 1995e) y en las razas lecheras del mediterráneo español (Baró, 1984).
- ~ En la raza Blanca Española el peso al destete fue de 10-12 kg a los 30-45 días de edad (Tejón *et al.*, 1995e).
- ~ Los mayores pesos al destete fueron encontrados para la cabra Pastoreña en México con peso de 17,8 kg, sin indicar la edad de registro del mismo (Hernández y Sierra, 1992).

**Peso al año.** El peso al año, es un parámetro muy importante por estar directamente relacionado con el precio de venta del animal adulto para carne, como es el caso del cercano oriente, norte de África y México; y generalmente es un indicador de la aptitud lechera de las madres y de las condiciones ambientales de la explotación:

- ~ Pesos al año de 18 kg se encontraron en la raza Beetal en Corea (Son, 1999) y en las cruzas con razas lecheras en México (Ruiz *et al.*, 1992).

- ~ Pesos al año de 20 a 25 kg corresponden a las cabras Landim de Mozambique (Tejón *et al.*, 1995e), las cabras Kambing Katjang, Jamnapari, Sirohi, Bengal y Nativa en Corea (Son, 1999).
- ~ Pesos al año de 25 a 30 kg se registraron en la cabra Blanca Española (Sánchez, 1977).
- ~ Pesos al año de 35 kg correspondieron a la cabra Anglo-Nubia en Malasia (Zari y Scappini, 1996).

**Peso vivo de animales adultos.** El peso vivo, también denominado peso corporal, es un indicador del tamaño del animal, por la correlación que existe entre el peso y variables como la altura a la cruz (Devendra y McLeroy, 1982). Los pesos encontrados en la literatura se pueden agrupar en la siguiente clasificación:

- ~ Pesos vivos menores a 25 kg. El Aich (1995) encontró en Marruecos la existencia de una población de cabras pequeñas en las áreas de montaña, con un peso promedio de 16-19,6 kg para hembras y 21-26,5 kg para los machos y en África (Odubote, 1996) la raza Enana pesa 19 kg en las hembras y 25 kg en machos.
- ~ Pesos vivos de 30 a 40 kg. Las cabras criollas en México tienen un peso de 35-36 kg (Sánchez *et al.*, 1984; Barranco *et al.* 1987; Hernández y Sierra, 1992), y la cabra Landim de Mozambique pesa 25-35 kg (Tejón *et al.*, 1995e).
- ~ Pesos vivos de 40 a 50 kg. En este rango de peso se encontraron en Túnez a la cabra criolla, la Maltesa y la Mambrina (Nefzaoni y Abdouli, 1995) y a las cabras Pafuri y Alpina en Mozambique (Tejón *et al.*, 1995e).
- ~ Pesos de 50 a 60 kg. En este rango de peso se ubican a la cabra Verata (Rodríguez *et al.* 1990) y a la cabra del Guadarrama en España (Tejón *et al.*, 1995d); así como las cruces entre razas locales y razas lecheras introducidas en Túnez (Nefzaoni y Abdouli, 1995).

**Ganancia diaria de peso.** La ganancia de peso es la forma más práctica para medir el crecimiento, que considera las variaciones en el peso por unidad de tiempo.

En los sistemas pastoriles extensivos la ganancia diaria de peso ha sido de 35-55 g en la cabra criolla en Marruecos (El Aich, 1995) y en la cabra enana africana; de 60 a 80 g en la cabra Blanca de Borno (África) (Mohammed y Amin, 1996) y en las cabras criollas de Túnez (Nefzaoni y Abdouli, 1995).

En condiciones semi-intensivas, la ganancia diaria de peso fue de 111 g para la cabra criolla de Marruecos (El Aich, 1995), de 69 g en cabras Alpinas alimentadas con gliricidia (*Gliricidia sepium*) y brácteas de maíz (Ondiek *et al.*, 1999) y de 77-97 g para cabritos de raza Alpina alimentados con concentrados en México (Galina *et al.*, 2000).

**Vida útil.** La vida útil de las cabras es una variable muy importante en la parte productiva y económica de la explotación. Desde el punto de vista productivo, cuando los desechos se realizan a una mayor edad o se logre el mayor número de partos, mayor será la cosecha de leche y de cabritos. Desde el punto de vista económico una mayor vida útil se relaciona con una menor inversión en reemplazos y se incrementa la utilidad por cabra en la explotación. Sobre este tema, Baró (1984) y Tejón *et al.* (1995b) aportaron que en los sistemas tradicionales españoles orientados a la producción de leche las cabras tienen de 5 a 13 partos durante su vida productiva. Para Marruecos, El Aich (1995) determina que el desecho de las cabras se lleva a cabo de los 7 a los 9 años.

El desecho de las hembras en el estudio de Tejón *et al.* (1995b) se realizó por: deficiente producción de leche (72%), infertilidad (38%), bajo índice maternal (33%), dificultad para el ordeño (28%), bajo peso de la cría al nacimiento (27%), pezones supernumerarios (11%) y mala formación de la ubre (5%).

La vida útil de los machos oscila entre 3 y 5 años y las principales causas de desecho son las lesiones, la infertilidad de las hembras cubiertas y la existencia de pezones supernumerarios (Tejón *et al.*, 1995b).

**Eficiencia productiva.** La producción de cabritos viene determinada por los siguientes índices (Baró, 1989): (a) índice de productividad numérica (número de cabritos/cabras en cubrición) y, (b) índice de productividad ponderal (kg de carne/cabras en cubrición). En explotaciones extensivas este autor encontró un índice de productividad numérica de 1,3 a 1,5 cabritos/cabra y un índice de productividad ponderal de 6,3 a 13,8 kg/cabra.

Landau *et al.* (1995) citan que en rebaños tradicionales orientados a la producción de cabritos y leche en Israel la producción de carne fue de 9,2 a 28 kg/cabra. Concluyendo que la desventaja de criar cabras para la producción de carne solamente es grande, cuando se compara con la producción de ovinos, ya que estos pueden tener ganancia de peso de hasta 350 g/día.

### **2.2.2. Estudios en las explotaciones caprinas**

#### **Tamaño y estructura del rebaño**

El tamaño de los rebaños varía de acuerdo a factores como el sistema de producción, la combinación de actividades productivas, la tenencia y extensión de tierra, el acceso a áreas de pastoreo, la tradición en la cría de caprinos, la disponibilidad de mano de obra y la especialización de la producción (Taferrant *et al.*, 1995; Tuncel y Rehber, 1995; Ruiz *et al.*, 1992; Bedoti, 2000).

En Turquía, Tuncel y Rehber (1995) encontraron que los rebaños en las montañas fueron de 1000 cabras, en las regiones bajas de 600 y de 2 a 10 cabras en los sistemas agrícolas. En Argelia, Taferrant *et al.* (1995) registraron diferencias entre los rebaños de montaña (100 cabezas), valles (50 cabezas) o áreas forestales (80

cabezas). En Iberoamérica, Lucifero *et al.* (1996) encontraron para Argentina rebaños de 20-30 cabezas y Bedotti (2000) encontró rebaños de 157 cabras para el mismo país. Para México, el tamaño de rebaño tuvo un rango de 246-415 cabras, coincidiendo el menor tamaño de rebaño con el uso de terrenos comunales (Ruiz *et al.*, 1992). Para el caso de España, el tamaño de rebaño fue muy variable, existiendo explotaciones con menos de 50 reproductoras y rebaños extensivos que superan las 300 cabezas (Mateos, 1990; Caballero y Carrión, 1993; Tejón *et al.*, 1995a,c; Rodríguez y González, 1996).

La estructura de los rebaños depende de la orientación productiva, así por ejemplo en los rebaños productores de cabrito en España, el 95% de los animales son hembras (Frías, 1998), y para los rebaños que venden animales adultos en México, la composición del rebaño es de 60% hembras, 37% animales jóvenes y 3% sementales (Ruiz *et al.*, 1992; García *et al.*, 1992).

### **Instalaciones**

La producción extensiva de caprinos requiere de alojamientos sencillos y de bajo coste, que tienen como función facilitar el manejo del rebaño (Baró, 1984; Sánchez y Sánchez, 1995). La mayoría son instalaciones hechas con materiales de la región, que consisten de un espacio cercado con una pequeña zona cubierta, que sirve para que el ganado pase la noche (Mateos, 1990; Pulido *et al.*, 1995a).

### **Alimentación**

En condiciones de pastoreo la alimentación de las cabras es uno de los principales factores que determinan la productividad y ésta tiene las características siguientes (Sánchez, 1988; Mateos, 1990; García *et al.*, 1992; Ruiz *et al.*, 1992; Martínez, 1992; Hernández y Sierra, 1992; Caballero y Carrión, 1993; Moyano *et al.*, 1993; Falagán *et al.*, 1995; Tejón *et al.*, 1995a; Galina *et al.*, 1998):

- ~ La dependencia de la vegetación natural como fuente de alimentación.
- ~ La dependencia del pastor para el manejo del pastoreo.
- ~ La abundancia de forraje en la época lluviosa y escasez de forraje en la época seca.
- ~ Rotación de las áreas de pastoreo de los rebaños transhumantes en función del clima.
- ~ La suplementación es necesaria para asegurar una producción estable durante todo el año.
- ~ El tiempo de pastoreo oscila entre 5 y 12 horas y varía durante el año en función del clima.
- ~ En los sistemas agropastorales los rebaños pastorean durante el día y hay encierro nocturno.
- ~ La distancia recorrida es de 1 a 6 km.

**Suplementación.** La suplementación de los caprinos es una práctica poco extendida en los sistemas tradicionales; sin embargo, ésta se realiza con dos propósitos principales:

- ~ Evitar la mortalidad de animales por la escasez de forraje en las regiones áridas (Tuncel y Rehber, 1995).
- ~ Cubrir los requerimientos de las hembras en los sistemas extensivos orientados a la producción de leche (Landau *et al.*, 1995).

El tipo de suplementación varía con las condiciones ambientales, la orientación productiva y la disponibilidad de insumos. En los climas áridos con sistemas extensivos en México la suplementación consiste en utilizar subproductos y forrajes de corte obtenidos de las plantas del desierto (Ruiz *et al.*, 1992), en tanto que en las áreas agrícolas la suplementación se realiza principalmente con productos y subproductos del maíz (Martínez, 1992; García *et al.*, 1992). En condiciones semi-intensivas de producción de leche, la utilización de forraje de



corte de noviembre a mayo fue necesaria para suministrar la fibra de la dieta (Galina *et al.*, 1998).

En la región mediterránea española la falta alimentos durante el invierno y el otoño, requiere de la utilización de leguminosas, alfalfa peletizada, piensos y forrajes locales como suplementos (Sánchez, 1988; Ortuño, 1994; Pulido *et al.*, 1995a; Moyano *et al.*, 1993; Sánchez y Sánchez, 1995). Para cabras en producción, Mateos (1990) encontró que la mayoría de los productores suplementan con una mezcla de maíz y cebada, desde finales de otoño hasta el inicio de la primavera, aunque el 33,5% de los productores la realizó durante todo el año. Caballero y Carrión (1993) registraron que durante el invierno las cabras reciben 1 kg de una mezcla de concentrados compuesta de cebada, avena, soja o guisantes. La suplementación de cabras gestantes se realiza durante el último mes de gestación, con una ración a base de mezclas de cereales en diversas proporciones (cebada, maíz, avena) o pienso comercial en una cantidad de 1 kg por cabeza y día, acompañado con heno de alfalfa y paja (Tejón *et al.*, 1995c).

En Turquía, la suplementación con concentrado o heno es muy escasa y se proporciona durante el invierno, siendo esta estación donde se presenta la mayor mortalidad de crías por la falta de forraje (Tuncel y Rehber, 1995). En tanto que en Israel, en el sistema tradicional dependiente de pastos nativos se suplementa con menos de 400 g de concentrado/cabra/día, y hasta 1 kg/cabra/día en pastoreo restringido (Landau *et al.*, 1995).

En cuanto a la suplementación de vitaminas y minerales, Baró (1984) encontró que en España el 85% de los productores usaban sal como norma general y sólo el 12% correctores comerciales. Para años más recientes, Tejón *et al.* (1995c) registraron que el aporte de sal se hacía en el 65% de las explotaciones y los bloques de minerales comerciales se proporcionaban en el 35% restante. En tanto que en México, Hernández y Sierra (1992) registraron que el 45% de los productores utilizaron durante todo el año sal común y minerales.

**Fuente de agua.** Por las condiciones de aridez en la mayoría de las regiones donde se crían las cabras el abastecimiento de agua de bebida es uno de los factores críticos de la producción. En el caso de rebaños transhumantes de África, la movilidad para la utilización de los pastizales está muy determinada por la presencia de fuentes de agua (Wilson, 1986), y Sánchez y Sánchez (1995) citan que las explotaciones extensivas se sirven de agua que en forma natural está presente en las áreas de pastoreo. Para el caso de México, ha existido una fuerte inversión para la construcción de abrevaderos en las zonas áridas con el propósito de abastecer de agua durante la época seca (Vargas, 1990).

## **Reproducción**

**Inicio de la edad reproductiva.** Existen diferentes criterios para referirse al inicio de la edad reproductiva, pudiendo referirse como pubertad, edad a la primera cubrición, edad a la que se alcanza el peso adulto apropiado para la monta e incluso, a la edad al primer parto. Para países mediterráneos, Pérez (1977) menciona que la pubertad en las cabras se inicia a los cinco meses, pero en la práctica la cabra joven no debe utilizarse para la reproducción antes de los siete meses de edad y con un peso de 30 kg. En otros estudios sólo se hace referencia a que la edad a la primera cubrición es de entre 8 y 11 meses (Rabasco *et al.*, 1992; Moyano *et al.*, 1993). Sin embargo, para ambientes áridos de México, Ruiz *et al.* (1992) citan que en la práctica los productores utilizan como único criterio para la primera monta la edad de la hembra (16-18 meses) en la que se supone que se alcanza el peso vivo requerido.

Los machos llegan a ser sexualmente activos de los 6 a 7 meses, pero se recomienda que no deben ser usados hasta que alcancen su segundo año (Rabasco *et al.*, 1992; Moyano *et al.*, 1993; Rubino y Claps, 1995).

En las cabras, la edad al primer parto depende sobre todo de las condiciones de alimentación, así por ejemplo para las áreas mediterráneas puede ser de 15-18 meses (Mateos, 1990; Landau *et al.*, 1995).

**Época de cubrición.** Con relación a la estación sexual se puede indicar que la cabra es un animal poliéstrico estacional de los denominados de “días cortos”, por lo que las manifestaciones sexuales y apareamientos se producen normalmente entre septiembre y febrero en el hemisferio norte, con un aumento en el mes de noviembre, constituyendo las denominadas “épocas de celo”. Se ha comprobado que en las cabras no cubiertas en esta estación, aparece una segunda estación sexual entre abril y junio, y por lo tanto se debe admitir la existencia de dos estaciones reproductivas. En el hemisferio sur la estación sexual apropiada es en los meses de abril a agosto (Pérez, 1977). En latitudes más bajas esta estacionalidad va desapareciendo, así en Marruecos, El Aich (1995) menciona que las parideras son incontroladas, los machos son dejados con las hembras todo el tiempo, independientemente de que las hembras estén o no en celo, por lo que las parideras se tienen durante todo el año.

La influencia del fotoperíodo es muy importante, pero en la práctica son muchos más los factores que intervienen en definir la estación sexual. Son varios los autores (Mateos, 1990; García *et al.*, 1992; Pulido *et al.*, 1995a) que coinciden que en las áreas desfavorables de México y España la primera cubrición se realiza en primavera y las cabras que no quedan gestantes se cubren en otoño. Mateos (1990) registra que en España los rebaños de zonas más favorables el empadre se inicia a mediados del mes de mayo y se retiran los machos en los meses de octubre a diciembre, así por ejemplo, Tejón *et al.* (1995b) encontraron que las cubriciones se realizaron en los meses de junio-julio (39%), noviembre-diciembre (30%) y abril-mayo (16%). Para las condiciones semiáridas de México el empadre fue de diciembre a febrero y algunas veces en junio (Ruiz *et al.*, 1992).

La duración de la cubrición en condiciones extensivas de España fue de 20 a 30 días en el 70% de los rebaños y más de 40 días en el 31% (Tejón *et al.*, 1995b), y en México el período de cubrición fue de 15 a 45 días (Ruiz *et al.*, 1992).

El sistema de cubrición varía conforme cambia el manejo, es libre en los sistemas extensivos y son más controlados en los sistemas intensivos, como el de producción de leche. En México, los apareamientos son libres (100% de los productores) juntando machos y hembras al regreso del pastoreo (García *et al.*, 1992), o bien en sólo parte de los productores (21%) los apareamientos son controlados (Martínez, 1992). En España, Mateos (1990), Moyano *et al.* (1993) y Tejón *et al.* (1995b,c) señalan que los apareamientos son libres en la mayoría de los rebaños de montaña (68-95% productores), permaneciendo los machos todo el año con las hembras y está generalizada la utilización de "mandiles" fuera de la estación de montas.

La relación macho:hembra para la estación de apareamiento es variable, así Ruiz *et al.* (1992) encontraron que en México fue de 18-97:1 en los rebaños ejidales y de 40-65:1 en los rebaños de pequeños propietarios.

**Época de partos.** La época de parto influye de manera importante en la producción de las explotaciones y en el nivel de ingresos obtenidos.

En las condiciones de los rebaños pastoriles extensivos, que son dependientes de la vegetación nativa para la producción, la época de parto se hace coincidir con el pico más alto de producción de forraje. Sin embargo, para áreas de montaña, Tejón *et al.* (1995b) encontraron que en España las parideras ocurrieron en los meses de octubre-noviembre (39%), abril-mayo (30%) y agosto-septiembre (16%) y el resto de los partos (15%) se distribuyen a lo largo del año. En Italia la época de partos en el sistema trashumante ocurre en otoño o primavera (Rubino y Claps, 1995)

Por otra parte, Martínez (1992) señala que en condiciones de pastoreo extensivo en el trópico seco mexicano, las cabras tuvieron partos en primavera (53%), de julio a diciembre (11%) y el resto en otros meses del año; pero para las áreas templadas del mismo país, García *et al.* (1992) encontraron que hay dos picos de pariciones, el primero en octubre y el segundo en abril, en ambos casos se hace coincidir los partos con el crecimiento de la vegetación nativa. Los partos de las cabras en Argentina ocurren en dos períodos del año, primavera y otoño-invierno, pero un 70% de las cabras crían en este último período (Guevara *et al.*, 1999).

Para explotaciones comerciales de caprinos en España, Mateos (1990), Tejón *et al.* (1995c) y Pulido *et al.* (1995a) encontraron que las parideras se programan en función de la disponibilidad de alimento en el campo y de la mejor época para la venta de los cabritos, existiendo dos épocas características:

- ~ La primera paridera es la más numerosa y se presenta en los primeros días de junio, ya que es común que los machos se introduzcan a principio de enero; esto se hace para aprovechar los pastos de primavera.
- ~ La segunda, comienza a mediados de octubre y está orientada a la obtención de animales para las fiestas navideñas, que busca satisfacer la mayor demanda de cabritos y así tener un alto precio en el mercado.

**Intervalo y número de partos por año.** El intervalo entre partos está determinado por la raza de las cabras, su orientación productiva, el manejo y el clima.

El Aich (1995) cita que el intervalo entre partos es de 10 a 14 meses en el 57% de las cabras locales de Marruecos. Para las cabras Nubia en Argentina se encontró que el intervalo entre partos fue de 414,3 días, con un efecto significativo del año de crianza, manejo y factores climáticos (Dickson *et al.*, 2000).

Por la orientación productiva, Moyano *et al.* (1993) registraron que en los rebaños productores de leche en España el 95% de las cabras tuvieron intervalos entre partos de un año y en el 5% restante fue de más de un año.

En cuanto al número de partos, los rebaños productores de carne en España (Baró, 1984) que no cuentan con recursos forrajeros tienen un parto en primavera, y los que disponen de recursos forrajeros tienen 3 partos en dos años; aunque Tejón *et al.* (1995b) encontró que el 55% de los rebaños de carne tienen un sólo parto al año. En Argelia, el 80% de las cabras tienen dos partos por año o al menos tres partos cada dos años (Taferrant *et al.*, 1995).

Para los rebaños productores de carne y leche, el 45% de las cabras obtienen 1,5 partos por año en España (Tejón *et al.*, 1995b), y en Israel el 90% de las cabras crían cada año (Landau *et al.*, 1995).

**Prolificidad.** La prolificidad es un parámetro productivo que relaciona el número de crías nacidas con el número de cabras paridas, se expresa como porcentaje de crías nacidas, porcentaje por tipo de partos (simple, doble y triple), o bien se expresa como la cosecha de crías por hembra o tamaño de camada. Es una cualidad de las cabras el tener con facilidad partos dobles en cuanto se mejora la alimentación y el manejo.

En España, en las explotaciones de tipo extensivo la prolificidad fue de 142,8 a 177%; los partos simples oscilan del 27 a 55%, los partos dobles de 40 a 69% y los partos triples de 1,3 a 15% (Baró, 1984; Moyano *et al.*, 1993; Tejón *et al.*, 1995c,d). Para este mismo sistema en México, la prolificidad fue de 125% a 145% (Martínez, 1992), y en Argentina, una cosecha de 0,8 a 1,0 cabritos por cabra y año fue registrada por Guevara *et al.* (1999). En los sistemas extensivos de Egipto el número de cabritos por hembra y por año fue de 0,96, y promedio de tamaño de camada de 1,48 (Galai, 1995).

**Reposición.** La tasa de reposición de hembras y machos depende del tamaño del rebaño. Rabasco *et al.* (1992) señalan que en España, la menor tasa corresponde a ganaderías con más de 200 animales (11,86%) y la mayor tasa de reposición (27,82%) se tiene en ganaderías con menos de 50 animales. Pero en términos generales, para el mismo país, la reposición oscila del 10 al 30% (Mateos, 1990; Mainar *et al.*, 1994; Tejón *et al.*, 1995c). Las causas de la reposición fueron por el desvieje (59%), aumento del rebaño (31,5%) y el bajo precio de los chivos (8%) (Mateos, 1990).

### **Mejoramiento genético**

Los avances en la mejora genética de los caprinos no ha alcanzado el nivel de generalización que tienen en otras especies. Las razones a este retraso se pueden atribuir al sistema de producción y las características de rusticidad de los caprinos, por lo que no es posible planear la mejora como un incremento potencial productivo, abstrayéndose del sistema de producción; si no que es necesario considerar el sistema de producción, el rendimiento productivo y el rendimiento económico. No sirven los animales de gran valor genético existentes en otros países o logrados por otros esquemas de selección para mejorar una población autóctona, si no que cada raza debe proveerse de su propio programa de selección si se desea incrementar el beneficio económico (San Primitivo *et al.*, 1987). Existen esquemas de mejoramiento genético en los países desarrollados, pero en los países en desarrollo los programas de mejora genética son prácticamente inexistentes.

Para el caso de los países desarrollados los programas de mejoramiento genético se basan en registros productivos y esto ha permitido avances en la producción y productividad de los caprinos. Para España, Mateos (1990), Rabasco *et al.* (1992) y Moyano *et al.* (1993) señalan que los productores introducen periódicamente machos procedentes de otras ganaderías con el objeto de evitar la

consanguinidad de los rebaños, procediendo de ganaderos conocidos, o con cambio de sementales cada 3-5 años.

Para la elección de las hembras de reemplazo se consideran características productivas, cualitativas y económicas (Mateos, 1990; Rabasco *et al.*, 1992; Rubino y Claps, 1995; Pulido *et al.*, 1995a; Frías, 1998; Tejón *et al.*, 1995d). Se mencionan algunas de ellas a continuación:

- ~ Caracteres productivos: Aptitud en la reproducción y crianza del cabrito, producción lechera de la madre, número de cabritos por parto, peso de la cría al nacimiento, número y pesos de las crías al destete.
- ~ Caracteres cualitativos: La morfología que presenta el animal, crías procedentes de madres con sistema mamario bien implantado, ubres globulares que permite moverse con mayor facilidad, facilidad de ordeño, finura del pelo, coloración y disposición de la capa y se prefieren animales con cuernos para áreas difíciles (medio de defensa).
- ~ Factores económicos: El prestigio de la ganadería de donde proceden los animales y la utilización de las crías de las parideras que coinciden con precios bajos en el mercado.

Para la elección del semental, además de las características consideradas en las hembras, se toman en cuenta (Mateos, 1990; Tejón *et al.*, 1995d; Frías, 1998):

- ~ Conformación al destete y la mayor longitud del tronco.
- ~ La forma del escroto (simétricos y rafe escrotal poco separado), ya que los ganaderos consideran que tiene relación con la forma de la ubre.
- ~ En ningún caso se dejan machos procedentes de partos dobles.

Los países en desarrollo tienen desventajas para la aplicación de los programas de mejora de otros países debido a: (a) falta de infraestructura para realizar los



registros, (b) pequeño tamaño de rebaño, (c) variabilidad entre unidades de producción y sistemas de producción, (d) baja eficiencia reproductiva y, (e) el pastoreo comunal limita la implementación de programas de manejo (Rege, 1996). En la práctica los productores realizan la mejora del rebaño por medio de la selección del semental y de las hembras destinadas a la reposición. Los productores utilizan los cruzamientos para mejorar la producción en los rebaños, así se ha señalado que en México (García *et al.*, 1992) se realiza el encaste con sementales introducidos de raza pura (4,6% productores), y en el estudio de Martínez (1992) el 2% de los productores importan sus sementales de Estados Unidos. También para México, las características morfológicas son más importantes que los caracteres productivos en la selección de los animales para el pie de cría (Hernández, 2000). Para Marruecos, en los criterios de selección de los futuros sementales son importantes además de los caracteres productivos, la habilidad para escalar las montañas y es muy común también la práctica de comprar sementales de otros rebaños (El Aich, 1995).

## Sanidad

**Problemas sanitarios.** Los problemas sanitarios mencionados en la literatura suelen ser diferentes en cada país, así como los procedimientos para su control. En México, los problemas más comunes en los rebaños depende de la época del año, en la época lluviosa son comunes las intoxicaciones por el consumo de plantas tóxicas (83,3%), parásitos internos (81,8%), ectima contagioso (68%); en tanto que en la época seca se presentan problemas respiratorios (68,1%) y parasitosis externas e internas, todo esto favorecido por las malas condiciones de las instalaciones (García *et al.*, 1992; Ruiz *et al.*, 1992). Para España, según Mainar *et al.* (1994) los principales problemas sanitarios de los rebaños son la adenomatosis o pseudotuberculosis (78,4%), diarreas neonatales (66,1%), síndrome de adelgazamiento-diarrea o paratuberculosis (64,6%), alteraciones nerviosas (60%), pederio (40%), enterotoxemias (29,2%), agalaxia (21,5%), ectima (12,3%) y músculo blanco (12,3%).

**Vacunaciones y desparasitaciones.** Los programas de manejo sanitario generalmente incluyen un programa de vacunaciones y desparasitaciones, aunque es común encontrar que cuando más intensiva sea la producción de caprinos, mayores medidas sanitarias se requieran para evitar pérdidas económicas. En los países de África del este son comunes las campañas de vacunaciones para el control de la peste de pequeños rumiantes por las instituciones oficiales (ILCA, 1994). Para el caso de España, Las explotaciones integradas en asociaciones de productores aplican vacunas contra brucelosis, basquilla y agalaxia; la vacunación contra brucelosis al ser obligatoria y gratuita se aplica en el total de las explotaciones (Mateos, 1990; Mainar *et al.*, 1994 y Tejón *et al.*, 1995c).

Los parásitos gastrointestinales son considerados como uno de los problemas más importantes de salud en los pequeños rumiantes, aunado a lo anterior está la resistencia de los parásitos a los antihelmínticos tradicionales y el tiempo de eliminación de los medicamentos (Howell *et al.*, 1999). Baró (1984) encontró que en España las explotaciones están fuertemente infestada por estrogilos gastrointestinales (84%) y pulmonares (40,9%), coccidias (45,4%) y distomatosis (5%). La desparasitación se realiza dos veces al año, en primavera y otoño (Moyano *et al.*, 1993) o una sola vez al año (Tejón *et al.*, 1995b), pero es una práctica muy extendida. En México, García *et al.* (1992) señalan que para la desparasitación contra gastroentéricos se utiliza Levamisol y los productores consideran como síntoma de la infestación la presencia de diarreas.

**Mortalidad.** Uno de los problemas más sentidos por los productores que crían cabras es el alto índice de mortalidad, especialmente de las crías. Los factores que condicionan este problema es el manejo deficiente de las crías, los alojamientos inadecuados, el sistema de alimentación desequilibrado y las pocas medidas de control. Como causas principales de mortalidad en España se han señalado a la brucelosis, paratuberculosis, pseudotuberculosis y mycoplasmosis (Baró, 1984), alcanzando tasas de mortalidad del 10 al 26% (Baró, 1989). Sin embargo, para cada región y para cada rebaño en particular la causa y el

porcentaje de mortalidad es muy variable, así por ejemplo Moyano *et al.* (1993), registraron para su estudio en Almería (España) que el 47% de los rebaños presentaron enfermedades, el 16,7% de las muertes tuvieron sintomatología de paratuberculosis y en el 5,5% de tuberculosis y como otras causas de mortalidad en las hembras fueron la mastitis (12,5%) y la vejez (9,45%).

En México, la tasa de mortalidad registrada tuvo un rango de 22,9 a 26,7% (Echavarría *et al.*, 1992). Pero dentro del país las causas varían dependiendo del clima y manejo de las cabras. En las regiones tropicales las causas de mortalidad fueron por problemas en ojos (15%), pododermatitis (13%) e intoxicación con malas hierbas (15%) (Martínez, 1992). En la zona templada las causas de mortalidad fueron diarreas (72,7%), problemas respiratorios (42,4%), abortos (30,3%) y pododermatis (24,2%) (García *et al.*, 1992).

La tasa de mortalidad tiende a ser más alta en los cabritos y menor en los animales adultos. En el caso de las cabras adultas, El Aich (1995) encontró que la tasa de mortalidad varía del 6 al 9%. Sin embargo, para sistemas tradicionales con la cabra enana africana la mortalidad de adultos fue del 27,5%, que se considera muy elevada (Ebozoje y Ikeobi, 1998).

La tasa de mortalidad de los cabritos está muy relacionada con el sistema de producción, la época de parto y la edad de las crías. El Aich (1995) señala que la desnutrición es la principal causa de mortalidad entre las crías en invierno, como consecuencia del bajo peso al nacimiento y la reducida producción de leche de las hembras; además, la desnutrición favorece a las parasitosis y a las enfermedades infecciosas.

En España, los estudios realizados señalan que la tasa de mortalidad de los cabritos varía del 18 al 26% (Baró, 1984; Ortuño, 1994). En México, durante la época seca en el trópico se encontró una mortalidad de los cabritos de 48% (Martínez, 1992). Para los sistemas de pastoreo extensivos en Túnez (Nefzaoni y

Abdouli, 1995) se observó que el 15% de los cabritos murieron antes de llegar al destete, y en Marruecos El Aich (1995) determinó que la tasa de mortalidad es también alta en las crías hasta los tres meses (30% al 49%).

**Abortos.** La literatura revisada señala que las tasas de abortos de los rebaños son muy variables. Los abortos son más frecuentes en las cabras primerizas, que en las cabras adultas, y en las parideras tardías que en las tempranas, siendo también más abundantes los abortos durante el último tercio de gestación que en fases anteriores (Mateos, 1990). Para España, los porcentajes más bajos de abortos de las cabras (4,8%) los citaron Mainar *et al.* (1994), y los más altos (40% en el 12,5% de los rebaños) fueron registrados por Moyano *et al.* (1993).

En México, se han encontrado tasas de abortos del 7,5 al 38% (Echavarría *et al.*, 1992; Robles *et al.*, 1994; Ruiz *et al.*, 1992), que son causados principalmente por problemas de subnutrición y *Brucella*, que son más frecuentes en la época seca del año (18 al 45% de abortos en los meses de noviembre a febrero) (Falcón *et al.*, 1990).

### **2.3. Aspectos socioeconómicos de la producción de caprinos**

#### **2.3.1. Estudio en los propietarios de las explotaciones**

Las variables socioeconómicas que más se han estudiado en los productores de cabras son: el estrato social al que pertenecen, el número de integrantes de la familia, la mano de obra disponible, la edad, la escolaridad y la propiedad de la tierra (Caballero *et al.*, 1991; Pulido *et al.*, 1995b,c).

El estrato social al que pertenecen los cabreros varía dependiendo del grado de desarrollo de cada región de estudio. Para el caso de España (Caballero *et al.*, 1991), los "cabreros" suelen ser personas con trabajo eventual o jubilados, que mantienen las cabras para obtener un ingreso extra; aunque Frías (1998) encontró

que el 62,9% de los cabreros tienen como actividad única la cría de cabras. En Iberoamérica los productores combinan la cría de cabras con otras actividades productivas de subsistencia (Martínez, 1992; Ruiz *et al.*, 1992; Benavides y Arias, 1995; Bedotti, 2000). En el África Sub-sahariana la cría de caprinos es una actividad de la mujer y de los niños de las comunidades rurales, que representa un medio para generar ingresos y producir carne para el autoconsumo (Larbi y Oji, 2002), y en el Sahel, los caprinos son manejados en rebaños pastoriles mixtos, donde la ganadería es el principal medio de subsistencia de la familia (Ibrahim, 1998).

El número de integrantes por la familia está muy relacionado con la disponibilidad de mano de obra para el manejo de los animales. En los estudios revisados se encontró que las familias tienen de 5 a 8 integrantes (García *et al.*, 1992; Hernández y Sierra, 1992) y en la mayoría de las explotaciones la mano de obra utilizada es de tipo familiar (García *et al.*, 1992; Falagán *et al.*, 1995; Tejón *et al.*, 1995a).

La edad de los productores es uno de los factores más importantes a considerar en los planes de desarrollo para caprinos. Los estudios mencionan que el rango de edad de los productores es de 40 a 50 años (Mateos, 1990; Caballero *et al.*, 1991; Hernández y Sierra, 1992; Martínez, 1992; Pulido *et al.*, 1995b,c). Aunque en el trabajo de Tejón *et al.* (1995a) encontraron que el 65% de los productores tenía una edad de 55 a 65 años, el 23% entre 45 y 55 años y el 12% restante menos de 45 años. La avanzada edad de los productores hace que exista poca tendencia a los cambios de mentalidad y hacen difícil la adopción de tecnología moderna de producción (Caballero *et al.*, 1991).

La escolaridad de los productores es considerada como un factor indirecto en la profesionalización de la producción de los caprinos. La mayoría de los estudios realizados señalan que los productores de cabras tienen estudios de educación primaria, que les permite leer y escribir (García *et al.*, 1992; Martínez, 1992;

Caballero y Carrión, 1993; Mainar *et al.*, 1994; Ortuño, 1994; Tejón *et al.*, 1995c). Las consecuencias del bajo nivel de escolaridad para la producción de caprinos en España son: (a) un bajo nivel de formación profesional, (b) muchos ganaderos mantienen sin cambio los sistemas de explotación heredados, (c) los ganaderos continúan la explotación de unos animales cuyo único beneficio es la subvención del estado y (d) el grado de especialización tanto del propietario como del operario, suele ser mínimo, así como su interés para cambiar o mejorar su forma de producción (Caballero y Carrión, 1993; Ortuño, 1994).

La propiedad de los recursos para el pastoreo en general y la tenencia de la tierra en particular, obligan a los caprinocultores al arrendamiento de pastos a los habitantes de los poblados o al estado (Ortuño, 1994; Tuncel y Rehber, 1995). La propiedad de la tierra influye en la producción de caprinos de dos maneras: (a) por un lado, el cultivo de las áreas de pastizales para proporcionar subproductos agrícolas como rastrojos, granos y pajas mejora el nivel nutricional del ganado y (b) por otra parte, el uso en común de los pastizales ha contribuido a su degradación (El Aich y Waterhouse, 1999).

La superficie agrícola por explotación depende de las condiciones climáticas y del sistema de producción; la menor superficie (menos 2 ha) se encontró en explotaciones de áreas tropicales de Malasia (Zari y Scappini, 1996), seguida por las explotaciones de áreas mediterráneas de Marruecos (3 ha) (El Aich, 1995) y por último en los sistemas extensivos de clima semiárido y de montaña de México, con alrededor de 10 ha (Martínez, 1992; Hernández y Sierra, 1992).

Para las explotaciones de productores sin tierra en España, Baró (1989) señaló que éstas no tienen viabilidad, recomendando que las explotaciones caprinas deben de contar con una base agrícola capaz de satisfacer por lo menos del 60 al 70% de las necesidades del rebaño, por lo que difícilmente será rentable una explotación de cabras sin tierra.

### 2.3.2. Economía de la producción de cabras

#### Jornales

El número de jornales utilizados por explotación está en función del sistema de producción y de los productos obtenidos. En las explotaciones caprinas de España estudiadas por Mateos (1990), Mainar *et al.* (1994) y Pulido *et al.* (1995c) se emplean de 1,6 a 1,7 personas por explotación, incluyendo al titular de la misma, y sólo del 15 al 29% de los rebaños tiene personal asalariado. En las explotaciones extensivas se requiere de ayuda familiar para el ordeño, por lo que la renta obtenida en función de la mano de obra empleada disminuye considerablemente (Ortuño, 1994), y la contratación de personal es un gran problema debido a lo poco atractivo que resulta el trabajo, pese a que el salario mensual es elevado (US\$753/mes) (Caballero y Carrión, 1993).

#### Ingresos

Las explotaciones caprinas se caracterizan por su gran variabilidad en la intensidad de la explotación, orientación productiva y tipo de comercialización. Otro punto importante a destacar es que los resultados económicos obtenidos de 60 a 80 cabezas, no son trasladables a grandes explotaciones de 600 a 800 animales, por la distinta respuesta de la cabra al manejo familiar y al tratamiento de grandes lotes (Ortuño, 1994).

**Sistemas caprinos agrícolas o campesinos.** La actividad caprina tiene el propósito de ser el ahorro en la unidad de producción, con la cual se financian actividades agrícolas (Zari y Scappini, 1996). Para Marruecos, El Aich (1995) encontró que en los caprinos para carne el precio de venta fue de US\$22,2 para animales de 5-6 meses de edad (macho o hembra), US\$33,3 para las hembras adultas, US\$44,4 para los sementales y US\$55,5 para los machos castrados.

Para los sistemas de producción de Argelia, los ingresos brutos anuales obtenidos por cabra se estiman en un promedio de dos crías, amamantadas por la madre y criadas en las pasturas hasta el año de edad y 100 litros de leche que se consumen en la granja (Taferrant *et al.*, 1995). En el caso de Botswana, el precio por caprino vendido es US\$24,4 (Mrema y Rannobe, 1996) y los ingresos por cabra son de US\$ 9,45 (Panin, 1996).

En México, los productores de las regiones montañosas venden de 200 a 700 cabezas/año en el sistema transhumante y de 20 a 30 animales/año en el sistema estacionario, proporcionando ingresos anuales en un rango de US\$ 450 a 16.000 (Hernández y Sierra, 1992).

**Explotaciones caprinas extensivas de doble propósito.** Ortuño (1994) señala que para los rebaños en España la producción de carne tiene un peso económico muy importante en los ingresos obtenidos, siendo del 40 al 50%, ya que la producción lechera es bastante escasa, las producciones son de 125-150 litros de leche por cabra, y destaca que en este sistema de producción la mortalidad de cabritos supone una importante limitante a la rentabilidad de las explotaciones. Los ingresos unitarios por la venta de animales fueron de 550 ptas/kg de carne de cabrito, 2.000 ptas/cabra de desecho y de 7.000 a 8.000 ptas/hembra en producción (Caballero y Carrión, 1993).

Ortuño (1994) clasificó el margen bruto por cabra (leche y carne) por sistema de producción, encontrando que era de 8.500 ptas/cabra en el sistema extensivo estante, de 9.000 ptas/cabra en el sistema extensivo trashumante y de 10.400 ptas/cabra en la producción simi-extensiva. Los costes totales para rebaños manejados en condiciones extensivas y con un promedio de 213 cabras en Jaén (España) fue de 1.845.334 ptas/año, el 89,1% fueron costes fijos y el 10,9% costes variables.



## **Eficiencia económica**

Para explotaciones caprinas productoras de carne, El Aich (1995) introduce el término "unidad ganadera caprina" (UGC) para medir la eficiencia económica, cada UGC tiene una ganancia de peso vivo de 5,5-11 kg por año; si el precio es de US\$2,00/kg, la UGC permite una ganancia de US\$11,00-22,00/año.

### **2.3.3. Comercialización**

De acuerdo con Baró (1989), la capacidad de comercialización es uno de los factores que determina el tamaño más racional y la orientación productiva de una explotación.

La venta de caprinos en la mayoría de los países en desarrollo está determinada por los requerimientos y necesidades de dinero en las actividades que se realizan en la unidad de producción, en tanto que los bovinos y los ovinos se comercializan para financiar actividades no básicas como son labores agrícolas, traslados, construcciones y pagos de créditos (Ruiz *et al.*, 1992; El Aich, 1995; Taferrant *et al.*, 1995; Mrema y Rannobe, 1996; Panin, 1996).

En los sistemas de producción de animales adultos para carne en México se venden cabritos, animales viejos, machos, animales enfermos, cabras que no paren y cabras para pie de cría (García *et al.*, 1992; Martínez, 1992) y sólo el 6,25% de los productores sacrifica cabras para el autoconsumo en forma de carne seca salada (García *et al.*, 1992). La venta de los caprinos se realiza en la explotación, a carniceros o propietarios de restaurantes. La producción de leche (40% de los productores) se vende a la agroindustria (elaboración de dulces), se elabora queso o se utiliza para el autoconsumo (Martínez, 1992).

La venta de caprinos en Argelia se realiza directamente en los mercados o en la granja de acuerdo a las necesidades económicas, y los machos castrados son vendidos en grupos los rituales festivos (Taferrant *et al.*, 1995).

La comercialización de cabritos ha sido ampliamente estudiada en España por Mateos (1990), Pulido *et al.* (1995a) y Tejón *et al.* (1995b), donde las ganaderías venden cabritos de 4 ó 5 semanas de edad, con un peso vivo que oscila entre los 7 y 9 kg. La venta se realiza a intermediarios (59,5%) y el resto vende directamente al carnicero, que es el que compra también el desvieje (Mateos, 1990).

Los problemas más comunes en la comercialización de caprinos en los países en vías de desarrollo son para Taferrant *et al.* (1995) y Mrema y Rannobe (1996) los siguientes:

- ~ Largas distancias a los mercados y rastros.
- ~ Malas vías de comunicación.
- ~ Falta de transporte.
- ~ La falta de estructuras sectoriales tiene como resultado que no haya canales de comercialización organizados, por lo que cada productor tiene que vender sus productos.

#### **2.4. Los programas de desarrollo en la producción de caprinos**

La modernización de las explotaciones es un tema muy importante en los países desarrollados y en vías de desarrollo. En Francia la producción de cabras se basa en el uso de espacios abiertos y se orienta a la producción de leche para la elaboración de queso artesanal en la propia granja, se explotan razas locales seleccionadas o sus cruza, con un buen nivel tecnológico y de instalaciones (Santucci, 1995). Para el caso de España, en los últimos años se ha producido un proceso de modernización de las explotaciones, entendiéndose dicho proceso como:

(a) la disminución del número de explotaciones y un considerable aumento del número de cabezas por explotación y, (b) no existen explotaciones comerciales con menos de 50 cabezas; es decir, las explotaciones marginales prácticamente han desaparecido, permaneciendo sólo las explotaciones bien equipadas, con animales más seleccionados y con buenos canales de comercialización (Ortuño, 1994).

#### **2.4.1. Proyectos de desarrollo**

Los proyectos de desarrollo de la producción de caprinos quedan comprendidos dentro de los programas de desarrollo de la ganadería. Las características de estos programas es que deben incluir en forma integral actividades de optimización de la actividad agroganadera, reforestación, educación ambiental, desarrollo de la microempresa, crédito, protección ambiental y la constitución y formación de asociaciones (Benincasi, 1996).

Para el caso concreto de los caprinos, se ha resaltado el potencial de los sistemas extensivos. Pero por depender de las condiciones agrícolas y climáticas de cada región donde se ubican, cada rebaño o grupo de rebaños deben caracterizarse por un cierto número de equilibrios técnicos, económicos y sociales, que necesariamente deben ser considerados al introducir modificaciones. Por lo tanto, cualquier cambio que se realice debe de ser puntual y en forma progresiva, a fin de facilitar los tiempos de reequilibrio indispensables (Charlet y Le Jaouen, 1977).

Para organizar y mejorar las explotaciones caprinas, Agraz (1989) propuso los siguientes pasos:

- ~ La realización de estudios integrados de la caprinocultura.
- ~ Organizar los apareamientos, selección y manejo de acuerdo con el ambiente ecológico y de mercado.
- ~ Formar un intercambio cultural entre investigadores en caprinos.

- ~ Incrementar el entrenamiento de técnicos para que los productores puedan tener asesoría para el mejoramiento de sus condiciones de producción.
- ~ Promover el otorgamiento de créditos en base a los rendimientos anuales.
- ~ Promover una legislación caprina que permita a las cabras ocupar un favorable lugar entre los animales domésticos.

Entre los factores técnicos, hay que tener en cuenta que la cabra proporciona un equilibrio agrosilvopastoral, valorizando los recursos forrajeros y favoreciendo también la lucha contra los incendios de los bosques. Así, la cabra se puede utilizar para desbrozar la parte baja de los bosques, dando valor a la vegetación arbustiva que no es utilizada por bovinos u ovinos, posibilitando la intensificación lechera dentro de las unidades familiares de producción agrícola (Charlet y Le Jaouen, 1977)

En países en desarrollo también es importante la reducción de concentrados, que se puede lograr cambiando estacionalmente las áreas de pastoreo, incrementando el período de pastoreo, plantando árboles forrajeros y pastos para heno, estableciendo cultivos de cobertura y proporcionando ramas de corte a los animales durante el período de rebrote (Taferrant *et al.*, 1995).

La implementación de proyectos caprinos en los países en desarrollo, aunque fueron en muchos casos exitosos en la parte técnica, fallaron en la parte de la agricultura global y en la parte socioeconómica (Taferrant *et al.*, 1995; Morand-Fehr y Boyazoglu, 1999). Entre los factores que han limitado el éxito de los programas establecidos se pueden mencionar los siguientes:

- ~ La intención de los gobiernos por promover un rápido desarrollo de la producción de cabras, mediante el uso de modelos de producción desarrollados en centros de investigación extranjeros.

- ~ Los diseñadores de los proyectos no incluyeron a las organizaciones de criadores o bien tuvieron éstas una limitada participación.
- ~ La implementación en los países en desarrollo los sistemas intensivos de los países desarrollados, sin la preparación adecuada de los productores y de los técnicos y sin el reconocimiento de las estructuras socioeconómicas existentes.
- ~ Los nuevos programas originaron costes de producción que fueron no compatibles con las realidades socioeconómicas de los países en desarrollo.
- ~ Importación de razas mejoradas.
- ~ La ausencia de soporte técnico adecuado para la supervisión y extensión.

Cuando los sistemas foráneos han llegado a establecerse las causas que favorecen su desaparición son las siguientes (Taferrant *et al.*, 1995):

- ~ Cabras de gran tamaño.
- ~ Alta mortalidad por el cambio de ambiente y pobres condiciones de manejo.
- ~ Altos precios de alimentos y servicios veterinarios para los bajos ingresos obtenidos por la venta de los productos caprinos.

#### **2.4.2. Participación de productores**

La participación de los productores en el proceso de diseño, generación y transferencia de tecnología es el nuevo desafío de las instituciones de enseñanza e investigación, con el fin de reducir la brecha existente entre aquellos que requieren los conocimientos. También es ampliamente reconocido entre los científicos que la investigación debe ser integrada para entender y poder responder a las necesidades de los productores en el contexto de su sistema de producción (ILRI, 2000). Así mismo se ha señalado, que los productores y los investigadores usan diferentes criterios para la elección y evaluación de las

nuevas tecnologías; por lo que la solución más apropiada es la introducción del concepto de "manejo de demandas" o la "investigación orientada a clientes", ya que es el productor y no los investigadores o los gobiernos los que deciden últimamente, cuando una nueva tecnología debe adoptarse (Schulz *et al.*, 2000).

Para reforzar el planteamiento anterior, es importante señalar que debe ser reconocido el papel que juegan las organizaciones de productores como responsables de su propio desarrollo. Las organizaciones de productores en el sector ganadero son importantes para la adquisición de insumos, construcción de infraestructura y servicios técnicos (de Haan, 1995).

En España, se han logrado importantes avances con la participación de los productores de caprinos en cooperativas para la comercialización de leche y cabritos, mejora genética, abastecimiento de insumos y asesoría técnica (Falagán *et al.*, 1995; Pulido *et al.*, 1995c; Sánchez *et al.*, 2002b), aunque la participación varía de una región a otra dentro del mismo país:

- ~ En Extremadura el 70% de los entrevistados no pertenecen a ninguna asociación y el resto estaban integrados en cooperativas (Pulido *et al.*, 1995c).
- ~ En el sur de España el 25% de los cabreros pertenecen a alguna cooperativa, cuyo objetivo es la comercialización de la leche (Falagán *et al.*, 1995).
- ~ En la comunidad de Madrid la asociación profesional de los cabreros está determinada por pertenecer a una cooperativa lechera (41,5%), a una asociación agraria (24,6%) o a un sindicato agrario (7,6%), pero generalmente con baja participación activa de los productores (Mainar *et al.*, 1994).

### **2.4.3. Diseño y generación de tecnología**

En el caso de que no existan desarrollos tecnológicos será necesario realizar primero las tareas de investigación o experimentación adaptativa; estas nuevas tecnologías podrían desarrollarse a partir de las investigaciones realizadas por el sistema científico formal o en las mismas explotaciones de los productores (Cáceres *et al.*, 1997).

El diseño de tecnología incluye la formulación de probables mejoras con base en la identificación de limitantes, capitalizando la información disponible y los resultados en el diseño de innovaciones tecnológicas (von Kaufmann, 1986).

En la fase de la investigación es importante recopilar la información que poseen los productores, respecto a: (a) los usos, formas, itinerarios, calendarios y tradiciones relativas al manejo de los ecosistemas pastorales preexistentes (Zorita, 1995) y, (b) es importante considerar que el pasto se integra en la cadena productiva, siendo consumido por el ganado y rebrotando todos los años, con una secuencia armónica y coordinada entre el suelo, la planta, la lluvia, el sol y el animal (Martínez, 1992; Tuncel y Rehber, 1995).

### **2.4.4. Transferencia de tecnología**

En la literatura revisada no se encontraron trabajos específicos sobre un marco teórico u operativo acerca de la transferencia de tecnología en la producción de caprinos, si no que la mayoría de los trabajos se han realizado en la agricultura, por lo que el marco conceptual y los principios que rigen a la misma serán tomados de las ciencias agrícolas.

En principio, es importante señalar que una importante revisión del modelo tecnológico dominante y las propuestas alternativas son revisadas ampliamente por Soto (1996), pero para los fines del presente trabajo la transferencia de

tecnología se aborda con dos enfoques: (a) la corriente productivista, que considera que dentro de los programas de desarrollo la tecnología ayuda al incremento de la producción agropecuaria con el propósito de suplir las demandas crecientes de alimentos, aumentar la competitividad y la eficiencia (Rymon y Or, 1991; de la Barra y Holmberg, 1996; Bernet *et al.*, 2001) y, (b) la corriente sostenible, que propone romper con el ciclo de pobreza mediante una reconstrucción de la organización social y de las instituciones, para impulsar programas tendientes a revertir la degradación ambiental y que asegure la rehabilitación del sistema de finca y mercados asociados, buscando siempre la satisfacción de las necesidades de las comunidades locales (Akpan, 2000; Apantaku *et al.*, 2000; Lightfoot y Noble, 2001).

En los últimos años ha sido posible observar una tendencia a un aumento relativo de la producción mercantil con respecto a la producción para el autoconsumo. Cáceres (1995) propone que los productores están modificando sus estrategias a favor de una mayor comercialización de la siguiente manera:

- ~ La reorientación de los sistemas productivos incorporando cada vez con mayor peso la producción para el mercado.
- ~ La semiproletarización de la fuerza de trabajo.

En la reorientación de los sistemas productivos, la mayoría de los programas de transferencia de tecnología tienen como objetivo los incrementos en la productividad, y para que una nueva tecnología sea adoptada por los productores de acuerdo con Thomson y Bahhady (1995), Batz *et al.* (1999) y Pannell, (1999), debe tener como características:

- ~ Garantizar un incremento de la producción.
- ~ Generar una utilidad más alta que la tecnología tradicional.
- ~ Mejorar la calidad de los productos.



- ~ Reducir riesgos.
- ~ Que los campesinos tengan voluntad y sean capaces de aplicar dichas tecnologías.

Al abordar la transferencia de tecnología en agricultura, Cáceres *et al.* (1997) sugieren que deben de existir una o varias alternativas técnicas apropiadas a las condiciones socioproductivas, independientemente de que éstas se fundamenten en conocimientos científicos o locales. Lo más importante en el proceso de transferencia de tecnología es lograr una transformación en los productores a través de (Abadi y Pannell, 1999):

- ~ Mejoramiento de sus habilidades.
- ~ Mejor toma de decisiones.

A pesar de la claridad del papel que tiene la transferencia de tecnología en los programas de desarrollo, se considera el punto más crítico del proceso, ya que las intervenciones se mueven entre el relativamente pequeño número de productores cooperantes con el que elige trabajar la institución de investigación y una difusión masiva de la información (von Kaufmann, 1986). En este mismo sentido Abadi y Pannell (1999) señalan que las principales preguntas que han tratado de responder las investigaciones que abordan la tecnología adoptada por los productores son:

- ~ ¿Qué es lo que determina si un productor particular adopta o rechaza una innovación?
- ~ ¿Qué es lo que determina el patrón de difusión de la innovación a través de la población receptora de tecnología?

El proceso de adopción de tecnología es complejo debido a que intervienen factores técnicos-productivos, consideraciones sociales, culturales y políticas que

necesariamente deben realizarse en un proceso de generación y difusión de tecnologías (Soto, 1996; Cáceres *et al.*, 1997), que en concreto vienen siendo:

- ~ Acceso a los recursos naturales.
- ~ Estructura familiar.
- ~ Patrón de migraciones.
- ~ Principales estrategias de reproducción social.
- ~ Composición política de la comunidad.
- ~ Nivel de organización de los productores.

Los servicios técnicos a la producción animal, entre los que quedan comprendidos los caprinos, tiene un amplio espectro de alternativas disponibles en la que pueden participar los productores, técnicos en producción animal y trabajadores en extensión, de forma que se proporcione un servicio apropiado para las condiciones locales (Thomson y Bahhady, 1995). El entrenamiento en el cuidado y la cría de los animales debe impulsarse con la selección de campesinos líderes que brinden el servicio en las áreas rurales remotas, y además, ellos también proveen valiosa información epidemiológica en campo (MRCMPU, 1999).

La escasez de dinero, los bajos resultados de la transferencia de tecnología y el reconocimiento de que la tecnología dependiente de altos insumos no es la mejor solución en la producción sostenible; los campesinos han forzado a los gobiernos de muchos países a mirar hacia enfoques alternativos (ILCA, 1994; MRCMPU, 1999).

#### **2.4.5. Tendencias del desarrollo de la producción de caprino**

La producción de caprino no se puede considerar desde un punto de vista productivo como una actividad aislada, ya que se desenvuelve en el contexto del sistema de producción campesino en la mayoría de los países. Por lo que esta

actividad debe ser considerada como el medio para fomentar el arraigo de los productores a las áreas rurales de los países desarrollados y ser un medio de vida en los países en desarrollo. Desde esta perspectiva, la producción de caprinos deja de ser una actividad productivista para convertirse en una herramienta de manejo de recursos naturales, conservación y recuperación de recursos genéticos, generadora de ingresos y de bienestar para la familia (Sansoucy, 1995; Sánchez y Sánchez, 1995).

En lo que respecta a la tendencia poblacional, en los últimos 15 años, el número de cabras se ha incrementado a nivel mundial en aproximadamente el 50%; siendo el incremento del 26% en los países desarrollados y se ha mantenido en los países tradicionalmente productores de cabras como España, Italia y Grecia (Morand-Fehr y Boyazoglu, 1999). En el caso de Italia, se notó un incremento en la población de caprinos en los últimos años, pero la producción de carne que tuvo incrementos hasta 1990 y a partir de ese año ha decrecido, en tanto que la producción de leche se ha incrementado en un 36% (Preziuso y Russo, 1999).

En los países en desarrollo el sector caprino durante los últimos años se ha orientado hacia la producción de más carne y leche, para lo cual ha sido necesario (Morand-Fehr y Boyazoglu, 1999):

- ~ El mejoramiento de las técnicas de alimentación.
- ~ El mejoramiento genético.
- ~ El control de la reproducción.
- ~ La prevención de las principales patologías asociadas con las condiciones intensivas de producción.

Los sistemas modernos deben cumplir la condición de ser más eficientes que los actuales, deberán ser capaces de fijar capitales y personas, permitir una remuneración del trabajo, que pueda asegurar la satisfacción de necesidades sociales, y una rentabilidad comparable a la de otros sectores u otras ramas de la

producción; esto significa que a largo plazo, los campesinos realizarán el trabajo siempre y cuando la duración de la jornada de trabajo y el acceso a los servicios no sobrepase ciertos niveles o bien, la renta deberá ser lo suficientemente grande como para compensar estos inconvenientes (Revuelta y Eguren, 1995).

Los beneficios potenciales para la conservación de la naturaleza asociados con la promoción de los sistemas pastoriles de caprinos incluirían un uso sostenible de los recursos renovables, que contribuirán a mantener un balance de los servicios ecológicos y los balances de la renta generada cambiarían (Bueaufoy, 1995; Zorita, 1995). Por esto la explotación animal viene a ser la única alternativa de obtener una rentabilidad de terrenos sin otra posibilidad de uso, o de dar valor a subproductos agrícolas o industriales no comercializables, así como incrementar los beneficios brutos en terrenos con una orientación agrícola (Paz, 1996).

Ante la problemática de los costos de alimentación en los sistemas semi-intensivos de producción de caprinos, Ortuño (1994) y Sánchez *et al.* (2002c) señalan las siguientes alternativas:

- ~ La fabricación de piensos y la compra de insumos mediante cooperativas.
- ~ La integración agricultura-ganadería que reduce la dependencia de las compras externas.
- ~ La semi-estabulación en las épocas de mayor escasez de forraje.

## **2.5. La producción de caprinos en México y en la región de estudio**

La República Mexicana tiene una extensión territorial de 1.958.201 km<sup>2</sup> y limita con los Estados Unidos de América, Guatemala y Belice. Las coordenadas extremas que enmarcan al territorio nacional son:

- ~ 14°31'92" latitud norte, frontera con Guatemala.

- ~ 32°43'1" latitud norte, que marca el punto más al norte en la frontera con Estados Unidos de América.
- ~ 86°42'6" longitud oeste, es el extremo suroeste de Isla Mujeres, punto más oriental del territorio.
- ~ 118°27'4" longitud oeste, en la Isla Guadalupe, en el Océano Pacífico.

El país está formado por 32 estados, los cuales a su vez se dividen en municipios y cada municipio está formado por comunidades o ciudades.

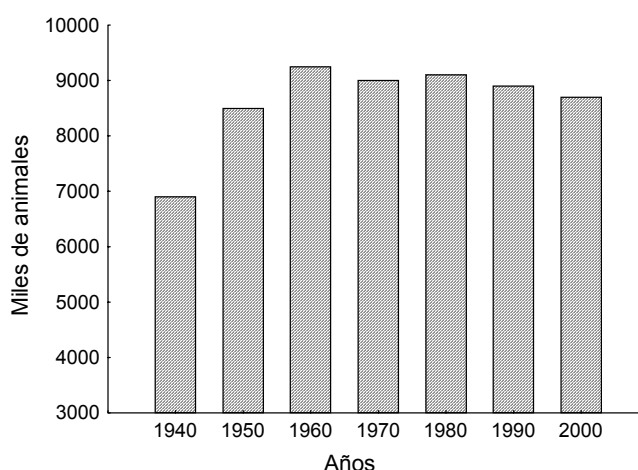
Las provincias fisiográficas que tienen relación con la producción de cabras en el país, son las siguientes (INEGI, 1991):

- ~ Sierras y Llanuras del Norte. Provincia árida y semiárida que se localiza en los estados de Chihuahua y Coahuila.
- ~ Sierra Madre Occidental. Se localiza en los estados de Chihuahua, Sonora, Durango, Sinaloa, Nayarit y Zacatecas. Esta provincia es un importante sistema montañoso, formada por material volcánico y con alturas sobre el nivel del mar de 1500 a 1800 m.
- ~ Sierra Madre Oriental. Se localiza en los estados de Nuevo León, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz. Sus montañas están constituidas por rocas sedimentarias y las altitudes van de los 2000 a 3000 m.
- ~ Mesa del Centro. Se localiza en los estados de San Luis Potosí, Guanajuato, Aguascalientes, Querétaro y Zacatecas. Se caracteriza por amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, la mayoría son de naturaleza volcánica.
- ~ Sierra Volcánica Transversal o eje Neovolcánico. Se localiza en la parte central del país, en los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Tlaxcala y Veracruz. En esta provincia se ubican los principales volcanes y también hay cuencas cerradas ocupadas por lagos.
- ~ Sierra Madre del Sur. Se localiza en los estados de Jalisco, Colima,

Michoacán, Oaxaca y Chiapas. Esta provincia tiene grandes sierras formadas por rocas de materiales diversos.

### 2.5.1. La población de caprinos en México

Los datos citados por diversas fuentes (INEGI, 1996; SAGAR, 1997; FAO, 2002) señalan que en los 50 años de registros la población de caprinos en México se ha incrementado en un 53%, lo que representa un incremento anual de 1,04% y equivalente a 67.838 cabras por año. Este incremento en la población de caprinos ha sufrido cambios, fue constante hasta los años ochenta y con una ligera tendencia a disminuir a principio de los noventa (Figura 1).



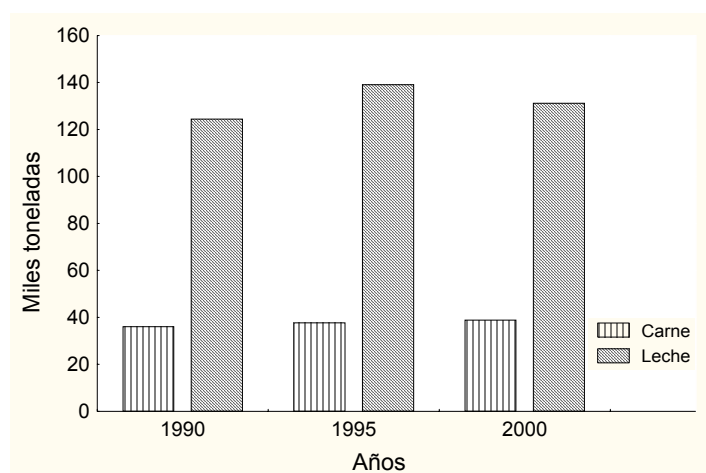
Fuente: Adaptado de INEGI (1991), SAGAR (1997) y FAO (2002).

Figura 1. Población de caprinos en México.

### 2.5.2. Los productos obtenidos

Los productos obtenidos por la cría de caprinos son leche y carne. De acuerdo con datos de la FAO (2002), en México se producen 38.760 t de carne y 131.177 t de

leche. La tendencia en el volumen de producción de carne y leche entre 1990 y el 2000 se presenta en la Figura 2, en donde se puede observar que la producción de carne no ha cambiado en los últimos 10 años y en tanto que la producción de leche ha tenido un ligero descenso en los últimos cinco años.



Fuente: FAO (2002).

Figura 2. Producción de carne y leche de cabra en México.

### 2.5.3. Las regiones productoras de caprinos

Las regiones productoras de caprinos se delimitaron en función de la población de ganado existente y el objetivo de la producción (Lastra, 1996). La información de INEGI (1996) señala una población de 9,2 millones de cabras que se localizan en tres regiones principales: la región árida y semiárida, la región centro-Bajío y la región Mixteca (Tabla 1). Por la cantidad de cabras por km<sup>2</sup> los estados más importantes son Puebla (26,7), San Luis Potosí (19,5), Hidalgo (16,3) y Guanajuato (15,8).

Tabla 1. Población de ganado caprino en las diferentes regiones de México.

<b>Región</b>	<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Caprinos</b>	<b>Cabras/km<sup>2</sup></b>
<b>Región árida y semiárida (Norte)</b>			
Chihuahua	244.938	269.273	1,1
Coahuila	149.982	1.158.311	7,7
Durango	123.181	314.500	2,6
Nuevo León	64.924	571.355	8,8
Tamaulipas	79.384	248.044	3,1
San Luis Potosí	63.068	1.229.234	19,5
Zacatecas	73.252	675.711	9,2
<b>Región Centro-Bajío.</b>			
Guanajuato	30.491	483.057	15,8
Hidalgo	20.813	339.821	16,3
Jalisco	80.836	383.569	4,7
México	21.355	145.384	6,8
Michoacán	59.928	474.311	7,9
Querétaro	11.449	108.745	9,5
<b>Región Mixteca</b>			
Puebla	33.902	906.520	26,7
Guerrero	64.281	655.820	10,2
Oaxaca	93.952	750.367	8,0

Fuente: Adaptado de INEGI (1996).

**La región árida y semiárida (Norte).** La región norte del país, que esta formada por los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas y Tamaulipas, han concentrado a más del 50% de la población nacional de caprinos. Para esta región, Salinas *et al.* (1993) clasificaron a los sistemas de producción tomando como base a la precipitación, el tipo de vegetación, la presencia de residuos agrícolas de temporal o de riego, la infraestructura instalada para el acopio y procesamiento de productos y la demanda en los centros de consumo. Los sistemas identificados fueron los siguientes:

- ~ Sistema de producción de leche y cabrito.
- ~ Sistema de producción de carne adulto.
- ~ Sistema de producción de cabrito.



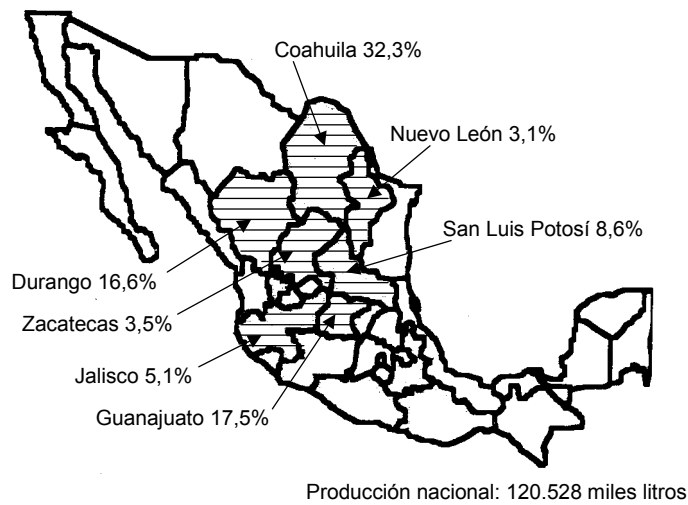
Lastra (1996) señala que los rebaños pueden ser de 20 a más de 500 animales. Los animales utilizados para la producción de leche y cabrito, son criollos y cruza con Nubia, Saanen, Alpina y Granadina. La alimentación de los animales depende del pastoreo en agostaderos, rastrojeras, orilla de carreteras y praderas cultivadas. En los agostaderos se utiliza preferentemente la vegetación de tipo arbustiva. En la época de escasez de forraje los animales hacen uso de terrenos escarpados o montañosos, con un recorrido diario de aproximadamente 19 km (Hoyos *et al.*, 1987).

Las enfermedades más comunes de los caprinos en esta región son neumonía, queratoconjuntivitis, enteritis, ectima contagioso, estomatitis, linfadenitis caseosa, artritis, brucelosis, tuberculosis, mastitis, y parasitosis interna (Arbiza, 1986).

La fecha de empadre es muy variable, pero son importantes los empadres de mayo a junio y de julio a septiembre (Sáenz *et al.*, 1987), que se programan para evitar partos en la época de frío.

La región contribuye con el 42,6% y el 71,2% de la producción de carne y leche, respectivamente (Lastra, 1996). Con una estimación de 120.520 miles de litros de leche producidas a nivel nacional (SAGAR, 1997). La Figura 3 presenta el porcentaje de leche producida en cada estado del país, los estados con mayor producción son Coahuila (32,3%), Guanajuato (17,5%) y Durango (16,6%).

La producción de cabrito es el segundo producto en importancia, pero también se venden desechos y machos castrados. En la producción de cabrito se considera que en promedio una cabra produce un cabrito (disponible a la venta) cada año. El cabrito se alimenta con leche hasta las seis semanas y la ordeña se realiza después de la venta del cabrito (García, 1986). Los principales centros consumidores de cabrito son: Nuevo León, Estado de México, Michoacán, Aguascalientes, y de menor importancia Durango, Jalisco y Zacatecas.



Fuente: SAGAR (1997).

Figura 3. Producción de leche por estados en México.

Los principales problemas de la producción de cabras en la región norte de México mencionados por Salinas *et al.* (1993) y Lastra (1996) son:

- ~ Partos durante la época de escasez de forraje (enero-febrero).
- ~ Bajos índices de fertilidad (51,1%).
- ~ Alta incidencia de abortos (26,5%).
- ~ Alta mortalidad de animales adultos (14,7%) y de las crías (11,2%).
- ~ Caída de los precios del cabrito del 20 al 30% después del mes de diciembre.
- ~ El elevado intermediarismo para la comercialización del cabrito provoca que los productores sólo obtengan el 20% del valor final.

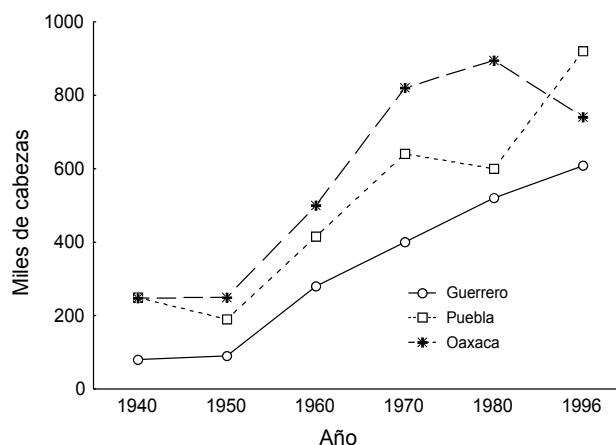
**Región Centro-Bajío.** Esta región la forman los estados de Michoacán, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, México e Hidalgo. En estos estados la producción de leche de cabra con razas especializadas, manejadas bajo condiciones de semi-

estabulación o confinamiento total y ordeña mecánica es una actividad reciente. Esta región concentra el 20,9% del inventario nacional de cabras, contribuye con el 24,5% de la producción de carne y el 25,6% de la producción de leche (Lastra, 1996). La producción mínima de leche por lactancia por cabra es de 369,5 litros. Los cabritos se venden a un peso de 10-12 kg a una de edad de 62 días.

La alimentación de las cabras es en pastoreo más concentrado en pesebre o a base de concentrado y forrajes. La sanidad es aceptable, aunque no vacunan contra brucelosis y la mastitis es el problema más frecuente. El pie de cría generalmente son animales de registro y algunas veces importados, se utilizan la raza Nubia, Toggenburg, Saanen y Alpinas. La leche se procesa en la propia empresa y los cabritos se venden a intermediarios. El nivel de organización de productores es incipiente.

**La región Mixteca (centro-sur).** La región Mixteca se localiza en los estados de Puebla, Oaxaca y Guerrero. La producción de caprinos se desarrolla bajo sistemas de producción campesina marginal, principalmente orientados a la venta de animales con más de un año de edad, que son consumidos localmente o vendidos en estados vecinos, esta actividad productiva está estrechamente ligada con las costumbres y cultura de los pueblos. En esta región se ubica el 32% del inventario nacional y la producción de carne representa el 25,2% y la producción de leche es baja (Lastra, 1996).

La tendencia que ha tenido la población de caprinos en la región Mixteca se presenta en la Figura 4. En Puebla y Guerrero, el aumento de la población de cabras ha sido en forma ascendente, 906.520 cabezas en 1996. Oaxaca tuvo 900 mil cabezas en 1980, tuvo una caída a principios de los 1990 y con una población de menos de 800 mil cabezas de caprinos 1996 (INEGI, 1987, 1996, 1998; SAGAR, 1997).



Fuente: Adaptado de INEGI (1987, 1996) y SAGAR(1987)

Figura 4. Tendencia de la población de caprinos en la región sur de México.

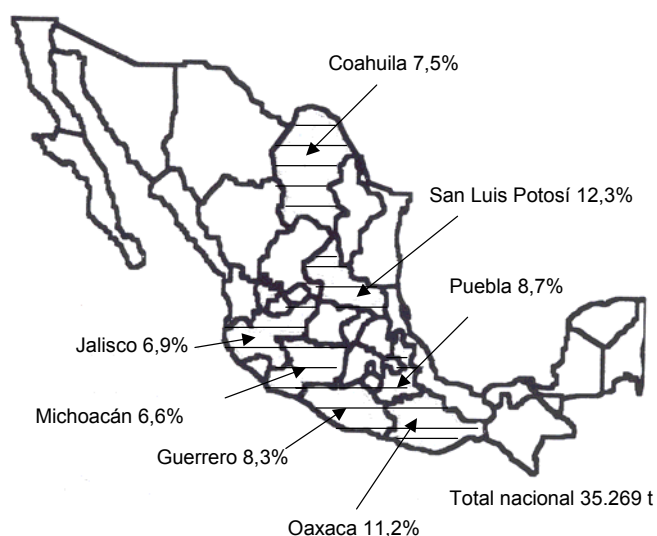
La cría de caprinos va acompañada de una agricultura de subsistencia y la crianza de otras especies de animales, generalmente en rebaños mixtos (Corral, 1992). La característica principal es la producción de animales adultos (de más de un año de edad), no se realiza la ordeña de las cabras y tampoco se consume el cabrito. Los rebaños tienen 90 cabras adultas (Hernández, 2000), aunque para el estado de Puebla los productores tienen rebaños de 15 cabras (50%), de 16 a 45 cabras (42,3%) y el resto con más de 50 animales (Corral, 1992).

En la región Mixteca se cría la cabra la criolla, con ciertos rasgos de la raza Nubia, Alpina, Granadina y Toggenburg (Corral, 1992). Son animales pequeños, la hembra adulta rara vez rebasa los 40 kg de peso vivo y con una velocidad de crecimiento que no alcanzan los 100 g por día (Arbiza, 1986).

La alimentación es dependiente del pastoreo extensivo en los agostaderos y en las áreas agrícolas después de la cosecha de los cultivos. Para complementar la dieta se utilizan rastrojo de maíz, maguey picado y sal común (Arbiza, 1986). En los aspectos reproductivos se tienen dos épocas de pariciones, la primera de enero a marzo y la segunda en los meses de septiembre a noviembre (Silva,

1988). No existe un programa de mejoramiento genético; los animales permanecen en el rebaño de cuatro a diez años y los reemplazos son del mismo hato (Corral, 1992). Las principales enfermedades que afectan a los caprinos en la región Mixteca son: septicemia hemorrágica, mastitis, ectima contagioso, brucelosis y parasitosis (externas e internas); estas enfermedades provocan severos daños por no realizarse ningún control.

Los principales productos obtenidos son animales que se venden a una edad de más de un año y peso vivo de 19 a 45 kg (Lastra, 1996). La información de la SAGAR (1997) estima que los estados más importantes por su volumen de producción de carne son San Luis Potosí (12,3%), Oaxaca (11,2%), Puebla (8,7%) y Guerrero (8,3%) (Figura 5).



Fuente: SAGAR (1997)

Figura 5. Producción de carne de caprinos por estado en México.

La matanza se efectúa de manera indiscriminada, se sacrifican tanto los machos como las hembras y es indiferente la edad del animal. En los meses de octubre a

diciembre se observan en los mataderos el sacrificio de un elevado porcentaje de hembras gestantes. Son bastantes conocidas las matanzas de Tehuacán, Puebla. y Huajuapán de León, Oaxaca (México), con 18 a 50 mil cabezas por año. La carne de cabra se utiliza para la elaboración de "barbacoa" (platillo regional) y carne seca salada conocida como "chito" o "tasajo", además de cebo y pieles como subproductos (Arbiza, 1986).

Salinas *et al.* (1993) y Lastra (1996) han mencionado que los factores limitantes en la región Mixteca son:

- ~ Baja fertilidad (promedio de 56,9%).
- ~ Alto índice de abortos (18%).
- ~ Alta mortalidad (18%).
- ~ Mínima utilización de suplementos alimenticios.
- ~ Escasos resultados de vinculación con productores.
- ~ Deficiente organización de productores.
- ~ Demanda estacional de carne de cabra y alta intermediación en la comercialización.
- ~ Esquemas inadecuados de financiamiento a la producción.

Lastra (1996), propone los siguientes instrumentos para dar el salto tecnológico en las diferentes regiones productoras de caprinos:

Organización de productores:

- ~ Formación de cooperativas de producción, consumo y comercialización.
- ~ Fomento a la organización para pequeños productores.

Financiamiento.

- ~ Adecuar los financiamientos para la actividad conforme al nivel socioeconómico de los productores.

Comercialización:

- ~ Integración de los productores a la comercialización del producto final.
- ~ Diversificación de mercados.
- ~ Promoción de centros de sacrificio en regiones con mayor demanda.

#### **2.5.4. El estado de Puebla y la región de estudio**

##### **El estado de Puebla**

El estado de Puebla está situado en la porción centro-este del país, abarca una superficie de 34.017 km<sup>2</sup>. Se localiza entre las coordenadas 17°52'30" y 20°50'30" de latitud norte y los 96°43'00" y 99°04'10" de longitud oeste (Figura 6).

El estado está formado por 217 municipios, los cuales destacan por su actividad agrícola, ganadera, comercial, industrial y turística.

La fisiografía esta constituida por las siguientes regiones:

- ~ En el norte, porción correspondiente a las provincias de la Sierra Madre oriental y Llanura Costera del Golfo Norte. Los climas cálidos de la vertiente este han propiciado el desarrollo de la selva alta perennifolia, la cual contrasta con los bosques de coníferas de las laderas accidentales de la sierra.
- ~ En la zona centro, porción que corresponde al Eje Neovolcánico, se encuentran los volcanes Popocatepétl, Iztaccíhuatl y la Malinche al poniente. En las faldas de estas elevaciones crecen bosques de coníferas y las llanuras son áreas agrícolas.
- ~ La porción sur, se considera como parte de la Sierra Madre del Sur, la vegetación dominante es la selva baja sub-perennifolia, la selva baja caducifolia, matorrales y chaparrales.

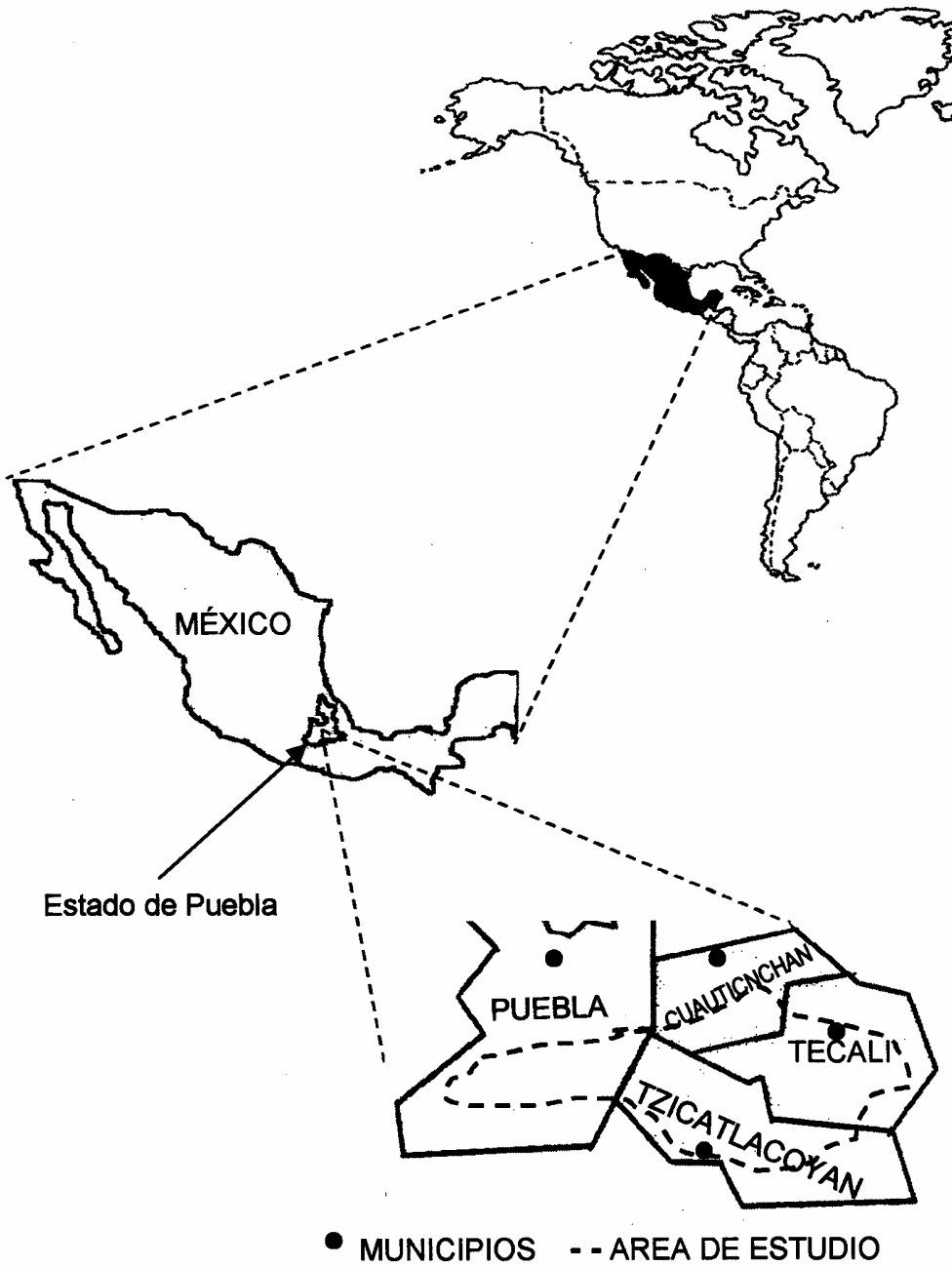


Figura 6. Localización de la región de estudio.



En el estado de Puebla existen un total de 908.729 caprinos, que se crían en 41.830 explotaciones rurales, clasificadas en ejidales (50,9%) y privadas (39,98%) (INEGI, 1998). Por la superficie de tierra, las unidades de producción que crían caprinos en el estado de Puebla se dividen en las que tienen menos de 5 ha (77,1%) y las que tienen más de 5 ha (22,9%), como se presenta en la Tabla 2. El número promedio de caprinos por explotación es de 21,72 animales.

Tabla 2. Clasificación de las unidades de producción de caprinos en el estado de Puebla, México.

Tipo	Unidades de producción	
	Número	%
Unidades de Producción rurales	41.830	80,9
Hasta 5 ha	32.257	77,1
Más de 5 ha	9.573	22,9
Unidades de producción privadas	16.673	40,0
Hasta 5 ha	12.746	30,5
Más de 5 ha	3.927	9,4
Unidades de producción ejidales	21.304	50,9
Hasta 5 ha	17.287	41,3
Más de 5 ha	4.017	9,6
Mixtas	3.853	9,2
Hasta 5 ha	2.224	5,3
Más de 5 ha	1.629	3,9

Fuente: INEGI (1998).

La orientación de la producción de caprinos en el estado de Puebla es la producción de carne y leche. La producción de carne es de 4.033 t, que representa el 9,18% de la carne de bovinos. La producción de leche de cabra estimada es de 4,033 t, que representan el 5,37% de la leche de bovinos en el estado de Puebla, aunque ésta se concentra sólo en los áreas de riego (INEGI, 1998).

## La región de estudio

**Localización.** El estudio se realizó en la parte central del estado de Puebla (México), en la región de la Cordillera del Tentzo, que se localiza al sureste de la ciudad de Puebla, entre las coordenadas 18° 47' 54" a 19° 01' 11" de latitud norte y 97° 53' 32" a 98° 16' 18" de longitud oeste. La región de estudio abarcó los municipios de Puebla (parte sur), San Juan Tzicatlacoyan, San Juan Cuautinchán y Tecali de Herrera (Figura 6).

**Clima.** El clima, según García (1989) es: Cb(W1)(w)(i')gw", que se describe como templado seco con verano largo y fresco. La temperatura media anual es 16,6 °C y la del mes más cálido menor de 22°C. La precipitación media anual es de 653 mm, y las lluvias tienen una distribución bimodal y se concentran en el verano (junio-julio), con menos del 5% de lluvia invernal del total anual (Figura 7).

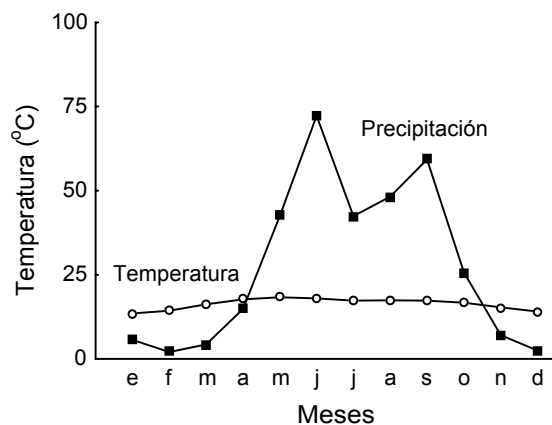


Figura 7. Climograma del área de estudio.

**Suelo y vegetación.** Los suelos predominantes son los Litosoles, Cambisoles y Xerosoles, caracterizados por su escasa profundidad y con alto contenido piedras y carbonatos.

La vegetación arbórea corresponde al bosque de encino (*Quercus* spp) asociado con matorral espinoso (*Acacia* sp y *Prosopis* sp). El bosque de Encino es característico de las partes altas, se encuentra en altitudes de entre 1200 y 2800 msnm. Los géneros de árboles y arbustos más comunes en las partes altas son: *Quercus*, *polipodium*, *Tillandsia*, *Latopsis*, *Solanum*, *Vitis*, *Rubus* y entre las gramíneas se encuentran *Stipa*, *Panicum*, *Hilaria*, *Bouteloua*, *Muhlenbergia* y *Bromus*.

El matorral espinoso se localiza en las partes bajas de las serranías, los géneros más abundantes de arbustos y hierbas son: *Mimosa*, *Prosopis*, *Acacia*, *Opuntia*, *Euphorbia*, *Agave*, *Yucca*, *Ambrosia* y *Artemisia* y gramíneas como *Muhlenbergia*, *Hilaria* y *Scleropogon*.

**Las actividades productivas.** Los estudios sobre la región indican que desde tiempos prehispánicos se establecieron pueblos que tuvieron como actividades económicas a la agricultura en pequeñas superficies de tierra (terrazas) y la artesanía (tejido de palma). La información de Cook (1949) señala que la densidad de población en la época prehispánica en la región fue de 757 habitantes por km<sup>2</sup>, contra 85 habitantes por km<sup>2</sup> en 1940, estableciendo una alta correlación entre erosión de los suelos y la densidad de población antes de la conquista (año 1600). Durante la época colonial, los habitantes se convirtieron en estancieros, lo cual significó un cambio en el uso del suelo pasando a una utilización agrícola-ganadera, siendo la región importante en la producción de trigo, ovinos y caprinos (Olivera, 1978; Acuña, 1985). El desarrollo de la ganadería familiar en la región se inició con el reparto agrario a partir de 1920.

Díaz *et al.* (1995) encontraron que el área de estudio tenía una población total de

35.397 habitantes, de los cuales el 43,2% se dedicaba a la agricultura (Tabla 3).

Tabla 3. Empleo de la mano de obra en el área de estudio.

CARACTERÍSTICA	NUMERO	PORCENTAJE
Población Total	35.397	100,00
Población Económicamente Activa	8.598	24,30
Sector Primario	3.717	43,20
Sector Secundario	1.813	21,10
Sector Terciario	1.354	15,80
Otros	7.044	19,90

Fuente: Díaz *et al.* (1995).

La superficie total es de 78.995 ha, de las cuales el 30,5% se utiliza para la producción ganadera, el 18,7% para la agricultura de temporal y el 44,5% son áreas que tienen otros usos; en éstas últimas se incluyen las áreas completamente erosionadas, que no quedan comprendidas en el uso agrícola o ganadero (Tabla 4). Las áreas de bosques son muy limitadas, ya que sólo 5,9% de la superficie total está cubierta por bosque de encino.

Tabla 4. Uso Actual del Suelo en el área de trabajo.

Tipo	Superficie	
	ha	%
Superficie Total	78.995	100,00
Agricultura de temporal	14.788	18,70
Agricultura de regadío	240	0,30
Ganadería	24.125	30,50
Forestal	4.689	5,90
Improductiva	35.153	44,50

Fuente: Díaz *et al.* (1995).

La estrategia de sobrevivencia de la familia se sustenta en la práctica de un sistema de producción agrícola-ganadera-forestal y la venta de fuerza de trabajo, que le permite producir y adquirir los alimentos que necesitan, así como tener lo indispensable para hacer frente a la educación básica de los hijos, los gastos de salud y cumplir con los compromisos comunitarios (Plan Puebla, 1995).

Las principales actividades agropecuarias son la agricultura y la ganadería. En la agricultura se cultivan maíz, frijol, haba, calabaza y trigo; que se siembran asociados para hacer frente a la mala distribución de las lluvias. Los rendimientos promedios son de 800 kg/ha de maíz y 300 kg/ha de frijol. La caracterización de las prácticas de producción en los cultivos se presenta en la Tabla 5, en la que se observa que las labores para los cultivos consisten de la preparación de suelo, control de malezas, plagas y enfermedades.

Tabla 5. Prácticas agrícolas en los cultivos básicos.

Prácticas	Descripción
Cultivos	Maíz, frijol, trigo, maíz-frijol asociado, maíz-frijol-calabaza-haba en policultivo.
Preparación de suelo	Surcado y aplicación de abonos orgánicos
Siembra	Entre mayo y junio. Sólo el trigo en julio y agosto
Densidad de población	Maíz 44.240 plantas/ha, frijol 14.746 plantas/ha
Control de malezas	1a labor con maquinaria o tracción animal 2a labor con tracción animal
Fertilización	Dosis: 80 Nitrógeno y 40 Fósforo kg/ha Fuente: urea, sulfato de amonio
Control de plagas y enfermedades	Uso ocasional de insecticidas y funguicidas
Cosecha	Manual en los meses de noviembre a enero

Fuente: Plan Puebla (1995).

La actividad ganadera es un componente importante de las unidades de producción, por su papel que tiene en la producción de alimentos para la familia y como fuente de ingresos. El 92,8% de las explotaciones tienen bovinos, el 88,1% tienen gallinas camperas, el 80,9% tienen equinos, el 80,9% crían porcinos, el 61,9% tienen caprinos y el 54,7% tienen ovinos (Corral, 1992). Los ingresos obtenidos por ventas de animales son más importantes en los caprinos y ovinos. Los bovinos y equinos son utilizados como animales de trabajo. La población ganadera por municipio se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Población ganadera por municipio de la región de estudio.

Especie	Cuautinchán	Tzicatlacoyan	Puebla	Tecali	Total
Bovinos	2.095	2.324	2.400	2.384	9.203
Porcinos	2.827	910	2.056	3.231	9.024
Ovinos	1.020	371	2.247	2.104	5.742
Caprinos	7.622	6.520	10.750	11.514	36.406
Equinos	1.340	670	1.618	804	4.432

Fuente: Díaz *et al.* (1995).

**La región como base del desarrollo.** Por el uso del suelo, la mayor superficie de tierra se caracteriza por ser improductiva y aunado a la pobreza de los suelos agrícolas, se puede clasificar al área de estudio como una de las regiones con serios problemas de desertificación.

En el área de trabajo a finales de los '70 los campesinos iniciaron un fuerte programa de recuperación de suelos, con la utilización de terrazas de formación paulatina, plantando en los bordes de las terrazas maguey (*Agave spp.*) y nopal (*Opuntia spp.*) o bien dejando crecer árboles nativos. El propósito del sistema fue lograr la autosuficiencia en la producción de granos, forrajes y leña, que son indispensables para la subsistencia de la familia y manteniendo la tecnología desarrollada durante años a base de prueba y error.

En 1990, las instituciones del sector agropecuario declararon a la región como zona de alta siniestralidad, por lo que se retiran los apoyos de crédito y de estímulos a la producción de maíz; esto obligó a los productores y técnicos a la búsqueda de nuevas alternativas para desarrollar un área con limitaciones para la producción agropecuaria. Fue así como a partir de 1991, el trabajo realizado en la Cordillera del Tentzo fue retomado por un Equipo Técnico multi e interdisciplinario formado por 3 divulgadores, 4 investigadores, 1 evaluador y 1 coordinador del proyecto financiado por el Colegio de Postgraduados e instituciones públicas y privadas (Plan Puebla, 1995).

La ganadería familiar y la producción de caprinos en particular en la región, ha sido una actividad que se inició desde la época colonial y ha sido favorecida por (Plan Puebla, 1995):

- ~ El clima semiárido del área de estudio.
- ~ La orografía de la región formada por lomeríos.
- ~ La dominancia de vegetación arbustiva que crece en las áreas de agostaderos.
- ~ El acceso al mercado tradicional de caprinos en las ciudades de Tepeaca y Tehuacán, Puebla (México).
- ~ La demanda de caprinos adultos para consumo a nivel regional.
- ~ Las grandes distancias entre los centros urbanos y las áreas de pastoreo favorece a la cabra como mejor caminadora que los ovinos.

**La población objetivo.** La población objetivo del proyecto fue de 1.075 campesinos que tienen como actividad principal a la agricultura y la ganadería familiar. Los censos de caprinos eran de 21.500 animales con un valor económico aproximado a US\$353.030 en 1992 (Plan Puebla, 1995).

**La problemática.** Por estudios previos en la región (López y Mora, 1990; Corral, 1992) y las reuniones realizadas con productores en el área del proyecto se identificaron los siguientes problemas:

- ~ Alto grado de deterioro del agostadero.
- ~ Estacionalidad en la producción de forrajes.
- ~ Desconocimiento de las prácticas tradicionales de la producción animal.
- ~ Alta incidencia de enfermedades infecciosas y parasitarias.
- ~ Alta mortalidad de crías y animales adultos en la época seca.
- ~ Baja productividad de las cabras.
- ~ Desorganización de los productores.
- ~ Falta de apoyos institucionales para la producción de cabras.

**Las metas de los productores.** Los estudios previos de la producción de caprinos (López y Mora, 1990; Corral, 1992; Plan Puebla, 1995), habían estimado la existencia de potencial para el desarrollo de sistemas de mínimo insumos, que se sustentaran en la base de recursos disponibles en la unidad familiar de producción campesina, la introducción de prácticas de manejo y una participación activa de los productores; pero para impulsarlos era necesaria la elaboración de un plan de desarrollo regional que tuviera como propósito elevar el nivel de producción, mejorar el ingreso y la comercialización de la producción (López y Mora, 1990; Plan Puebla, 1991; Corral, 1992; Plan Puebla, 1995). Plan Puebla (1995) describe como metas de los productores las siguientes:

- ~ Aumentar el tamaño de los rebaños (a más de 40 hembras/rebaño).
- ~ Aumentar el porcentaje de partos dobles (prolificidad).
- ~ Mejorar la ganancia de peso (alcanzar 20 kg en menos de ocho meses de edad).
- ~ Introducir un calendario de manejo.



**III**

**MATERIALES Y MÉTODOS**

---

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Metodología**

El trabajo fue dividido en tres etapas. En la primera etapa se caracterizó el sistema de producción agrosilvopastoril de la región de estudio, la segunda se estudio la población de cabras y de las explotaciones caprinas y, la tercera consistió del análisis de datos y la sistematización de la información. Las dos primeras etapas se realizaron en Puebla (México) y la última se realizó en la Universidad de Córdoba (España), en el Instituto Internacional de Investigación en Ganadería (ILRI, por sus siglas en inglés) y el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA, por sus siglas en inglés) que tienen su sede en Ibadan, Nigeria (África).

#### **3.1.1. Caracterización del sistema agrosilvopastoril**

##### **Colecta de Información sobre programas de desarrollo en la región**

En la Cordillera del Tentzo, Puebla (México) desde 1975 se había realizado trabajo de investigación y transferencia de tecnología para impulsar la producción agropecuaria, y en 1991 se inició el proyecto "Estrategia de desarrollo de la ganadería familiar" apoyada por un Equipo Técnico de profesionales del Plan Puebla (Campus Puebla-Colegio de Postgraduados). Durante esta etapa se revisó la información disponible en las libretas de campo para describir la estrategia de desarrollo que se había seguido durante los últimos 10 años del proyecto. Se revisó la información sobre la organización de productores, la investigación y adecuación de tecnología, la difusión de tecnología, financiamiento, abastecimiento de insumos y la conservación de los recursos naturales. Con la información recopilada se tuvo la información básica para conocer la situación

inicial de la región, de la ganadería y el grado de avance que se había tenido con el programa de trabajo implementado.

### **Caracterización de las unidades familiares de producción**

La unidad básica de estudio fue la unidad familiar de producción como la define Bartra (1982), que para fines prácticos del trabajo se utilizó el término de "explotación". Para obtener información de las explotaciones se utilizó la metodología de sistema de finca, propuesta por Tienhoven *et al.* (1982) y Hildebrand *et al.* (1993); ambos autores consideran que para llevar a cabo estudios en sistemas de producción integrados se debe utilizar la teoría general de sistemas.

Para la caracterización de las unidades de producción se realizaron los siguientes pasos metodológicos: (a) el inventario de recursos y, (b) la caracterización de los componentes familia, cultivos, agostadero y ganadería.

Para esta etapa del trabajo se analizaron 261 encuestas que estaban en la base de datos del proyecto "Estrategia para el desarrollo de la ganadería familiar de la Cordillera del Tentzo, Puebla". Como técnicas para la obtención de la información se utilizaron entrevistas y la observación participante, como lo había descrito Tienhoven *et al.* (1982). A continuación se describen las variables registradas mediante encuesta directa en cada una de las explotaciones:

**Componente familia:** Número de integrantes, edad de los integrantes, nivel de escolaridad, utilización de la mano de obra e ingresos externos.

**Componente agrícola.** Tipos de cultivos que siembran, superficie agrícola sembrada, insumos de origen animal utilizados, aprovechamiento de las malezas que crecen entre el cultivo, medios de producción, productos y subproductos

obtenidos y destino de la producción.

**Componente ganadería.** Especie animal, tipo genético, número de animales, estructura de edad de los animales, prácticas de manejo y productos obtenidos.

**Agostadero.** Superficie, principales especies forrajeras y producción, animales que lo utilizan y épocas de utilización. La identificación de las principales especies de plantas utilizadas se realizó por comparación en el herbario de la Universidad Autónoma Chapingo (México) y la producción de forraje se determinó en siete sitios seleccionados en forma aleatoria en los agostaderos y 10 repeticiones por sitio, cosechando cada 45 días el forraje que crecía en parcelas de un metro cuadrado, secado y convertido a producción por hectárea.

### **3.1.2. Caracterización de la población de caprinos**

Para realizar la caracterización de la cabra se tomó una muestra aleatoria de 31 rebaños en cinco comunidades de la región. La información registrada en los animales se presenta en la Figura 8, y a continuación se describen las variables que se midieron en cada animal:

#### **Color de capa**

Se realizó en una muestra aleatoria de 241 animales, centrandó la atención en la pigmentación de las capas, la uniformidad de pigmentación y complemento de las mismas (Hernández, 2000).

#### **Medidas zoométricas**

Para el estudio de las variables zoométricas se estudió una población de 469 caprinos. Se utilizó cinta métrica para perímetros y metro lineal con escuadra para

alturas y diámetros; cuidando siempre de que la postura del animal fuera correcta (Agraz, 1976; Sánchez, 1993).

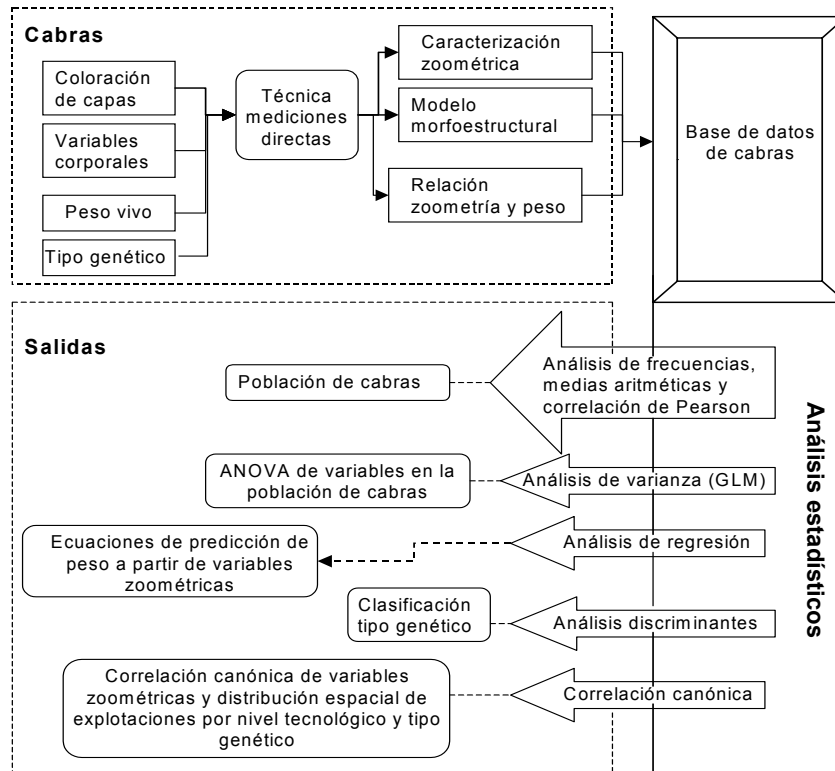


Figura 8. Base de datos y análisis estadísticos aplicados a variables zoométricas y de peso vivo de las cabras.

Las medidas zoométricas registradas y el código utilizado en su identificación se presentan a continuación:

Medidas de la cabeza y oreja:

- ~ Longitud de cabeza (LCF), medida desde la protuberancia occipital hasta el labio superior.

- ~ Anchura de cabeza (ACF), puntos más laterales de los arcos zigomáticos.
- ~ Largo de oreja (LO), de su nacimiento hasta la extremidad de su borde posterior, proyectada en línea recta.
- ~ Ancho de oreja (AO), medida en su anchura media, considerada de su base a su extremidad.

Medidas del Cuello:

- ~ Longitud de la región cervical en la línea media superior (LSC), que comprende desde su unión con el cráneo hasta su unión con el dorso(extremidad de la apófisis de la última vértebra cervical).
- ~ Longitud del cuello parte inferior (LIC), desde el ángulo de la quijada hasta su unión con el pecho.
- ~ Anchura del cuello en su unión con la cabeza (AAC), pasando por la extremidad del cráneo y el ángulo de la mandíbula.
- ~ Anchura del cuello en su parte posterior (APC), partiendo de la línea media superior de éste en el límite con el dorso, a su unión con el pecho.

Medidas del tronco:

- ~ Longitud del cuerpo (LC), del nacimiento de la cola a la unión del cuello con la cabeza, precisamente en el límite del cráneo.
- ~ Longitud del tronco (LT), medido entre la región exterior de la articulación escápulo humeral y la extremidad posterior del ísquion.
- ~ Altura dorso-esternal (ALP), es la distancia entre el punto más sobresaliente del pecho en su línea central (cuya base sólida es el esternón) hasta el punto superior de la 5ª vértebra dorsal.
- ~ Perímetro torácico (PT), contorno alrededor del tórax, debiendo pasar por el hueco subesternal y la apófisis de la 5ª vértebra dorsal.

- ~ Perímetro posterior al vientre (PA), contorno medido verticalmente a nivel de la unión entre la región abdominal y las extremidades posteriores.
- ~ Anchura de grupa (AG), es la distancia recta entre las dos puntas de las ancas, cuya base sólida son los ángulos de los ileones.
- ~ Longitud de grupa (LG), es la distancia recta entre la punta del anca (cuya base sólida es el ángulo externo del ilion) y la punta de la tuberosidad isquiática.
- ~ Anchura inferior de la grupa (AIC), distancia de una articulación coxofemoral a otra.
- ~ Amplitud de torax o amplitud del pecho (AP), es el grosor del pecho en la parte frontal del animal.
- ~ Alzada a la cruz (ACR), es la distancia desde el punto más elevado de la línea media de la cruz al suelo.
- ~ Altura a la cadera (ALG), es la distancia desde la articulación lumbo-sacra al suelo.
- ~ Altura al esternón (HS), es la distancia de la base sólida del esternón al suelo.

Con los valores de las variables zoométricas y el peso vivo de los caprinos se calcularon índices, utilizando las fórmulas propuestas por Aparicio (1960) y Agraz (1976). Los índices calculados fueron:

Índice corporal (IC) =  $LT \cdot 100 / PT$

Índice cefálico (ICE) =  $ACF \cdot 100 / LCF$

Índice de proporcionalidad (IPRO) =  $LT \cdot 100 / ACR$

Profundidad relativa de torax (IPRT) =  $ALP \cdot 100 / ACR$

Índice pelviano (IPE) =  $AG \cdot 100 / LG$

Índice pelviano transversal (IPETR) =  $AG \cdot 100 / ACR$

Índice pelviano longitudinal (IPELO) =  $LG \cdot 100 / ACR$

Índice de compacidad (ICOMP) = PESO\*100/LT

Índice de peso relativo (IPREL) = PESO\*100/ACR

Índice de cortedad relativa (ICOREL)= ACR\*100/LT

### **Peso vivo**

Los animales adultos (n=469) se pesaron cada tres meses durante la época seca (noviembre a junio) con una báscula portátil de 100 kg y 100 g de error. Durante el pesaje, los animales se mantuvieron encerrados toda la noche y el peso se registró en la mañana, después de que los animales habían pasado 16 horas de ayuno. El control de peso en las crías (n=354) se realizó al nacimiento y posteriormente se pesaron mensualmente hasta el año de edad con una báscula de reloj.

Los caprinos en estudio fueron identificados con aretes de plástico y tatuajes en las orejas. Para cada animal se elaboró una ficha que contenía información de fecha de nacimiento, edad, tipo genético y los pesos registrados.

#### **3.1.3. Caracterización de las explotaciones caprinas**

Se utiliza el término "explotación caprina" para referirse las unidades de producción que tienen cabras (Frías, 1998). Para el cálculo del número de explotaciones a estudiar para realizar la caracterización, se determinó un tamaño de muestra con la fórmula propuesta por Álvarez *et al.* (1989), en la que se utilizó la varianza de la superficie de tierra por unidad de producción, como variable de referencia, y la población de 1.075 productores de cabras del área de estudio. Como resultado de los cálculos, se obtuvo un tamaño de muestra de 39,13 unidades de producción. Finalmente, se definió trabajar con 70 explotaciones de las comunidades de Santa Cruz el Calvario, Lagunillas, La Trinidad, Cuaxistla, Concepción Cuautla y Aquiles Serdán (Figura 9).





Con la participación activa de los propietarios de las 70 explotaciones durante abril de 1998 a marzo de 1999 se realizó el registro de todas las actividades relacionadas con la producción de caprinos, como es la mano de obra utilizada, alimentación, reproducción, mortalidad, insumos utilizados, destino de los productos y subproductos, ingresos y costes (Figura 10).

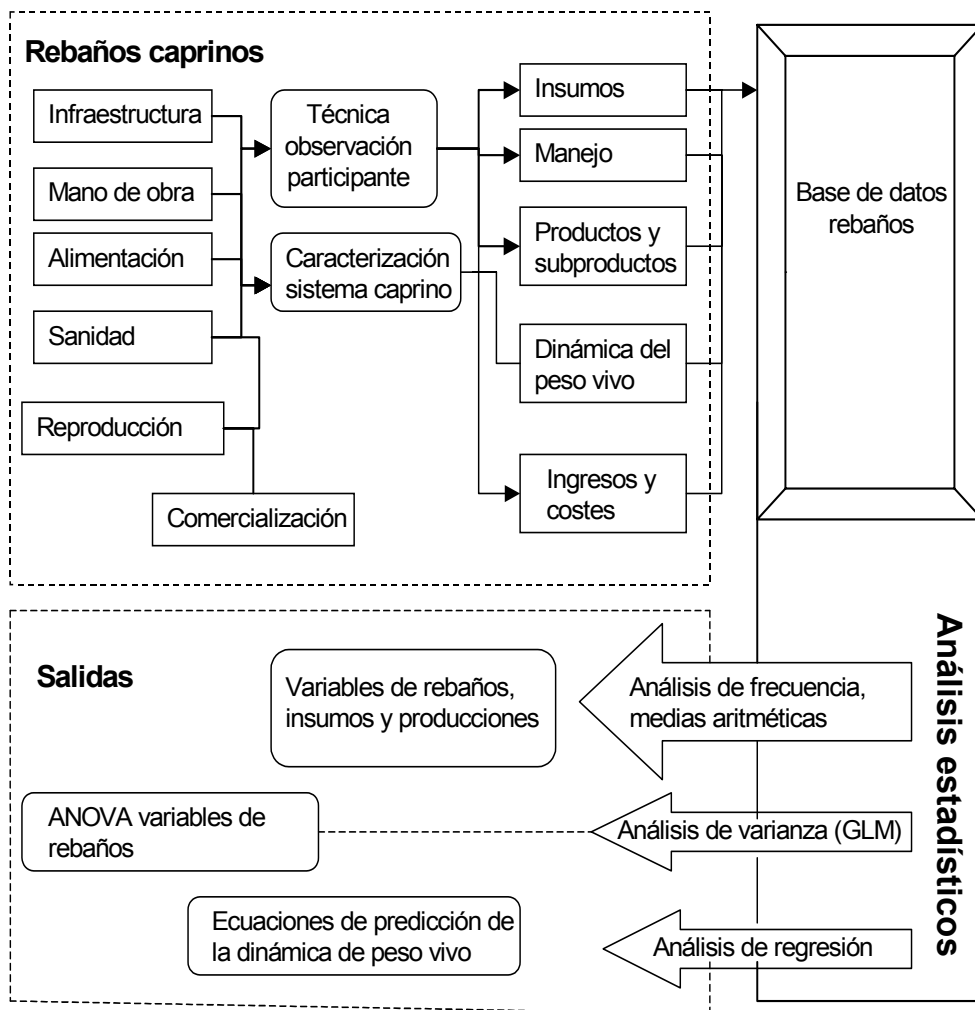


Figura 10. Base de datos y análisis estadísticos aplicados a la información de los rebaños.

Para poder realizar el análisis financiero fue necesario que en cada actividad o insumo utilizado se registrara la cantidad y el coste (Anexo 1). El seguimiento de los rebaños fue el que más tiempo requirió por parte del equipo del proyecto y se contó, además, con la colaboración de prestadores de servicio social de la Universidad Autónoma de Puebla y de la Universidad Autónoma Chapingo (México).

El registro de información en cada explotación caprina (ver Anexo 1) fue el siguiente:

Datos técnicos: Nombre del productor, comunidad, tipo genético de cabras, superficie de tierra, población de cabras (hembras, machos, crías) y número de crías nacidas.

Reproducción: Edad a la primera monta en las hembras, época de empadre, época de partos, registro de pariciones, peso al nacimiento de las crías, abortos, edad y peso al destete.

Mejora genética: Programa de mejora en el rebaño, criterio para seleccionar el pie de cría, tipo de cruzamiento (terminal o cruzamiento absorbente).

Alimentación: Recursos utilizados en la alimentación y épocas, cantidades o días de uso, impuestos por uso de agostadero o rastrojeras.

Suplementos e insumos: Grano de maíz, cascarilla de trigo, alfalfa, sal, gallinaza, melaza, rastrojo, sal mineral y medicinas; en cada caso se registró la cantidad, el precio de compra, época de utilización, tipo de animales que lo utilizan y lugar de compra.

Sanidad: Calendario de desparasitaciones internas y externas, prevención y tratamiento de enfermedades y mortalidades; para animales enfermos y muertos se registró fecha, edad, sexo, tipo genético y causas.

Mano de obra: Responsable del manejo de los animales (sexo y edad), tiempo utilizado por día con el rebaño y coste por día. Salario familiar y de personal contratado.

Comercialización de productos: Por venta de animales, autoconsumo y subproductos, precio de venta, lugar de venta y en cada animal vendido se registró el sexo, edad, tipo genético y peso.

Los parámetros estimados en los rebaños fueron:

- ~ Población ganadera. Se refiere a las unidades animales (UA) de todas las especies y expresadas en % que se crían en la unidad de producción.
- ~ Carga Animal: Población ganadera expresado en UA (UA, unidad animal es el equivalente a la cantidad de forraje consumido durante un año por una vaca de 450 kg más su cría) total dividido entre la superficie total de tierra en la unidad de producción (Chair, 1974; Vallentine, 1990).
- ~ Fertilidad del rebaño. Cabras gestantes entre el total de hembras del rebaño x 100.
- ~ Prolificidad. Número de crías nacidas divididas por el número de hembras paridas x 100.
- ~ Porcentaje de destete. Crías destetadas entre crías nacidas x 100.
- ~ Tasa de reposición: Número de animales dejados para reposición dividido entre el número de hembras x 100.
- ~ Tasa de mortalidad: Número de animales muertos dividido entre la población total x 100, esto se estratificó para las crías y la población total de caprinos.

- ~ Cosecha de crías. Crías vendidas o dejadas para reposición entre el número de cabras del rebaño.
- ~ Vida útil. Promedio de vida de las cabras en el rebaño.
- ~ Ingreso neto: Resultado de la diferencia de los ingresos totales por explotación de cabras menos los gastos.
- ~ Ingreso bruto familiar: Resultado del ingreso neto más la suma del coste de la mano de obra familiar.
- ~ Tasa interna de retorno. Se estima en base a una función de retorno para el capital total invertido en la producción y se calcula al dividir el ingreso neto entre el costo total y se multiplica x 100.

#### **3.1.4. Análisis estadísticos**

##### **Estratificación y transformación de los datos**

Para realizar el análisis de las bases de datos de las explotaciones se tuvieron que hacer las siguientes transformaciones:

**Estratificación de las explotaciones.** Las explotaciones fueron estratificadas de acuerdo a los siguientes criterios técnicos.

Clasificación por tipo genético de las cabras en la explotación. Las explotaciones caprinas se dividieron en tres estratos:

- ~ Explotaciones con cabras criollas. Se consideran explotaciones con caprinos criollos a aquellas que por lo menos durante los últimos cinco años anteriores al estudio no habían introducido animales de rebaños con otro tipo genético diferente al que existe en la región (n=37).

- ~ Explotaciones con cruizas de cabras (Criolla X Nubia). Son las que por lo menos durante los tres últimos años han utilizado sementales de sangre Nubia, como cruzamiento absorbente (n=22).
- ~ Explotaciones con cabras Nubia, todas aquellas que por lo menos durante los últimos 10 años habían practicado cruzamientos absorbentes con sementales de raza Nubia o habían comprado pie de cría Nubia (n=11).

Clasificación por nivel tecnológico. Para la clasificación por el nivel tecnológico se consideraron tres criterios:

- ~ Tradicional, todas aquellas explotaciones que crían cabras haciendo un uso extractivo de los agostaderos y con el uso de medicina local para el tratamiento de enfermedades y problemas (n=21).
- ~ Transicional, en este grupo se incluyeron a todas las explotaciones que utilizan como herramientas de manejo el uso de medicinas y la suplementación alimenticia (n=26).
- ~ Mínimo insumos, en este grupo se incluye a todos los rebaños que tienen programas de mejora genética, sanidad, reproducción y alimentación para cada época del año o estado fisiológico de las cabras, dentro de las posibilidades socioeconómicas de los productores de la región (n=23).

**Equivalencia ganadera.** Para estandarizar la población de especies animales en la unidad familiar de producción se utilizó la equivalencia unidad animal (UA) (Chair, 1974; Vallentine, 1990); una unidad animal se considera a una vaca madura de aproximadamente 450 kg de peso vivo, seca o con su becerro de hasta 6 meses de edad o su equivalente en base a una cantidad estandar de forraje consumido. Las equivalencias utilizadas fueron las siguientes: una oveja y un par de corderos 0,3, cabra y un par de cabritos 0,24, oveja madura no lactando 0,2, cabra madura no lactando 0,17, cabritos y corderos destetados 0,14 y un equino 0,8.

**Cambio monetario.** Los datos de gastos e ingresos fueron registrados en pesos mexicanos y se transformaron a dólares americanos (1 US\$=9,7 pesos mexicanos equivalencia en 1999).

**Unidades de mano de obra.** Para medir la mano de obra se transformaron los jornales a unidades de trabajo hombre/año (UTH); una UTH es la unidad trabajo hombre que equivale al trabajo de una jornada de 8 horas por día durante un año, con un mes de vacaciones.

### **Base de datos**

Con los registros de información realizados se organizaron tres bases de datos: (a) base de datos del sistema agrosilvopastoril, (b) base de datos de la población de cabras y, (c) base de datos de las explotaciones.

### **Paquete estadístico**

Los datos fueron codificados en hoja de cálculo Excel, de donde se exportaron para los análisis posteriores. Los análisis estadísticos de la información se realizaron con el SAS 2000 para entorno Windows, al que se tuvo acceso en el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) y se siguieron las instrucciones de los manuales del SAS (S.A.S., 1994). Además, de los análisis estadísticos presentados en las Figuras 8 y 10. En la Figura 11 se presentan los análisis de las explotaciones.

Con la información de las bases de datos se obtuvieron promedios, error estandard, mínimos y máximos.

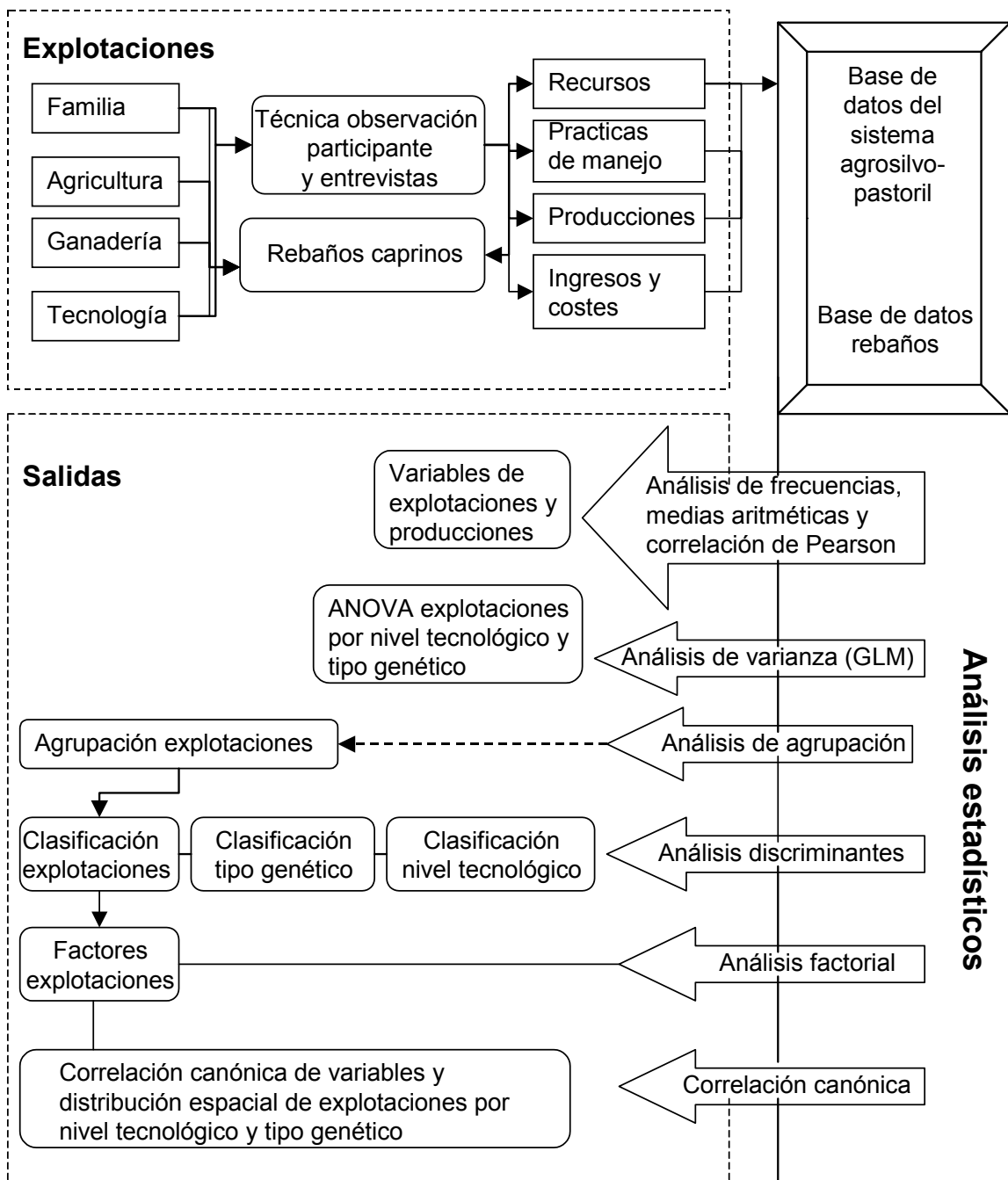


Figura 11. Diagrama de la metodología de los análisis estadísticos aplicados a la información de las explotaciones caprinas.



### **Análisis de correlación y regresión**

El análisis de correlación (SAS, 1994), se realizó con el propósito de conocer la relación existente en las variables estudiadas de las explotaciones y en las variables zoométricas de las cabras.

El análisis de regresión (SAS, 1994) se utilizó para determinar las ecuaciones de predicción del peso vivo a partir de las variables zoométricas y la predicción de la varianza del peso vivo con la edad de los cabritos en crecimiento.

Para el ajuste del peso de las crías en crecimiento se utilizó el procedimiento de modelos de regresión no lineales (NLIN), con el uso de la siguiente ecuación:  $(Y=aX^b)$ ; donde: Y es el peso corporal de las crías, X son los días de edad; a y b son parámetros de la curva. Las curvas de crecimiento fueron calculadas para sexo de las crías, estación de pariciones y tipo genético.

### **Análisis de varianza**

Para el análisis de varianza (ANOVA) se utilizó el procedimiento GLM (General Linear Model) y las comparaciones de medias de mínimos cuadrados se hicieron con el procedimiento PDIFF (diferencia de probabilidades) y la comparación de medias aritméticas con la prueba Scheffe (SAS, 1994).

Para las variables zoométricas y de peso vivo en los análisis de varianzas se utilizó el siguiente modelo:

$$Y = \mu + R + E + S + T + \varepsilon$$

Donde: Y, es el valor de la variable morfoestructural o de peso corporal, que está determinado por la media poblacional ( $\mu$ ), rebaño (R), edad (E), sexo (S), tipo genético (T) y error estándar ( $\epsilon$ ).

Para la información de las variables zoométricas y pesos en hembras, al analizarse por separado el modelo utilizado fue:

$$Y = \mu + R + E + T + \epsilon$$

Donde: Y, es el valor de la variable morfoestructural o de peso corporal, que está determinado por la media poblacional ( $\mu$ ), rebaño (R), edad (E), tipo genético (T) y error estándar ( $\epsilon$ ). En los machos sólo se utilizaron los efectos tipo genético (T) y edad (E).

El análisis de varianza del crecimiento de las crías se realizó con la utilización del siguiente modelo:

$$Y = \mu + R + T + S + EP + \beta * E + \epsilon$$

Donde: Y, es el peso corporal de las crías, que está determinado por la media poblacional ( $\mu$ ), rebaño (R), tipo genético (T), sexo (S), estación de parto (EP), la covariable peso inicial con la edad de las crías ( $\beta * E$ ) y error estándar ( $\epsilon$ ).

El análisis de varianza del peso final de los animales adultos en cada estación de pastoreo se realizó con el modelo:

$$Y = \mu + R + E + S + T + \beta * P + \epsilon$$

Donde: Y, es el peso corporal o la ganancia diaria de peso, que está determinado por la media poblacional ( $\mu$ ), rebaño (R), edad (E), sexo (S), tipo genético (T), la covariable peso inicial con la edad de las crías ( $\beta \cdot E$ ) y error estandard ( $\epsilon$ ).

Para las explotaciones se realizó un ANOVA para el tamaño de rebaño, utilizando el siguiente modelo:

$$Y = \mu + R + N + T + \epsilon$$

Donde: Y es el tamaño del rebaño (número de animales), que está determinado por la media poblacional ( $\mu$ ), rebaño (R), nivel tecnológico (N), tipo genético (T) y error estandard ( $\epsilon$ ).

### **Análisis por agrupación**

El análisis por agrupación (CLUSTER) se realizó con el SAS (SAS, 1994) y el arreglo de datos propuesto por Johnson (1998). El análisis por agrupación estimó la matriz de varianza-covarianzas dentro de los agrupamientos y se aplicó a las explotaciones sin datos clasificados. Como medida de semejanza se usó la distancia euclidiana estandard y así fue posible determinar que agrupaciones eran las más indicadas para los datos. Previamente a los análisis los datos tuvieron que ser estandarizados; de este modo en el procedimiento por agrupación se usaron los valores Z, ya que las variables que se estaban analizando tenían desviaciones estándar diferentes. La opción final fue dar al ordenador una instrucción para que elaborara una gráfica de árbol (OUTREE=TREE), que creó un conjunto de datos nombrados TREE, que contienen la información calculada por el procedimiento de agrupación.

Para construir la gráfica de los agrupamientos se utilizó el método Ward, que formó los agrupamientos en base a los cambios en la suma de cuadrados del error asociada a cada par de grupo (Lilien y Rangaswamy, 1998).

### **Análisis discriminante**

El análisis discriminante es semejante al de regresión, con la diferencia de que la variable dependiente es categórica. Los análisis discriminantes (DISCRIM) se realizaron con el SAS (SAS, 1994) y la metodología de Johnson (1998). El análisis discriminante es una técnica multivariante que se usó para generar reglas con las que se clasificó a las explotaciones o a las cabras en la población apropiada. Para las explotaciones, las agrupaciones previas estuvieron dadas por los resultados del análisis por agrupamiento, por el nivel tecnológico y el tipo genético de las cabras en la explotación, las variables utilizadas se presentan en el Anexo B. En la base de datos de la población de cabras las agrupaciones se realizaron por el tipo genético.

Dentro del procedimiento DISCRIM existe la opción que da las probabilidades previas (para cada grupo) igual a la razón de la cantidad de observaciones en cada grupo y al número total de observaciones en todas las muestras. El SAS también tiene el procedimiento de discriminación a pasos; este procedimiento se usó para ayudar a seleccionar el conjunto de variables que tienen posibilidades de ser buenas discriminadoras en el proceso de agrupamiento de las explotaciones que crían caprinos.

**Funciones canónicas.** En el análisis discriminante canónico (CANDISC) se crearon nuevas variables al tomar combinaciones de las variables originales (SAS, 1994). Las funciones canónicas estimadas contienen toda la información útil que se encontró en el conjunto de variables originales estudiadas en cada una de las explotaciones caprinas. Los vectores interesantes son los coeficientes canónicos

en bruto, que se usaron para definir las funciones canónicas a partir de los datos no estandarizados para las explotaciones y la población de cabras (variables zoométricas). Con las funciones canónicas fue posible proyectar las calificaciones de las explotaciones y de la población de cabras sobre el espacio canónico bidimensional, en unidades estandarizadas.

### **Análisis factorial**

Los principios para el análisis factorial de datos por factores fueron obtenidos de Sierra (1994) y Johnson (1998) y para aplicarlo en el entorno de Windows se utilizó el procedimiento FACTOR del SAS (SAS, 1994). El propósito del análisis factorial fue para conocer si las variables estudiadas tienen patrones de relación entre sí, tales que se pudieran dividir en grupos o subconjuntos de variables. Las variables y parámetros utilizados se presentan en el Anexo B.

La resolución de las ecuaciones se hizo mediante el método de los factores principales con iteración (SAS, 1994; Jonson, 1996). Este procedimiento consiste en encontrar una solución inicial (factores iniciales), se determinan las comunidades correspondientes a esta solución y se arranca nuevamente el proceso, y el ciclo se repite hasta que las estimaciones convergen.

La rotación de los factores se realizó con el método de máxima verosimilitud (Varimax), que da mayor peso a las variables que tienen las comunidades más grandes y menor a las que tienen las comunidades pequeñas. Para la selección del número de factores a utilizar, se tuvo en consideración que el SAS imprime una prueba estadística que determina si el número de factores seleccionados en el modelo son la mejor elección, por lo que fue necesario realizar varios análisis factoriales modificando el número de factores a considerar en el modelo. Para una máxima seguridad en la elección de los factores también se consideró el valor más pequeño obtenido con el criterio bayesiano de Schuarz (Johnson, 1998).

Para calificar a los factores se consideró la propuesta de Johnson (1998), que propuso que para calificar un factor seleccionado *ad hoc*, todo lo que se necesita es alguna variable que: 1) esté intensamente correlacionada con el factor seleccionado y 2) no esté correlacionada con todos los demás factores.

La fijación e interpretación de los factores se hizo con el conocimiento de las decisiones rotacionales y utilizando la información previamente encontradas sobre interpretación de factores por Rodríguez (1967), Sierra (1997), Lilien y Rangaswamy (1998), Johnson (1998) y Solano *et al.* (2001). Los factores se numeraron en forma arbitraria; de acuerdo a la salida del ordenador, se determinaron la o las variables que estuvieran muy relacionadas con cada uno de los factores, y la interpretación de cada uno se realizó considerando las correlaciones de los factores y también se tuvo en cuenta si las correlaciones eran positivas o negativas.

## IV

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. El sistema de producción agrosilvopastoril**

En este apartado se presenta la información acerca de los programas de desarrollo en la región de estudio y la descripción de los cuatro componentes identificados en el sistema de producción agrosilvopastoril: la familia, los cultivos, el agostadero y la ganadería.

#### **4.1.1. Los programas de desarrollo regional**

Desde los 1970's la región de estudio ha formado parte del Plan Puebla, que es un programa de desarrollo agrícola regional sustentado en tres sectores fundamentales: los productores, las instituciones y los técnicos. A partir de 1990, el programa de trabajo fue replanteado para que tuvieran una fuerte participación las comunidades, la estrategia implementada consideró realizar las siguientes acciones:

- ~ Organización de productores.
- ~ Generación y adecuación de tecnología apropiada.
- ~ Transferencia de tecnología
- ~ Financiamiento.
- ~ Abastecimiento de insumos.
- ~ Mejoramiento y conservación de los recursos naturales.

#### **La organización de productores**

La organización de productores es uno de los elementos de la estrategia para el desarrollo agrícola regional, diseñada y operada por el Plan Puebla del Colegio de



Postgraduados en el estado de Puebla (México). Pero en el caso de la ganadería, la participación de los productores se ha visto como un nuevo desafío de las instituciones de investigación, ya que los productores deben involucrarse en el proceso de diseño, generación y transferencia de tecnología y con esto se pretende orientar la generación de tecnología a la demanda de los productores como lo han señalado ILRI (2000) y Schulz *et al.* (2000).

El proceso de organización campesina en la región tuvo sus inicios a finales de los 70, el Plan Puebla logró consolidar en la Cordillera del Tenzto la organización denominada "Unión de Campesinos de la Cordillera del Tenzto, A.C.", que operó durante al menos tres años como figura legal. En 1985, se inicia de nuevo a trabajar en la región, con el propósito de iniciar un proyecto para el desarrollo de "*prototipos de explotación agropecuaria*", que tenía como objetivo incrementar el rendimiento en los cultivos básicos y de la ganadería, tomando como eje de desarrollo a la unidad de producción. Sin embargo, por las limitaciones de los suelos y por la inseguridad de las lluvias, el proyecto no tuvo éxito.

Tomando en cuenta los antecedentes anteriores y por las limitaciones en la producción agropecuaria, la organización de productores en la Cordillera del Tenzto, Puebla, fue el medio para:

- ~ Conjuntar recursos económicos y humanos propios y externos para dar respuesta a los problemas de la región.
- ~ Constituir una persona jurídica que reunía los requisitos para contratar apoyos institucionales.
- ~ Favorecer el proceso de investigación y transferencia de tecnología con campesinos organizados.
- ~ Transferir con el tiempo la responsabilidad del programa de desarrollo a los productores como principales interesados y beneficiarios.

Los propósitos de la organización de productores en la región de estudio fueron muy diferentes a los propósitos que se han encontrado en otros trabajos; en la región los productores consideraron a la producción de caprinos como el medio para iniciar un proceso de participación y desarrollo, en tanto que en los estudios de Haan (1995), Falagán *et al.*(1995) y Pulido *et al.* (1995b) fue para atender problemas muy puntuales de la producción como la comercialización de leche, la obtención de ayudas, el abastecimiento de insumos y la construcción de infraestructura.

La respuesta de las comunidades y de los productores a la organización se presenta en la Tabla 7, en la que se observa que de un total de 43 comunidades consultadas por el proyecto, el 55,8% respondieron favorablemente para participar en la organización y el resto no mostró interés. Durante el proceso de organización se consultaron a 1.190 productores, de los cuales el 57,6% aceptaron participar en la organización. La Sociedad de Solidaridad Social (S.S.S.) fue la forma de organización elegida en el 58,3% de los casos (14 comunidades) y el resto de las comunidades (47,7%) participaron como grupos de trabajo.

Tabla 7. Respuesta de comunidades y productores al proceso de organización.

VARIABLE	TOTAL	%
Respuesta de las comunidades		
Comunidades consultadas	43	100,0
Comunidades sin respuesta	19	44,2
Comunidades con respuesta	24	55,8
Respuesta de los productores		
Productores Consultados	1190	100,0
Productores que aceptaron organizarse	686	57,6
Productores que rechazaron la propuesta	504	42,4
Forma de organización (n=24 comunidades)		
Organizaciones legales	14	58,3
Grupos de trabajo	10	41,7

n, tamaño de muestra

El proceso de organización fue transferido a los productores desde 1995, cuando se constituyó la Federación de Sociedades de Solidaridad Social "Cordillera del Tentzo, Puebla", que en la actualidad es una institución con patrimonio propio e independiente del Colegio de Postgraduados, que tiene como estructura organizativa a un Comité Ejecutivo, un Comité Financiero y de Vigilancia, Comité de admisión de Socios y Comisiones (Educación, Caja de Ahorro, Bienestar Social, Mujer Campesina, Comercialización y Abastecimiento de Insumos).

### **Investigación y adecuación de tecnología**

El papel de la investigación y adecuación de tecnología en el proceso de desarrollo ha sido ampliamente estudiado para la agricultura (Rymon y Or, 1991; Soto, 1996; Cáceres *et al.*, 1997), para la ganadería en general (von Kaufmann, 1986; ILCA, 1994; ILRI, 2000; Schulz *et al.*, 2000) y en menor medida para los caprinos (Agraz, 1989; Taferrant *et al.*, 1995; Morand-Fehr y Boyazoglu, 1999).

Como señaló von Kaufmann (1986), el primer objetivo de la investigación es la elaboración del marco de referencia de la producción animal, y con la información que se obtenga se desarrollará el programa de generación y adecuación de tecnología. Por lo que el primer paso en el proceso de investigación fue la caracterización del sistema tradicional de caprinos (Figura 12), que se definió como un sistema dependiente del uso de la vegetación nativa y el pastoreo en las áreas de cultivo después de las cosechas agrícolas.

En la Figura 12, se puede observar que existe un desfase entre las pariciones y la producción de forraje, ya que la época de abundancia de forraje coincide con los primeros meses de gestación, que es cuando los requerimientos nutricionales son bajos (Sánchez, 1988). La mayoría de los partos ocurrían en la época seca, que era cuando las cabras se alimentaban de pastos secos y escaso ramoneo, lo que no es favorable para la producción de caprinos, por la alta mortalidad y baja productividad de los animales (Ruiz *et al.*, 1992; Tuncel y Rehber, 1995; Landau *et*

al., 1995). Ante esta problemática, se trabajó en tres grandes líneas: (a) caracterización de los recursos disponibles, (b) la introducción de especies forrajeras y, (c) la adaptación de tecnología para mejorar el proceso de producción de caprinos.

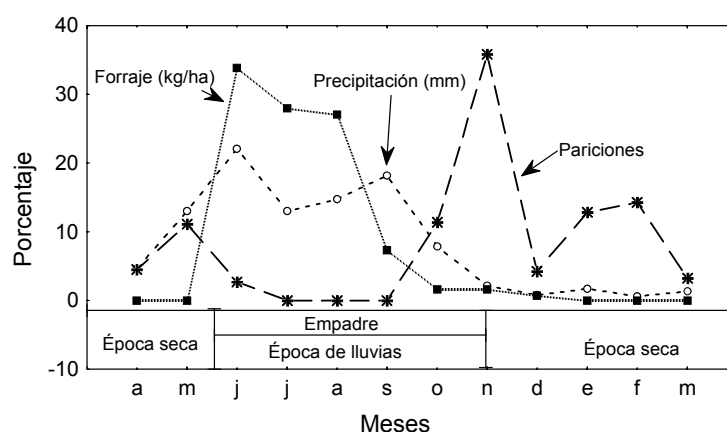


Figura 12. El sistema tradicional de caprinos.

Como trabajo prioritario el Equipo Técnico consideró el desarrollo de un sistema alternativo de producción de caprinos que abarcara los siguientes aspectos:

- ~ Instalaciones. El acondicionamiento de las instalaciones rústicas por instalaciones más funcionales, construidas con materiales de la región.
- ~ Mejora genética. Se realizaron dos programas de cruzamientos. El primero, para la obtención de animales para la venta o abasto (cruza terminal), mediante la cruce de hembras criollas con sementales mejorados (Nubia) y el otro, para la producción de pie de cría por medio de la selección de cabras criollas con peso corporal superior a la media regional en cada rebaño.
- ~ Alimentación. Para contrarrestar los problemas de alimentación, se diseñó un esquema de suplementación para la época de escasez de forraje con subproductos disponibles en la unidad de producción y en la región. Para

reducir la carga ganadera en la unidad de producción se realizó la eliminación de machos y hembras improproductivas.

- ~ Reproducción. Se diseñó un programa de tres partos en dos años y se hizo coincidir los partos con la época de mayor producción de forraje.
- ~ Sanidad. En sanidad animal se diseñó un programa de manejo sanitario que consideró el control de parásitos gastrointestinales, *Oestrus ovis* y *Fasciola hepática* dos veces por año.

### Transferencia de tecnología

La capacitación de productores participantes en el proyecto fue una de las acciones más importantes que realizó el Equipo Técnico. La capacitación en la producción de caprinos se realizó durante un año por grupo de trabajo, con una sesión semanal de dos horas. Los temas tratados fueron: construcción de corrales, sanidad animal, farmacología básica, nutrición, manejo reproductivo, mejoramiento genético, siembra de cultivos forrajeros, administración de microempresas, financiamiento y comercialización de productos (Tabla 8).

Tabla 8. Comunidades y productores participantes en capacitación.

TEMA	Comunidades	Productores
Construcción de corrales	11	397
Alimentación de rumiantes	10	531
Cultivos forrajeros	3	93
Mejoramiento genético	7	84
Manejo reproductivo	11	285
Sanidad animal	10	239
Engorda de ganado en corral	5	75
Gestión y manejo de financiamiento	12	144
Administración de Microempresas	15	96

Los cursos de capacitación fueron ampliamente aceptados por los productores por la inmediata reducción en la mortalidad de crías en los rebaños y a la mejora en la

condición general de los animales, lo que se reflejó en una mayor productividad de los rebaños (Tabla 9), en coincidencia con lo señalado por Thomson y Bahhady (1995), Batz *et al.* (1999) y Pannell (1999).

Tabla 9. Evaluación intermedia de parámetros y prácticas de manejo en los rebaños caprinos.

Variable	Rebaños 1991 (n=26)	Rebaños 1996 (n=68)
Relación macho:hembra	1:5	1:14
% de hembras viejas	14,5	1,3
% de machos castrados	0,0	83,5
% de fertilidad	80,6	93,1
% de prolificidad	106,8	111,2
Peso al nacer (kg)	2,7	3,1
GDP en crías (g/día)	50,6	142,4
% de mortalidad de animales	11,3	7,0
Suplementación (% Rebaños)	46,2	100,0
Control de <i>Oestrus ovis</i> (% Rebaños)	0,0	45,4

n, número de explotaciones; GDP, ganancia diaria de peso

El mejoramiento o la construcción de alojamientos adecuados para los animales, fue una actividad prioritaria del proyecto, para lo cual se tuvo que concienciar a los productores sobre la importancia de éstos, ya que de no realizarse, la implementación de cualquier otra práctica de manejo hubiera tenido poco efecto en el comportamiento productivo de los animales. Como resultado de lo anterior, el 40% de los productores realizaron la construcción de corrales con las recomendaciones técnicas, y el resto realizó algunas modificaciones con la finalidad de mejorar las condiciones de manejo de los caprinos.

En el manejo sanitario, el 100% de los productores capacitados realizaron la desparasitación interna y externa de los animales; así como el tratamiento o prevención de otras enfermedades más comunes en la región (coccidiosis, neumonías, enterotoxemias).

En la parte de alimentación, los productores adquirieron un molino de martillos por comunidad para moler o picar forraje, lo que permitió la elaboración de las raciones recomendadas y el mejor aprovechamiento de los subproductos agrícolas. También se fomentó el uso de correctores minerales comerciales y la aplicación de vitaminas en la época seca.

Pero uno de los aspectos más importantes de la capacitación fue el cambio observado en la actitud de los productores para trabajar en forma organizada, y el interés que se despertó en ellos para aprender más acerca del manejo de los animales; lo cual se puede relacionar con un mejoramiento de las habilidades y una mejor toma de decisiones como lo señaló Abadi y Pannell (1999).

La capacitación dio por resultado que los productores tomarán el proyecto de desarrollo como parte de sus actividades (Figura 13) e incluyeron en su organización comunitaria la transferencia de tecnología para la producción animal.

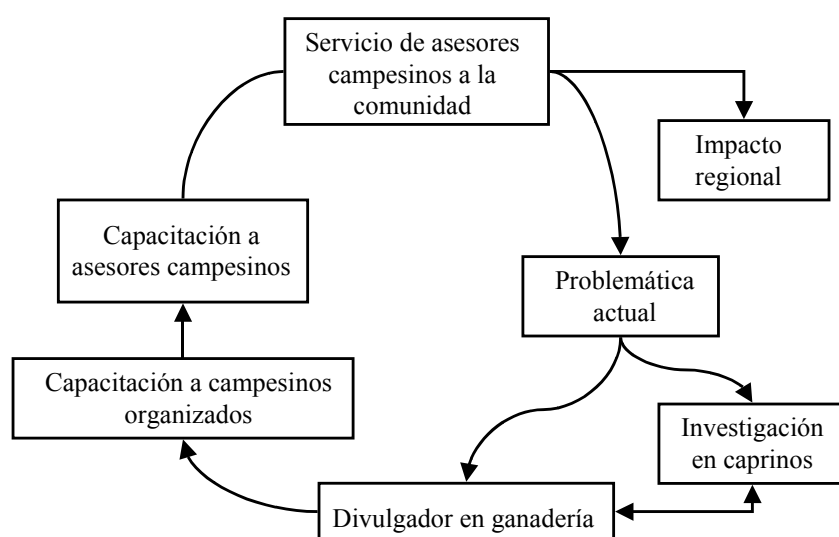


Figura 13. Esquema de transferencia de tecnología para la producción animal con participación de campesinos.

En los últimos años, el programa inicial de capacitación fue rediseñado, cambiando de un curso durante un año, por un curso de dos días y el entrenamiento permanente de los asesores campesinos por los técnicos u otros campesinos más avanzados de la organización; con esto se ha asegurado la continuidad del proyecto.

### **Financiamiento**

Un aspecto que ha sido fundamental para promover el desarrollo en la región ha sido el financiamiento, en donde la conjunción de los recursos de instituciones y de los productores fue esencial para dar inicio a un programa de acciones en beneficio de las familias participantes en el proyecto. Durante los primeros ocho años de trabajo se gestionó una inversión de US\$ 380.008,46, de la cual el 78,58% fue aportación de instituciones y el resto aportación de los productores. En este sentido Akpan (2000) y Apantaku *et al.* (2000), han reconocido que el financiamiento tiene un papel básico en los programas de desarrollo con productores de bajos ingresos, y en muchas comunidades de África se están aprovechando las costumbres culturales para fomentar el ahorro y la ayuda mutua. Los fondos gestionados se destinaron a capacitación (4,9%), proyectos productivos (27,24%), obras de conservación de suelo y agua (47,54%) y el resto a servicios comunitarios. Lo anterior da una idea de cómo un proyecto de fomento a la producción de caprinos puede ser el despegue para un proceso de desarrollo regional en condiciones adversas para la producción agropecuaria.

### **Abastecimiento de insumos**

Los insumos ganaderos ocuparon la mayor inversión de los proyectos productivos (46,9%), motivando a los productores a buscar precios más bajos en los mercados regionales, beneficiando de esta manera a los productores que se dedican a la ganadería. La mayoría de las comunidades del proyecto cuentan con centros de abastecimiento de insumos.



## Mejoramiento y conservación de los recursos naturales

Uno de los aspectos más importantes considerados por la figura legal adoptada a nivel comunidad y regional es la atención a la conservación de suelo y agua. Los recursos económicos destinados a este concepto ascienden a US\$ 180.630,33, que se usaron para la construcción de terrazas de formación paulatina y la siembra de especies forrajeras en los bordes, la reforestación y el cercado de áreas ganaderas.

### 4.1.2. Caracterización del componente familia

El tamaño de la familia es de 6,4 integrantes en promedio, que quedan comprendidos entre los resultados encontrados por García *et al.* (1992) y un mayor número de miembros de la familia (7-8) encontró Hernández y Sierra (1992). La Figura 14 presenta la distribución del número de integrantes de las familias, donde se puede observar que el 65,7% tienen de 5 a 8 miembros, siendo 6 integrantes la frecuencia más alta con un 21,4%. El número de personas que forman a la familia sigue siendo alto, como fue citado en su momento por Amachi (1986); lo cual indica que las familias de la región son numerosas.

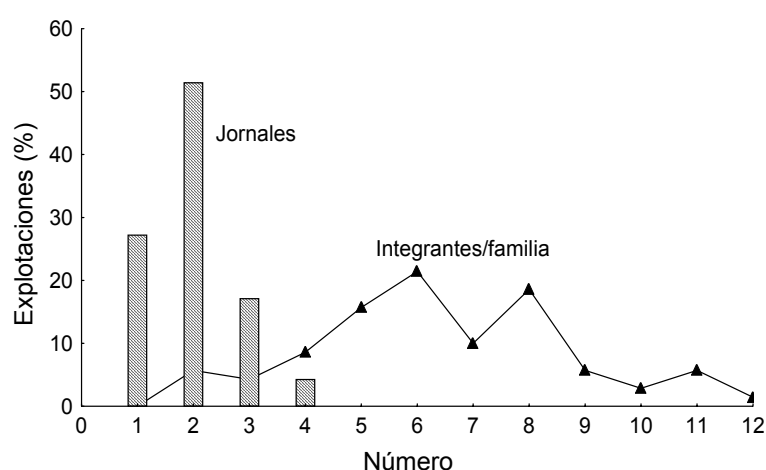


Figura 14. Integrantes de la familia y jornales en las unidades de producción.

Con el análisis estadístico se demostró que el número de integrantes de la familia tiene una correlación significativa ( $p \leq 0,05$ ) con los jornales empleados en la agricultura ( $r=0,30$ ) y el rendimiento de maíz ( $r=0,25$ ) (Tabla 10).

La contribución de la familia al sistema agrosilvopastoril es con mano de obra y tecnología; ya que en función de estos componentes se desarrolla la actividad agropecuaria. Las familias destinan a la agricultura un promedio de dos jornales/año, lo que representa el 31,25% del total de la mano de obra disponible; lo que es muy bajo, y esto indica el alto grado de emigración y de la utilización de la mano de obra familiar para la venta de fuerza de trabajo en actividades no agropecuarias fuera de la unidad de producción.

La Figura 14 presenta la distribución de los jornales por familia, en la que se observa que el 78,6% de las unidades de producción tienen de uno a cuatro jornales/año. En la matriz de correlación (Tabla 10) se puede observar que el número de jornales tuvo una correlación significativa ( $p \leq 0,05$ ) con la superficie agrícola ( $r=0,49$ ), el número de bovinos ( $r=0,36$ ), número de caprinos ( $r=0,25$ ), número de equinos ( $r=0,25$ ), unidades animales en manejo ( $r=0,50$ ), rendimiento de maíz ( $r=0,25$ ) y rendimiento de rastrojo ( $r=0,25$ ), lo que demuestra la dependencia de la agricultura y la ganadería de la mano de obra familiar.

Por otra parte, es muy importante señalar que el número de jornales en la unidad de producción tuvo una correlación negativa y significativa ( $p \leq 0,001$ ) con la escolaridad de los jefes de familia ( $r=-0,39$ ), lo que indica que las expectativas de empleo de los miembros de la familia están muy influenciadas por el nivel educativo de los padres.

Tabla 10. Matriz de correlación entre variables del sistema agrosilvopastoril.

Variable	Jor	Edad	Escol	ST	SA	Bov	Ovi	capri	Equi	UAT.	Maíz	Ras	Ing
IF	0,30*	-0,13 <sup>a</sup>	-0,12	0,08	-0,06	0,20	-0,28**	-0,11	-0,08	0,14	0,25**	0,18	0,07
Jor	1,00	0,09	-0,39***	0,13	0,49**	0,36*	-0,27*	0,25*	0,25	0,50***	0,59***	0,56***	0,13
Edad	1,00	-0,61***	0,20	0,40***	0,09	0,47***	0,10	0,19	0,21**	0,03	0,04	0,04	-0,37***
Escol	1,00	1,00	-0,04	-0,11	-0,31**	-0,19	-0,14	-0,31**	-0,34**	-0,38**	-0,37**	-0,37**	0,31**
ST	1,00	1,00	0,67***	0,16	0,08	0,08	-0,01	-0,03	0,19	-0,03	-0,03	-0,03	-0,19
SA	1,00	1,00	0,29	0,23	0,18	0,28	0,38***	0,68***	0,59***	0,38***	0,68***	0,59***	-0,16
Bov	1,00	1,00	0,00	0,11	0,57***	0,78***	0,35*	0,25*	0,25*	0,78***	0,35*	0,25*	-0,13
Ovi	1,00	1,00	1,00	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	-0,17	-0,23	-0,24*	-0,34**
Capri	1,00	1,00	1,00	0,23	0,51***	0,11	0,11	0,11	0,11	0,51***	0,11	0,11	0,11
Equi	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57***	0,26	0,16	0,16	0,16	0,57***	0,26	0,16	-0,20
UAT	1,00	1,00	1,00	1,00	0,41***	0,36**	0,36**	0,36**	0,36**	1,00	0,41***	0,36**	-0,04
Maíz	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95***	0,95***	0,95***	0,95***	0,95***	1,00	0,95***	0,95***	-0,20
Ras	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-0,21

\*\*\* nivel de significancia ( $p \leq 0,001$ ); \*\* nivel de significancia ( $p \leq 0,01$ ); \* nivel de significancia ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>a</sup> Valores sin asteriscos son no significativos

IF, Integrantes familia; Jor, Jornales/familia; Edad, Edad (años); Escol, Escolaridad (años); ST, Superficie total (ha); SA, Superficie agrícola (ha); Bov, Bovinos (Número); Ovi, Ovinos (Número); Capri, Caprinos (Número); Equi, Equinos (Número); UAT, Unidades animales totales; Maíz, Grano de maíz (kg/ha); Ras, Rastrojo (kg/ha); Ing, Ingreso.

La edad promedio del responsable de la familia fue de 48,2 años, con un rango de 20 a 71 años. Para áreas colindantes a la zona de estudio se había encontrado una edad promedio de 46 años (Hernández, 2000) y de 53,3 años para la productores de la Pampa Argentina (Bedotti, 2000). Sin embargo, la edad de los productores en el estudio fue menor a las que encontraron en España Mainar *et al.* (1994) y Tejón *et al.* (1995c).

En la Figura 15a se presenta la estructura de edad de los titulares de las explotaciones, la mayor concentración de la edad está entre 45 y 55 años (51,4%), siendo la edad de 55 años la que ocupa el mayor porcentaje (18,6%).

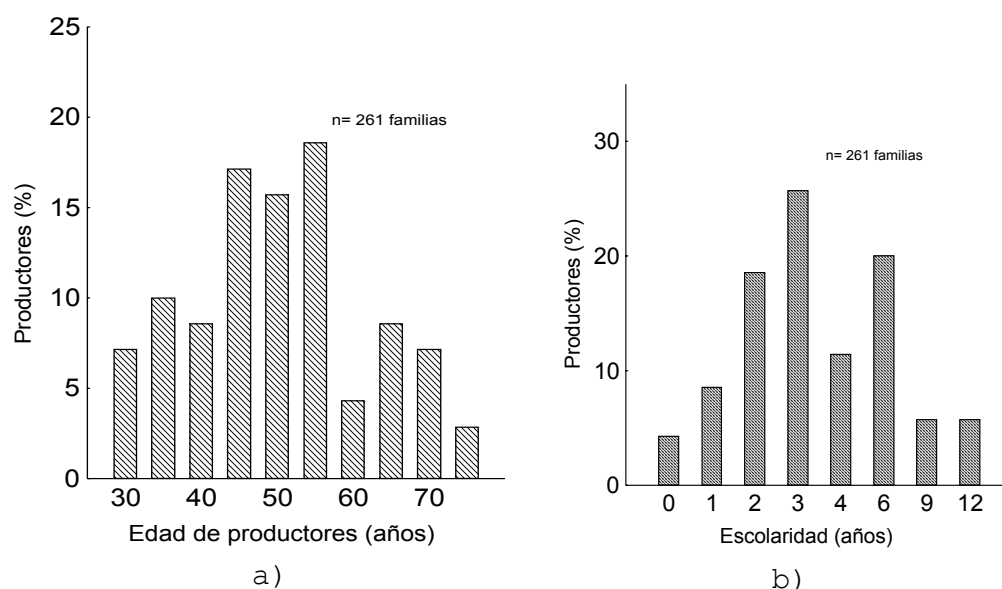


Figura 15. Edad y escolaridad del titular de las unidades de producción.

El análisis de correlación determinó que la edad de los productores tiene una relación significativa ( $p \leq 0,05$ ) con el tamaño de la superficie agrícola ( $r=0,40$ ), la cría de ovinos ( $r=0,47$ ) y las unidades animales totales (UAT) ( $r=0,21$ ). Éstas correlaciones reafirman lo señalado por Baró (1989) y Caballero *et al.* (1991), en que los productores de mayor edad son los que poseen la tierra y con ésta a la ganadería. Así mismo, la correlación de la edad fue significativa ( $p \leq 0,001$ ) y

negativa con la escolaridad ( $r=-0,61$ ) y los ingresos externos a la unidad de producción ( $r=-0,37$ ), indicando que el menor grado de escolaridad lo tienen los propietarios de la tierra en la región.

Caballero *et al.* (1991) ha mencionado que en España la avanzada edad de los productores es un factor que limita los programas de desarrollo a largo plazo y también es un riesgo, ya que a mediano plazo, la agricultura se irá abandonando por la avanzada edad de los campesinos y no se ve la intención de renovar la mano de obra, la misma tendencia se ha observado en la región de estudio, ya que los jóvenes prefieren el trabajo en las ciudades o emigrar a los Estados Unidos, en lugar de dedicarse al trabajo del campo; esto debe ser uno de los principales problemas a considerar en los planes de desarrollo de las instituciones y las organizaciones de campesinos en la región.

La escolaridad de los titulares de las explotaciones fue de 4,0 años en promedio, es decir sin haber terminado la primaria, pero todos saben leer y escribir. La Figura 15b presenta la distribución de la escolaridad de los productores, en donde se observa que el 25,7% tienen tres años de escolaridad, el 11,4% estudiaron más de 9 años y sólo el 4,3% no asistió a la escuela. Al compararse con la información revisada, se coincide en que son pocos los productores que tienen la formación profesional para la cría de caprinos (Ruiz *et al.*, 1992; Ortuño, 1994; Tejón *et al.*, 1995a,c). En la matriz de correlación (Tabla 10) se puede observar que a mayor escolaridad se tiene un mayor ingreso externo ( $r=0,31$ ) y una correlación negativa con los jornales en la unidad de producción; es decir, mientras mayor sea la escolaridad menor será la participación en la agricultura y la ganadería. Las correlaciones fueron negativas y significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre la escolaridad con la cría de bovinos ( $r=-0,31$ ), cría de equinos ( $r=-0,31$ ), las unidades animales totales (UAT) ( $r=-0,34$ ), la producción de grano de maíz ( $r=-0,38$ ) y rastrojo ( $r=-0,37$ ).

Desde el punto de vista de la mercantilización de la agricultura, Cáceres (1995) ha descrito a la familia como la principal fuente de mano de obra, tecnología y recursos económicos por la venta de fuerza de trabajo, con lo que se supone que la familia debe de tener garantizado un ingreso mínimo a través del año (Bernet *et al.*, 2001). En este sentido, la venta de fuerza de trabajo fuera de la unidad de producción, genera un ingreso promedio de US\$ 1.491,9/familia/año o US\$697,6/UTH/año. La distribución del ingreso por venta de fuerza de trabajo en la región se presenta en la Figura 16, en donde se observa que 41,4% de las familias obtienen US\$ 1.000/jornal/año.

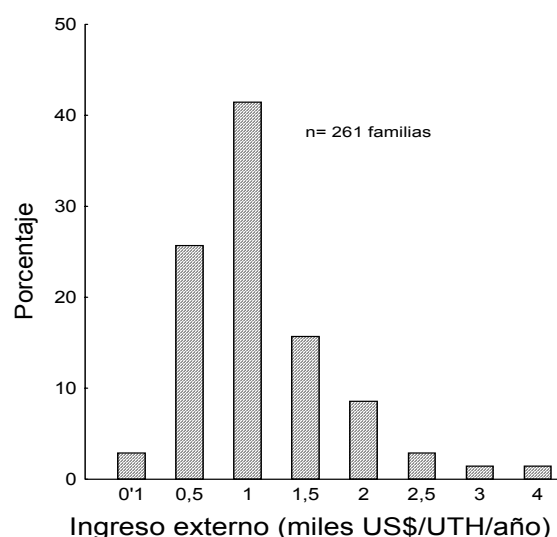


Figura 16. Ingreso externo en las unidades familiares de producción.

Las actividades agropecuarias son dirigidas por hombres (80,1%) y mujeres (19,9%), este último caso se da por la falta del esposo, ya sea porque ha emigrado a los Estados Unidos (12,9%) o por viudez (7,1%). En muchos casos la mujer no está al frente de la unidad de producción, pero en el 29% de las familias está al cuidado de los animales y el resto colabora en las actividades agrícolas en las épocas de mayor demanda de mano de obra.

### 4.1.3. El componente agrícola

En el sistema agrosilvopastoril el componente agrícola es la principal fuente de abastecimiento de alimentos para la familia y para los animales domésticos, teniendo la agricultura una relación muy estrecha con la ganadería, ya que ésta última es fuente de tracción y transporte y abonos orgánicos para la agricultura, como ha sido citado por Devendra (1994). La tecnología empleada es tradicional, producto de la interacción del hombre con el ambiente, aunque en los últimos años los productores han estado más receptivos a la adquisición de maquinaria y la utilización de insumos para la producción.

Las explotaciones tienen en promedio una superficie de 5,4 ha de tierra, de las que el 75,9% son de uso agrícola, similar tamaño de superficie ha sido citado por El Aich (1995) en Marruecos y Martínez (1992) en México. La distribución de la superficie total y agrícola por unidad de producción se presenta en la Figura 17, donde se observa que la superficie agrícola tiene un rango de 2 a 10 ha, en tanto que la superficie total varía de 2 a 18 ha.

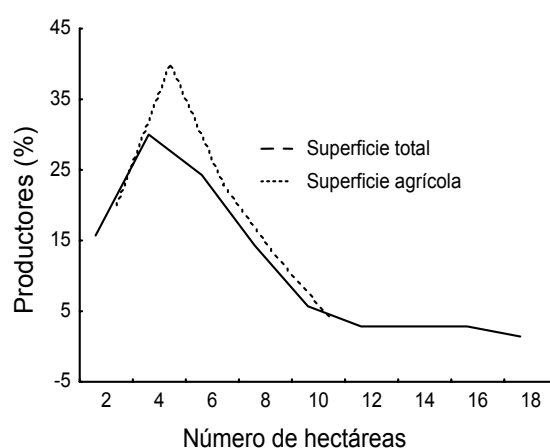


Figura 17. Superficie de tierra total y agrícola en las unidades de producción.

La superficie total tiene un rango de 1 a 16,8 ha, aunque el 30% de los productores tienen 4 ha y en el rango de 2 a 6 ha se concentran el 70% de las explotaciones. En la matriz de correlación (Tabla 10) se puede observar que la superficie total tuvo una relación significativa ( $p \leq 0,05$ ) con la superficie destinada a la agricultura ( $r=0,67$ ).

La superficie agrícola tiene un rango de 1 a 10 ha, el 40% de los productores cultivan 4 ha. La superficie agrícola tuvo correlación positiva significativa ( $p \leq 0,05$ ) con las unidades animales totales (UAT) (0,38), rendimiento de grano de maíz ( $r=0,68$ ) y rastrojo ( $r=0,59$ ). En otras regiones semiáridas de México se cultivan 8 ha (Salinas *et al.*, 1999) y para Mali se estimó que una superficie de 10 ha fue el límite para que la agricultura sea funcional y operacional en condiciones semiáridas (Kaya *et al.*, 2000). Para regiones más favorecidas de Perú (Bernet *et al.*, 2001) se encontró que el 70% de las explotaciones tienen menos de 3 ha. Por el reducido tamaño de la superficie agrícola los productores de la zona de estudio practican actividades múltiples para poder sobrevivir y esto se ha realizado desde los tiempos prehispánicos como la han señalado Cook (1949), Olivera (1978) y Acuña (1985).

La parcela agrícola, además de las producciones obtenidas, es un agrosistema como lo citan Hernández y Ramos (1977) y Hecht (1996), en la que se interrelacionan cultivos, malezas nativas, insectos, animales domésticos y el hombre, por lo que se presentan relaciones ecológicas diferentes a las de los sistemas modernos de producción. En cuanto al arreglo topológico de los cultivos agrícolas, el 100% de los productores siembran mateado maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), haba (*Vicia faba*) y calabaza (*Cucurbita pepo*). Entre los surcos el productor deja crecer a malezas como *Simsia amplexicaulis*, *Amaranthus hybridus* y *Malva parvifolia*. Para el caso de *S. Amplexicaulis*, es lo único que cosechan el 57,2% de los productores como forraje cuando se pierden los cultivos agrícolas por sequía. En tanto que el *Amaranthus* y la *Malva*, se utilizan para alimentar a los cerdos en el 22,4% de los productores cuando los cultivos están en



crecimiento y el productor no cuenta con granos ni recursos económicos para la compra de alimentos.

Lo que más llama la atención en el componente agrícola es la precisión con que los productores manejan las decisiones en cuanto a qué sembrar, cómo sembrar y dónde sembrar. El productor conoce la fecha de siembra para cada uno de sus cultivos y para cada parcela. Así por ejemplo, cuando las lluvias se presentan a tiempo (mes de junio), siembran en policultivo maíz, frijol, haba y calabaza y si las lluvias se retrasan (mes de julio) lo que siembra es trigo, para aprovechar las lluvias de agosto a octubre. Los productos que se obtienen de los policultivos, dependen de la distribución de las lluvias, si ésta es buena se cosecha maíz, frijol, calabaza y haba; pero si la distribución es errática al principio y después se estabiliza, se cosecha frijol.

Para el caso del maíz, el productor tiene semillas de ciclo corto y de ciclo largo. Las semillas de ciclo corto (90 días) producen cosechas cuando las lluvias se presentan sólo en los primeros meses de establecido el cultivo, y con las de ciclo largo (120 días) se obtienen cosechas cuando las lluvias se distribuyen durante al menos cuatro meses después de las siembras. Todo lo anterior supone una gran cantidad de información que los productores han desarrollado con el tiempo, y la han transformado en paquetes tecnológicos para diseñar sus estrategias de sobrevivencia, amplia información sobre el tema se puede encontrar en Vargas y Macías (1997).

Los productos más importantes obtenidos de la parcela agrícola son grano de maíz para la alimentación de las familias y los animales (547,5 kg/ha), rastrojo (649,1 kg/ha) para la ganadería y leña como fuente de combustible (444,3 kg/año). La mayor parte de estos productos se orientan al autoconsumo en la misma unidad de producción. La familia consume en promedio al año 1.146 kg de maíz y 132 kg de frijol. Una vez que se tiene asegurado el consumo, se venden los

excedentes, lo que permite generar ingresos para comprar los productos que la familia no produce, como han indicado Bernet *et al.* (2001) para otras regiones.

Un aporte también importante de la parcela agrícola, es la producción de forraje, ya que el 21,4% de los productores labran las tierras en descanso para que crezcan hierbas nativas y que cosechan al final del ciclo agrícola. La producción de materia seca en los terrenos agrícolas en descanso labrados es de 2.847,1 kg/ha/año.

#### **4.1.4. El componente agostadero**

El agostadero lo integra el 24,1% de la superficie total de las comunidades. Los agostaderos, son las áreas agrícolas en descanso y las tierras de uso colectivo. Los terrenos de uso colectivo se aprovechan en los meses en que las parcelas agrícolas están sembrados y en la época de mayor escasez de forraje (mayo-junio). La mayor producción de materia seca se tuvo en los terrenos agrícolas en descanso (2.847,1 kg/ha) y la más baja fue en los agostaderos (1.783,2 kg/ha).

El agostadero, además de ser la fuente de forraje tiene una función muy importante por su contribución en la producción de leña, madera, fibra para artesanías y aguamiel.

Leña. La leña es la principal fuente de combustible en el 97% de las familias y se utiliza para la elaboración de los alimentos; cada familia consume en promedio 1.417 kg de leña/año, de la cual el 73,1% se obtiene de los agostaderos y el resto de la parcela agrícola.

Madera: La extracción de madera para usos domésticos la realiza el 67,7% de las familias, con una cantidad promedio de 115,3 kg por año y la madera más utilizada es la inflorescencia de *Agave spp.*

Fibra. La extracción de fibra se realiza por el 23,0% de los productores, con una cantidad promedio de 151,3 kg/familia/año, que es principalmente de la hoja de palma (*Brahea dulcis*) y se utiliza para la elaboración de "petate", que es muy utilizado en las comunidades como tapete para dormir o bien para la elaboración de cestas y sombreros.

Aguamiel. Este producto lo extrae el 16,2% de los productores, con una cantidad promedio de 220,3 litros/familia/año y se utiliza para la elaboración del "pulque", que es una bebida alcohólica regional. Las plantas utilizadas son del género *Agave*, principalmente el *Agave asperrima*.

Al depender la producción animal en gran medida del uso del agostadero, es lo que mayor inseguridad provoca en las nuevas generaciones para dedicarse a ganadería, esto coincide con lo señalado por El Aich (1995), para las familias de Marruecos.

#### **4.1.5. El componente ganadería**

Los continuos riesgos climáticos y la falta de mercado para los forrajes y rastrojos que se producen en la unidad de producción, explican el porqué los productores de la región utilizan a la ganadería como la fuente de ingresos más segura que los cultivos agrícolas, como ha sido señalado por Devendra (1994) y Bernet *et al* (2001).

La crianza de animales domésticos en la región de estudio es más reciente que la agricultura, ya que ésta se inició con el reparto agrario en 1920. En la ganadería familiar, los productores no cuentan con la precisión de la tecnología que tienen para los cultivos agrícolas, por lo que la ganadería es más afectada por el ambiente. Los recursos utilizados son las áreas de pastoreo (agostaderos), las especies animales y a la tecnología tradicional de producción. La información del

INEGI (1987) describe a la región como utilizable para cabras en pastoreo y sin posibilidades de establecer forrajes cultivados.

El rebaño ganadero en el sistema agrosilvopastoril es de 8,7 unidades animales en promedio por unidad de producción, que está formado por animales de trabajo (3,9 cabezas de bovinos y 2,7 equinos), ovinos (15,4 cabezas) y caprinos (27,4 cabezas). La Tabla 11 presenta la información completa del rebaño promedio del área de estudio.

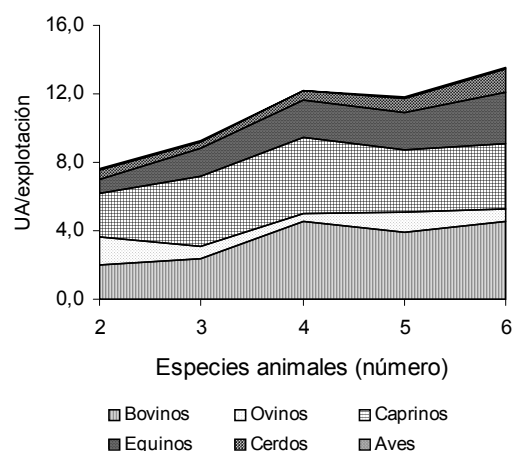
Tabla 11. Población ganadera en las unidades de producción.

Variable estudiada	% productores	Media± e.e.	Máximo	Mínimo
Bovinos (Número)	52,9	3,9±0,3	8	1
Ovinos (Número)	39,8	15,4±1,4	55	1
Caprinos (número)	64,8	27,4±1,6	69	5
Equinos (Número)	71,6	2,7±0,2	8	1
Cerdos (Número)	80,8	2,4±0,4	13	0
Aves (Número)	88,1	16,4±1,4	52	1

n=261 productores; e.e., error estandar

Para regiones colindantes con el área de trabajo, Hernández (2000) encontró que los rebaños fueron de 12,8 ovinos y 56,9 caprinos, muy diferente fue el tamaño del rebaño caprino con los datos obtenidos, pero los ovinos, animales de trabajo, cerdos y aves fueron similares.

El arreglo topológico de las especies animales dentro de la unidad de producción es de 2 a 6 especies/familia, el máximo es de 5 especies en el 37,1% de los productores (Figura 18).



UA, unidad animal

Figura 18. Estructura ganadera en las unidades de producción.

El número de unidades animales en manejo fue directamente proporcional con el número de especies animales en la unidad de producción (Figura 18). Esta combinación de varias especies de animales se presenta como una estrategia antiriesgo de los campesinos (Devendra, 1994), lo que les permite hacer frente a las condiciones de sequía que se presentan en las regiones semiáridas (El Aich, 1995). El manejo combinado de cabras con otras especies animales fue observado en España (Mateos, 1990; Mainar *et al.*, 1994; Tejón *et al.*, 1995a), Egipto (El Aich, 1995) y en México (García *et al.*, 1992 y Ruiz *et al.*, 1992), por lo que el componente ganadería familiar, es muy importante en los países en desarrollo e incluso en los desarrollados, como parte de los sistemas de producción.

### Los animales de trabajo

Analizando por separado las especies de animales que crían los productores del área de estudio, los animales de trabajo equivalen en promedio a 6,1 unidades animales por unidad de producción, que tienen como principal función:

- ~ Proporcionar fuerza de tracción para arar la tierra (yunta de bueyes y equinos).
- ~ Son el medio de transporte de productos y subproductos agrícolas, sobre todo los equinos.

Las explotaciones que crían bovinos son las que tienen la mayor cantidad de abono orgánico para la agricultura (más de 4 t/año) y los animales se venden con fines de invertir recursos económicos en la unidad de producción, como ha sido observado en las unidades de producción de Mali (Kaya *et al.*, 2000; Lupwayi *et al.*, 2000 ).

El problema observado en la cría de bovinos y equinos, desde el punto de vista técnico, es el poco tiempo que son utilizados para el trabajo durante el año (no más de 60 días por año) y el alto coste que representa la alimentación para el mantenimiento de los mismos. La mayor parte del tiempo los animales de trabajo están atados en el traspatio de la casa, por lo que su alimentación depende de los productos y subproductos que se obtienen de la agricultura. Pero desde el punto de vista social, los productores justifican su crianza por no tener que gastar dinero en efectivo para la renta de maquinaria en las labores agrícolas y como ya ha sido citado que, son los productores de bovinos los que ocupan una mejor posición social en la comunidad (Kaya *et al.*, 2000). El número de bovinos tiene correlación positiva significativa ( $p \leq 0,05$ ) con la producción de grano de maíz ( $r=0,35$ ) y rastrojo ( $r=0,25$ ).

### **Pequeños rumiantes**

Los ovinos y caprinos en la región se crían para la venta de animal adulto en el 100% de los productores, y su carne se utiliza para la elaboración de platillos regionales, principalmente para fiestas familiares y comunitarias. La importancia de los ovinos y caprinos en el entorno ecológico está dada por el papel que desempeñan como transformadores de pastos y rastrojos en carne y estiércol. La

importante contribución en la producción de alimentos (carne, leche, queso) de estas especies ha sido muy común en las discusiones sobre ganadería y desarrollo (Quiroga, 1992; Raish, 1998). Sin embargo, a nivel más particular del sistema agrosilvopastoril en el área de estudio, los ovinos y caprinos se crían para:

- 1) Transformar las malezas de corte y los rastrojos después de las cosechas agrícolas en carne y abono orgánico.
- 2) Acumular capital, para hacer frente a gastos e inversiones en la unidad de producción.
- 3) Satisfacer necesidades culturales, ya que existen eventos sociales y días festivos en que se prefiere el consumo de ovinos y caprinos al de otras especies.

Las ventajas de los ovinos y caprinos en la producción de carne, ha ganado importancia entre los productores por suministrar una distribución más segura de ingresos a través del año que los cultivos agrícolas, o que otras especies animales de mayor tamaño, como lo señalan Bernet *et al.* (2001).

### **Aves y cerdos**

Las aves y los cerdos son los animales que se crían en el traspatio de la casa. Las aves se crían por el 88,5% de explotaciones, con un promedio de 16,4 animales por familia y su cuidado depende exclusivamente de la mujer de la casa. La función que tienen en la unidad de producción es la de abastecer de carne y huevos para el consumo familiar.

Los cerdos (2,4 animales/familia) se crían con la finalidad de aprovechar los sobrantes de la cocina y parte de los excedentes de granos de la unidad de producción. Los cerdos se consumen en ocasiones especiales por la familia o bien son vendidos, transformándose en pequeñas cantidades de dinero en forma inmediata en caso de emergencias económicas.

#### 4.1.6. La integración productiva en el sistema agrosilvopastoril

En la Figura 19, se presenta un diagrama de flujo que resume las principales características del sistema agrosilvopastoril del área de estudio y las relaciones que se dan entre los componentes.

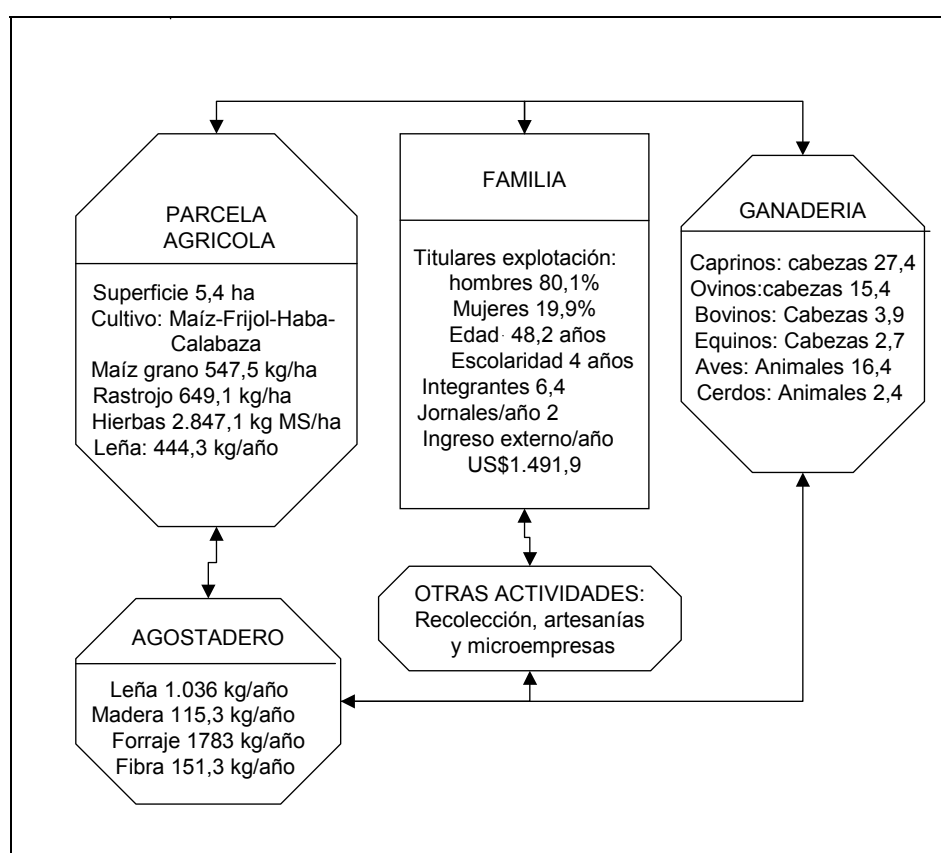


Figura 19. Representación gráfica de los componentes y relaciones del sistema de producción agrosilvopastoril.

Con el análisis realizado del sistema agrosilvopastoril bajo condiciones de subsistencia que practican los campesinos del área de estudio, éste quedó comprendido dentro de los sistemas agroforestales descritos por Nair (1989),



Gliessman (1989) y Altieri (1999). También se coincide con la complejidad de actividades que dependen del uso de la tierra y de la mano de obra para que los productores sobrevivan en las regiones frágiles (Bartra, 1982; Sansoucy, 1995; Santucci, 1995). En síntesis el sistema agrosilvopastoril del área de estudio se caracteriza por:

- ~ La producción de alimentos y el autoempleo, que son los principales medios de subsistencia de las unidades familiares en la región (explotaciones).
- ~ Los campesinos, con los amplios conocimientos que tienen del potencial productivo de las plantas y animales, del ambiente biofísico y de las políticas de estado, logran obtener de la tierra productos que requieren las familias para consumo directo y sus satisfacciones culturales.
- ~ La producción de grano de maíz y rastrojo para el autoconsumo familiar y de los animales, respectivamente, es la principal función de la agricultura.
- ~ La venta de fuerza de trabajo está medida en términos de ingreso externo a la unidad de producción.
- ~ Por el destacado papel de la mujer como titular de las unidades de producción, en los trabajos futuros se deben de incluir elementos del enfoque de género en el desarrollo, como lo ha descrito Buckland y Haleegoah (1993).

#### **4.2. Caracterización de la población de cabras**

En la caracterización de la población de las cabras del estudio se presenta la información relevante acerca de los animales adultos y de los cabritos. En los animales adultos se proporciona información relacionada con la coloración de capas, medidas zoométricas, índices zoométricos y el peso vivo. En los cabritos se presenta información de peso al nacimiento, peso al año y la ganancia de peso agrupada en diferentes fuentes de variación como son el tipo genético, sexo y estación de parto. Con la información presentada en este apartado se tendrá una

idea completa acerca de las características morfológicas y productivas de las cabras que se manejan en el sistema agrosilvopastoril de la región de estudio.

#### 4.2.1. Coloración de capas

El color de capa predominante en los caprinos de la región de estudio (Figura 20) fueron las capas castañas (33,3%), negras (16%), berrendas (6,4%), rubias (9,8%) y blancas (8%), que quedan comprendidas en la coloración de capas dominante en los caprinos (Aparicio, 1960). La frecuencia alta del color castaño se explica por los cruzamientos con Nubia y la capa negra es la dominante en los rebaños criollos. La coloración de la capa es característica en cada raza o ecotipo de cabra, así por ejemplo en España la cabra de la Sierra de Ayllón tiene predominancia de capa blanca (42,8%), pía en negro (14,2%) y gris (14,2%)(Tejón *et al.*, 1995c). En la cabra Payoya, Maldonado (1998) encontró 21 tipo de capas, con predominancia de la capa florida en negro (17,3%), florida en colorado (12,7%), sesnegra (10,2%) y nevada en sesnegro (10,2%).

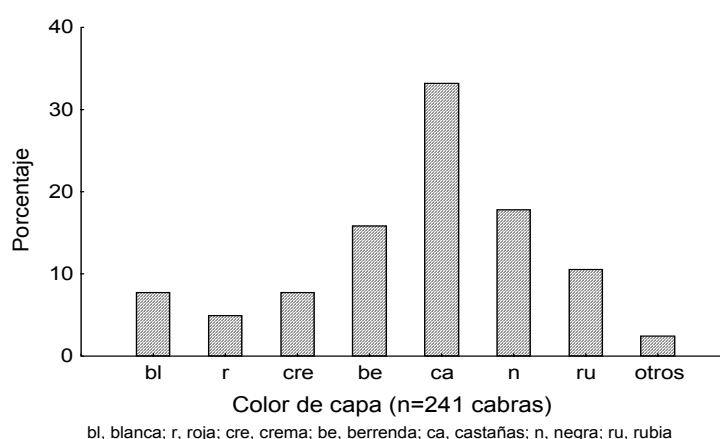


Figura 20. Coloración de la capa de los caprinos.

Para las cabras criollas de México (Hernández, 2000) indica la preferencia muy particular del productor por el color de capa rubia (24,3%), blanca (21,7%), negra (19,9%) y orita (10,9%), los colores de capa son similares con los del estudio, pero las frecuencias para cada color son diferentes. Los productores del estudio mantienen el color de capa a través de la elección del semental, ya que como señalaron Ebozoje e Ikeobi (1998), el color de la capa es altamente heredable en los caprinos.

#### **4.2.2. Caracterización zoométrica**

En la Tabla 12 se presentan los estadísticos descriptivos de las medidas de la cabeza, cuello y tronco de la población de caprinos del área de estudio. Las medidas zoométricas obtenidas son menores si se comparan con las razas Florida, Malagueña, Murciana y Canaria, criadas en condiciones extensivas y semi-intensivas en España (Herrera *et al.* 1996; Capote *et al.* 1998), pero la anchura de cabeza fue similar al de las razas Florida (12,78 cm), Granadina (12,40 cm) y Malagueña (12,84 cm) (Herrera *et al.*, 1996).

Por el valor promedio de la altura a la cruz (62,3 cm) las cabras del área de estudio son pequeñas si son comparadas con los valores de 68 a 78 cm de las razas españolas como son las cabras Verata, Blanca Serrana, Florida, Payoya, Blanca Andaluza, Negra Andaluza, Granadina, Malagueña y la agrupación de cabras Canarias (Rodero *et al.*, 1992; Herrera *et al.*, 1996; Maldonado, 1998; Capote *et al.*, 1998; Peña *et al.*, 1999). Sin embargo, valores similares de altura a la cruz (49-69 cm) tuvieron las cabras locales de Indonesia (Katsumata *et al.*, 1981), la cabra Rove de Francia (Lauvergne *et al.*, 1997; Bouchel *et al.*, 1997) y los caprinos criollos en México (Sánchez, 1993; Mellado, 1997; Hernández, 2000).

El nivel de significancia de los factores de variación de las variables zoométricas de la población total de caprinos (hembras y machos) se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12. Promedio de los valores de las variables zoométricas y nivel de significancia de los factores estudiados en la población total de caprinos.

Variables	Media±e.e. (cm)	Factores del ANOVA (n=469)				R <sup>2</sup>
		Rebaño	Tipo genético	Edad	Sexo	
Medidas de La cabeza y orejas:						
Longitud de cabeza (LCF)	14,9±0,1	***	ns	**	***	0,58
Anchura de cabeza (ACF)	12,1±0,0	***	ns	***	***	0,42
Largo de Oreja (LO)	15,3±0,1	***	***	*	***	0,64
Ancho de oreja (AO)	6,4±0,1	***	***	ns	***	0,53
Medidas del Cuello:						
Longitud región cervical (LSC)	28,2±0,2	***	**	***	***	0,53
Longitud región inferior (LIC)	21,7±0,1	***	***	***	**	0,48
Longitud anterior (AAC)	12,6±0,1	***	***	***	***	0,63
Anchura posterior (APC)	19,6±0,1	***	*	***	***	0,61
Medidas del tronco:						
Longitud del cuerpo (LC)	96,2±0,4	***	***	***	***	0,60
Longitud del tronco (LT)	51,6±0,2	***	ns	***	***	0,43
Altura dorso-esternal (ALP)	28,8±0,2	***	ns	***	***	0,39
Perímetro torácico (PT)	74,3±0,4	***	**	***	***	0,59
Perímetro posterior al abdomen (PA)	82,1±0,4	***	ns	***	***	0,57
Anchura grupa (AG)	12,3±0,1	***	ns	***	**	0,61
Longitud de grupa (LG)	13,6±0,1	***	ns	***	***	0,68
Anchura inferior grupa (AIC)	17,6±0,1	***	**	***	ns	0,40
Amplitud de tórax (AP)	12,8±0,1	***	ns	***	***	0,51
Alzada a la cruz (ACR)	62,3±0,3	***	**	***	***	0,53
Altura a la cadera (ALG)	63,1±0,3	***	**	***	***	0,57
Altura al esternón (HS)	33,5±0,2	***	***	*	***	0,48

n, número de cabras; e.e., error estandar; ns, no significativa; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*  $p \leq 0,05$ ; R<sup>2</sup>, coeficiente de regresión.

### Efecto de la ganadería

El efecto de la ganadería (rebaño) fue altamente significativa ( $p \leq 0,001$ ) en todas las variables zoométricas estudiadas, lo que es un indicador de que a pesar de que los rebaños pertenecen a productores organizados, cada productor elige en base a los recursos disponibles en la unidad de producción el número de animales a criar, el tipo genético y el manejo. El efecto rebaño también tuvo un efecto

altamente significativo en los valores de las variables zoométricas de la cabra Payoya (Maldonado, 1998). Hernández (2000) encontró que para la altura a la cruz, anchura de cabeza y perímetro torácico, el factor ganadería no tuvo efecto significativo, lo que difiere con lo encontrado en el presente estudio.

### **Efecto del sexo**

El sexo de los caprinos tuvo un efecto altamente significativo ( $p \leq 0,01$ ) en las variables zoométricas estudiadas, pero se encontró bajo nivel de significancia ( $p \leq 0,01$ ) en el largo inferior del cuello y anchura de grupa, y no hubo efecto significativo en la anchura inferior de la grupa (Tabla 13).

Los machos son más grandes que las hembras para la mayoría de las variables zoométricas estudiadas, esto también se observó entre machos y hembras en la cabra Payoya (Maldonado, 1998) y en la cabra Blanca de Borno (Mohammed y Amin, 1996). En tanto que en el estudio de Hernández (2000), no se encontró diferencia significativa en las medidas de longitud de cabeza y perímetro torácico en hembras y machos de caprinos criollos en Puebla (México).

Los coeficientes de variación, indican una mayor variabilidad de los valores de las medidas zoométricas que tienen en los machos (Tabla 13), en tanto que en las hembras, se observa una mayor uniformidad en las varianzas de los datos, esta información se debe a la eliminación de hembras improproductivas y de tamaño pequeño en los rebaños, conservando en la actualidad hembras más uniformes en las medidas del tronco y alturas, que se relacionan con el peso corporal (Mohammed y Amin, 1996). En los machos la alta variación en las medidas zoométricas se explica por el hecho de que proceden de diferentes regiones del país.

Tabla 13. Estadísticos descriptivos de las variables zoométricas por sexo de los caprinos.

Variable	Hembras (n=435)				Machos (n=34)			
	Media±e.e.	Máximo	Mínimo	CV	Media±e.e.	Máximo	Mínimo	CV
LCF	14,8±0,1 <sup>b</sup>	19,0	11,0	6,9	16,4±0,3 <sup>a</sup>	19,0	14,0	8,4
ACF	12,0±0,1 <sup>b</sup>	14,5	10,5	5,5	13,2±0,2 <sup>a</sup>	14,5	11,5	7,3
LO	15,1±0,1 <sup>b</sup>	25,5	11,0	13,1	18,6±1,0 <sup>a</sup>	24,5	12,5	22,6
AO	6,3±0,1 <sup>b</sup>	10,0	5,0	10,8	7,4±0,3 <sup>a</sup>	9,0	6,0	14,7
LSC	28,1±0,2 <sup>b</sup>	41,5	19,5	9,9	31,2±0,5 <sup>a</sup>	34,0	27,0	6,4
LIC	21,6±0,1 <sup>b</sup>	30,0	15,5	9,8	23,6±0,8 <sup>a</sup>	30,0	17,5	14,1
AAC	12,5±0,1 <sup>b</sup>	18,0	10,0	8,7	15,2±0,5 <sup>a</sup>	19,5	11,5	14,1
APC	19,4±0,1 <sup>b</sup>	26,0	14,0	9,6	22,9±0,7 <sup>a</sup>	30,0	18,5	12,8
LC	95,8±0,4 <sup>b</sup>	123,0	79,0	7,1	102,8±1,5 <sup>a</sup>	110,0	90,0	5,9
LT	51,4±0,2 <sup>b</sup>	66,0	39,5	7,6	54,8±1,4 <sup>a</sup>	66,5	46,5	10,5
ALP	28,7±0,2 <sup>b</sup>	44,5	18,0	9,6	31,1±0,8 <sup>a</sup>	37,5	25,0	10,2
PT	74,1±0,4 <sup>b</sup>	91,0	49,5	7,7	78,0±1,5 <sup>a</sup>	87,0	69,0	7,8
PA	81,9±0,4 <sup>b</sup>	102,0	66,5	7,8	85,2±1,5 <sup>a</sup>	96,0	73,0	7,1
AG	12,3±0,1 <sup>b</sup>	17,5	9,0	11,6	12,8±0,4 <sup>a</sup>	17,5	11,0	12,7
LG	13,5±0,1 <sup>b</sup>	17,0	11,0	9,1	14,6±0,4 <sup>a</sup>	17,5	12,0	9,9
AIC	17,6±0,1 <sup>a</sup>	21,5	12,5	8,1	18,2±0,3 <sup>a</sup>	21,0	16,5	7,3
AP	12,7±0,1 <sup>b</sup>	21,0	9,5	12,1	14,4±0,5 <sup>a</sup>	19,5	12,0	12,6
ACR	61,9±0,3 <sup>b</sup>	79,5	51,0	6,6	69,5±1,5 <sup>a</sup>	83,0	60,0	8,8
ALG	62,6±0,2 <sup>b</sup>	79,0	54,0	6,0	69,8±1,4 <sup>a</sup>	81,0	61,0	7,8
HS	33,2±0,2 <sup>b</sup>	42,0	26,5	7,3	38,5±0,9 <sup>a</sup>	45,5	33,0	9,4

n, cabras; e.e., error estándar; CV, Coeficiente de variación; <sup>ab</sup> letra diferente en los renglones indican diferencia estadística significativa ( $P \leq 0,05$ ); Longitud de cabeza (LCF); anchura de cabeza (ACF); largo de Oreja (LO); ancho de oreja (AO); longitud región cervical (LSC); longitud región inferior (LIC); anchura unión a la cabeza (AAC); anchura posterior (APC); longitud del cuerpo (LC); longitud del tronco (LT); altura dorso-esternal (ALP); perímetro torácico (PT); perímetro posterior al vientre (PA); anchura grupa (AG); longitud de grupa (LG); anchura inferior grupa (AIC); amplitud de tórax (AP); alzada a la cruz (ACR); altura a la cadera (ALG); Altura al esternón (HS).

### **Efecto tipo genético**

Para la población total de caprinos, el factor tipo genético fue altamente significativo ( $p \leq 0,001$ ) en la longitud de oreja, ancho de oreja, largo inferior de cuello, longitud anterior de cuello, longitud del cuerpo y altura al esternón, aunque éstas son variables de poca importancia productiva; fue significativo ( $p \leq 0,01$ ) en variables que tienen relación con el tamaño de los animales como son el perímetro torácico y la altura a la cruz; no tuvieron efecto significativo en las variables que se han relacionado con la definición del perfil racial (longitud de cabeza y anchura de cabeza) y con el tamaño del cuerpo (altura dorso-esternal anchura de grupa y altura a la cadera).

La Tabla 14 presenta los valores de las 19 variables zoométricas por el tipo genético de las hembras, en donde se observa que las cabras criollas son las que tienen la menor variabilidad en relación con el error estándar (e.e.<0,5), esto es debido a la tendencia de los campesinos para dejar como pie de cría a las cabras de mayor tamaño, dado que la venta es a "bulto" y el precio se determina por el tamaño del animal. El tamaño, como lo citó Aparicio (1960), es la apreciación fenotípica de la corpulencia del animal. La alta variabilidad en los valores de las medidas zoométricas de la cabra Nubia y las cruzas puede ser debida a la diferente procedencia de las hembras y los machos utilizados como pie de cría.

Las medidas zoométricas de las cabras Nubia fueron significativamente más altas ( $p \leq 0,05$ ) comparadas con las cabras criollas y sus cruzas, con excepción de la longitud del tronco. Las cabras Nubia tienen una altura a la cruz de 65,1 cm, que está 10 cm por debajo del indicado por el estándar racial (Reinhardt y Hall, 1978). Sin embargo, las cruzas mostraron similares valores en las medidas zoométricas relacionadas con el tamaño con los animales de tipo criollo, lo que se puede atribuir a la baja adaptación de las cruzas al ambiente de la región como se

encontró en los cruzamientos de la cabra Red Sokoto con razas puras en África (Olayiwole y Adu, 1988).

Tabla 14. Comparación de los valores zoométricos (cm) por tipo genético de las cabras.

Variable	Criolla (n=170)	Cruzas (n=229)	Nubia (n=36)
	Media±e.e.	Media±e.e.	Media±e.e.
<b>Medidas de La cabeza y orejas:</b>			
Longitud de cabeza (LCF)	14,5±0,1 <sup>c</sup>	15,1±0,1 <sup>b</sup>	15,6±0,4 <sup>a</sup>
Anchura de cabeza (ACF)	12,0±0,1 <sup>b</sup>	12,1±0,1 <sup>ab</sup>	12,3±0,2 <sup>a</sup>
Largo de Oreja (LO)	14,2±0,1 <sup>c</sup>	16,2±0,2 <sup>b</sup>	17,8±0,6 <sup>a</sup>
Ancho de oreja (AO)	6,1±0,0 <sup>c</sup>	6,6±0,1 <sup>b</sup>	7,4±0,3 <sup>a</sup>
<b>Medidas del Cuello:</b>			
Longitud región cervical (LSC)	27,7±0,2 <sup>b</sup>	27,9±0,2 <sup>b</sup>	33,0±0,9 <sup>a</sup>
Longitud región inferior (LIC)	20,9±0,1 <sup>b</sup>	22,5±0,2 <sup>a</sup>	23,3±0,7 <sup>a</sup>
Longitud anterior (AAC)	12,2±0,1 <sup>c</sup>	12,8±0,1 <sup>b</sup>	13,9±0,4 <sup>a</sup>
Anchura posterior (APC)	18,8±0,1 <sup>c</sup>	20,1±0,2 <sup>b</sup>	21,4±0,4 <sup>a</sup>
<b>Medidas del tronco:</b>			
Longitud del cuerpo (LC)	94,3±0,5 <sup>c</sup>	97,5±0,7 <sup>b</sup>	102,2±2,5 <sup>a</sup>
Longitud del tronco (LT)	50,9±0,3 <sup>a</sup>	51,9±0,4 <sup>a</sup>	52,8±1,3 <sup>a</sup>
Altura dorso-esternal (ALP)	28,2±0,2 <sup>b</sup>	29,6±0,3 <sup>b</sup>	29,2±1,0 <sup>a</sup>
Perímetro torácico (PT)	73,1±0,4 <sup>b</sup>	75,2±0,6 <sup>b</sup>	78,9±1,7 <sup>a</sup>
Perímetro posterior abdomen (PA)	80,6±0,5 <sup>b</sup>	83,5±0,7 <sup>ab</sup>	86,1±2,0 <sup>a</sup>
Anchura grupa (AG)	11,9±0,1 <sup>b</sup>	12,4±0,1 <sup>b</sup>	14,8±0,4 <sup>a</sup>
Longitud de grupa (LG)	17,3±0,1 <sup>b</sup>	17,9±0,1 <sup>b</sup>	18,9±0,4 <sup>a</sup>
Anchura inferior grupa (AIC)	13,1±0,1 <sup>c</sup>	14,3±0,1 <sup>a</sup>	13,7±0,3 <sup>b</sup>
Amplitud de tórax (AP)	12,5±0,1 <sup>b</sup>	12,7±0,1 <sup>b</sup>	15,4±0,5 <sup>a</sup>
Alzada a la cruz (ACR)	60,7±0,3 <sup>b</sup>	63,4±0,4 <sup>a</sup>	65,1±1,4 <sup>a</sup>
Altura a la cadera (ALG)	61,3±0,3 <sup>c</sup>	64,3±0,4 <sup>b</sup>	66,8±1,2 <sup>a</sup>
Altura al esternón (HS)	32,6±0,2 <sup>b</sup>	33,8±0,2 <sup>b</sup>	35,9±0,7 <sup>a</sup>

n, cabras; e.e., error estándar; <sup>abc</sup> letra diferente en los renglones indican diferencia estadística significativa (p<0,05)

En términos generales, las medidas zoométricas de las cruzas tuvieron valores intermedios entre los valores de las cabras criollas y Nubia, pero no hubo diferencia significativa con la criolla en medidas que se relacionan directamente con el tamaño como son longitud del tronco (50,9 cm en criolla y 51,9 cm en cruzas), altura a la cruz (60,7 cm en criolla y 63,43 cm en cruzas) y altura dorso-esternal (28,2 cm en criolla y 29,6 cm en cruzas). La introducción de sementales



Nubios no tuvo la respuesta esperada en las cruzas, que se puede explicar por la baja calidad genética de los sementales introducidos (comparado con el estándar racial) y al ambiente semiárido de la región de trabajo.

Al ser tratadas las variables zoométricas mediante análisis discriminante canónico se encontró que el 90,6%, el 72,9% y el 94,4% de las cabras fueron clasificadas correctamente en los tipos genéticos criolla, cruza y Nubia, respectivamente (Tabla 15). Por lo que la clasificación *a priori* por tipo genético es aceptable, aunque fue alto el error de clasificación en las cruza. Pero la poca certeza en la clasificación de las cruza no le resta validez a la utilización del tipo genético de las cabras en los estudios zoométricos en el sistema agrosilvopastoril de la región.

Tabla 15. Clasificación y nivel de error de las cabras por tipo genético.

Tipo genético	Criolla	Cruza	Nubia
Criolla	90,6*	9,4	0
Cruzas	25,8	72,9	1,3
Nubia	5,6	0	94,4
Nivel de error	0,094	0,271	0,056
Porcentaje inicial	39,1	52,6	8,3

\* Porcentaje

El método de análisis discriminante por pasos para la selección de variables, encontró que el ancho y longitud de grupa, profundidad de pecho y altura a la cadera son el subconjunto de variables que mejor discriminan a los tres tipos genéticos de cabras del estudio. Cada una de estas variables es significativa ( $p \leq 0,01$ ). Las variables que mejor discriminan a la población de cabras del estudio difieren de las que fueron encontradas por Herrera *et al.* (1996) en la clasificación de cabras lecheras y carniceras en España, lo que indica que cada población tiene variables zoométricas con diferentes valores.

Con el análisis discriminante canónico se determinó que las dos primeras funciones canónicas estandarizadas (CAN1 y CAN2) son estadísticamente

significativas ( $p \leq 0,01$ ), lo que sugiere que la dimensionalidad del espacio alternativo es dos. También se encontró que las dos primeras variables canónicas explican 100% de la variabilidad total de las variables zoométricas de las cabras en estudio.

Las variables que mejor discriminaron a la población de hembras fueron la altura a cadera (0,72), ancho de grupa (0,69), longitud de cabeza (0,27) y altura dorso-esternal o profundidad de tórax (0,37) (Tabla 16). La longitud de cabeza, ya había sido encontrada como una de las variables que mejor discriminaron a poblaciones de razas Blanca Andaluza, Florida, Granadina, Malagueña y Negra Andaluza en España (Herrera *et al.*, 1996) y en las cabras criollas de México (Hernández, 2000). Las medidas de la grupa, no habían sido mencionadas como las variables que mejor discriminan, sin embargo, para el caso del estudio tuvieron importante contribución. La profundidad de tórax, que fue importante en la segunda función discriminante, ya había sido indicada por Bouchel *et al.* (1997), como una medida apropiada en la discriminación de poblaciones de la cabra Rove en Francia.

Tabla 16. Coeficientes de las funciones canónicas estandarizadas de las medidas zoométricas en la población de cabras.

Variable	CAN1	CAN2
Longitud de cabeza (LCF)	0,273	0,217
Anchura de cabeza (ACF)	-0,146	-0,066
Longitud del cuerpo (LC)	0,187	-0,494
Alzada a la cruz (ACR)	0,018	-0,404
Altura a la cadera (ALG)	0,716	0,459
Altura dorso-esternal (ALP)	-0,341	0,369
Longitud del tronco (LT)	-0,243	-0,123
Perímetro torácico (PT)	-0,159	-0,320
Perímetro posterior al abdomen (PA)	-0,279	0,082
Ancho de grupa (AG)	0,691	-0,061
Longitud de grupa (LG)	-0,047	1,068
Anchura inferior grupa (AIC)	-0,075	0,024
Amplitud de tórax (AP)	0,235	-0,383

CAN1, CAN2 son funciones canónicas.

La distribución de la población de hembras en el espacio canónico bidimensional se presenta en la Figura 21, donde se puede observar que las cabras criollas se localizan en el lado izquierdo, las cabras Nubia en el extremo derecho y las cruza en parte central-superior. Pero existe mucho solapamiento de las poblaciones, sobre todo entre las cabras criollas y las cruza, lo que indica que las poblaciones de hembras no son discriminadas completamente por las variables zoométricas estudiadas.

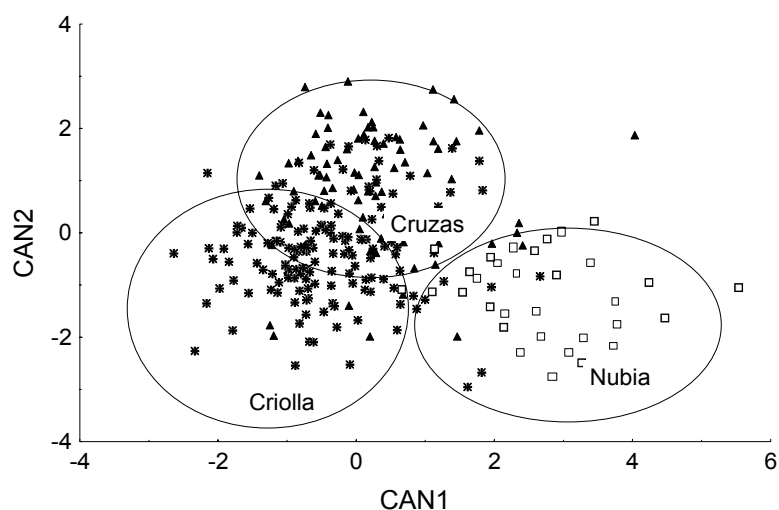


Figura 21. Distribución de la población de cabras en el espacio canónico bidimensional.

### Efecto de la edad

La edad de las hembras tuvo un efecto altamente significativo en la mayoría de los valores de las variables zoométricas, con excepción de la longitud de cabeza, longitud de oreja y altura al esternón que tuvieron un nivel de significancia más bajo ( $P \leq 0,01$ ) y en el caso del ancho de oreja no hubo diferencia significativa. La Tabla 17 presenta los valores promedio de las medidas zoométricas en la población de cabras por edad. Los valores promedio de las medidas zoométricas más altos corresponden lógicamente a las cabras de 4 a 5 años; este aumento del

tamaño de los animales con la edad ya ha sido señalado por Mohammed y Amin (1996) para la cabra Blanca de Borno y por Bouchel *et al.* (1997) para la cabra Rove.

#### 4.2.3. Índices zoométricos

Los índices de caracterización racial estimados son el índice corporal, índice cefálico e índice de proporcionalidad (Tabla 18). En el caso del índice corporal no hubo diferencia significativa entre hembras (69,5) y machos (70,1), lo que indica una uniformidad de los animales en cuanto a su relación de las medidas de longitud del tronco y perímetro torácico, siendo los caprinos del estudio brevilíneos de acuerdo a los criterios usados por Agraz (1976); resultados similares encontró Hernández (2000) en cabras criollas en Puebla (México). Las cabras españolas tienen un índice corporal de 88 a 101 y son definidas de mediolíneas a longilíneas (Rodero *et al.*, 1992; Maldonado, 1998; Peña *et al.*, 1999), valores que son muy superiores a los del presente estudio.

El índice cefálico (81,6 en hembras y 80,7 en machos) queda comprendido en el tipo braquicéfalo definido por Agraz (1976), siendo mayor el tamaño de la cabeza de las cabras españolas con índice cefálico de 50 a 67 (Rodríguez *et al.*, 1990; Rodero *et al.*, 1992; Maldonado, 1998; Peña *et al.*, 1999) o la cabra criolla en Puebla (México) 64,4 en machos y 59,86 en hembras. El índice de proporcionalidad fue de 83,15 en hembras y 79,08 en machos, lo que refuerza la característica brevilínea de los caprinos del área de estudio.

Los índices relacionados con la aptitud cárnica son: índice de profundidad relativa del tórax, índice pelviano, índice pelviano transversal, índice pelviano longitudinal, índice de compacidad y el índice de peso relativo que se presentan en la Tabla 18.

Tabla 17. Medidas zoométricas (cm) por edad de la población de hembras.

Variable	1,5 años (n=108)	2 años (n=93)	3 años (n=110)	4 años (n=70)	5 años (n=54)
	Media±e.e.	Media±e.e.	Media±e.e.	Media±e.e.	Media±e.e.
LCF	14,1±0,1 <sup>d</sup>	14,8±0,1 <sup>c</sup>	14,8±0,1 <sup>bc</sup>	15,4±0,1 <sup>ab</sup>	15,7±0,2 <sup>a</sup>
ACF	11,6±0,1 <sup>d</sup>	11,9±0,1 <sup>cd</sup>	12,1±0,1 <sup>bc</sup>	12,4±0,1 <sup>ab</sup>	12,6±0,1 <sup>a</sup>
LO	14,8±0,2 <sup>b</sup>	16,0±0,3 <sup>a</sup>	14,6±0,2 <sup>b</sup>	14,8±0,3 <sup>b</sup>	15,4±0,3 <sup>ab</sup>
AO	6,2±0,1 <sup>b</sup>	6,6±0,1 <sup>a</sup>	6,2±0,1 <sup>b</sup>	6,3±0,1 <sup>ab</sup>	6,6±0,2 <sup>a</sup>
LSC	26,8±0,3 <sup>c</sup>	27,8±0,4 <sup>c</sup>	28,1±0,3 <sup>c</sup>	29,1±0,3 <sup>b</sup>	30,2±0,5 <sup>a</sup>
LIC	20,7±0,2 <sup>b</sup>	21,1±0,2 <sup>b</sup>	21,6±0,2 <sup>ab</sup>	22,6±0,3 <sup>a</sup>	22,8±0,6 <sup>a</sup>
AAC	12,0±0,1 <sup>c</sup>	12,4±0,1 <sup>bc</sup>	12,4±0,1 <sup>bc</sup>	13,0±0,1 <sup>ab</sup>	13,4±0,3 <sup>a</sup>
APC	18,5±0,2 <sup>c</sup>	19,2±0,2 <sup>b</sup>	19,5±0,2 <sup>b</sup>	20,5±0,3 <sup>a</sup>	20,4±0,4 <sup>a</sup>
LC	91,3±0,6 <sup>d</sup>	95,3±0,9 <sup>c</sup>	95,9±0,7 <sup>c</sup>	99,8±0,9 <sup>b</sup>	102,3±1,4 <sup>a</sup>
LT	49,0±0,4 <sup>c</sup>	51,4±0,4 <sup>b</sup>	51,6±0,4 <sup>b</sup>	53,2±0,6 <sup>ab</sup>	54,0±1,0 <sup>a</sup>
ALP	27,4±0,2 <sup>c</sup>	29,2±0,5 <sup>ab</sup>	28,6±0,3 <sup>bc</sup>	29,3±0,3 <sup>ab</sup>	30,4±0,7 <sup>a</sup>
PT	70,3±0,4 <sup>d</sup>	74,2±0,7 <sup>bc</sup>	74,1±0,7 <sup>c</sup>	77,3±0,7 <sup>ab</sup>	79,0±1,2 <sup>a</sup>
PA	77,3±0,6 <sup>c</sup>	81,9±0,8 <sup>b</sup>	82,8±0,7 <sup>b</sup>	85,3±0,9 <sup>ab</sup>	86,6±1,4 <sup>a</sup>
AG	11,7±0,1 <sup>c</sup>	12,2±0,2 <sup>bc</sup>	12,3±0,2 <sup>bc</sup>	12,6±0,2 <sup>b</sup>	13,3±0,3 <sup>a</sup>
LG	17,0±0,2 <sup>b</sup>	17,9±0,2 <sup>a</sup>	17,6±0,2 <sup>ab</sup>	17,7±0,2 <sup>ab</sup>	18,4±0,3 <sup>a</sup>
AIC	12,9±0,1 <sup>b</sup>	13,8±0,2 <sup>a</sup>	13,4±0,2 <sup>ab</sup>	14,0±0,2 <sup>a</sup>	14,0±0,3 <sup>a</sup>
AP	12,3±0,2 <sup>b</sup>	12,7±0,2 <sup>ab</sup>	13,0±0,2 <sup>ab</sup>	12,8±0,2 <sup>ab</sup>	13,3±0,3 <sup>a</sup>
ACR	59,8±0,4 <sup>c</sup>	62,7±0,6 <sup>ab</sup>	61,8±0,4 <sup>bc</sup>	62,7±0,5 <sup>ab</sup>	64,5±1,2 <sup>a</sup>
ALG	60,9±0,4 <sup>c</sup>	63,4±0,5 <sup>ab</sup>	62,4±0,4 <sup>bc</sup>	63,7±0,5 <sup>ab</sup>	64,6±1,0 <sup>a</sup>
HS	32,5±0,3 <sup>b</sup>	33,5±0,3 <sup>ab</sup>	33,2±0,3 <sup>ab</sup>	33,3±0,3 <sup>ab</sup>	34,1±0,6 <sup>a</sup>

n, cabras; e.e., error estándar; <sup>abc</sup> letra diferente en los renglones indican diferencia estadística significativa (P<0,05); Longitud de cabeza (LCF); anchura de cabeza (ACF); largo de Oreja (LO); ancho de oreja (AO); longitud región cervical (LSC); longitud región inferior (LIC); anchura unión a la cabeza (AAC); anchura posterior (APC); longitud del cuerpo (LC); longitud del tronco (LT); altura dorso-esternal (ALP); perímetro torácico (PT); perímetro posterior al vientre (PA); anchura grupa (AG); longitud de grupa (LG); anchura inferior grupa (AIC); amplitud de tórax (AP); alzada a la cruz (ACR); altura a la cadera (ALG); Altura al esternón (HS).

Tabla 18. Estadísticos descriptivos de los índices zoométricos para hembras y machos caprinos

Variable	Hembras (n=435)				Machos (n=34)			
	Media± e.e.	Máximo	Mínimo	CV	Media± e.e.	Máximo	Mínimo	CV
I.C. racial:								
IC	69,5±0,3 <sup>a</sup>	95,3	54,8	7,0	70,1±0,9 <sup>a</sup>	76,4	64,2	5,2
ICE	81,6±0,3 <sup>a</sup>	109,1	65,8	6,1	80,7±1,2 <sup>a</sup>	93,3	73,7	5,8
IPRO	83,2±0,4 <sup>b</sup>	103,4	62,2	6,9	78,8±1,5 <sup>a</sup>	92,5	69,9	7,4
I.A. cárnica:								
IPRT	46,4±0,2 <sup>b</sup>	56,7	31,9	5,5	44,7±0,5 <sup>a</sup>	47,8	41,2	4,8
IP	91,0±0,7 <sup>a</sup>	123,1	72,7	12,1	89,0±3,6 <sup>a</sup>	125,0	74,2	16,0
IPETR	19,8±0,1 <sup>b</sup>	27,6	15,7	10,4	18,5±0,6 <sup>a</sup>	25,0	16,0	12,8
IPELO	21,9±0,1 <sup>b</sup>	25,6	17,5	6,9	21,0±0,3 <sup>a</sup>	23,5	18,1	6,0
ICOMP	48,4±0,6 <sup>a</sup>	73,9	24,6	18,9	52,3±2,5 <sup>a</sup>	74,8	39,6	19,4
IPREL	48,4±0,6 <sup>a</sup>	73,9	24,6	18,9	52,3±2,5 <sup>a</sup>	74,8	39,6	19,4
I.A. motriz:								
ICOREL	120,8±0,5 <sup>b</sup>	160,8	96,7	6,9	127,5±2,3 <sup>a</sup>	143,0	108,1	7,2

n, cabras; e.e., error estándar; C.V., coeficiente de variación; <sup>a bc</sup>, letras diferentes en los renglones indican diferencia estadística significativa (P>0,05);

I.C. racial, Índice de valor en diagnosis racial: corporal (IC); cefálico (ICE); proporcionalidad (IPRO)

I.A. cárnica, Índice de aptitud cárnica: profundidad relativa del tórax (IPRT); pelviano (IPE);

pelviano transversal (IPETR); pelviano longitudinal (IPELO); compacidad (ICOMP); peso relativo (IPREL)

I.A. motriz, Índice de aptitud motriz: cortedad relativa (ICOREL)

El índice de compacidad (58,28 en hembras y 68,11 en machos) y el índice de peso relativo (48,39 en hembras y 54,05 en machos) tuvieron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) para el sexo de los animales y quedan comprendido en el rango (50 a 110) de cabras carniceras como lo señaló Agraz (1976). El rango del índice de compacidad (48,4 a 99,40) está dentro de lo encontrado por Hernández (2000) para cabras criollas en Puebla (México). El valor del índice de profundidad relativa del tórax (46,35 en hembras y 44,53 en machos) es similar al estimado en la cabra Blanca Serrana (45,9) (Rodero *et al.*, 1992) y la cabra Verata (44,9) (Rodríguez *et al.*, 1990) que son de tipo carnicero. El desarrollo pelviano fue mayor en las hembras que en los machos, propio de su función reproductiva, como señaló Rodríguez *et al.* (1990).

Comparando todos los índices relacionados con la aptitud cárnica se puede agregar que aún falta hacer mucho trabajo para igualar los índices de las cabras de la región de estudio con los índices de las razas especializadas en la producción de carne.

Los valores promedios del índice de cortedad relativa (120 en hembras y 127,5 en machos), que se relaciona con la aptitud motriz, indican que los caprinos del área de estudio tienen extremidades largas, que como señalaron Larbi y Oji (2002), esto es típico en las cabras adaptadas para caminar largas jornadas en el Sahel africano. Menores fueron los índices (105) en la cabra Verata (Rodríguez *et al.*, 1990), que es de aptitud carne-leche y adaptada al pastoreo en áreas de montaña. En el estudio de Bouchel *et al.* (1997) le denominan índice de gracilidad (IG) a la relación entre altura a la cruz y altura al esternón, teniendo los valores un rango de 103 a 128, teniendo los animales más jóvenes extremidades más largas que los animales adultos, y es una adaptación a zonas de ambientes adversos, tendencia similar presentan los datos del índice de cortedad relativa de este estudio.

#### 4.2.4. Modelo morfoestructural

La Tabla 19 agrupa las correlaciones de las variables zoométricas estudiadas y se muestra que en la población total de caprinos éstas fueron positivas y significativas ( $p \leq 0,001$ ), con valores de coeficientes de correlación ( $r$ ) superiores a 0,6; lo que sugiere que existe la posibilidad de simplificar el control morfológico, ya que un mínimo de mediciones, permite definir correctamente a los animales como lo han señalado Rodríguez *et al.* (1990) para la cabra Verata. Por otro parte, la alta correlación entre las variables representa una armoniosidad de la población de caprinos estudiada, lo que coincide con lo señalado también por Hernández (2000) para otras poblaciones caprinas.

Para la población de hembras (Tabla 20), se sigue manteniendo la armoniosidad mostrada en la población total de caprinos, en donde las correlaciones son también significativas y positivas ( $p \leq 0,001$ ). Las correlaciones encontradas son diferentes de los resultados obtenidos por Hernández (2000), que encontró correlaciones muy bajas entre la mayoría de las variables zoométricas en las cabras criollas de regiones cercanas al área de estudio. Lo anterior refuerza la poca varianza de las medidas zoométricas en las cabras bajo estudio, y esto explica el interés que han tenido los productores para desechar de los rebaños a las cabras y sementales de tamaño más pequeño, dejando sólo aquellos animales con una mayor altura a la cruz y longitud del tronco, escogidos dentro de los criollos y animales cruzados.

En la población de sementales (Tabla 21) las correlaciones positivas y significativas ( $p \leq 0,05$ ) se mantienen, pero aumentan las correlaciones bajas y no significativas si las comparamos con los valores de  $r$  para las hembras, lo que sugiere que los machos son una población más heterogénea, manteniendo los productores como criterio de selección a la altura a la cruz y el peso corporal.



Tabla 19. Correlación de las variables zoométricas en la población total de caprinos.

Variable	PESO	LCF	ACF	LC	LT	ALP	PT	PA	AG	LG	AIC	AP	ACR	ALG
LCF	0,72*	1												
ACF	0,58	0,62	1											
LC	0,81	0,73	0,58	1										
LT	0,73	0,60	0,49	0,66	1									
ALP	0,68	0,56	0,44	0,60	0,53	1								
PT	0,82	0,67	0,53	0,76	0,65	0,63	1							
PA	0,86	0,65	0,50	0,74	0,63	0,62	0,81	1						
AG	0,56	0,45	0,33	0,46	0,39	0,36	0,56	0,55	1					
LG	0,71	0,61	0,40	0,69	0,50	0,57	0,62	0,61	0,30	1				
AIC	0,63	0,52	0,32	0,61	0,52	0,48	0,59	0,59	0,53	0,50	1			
AP	0,53	0,46	0,37	0,53	0,35	0,35	0,54	0,50	0,64	0,33	0,51	1		
ACR	0,72	0,68	0,55	0,70	0,58	0,82	0,63	0,62	0,44	0,66	0,56	0,50	1	
ALG	0,73	0,68	0,55	0,75	0,58	0,68	0,66	0,65	0,48	0,70	0,58	0,57	0,90	1
HS	0,50	0,55	0,45	0,54	0,42	0,33	0,40	0,38	0,36	0,51	0,43	0,46	0,81	0,78

\* Todas las correlaciones son significativas ( $p \leq 0,001$ ); Longitud de cabeza (LCF); anchura de cabeza (ACF); longitud del cuerpo (LC); longitud del tronco (LT); altura dorso-esternal (ALP); perímetro torácico (PT); perímetro posterior al vientre (PA); anchura grupa (AG); longitud de grupa (LG); anchura inferior grupa (AIC); amplitud de torax (AP); alzada a la cruz (ACR); altura a la cadera (ALG); Altura al esternón (HS)

Tabla 20. Correlación de las variables zoométricas en la población de hembras.

Variable	PESO	LCF	ACF	LC	LT	ALP	PT	PA	AG	LG	AIC	AP	ACR	ALG
LCF	0,70*	1												
ACF	0,55	0,55	1											
LC	0,81	0,71	0,56	1	0									
LT	0,70	0,57	0,45	0,65	1									
ALP	0,65	0,53	0,41	0,57	0,48	1								
PT	0,81	0,67	0,52	0,76	0,62	0,61	1							
PA	0,87	0,65	0,50	0,74	0,60	0,61	0,81	1						
AG	0,56	0,45	0,30	0,47	0,37	0,35	0,56	0,55	1					
LG	0,70	0,59	0,37	0,67	0,47	0,54	0,59	0,60	0,31	1				
AIC	0,62	0,51	0,30	0,60	0,50	0,45	0,57	0,58	0,52	0,48	1			
AP	0,49	0,41	0,32	0,50	0,29	0,28	0,52	0,47	0,63	0,29	0,50	1		
ACR	0,71	0,62	0,49	0,67	0,54	0,82	0,62	0,62	0,45	0,64	0,55	0,42	1	
ALG	0,72	0,62	0,48	0,74	0,54	0,66	0,67	0,66	0,49	0,69	0,58	0,51	0,87	1
HS	0,45	0,44	0,36	0,48	0,36	0,24	0,36	0,36	0,36	0,46	0,42	0,39	0,76	0,71

\* Todas las correlaciones son significativas ( $p \leq 0,001$ ); Longitud de cabeza (LCF); anchura de cabeza (ACF); longitud del cuerpo (LC); longitud del tronco (LT); altura dorso-esternal (ALP); perímetro torácico (PT); perímetro posterior al vientre (PA); anchura grupa (AG); longitud de grupa (LG); anchura inferior grupa (AIC); amplitud de tórax (AP); alzada a la cruz (ACR); altura a la cadera (ALG); Altura al esternón (HS).

Tabla 21. Correlación de las variables zoométricas en la población de machos.

Variable	PESO	LCF	ACF	LC	LT	ALP	PT	PA	AG	LG	AIC	AP	ACR	ALG
LCF	0,77**	1												
ACF	0,61*	0,74**	1											
LC	0,75**	0,75**	0,47*	1										
LT	0,88***	0,71**	0,49*	0,64*	1									
ALP	0,83***	0,62*	0,26 <sup>ns</sup>	0,76**	0,83***	1								
PT	0,91***	0,66**	0,52*	0,74**	0,88***	0,85***	1							
PA	0,81***	0,79**	0,49*	0,75**	0,87***	0,72**	0,81***	1						
AG	0,50*	0,43 <sup>ns</sup>	0,53*	0,10 <sup>ns</sup>	0,58*	0,41 <sup>ns</sup>	0,48*	0,39 <sup>ns</sup>	1					
LG	0,73**	0,60*	0,30 <sup>ns</sup>	0,83***	0,57*	0,74**	0,74**	0,58*	0,08 <sup>ns</sup>	1				
AIC	0,77**	0,76**	0,48*	0,74**	0,75**	0,83***	0,80**	0,71**	0,51*	0,76**	1			
AP	0,66**	0,50*	0,24 <sup>ns</sup>	0,49*	0,67**	0,74**	0,61*	0,68**	0,63*	0,33 <sup>ns</sup>	0,63	1		
ACR	0,76**	0,74**	0,30 <sup>ns</sup>	0,82***	0,73**	0,89***	0,70**	0,72**	0,39 <sup>ns</sup>	0,76**	0,84	0,75**	1	
ALG	0,72**	0,74**	0,33 <sup>ns</sup>	0,82***	0,67**	0,83***	0,61*	0,71**	0,33 <sup>ns</sup>	0,70**	0,80	0,74**	0,96***	1
HS	0,57*	0,71**	0,28 <sup>ns</sup>	0,73**	0,50*	0,62**	0,45 <sup>ns</sup>	0,59*	0,31 <sup>ns</sup>	0,64*	0,69	0,63*	0,91***	0,90***

\*\*\* nivel de significancia ( $p \leq 0,001$ ); \*\* nivel de significancia ( $p \leq 0,01$ ); \* nivel de significancia ( $p \leq 0,05$ ); Longitud de cabeza (LCF); anchura de cabeza (ACF); longitud del cuerpo (LC); longitud del tronco (LT); altura dorso-esternal (ALP); perímetro torácico (PT); perímetro posterior al vientre (PA); anchura grupa (AG); longitud de grupa (LG); anchura inferior grupa (AIC); amplitud de tórax (AP); alzada a la cruz (ACR); altura a la cadera (ALG); Altura al esternón (HS).

#### 4.2.5. Peso corporal de animales adultos

El peso vivo en la población de caprinos adultos (machos y hembras) y en las hembras por separado se presenta en la Figura 22, en donde se observa que los machos son más pesados que las hembras a las diferentes edades. Las hembras mantienen una tendencia a incrementar su peso vivo con la edad. Las cabras Nubia de uno y dos años tienen un peso vivo mayor que las hembras de tres y cuatro años, esto se puede atribuir a un mejor programa de manejo en los animales más jóvenes.

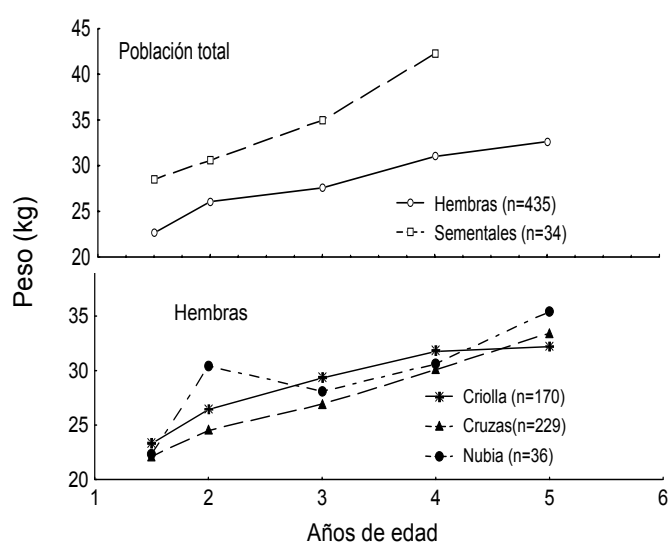


Figura 22. Variación del peso con la edad de los animales adultos.

El tratamiento estadístico de los datos del peso vivo de la población total de caprinos tuvo diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) para el factor sexo, tipo genético y edad (Tabla 22). Los machos pesaron 31,4 kg y las hembras 27,2 kg. Por el tipo genético, el tipo Nubia (30,7 kg) tuvo un peso más alto ( $p \leq 0,05$ ) en comparación con la criolla y las cruzas. El peso de la cabra Nubia está muy por debajo del

indicado para el estándar racial que es de 59 kg en hembras (Reinhardt y Hall, 1979). Por la edad, los animales de 1,5 años pesaron 9 kg menos que los animales de 5 años, que representa un 27,4% mas bajo (Tabla 22).

Tabla 22. Medias de mínimos cuadrados del peso vivo para los caprinos adultos.

FACTOR Variable	n	Media± e.e	Máximo	Mínimo	CV
Población total					
Sexo:					
Hembras	435	27,2±0,3 <sup>b</sup>	54,0	11,7	26,5
Machos	34	31,4±1,8 <sup>a</sup>	57,2	13,5	32,8
Tipo genético:					
Criollo	176	27,8±0,5 <sup>b</sup>	47,0	11,7	23,5
Nubia	46	30,7±1,5 <sup>a</sup>	57,2	17,7	32,0
Cruzas	247	26,7±0,5 <sup>b</sup>	49,5	13,6	28,4
Edad:					
1,5 años	122	23,3±0,5 <sup>c</sup>	45,0	11,7	23,2
2 años	105	26,6±0,7 <sup>b</sup>	57,2	13,5	28,8
3 años	115	27,9±0,6 <sup>b</sup>	47,0	17,8	23,8
4 años	71	31,3±0,8 <sup>a</sup>	48,6	20,8	22,4
5 años	56	32,9±1,1 <sup>a</sup>	54,0	19,0	24,9
Población de hembras					
Tipo genético:					
Criollas	170	27,7±0,5 <sup>a</sup>	45,6	11,7	22,8
Nubias	36	28,8±1,5 <sup>a</sup>	54,0	17,7	30,7
Cruzas	229	26,6±0,5 <sup>a</sup>	49,5	13,6	28,3
Edad					
1,5 años	108	22,6±0,5 <sup>c</sup>	35,0	11,7	21,7
2 años	93	26,1±0,7 <sup>b</sup>	48,5	13,8	25,5
3 años	110	27,6±0,6 <sup>b</sup>	43,6	17,8	22,6
4 años	70	31,0±0,8 <sup>a</sup>	46,9	20,8	21,7
5 años	54	32,6±1,1 <sup>a</sup>	54,0	19,0	25,1

n, cabras; e.e., error estándar; C.V., coeficiente de variación;  
<sup>a b c</sup> letras diferentes en los factores indican diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ )

Para la población de hembras no se encontró diferencia estadística significativa para el peso vivo por tipo genético. Para la edad hubo diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre las hembras, el peso vivo se incrementó linealmente hasta los cinco años de edad, siendo el peso vivo a los 1,5 años el 72.2% del peso

que se tiene a los 5 años; coincidiendo con los resultados de Katongole *et al.* (1996) para la cabra Tswana que se explota en ambientes difíciles de Botswana. En la población de hembras, las cabras criollas (27,8 kg) y las cruzas (26,7 kg) tuvieron un peso similar a los encontrados por Madubi *et al.* (2000) en las cabras criollas de Tanzania (25,4 a 29,9 kg en hembras) y menor fue el peso de las cabras Blancas de Borno (21,6 kg) estudiadas por Mohammed y Amin (1996). La cabra Verata, de aptitud carne-leche, tuvo un peso mucho mayor (45,97 kg) (Rodríguez *et al.*, 1990) si se comparan los pesos registrados en el estudio.

En las cruzas, éstas tuvieron el menor peso vivo en la población de cabras estudiadas, sin embargo, Montaldo *et al.* (1995) encontraron una respuesta significativa en el peso vivo de las cruzas de cabras Nubia en condiciones de estabulación en México.

### **La relación del peso corporal con las variables zoométricas**

Por el peso vivo y la altura a la cruz, las cabras de la región de estudio pueden ser clasificadas como de tamaño medio, de acuerdo a los criterios de clasificación de Devendra y McLeroy (1982), similar al de las razas locales de ambientes difíciles, producto de la interacción de los animales con el medio natural y un manejo tradicional (Sánchez, 1993; Katongole *et al.*, 1996; Mohammed y Amin, 1996; Madubi *et al.*, 2000; Hernández, 2000).

La longitud del tronco, altura a la cruz, perímetro torácico y perímetro posterior al abdomen predicen con buena precisión el peso vivo de los diferentes tipos genéticos de cabras, existiendo una relación lineal entre el peso vivo y las anteriores variables zoométricas en los tres tipos genéticos (Figura 23).

El análisis de regresión múltiple encontró que las cabras criollas tuvieron una alta correlación ( $r^2=0,84$ ) del peso vivo (PV) con respecto a la longitud del tronco (LT) y

perímetro posterior al abdomen (PA), estimando la siguiente ecuación de predicción:

$$PV \text{ (kg)} = [0,3327LT + 0,611PA] - 52,927$$

(p≤0,01)            (p≤0,01)            (p≤0,01)

Para las cruzas hubo una correlación muy alta ( $r^2=0,92$ ) entre el peso vivo (PV) y las medidas de la longitud del tronco (LT) y el perímetro posterior al abdomen (PA). La siguiente ecuación puede ser utilizada para estimar el peso vivo (PV) en las cruzas:

$$PV \text{ (kg)} = [0,4179LT + 0,6208PA] - 59,927$$

(p≤0,01)            (p≤0,01)            (p≤0,01)

Para las cabras Nubia hubo también una muy buena ecuación de predicción ( $r^2=0,92$ ) para estimar el peso vivo (PV) a partir de la longitud del tronco (LT) y la altura a la cruz (ACR), con la ecuación siguiente:

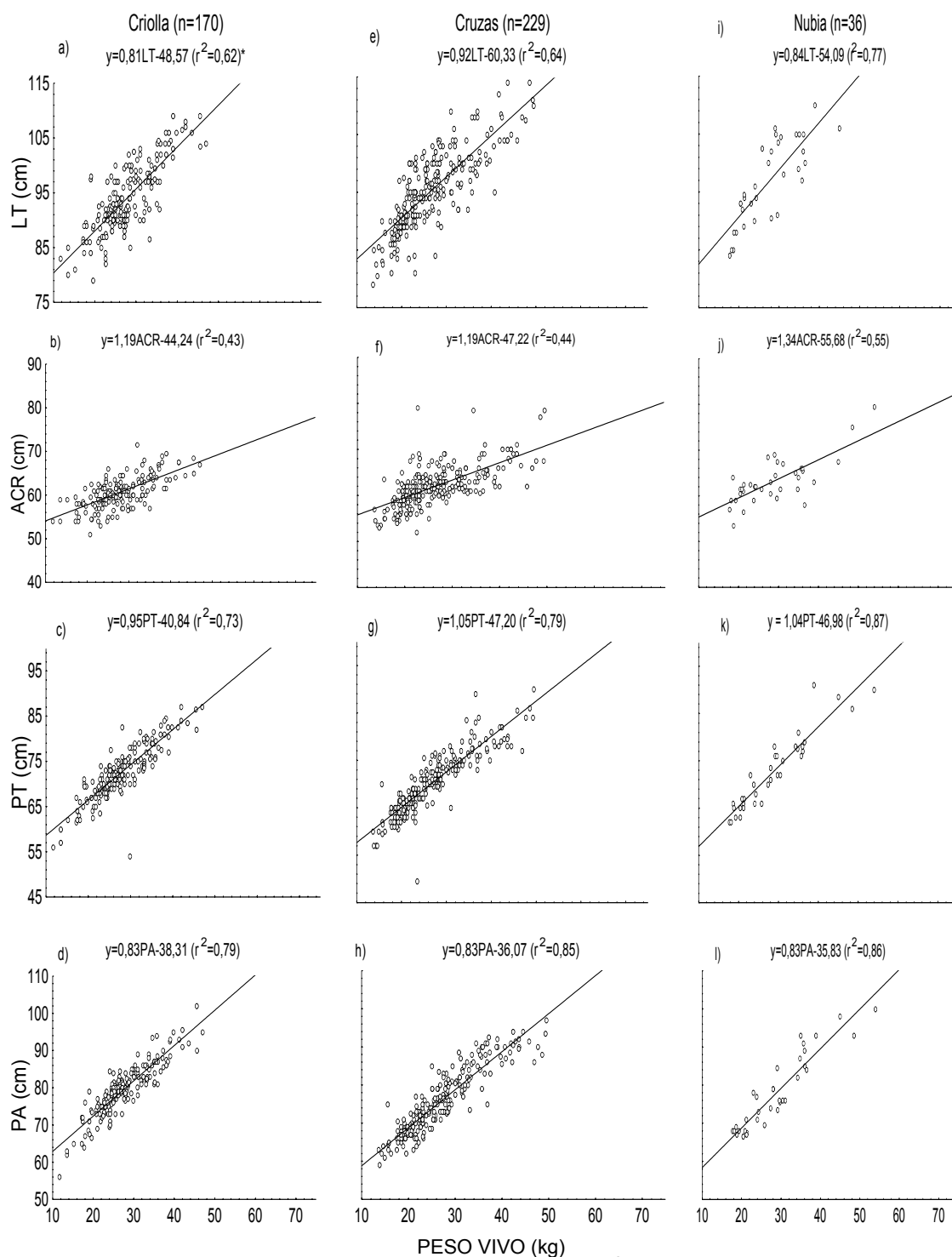
$$PV \text{ (kg)} = [0,3396LT + 0,7202ACR] - 56,96$$

(p≤0,01)            (p≤0,01)            (p≤0,01)

Por la alta relación entre el peso vivo y los valores de las medidas zoométricas, se coincide con los resultados obtenidos para las cabras Blancas de Borno (Mohammed y Amin, 1996), en que el uso de las variables zoométricas puede ser un importante apoyo para futuras investigaciones que requieran estimar el peso vivo de los caprinos.

#### **4.2.6. Dinámica del peso corporal de cabritos**

En este apartado se presenta la información de la dinámica del peso corporal desde el nacimiento hasta el año de edad y la ganancia diaria de peso de los cabritos.



\* Parámetros de las ecuaciones son significativos ( $p \leq 0,01$ ); el valor  $R^2$  es ajustado; LT, longitud de tronco, ACR, alzada a la cruz; PT, perímetro torácico; PA, perímetro abdominal.

Figura 23. Relación entre peso vivo y variables zoométricas en cabras criollas, cruzas y Nubia.



### Peso al nacimiento

En el peso al nacimiento se estudió la influencia del tipo genético, el sexo de las crías y la estación de cría (Tabla 23). Para el tipo genético se encontró que el peso al nacimiento de las crías Nubia (3,31 kg) fue significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ) que el de las crías criollas (2,6 kg). El peso al nacimiento de las cruas (2,97 kg) fue intermedio entre la criolla y la Nubia, pero no fue significativamente diferente.

Tabla 23. Media de mínimos cuadrados del efecto tipo genético, sexo y estación de cría en el peso al nacimiento de los cabritos.

Factor Variable	n	Peso al nacer (kg) Media±e.e
Tipo genético		
Criollo	169	2,60±0,10 <sup>b</sup>
Cruzas	85	2,97±0,17 <sup>ab</sup>
Nubia	100	3,31±0,14 <sup>a</sup>
Sexo		
Hembras	151	2,73±0,13 <sup>b</sup>
Machos	203	3,21±0,10 <sup>a</sup>
Estación de cría		
Invierno	180	2,53±0,11 <sup>b</sup>
Primavera	41	2,89±0,11 <sup>b</sup>
Verano	68	3,35±0,13 <sup>a</sup>
Otoño	65	3,09±0,14 <sup>ab</sup>

n, cabritos; e.e., error estandar; <sup>ab</sup> Letra diferente en los factores indican diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ )

Comparados con otros estudios, el peso al nacimiento de los cabritos criollos del área de estudio fue similar al peso de 2,7 kg al nacimiento de las cabras criollas de Rwanda (Mourad y Anous, 1998), pero fue mayor al peso de 1,5 kg en las cabras criollas de Túnez (Nefzaoni y Abdouli, 1995), de las cabras Kambing

Katjang en Malasia (Zari y Scappini, 1996) y de las cabras criollas de Venezuela (2,3 kg) (Pariacote, 1992).

El peso al nacimiento de las crías de cabras Nubia del presente estudio son similares a los de la cabra Nubia en Venezuela (3,6 kg) (Pariacote, 1992) y fueron mayores para el peso de las crías de Nubia en Malasia (2,5 kg) (Zari y Scappini, 1996) y en México (2,73 kg) (Mellado y Morales, 1988).

El peso al nacimiento de las cruas en este estudio fue más alto que los 2,7 kg registrados para las cruas de Nubia en el estudio de Mellado y Morales (1988).

En el efecto del sexo de los cabritos, se encontró que los machos son más pesados que las hembras al nacimiento (Tabla 23), esto se ha encontrado en la mayoría de los estudios revisados (El Aich, 1995; Nefzaoni y Abdouli, 1995; Mourad y Anous, 1998). En promedio, en el estudio las hembras pesaron 2,73 kg y los machos 3,21 kg, peso similar se encontraron en la cabra Pastoreña en México (2,8 kg en machos y 2,6 kg en hembras) (Sierra *et al.*, 1997), y menor fue el peso encontrado por Tejón *et al.* (1995c) en la cabra de Ayllón (2,2 kg en hembras y 2,4 kg en machos).

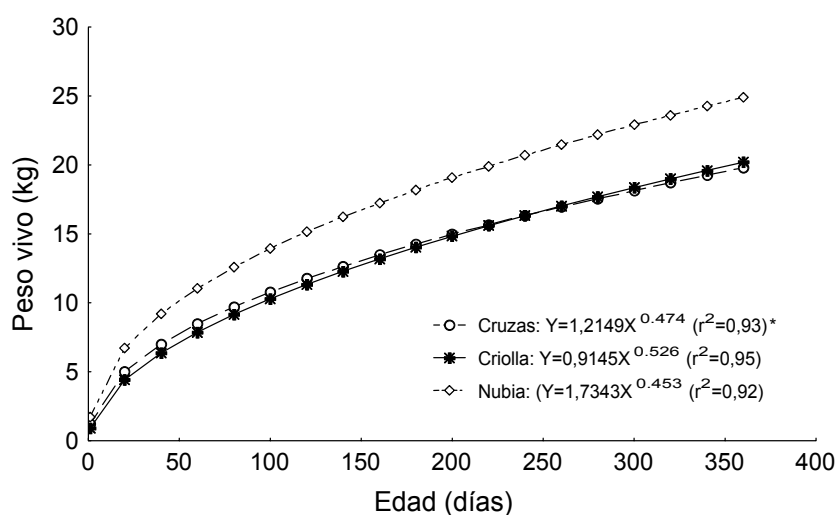
La estación de cría tuvo un efecto significativo en el peso al nacimiento, las crías nacidas en el verano (3,35 kg) y otoño (3,09 kg) fueron significativamente más pesadas que aquellas nacidas en invierno (2,53 kg) o primavera (2,89 kg) (Tabla, 23). Esta diferencia puede ser explicada por coincidir el último tercio de gestación con la alta cantidad de forraje y de buena calidad existente durante la estación de lluvias (junio-noviembre), y como señalaron Galina *et al.* (1998), que los caprinos que utilizan la vegetación nativa en pleno crecimiento cubren sus requerimientos nutricionales.

## Peso al año

Los cuadrados medios para el peso vivo a la edad de 325 días fueron de 22,72 kg en cabras Nubia, 21,77 kg en cruzas y de 19,05 kg en las cabras criollas, sin encontrar diferencia significativa entre los tres tipos genéticos.

El peso al año de las cabras criollas fue similar con el peso de las cabras de Asia como la Jamnapari (16,7 kg), Nativa Coreana (20,93 kg) y la cabra Sirohi (19,7 kg) estudiadas por Son (1999). En África, se encontraron pesos similares con la cabra Landim de Mozambique (21,6 kg) (Tejón *et al.*, 1995e) y fueron mas bajos los pesos de las cabras enanas (14,6 kg) y Alpinas (18,5 kg) estudiadas por Mourad y Anous (1998).

En la Figura 24 se observa que la curva del crecimiento estimada de las crías Nubia tiende a estar por encima de los cabritos criollos y las cruzas.



\*X, días de edad;  $r^2$ , es valor ajustado; el nivel de significancia de los parámetros ( $p \leq 0,01$ ).

Figura 24. Dinámica del peso corporal de caprinos en crecimiento por tipo genético.

La comparación de la dinámica del crecimiento por sexo de las crías se presenta en la Figura 25. Las crías macho tienden a ser más pesados que las hembras, las ecuaciones de predicción tienen una alta probabilidad para la predicción del peso vivo en base a la edad ( $p \leq 0,01$  y  $r^2 \geq 0,90$ ), como variable dependiente.

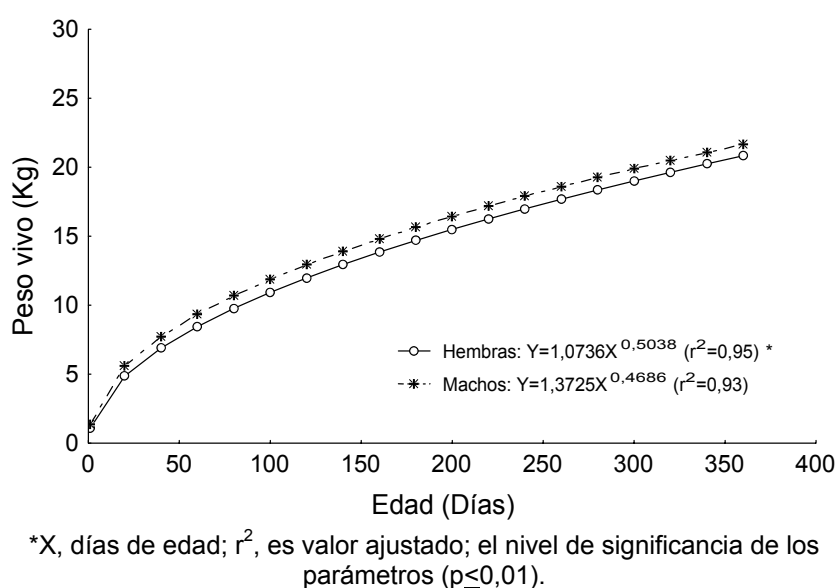
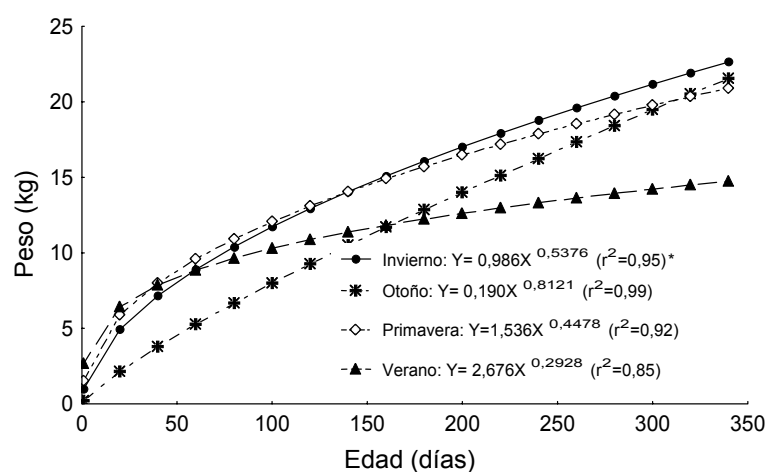


Figura 25. Dinámica del peso corporal para hembras y machos caprinos en crecimiento.

Las ecuaciones de predicción del peso vivo de las crías por estación de parto se presenta en la Figura 26, donde se observa que el crecimiento de los cabritos hasta el año de edad tiene una alta correlación ( $r^2 \geq 0,85$ ) y nivel de significancia ( $p \leq 0,01$ ) para las cuatro estaciones del año. Los cabritos nacidos en el verano y otoño fueron las que tuvieron el más pobre comportamiento, al coincidir su desarrollo con la época de mayor escasez de forraje durante el invierno y parte de la primavera.



\*X, días de edad;  $r^2$ , es valor ajustado; el nivel de significancia de los parámetros ( $p \leq 0,01$ ).

Figura 26. Dinámica del peso corporal de caprinos en crecimiento por estación de nacimiento.

### Ganancia diaria de peso

La ganancia diaria de peso desde el nacimiento hasta el año de edad fue de 55 g para cabritos criollos, 60 g para las cruzas, y 63 g para las Nubia, no encontrándose diferencias significativas entre los tipos genéticos en estudio. En otros estudios de condiciones ambientales parecidas, se han encontrado similares o menores ganancias de peso, como los 41 g/día en cabras enanas africanas (Ebozoje e Ikeobi, 1998), 63,7 g/día en las cabras Blanca de Borno (Mohammed y Amin, 1996) y de 35 a 55 g/día en las cabras locales de Marruecos (El Aich, 1995), todas criadas en condiciones de sistemas tradicionales y con limitaciones de alimentación. Esto muestra que las cabras del estudio tienen una baja capacidad de producción de carne, pero es compensada por su capacidad de poder desarrollarse en ambientes difíciles y como fue señalado por Rege (1996), que para incrementar la productividad de carne en condiciones de los sistemas tradicionales se debe de considerar la mejora de las cabras criollas mediante programas de selección.

### 4.3. Caracterización y análisis de las explotaciones caprinas

#### 4.3.1. Tamaño del rebaño

El tamaño de los rebaños fue de 27,4 animales en promedio y el 67,1% de las explotaciones tenían entre 20 y 40 caprinos (Figura 27). Los rebaños tienen el tamaño característicos de las áreas agrícolas con alta densidad de población y reducida superficie de tierra, como ha sido señalado en diversos estudios sobre explotaciones con menos de 40 cabras en áreas de minifundio en Turquía (Tuncel y Rehber, 1995), Argelia (Taferrant *et al.*, 1995) y Argentina (Lucifero *et al.*, 1996). Los rebaños del estudio son muy pequeños si se comparan con los rebaños extensivos de 600 a 1000 cabras en Turquía (Tuncel y Rehber, 1995) y de 150 a 500 cabras en México (Ruiz *et al.*, 1992), España (Mateos, 1990; Caballero y Carrión, 1993; Tejón *et al.*, 1995a) y Argentina (Bedoti, 2000).

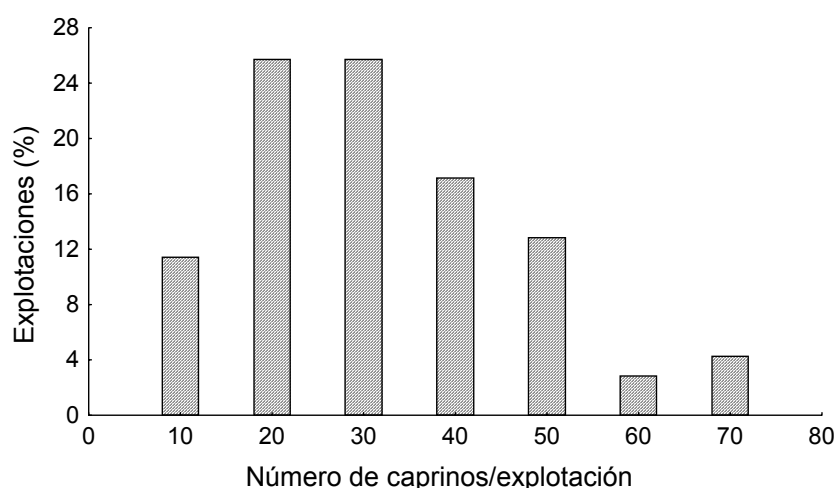


Figura 27. Tamaño del rebaño de caprinos.

La Tabla 24 presenta las medias de cuadrados mínimos para el tamaño de rebaño por tipo genético de cabra y nivel tecnológico. La agrupación por tipo genético tuvo diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre los rebaños que crían cruzas (17,4 cabras) contra los que tienen criollo (28,2 cabras) y Nubia (40 cabras). En la práctica, ésta diferencia se explica por ser los rebaños con cruzas los que están en proceso de formación, y las explotaciones que crían criollo y Nubia corresponden a productores con más antigüedad en la cría de cabras (más de 15 años).

Tabla 24. Media de cuadrados mínimos para tamaño de rebaño por tipo genético de las cabras y nivel tecnológico.

Variable	n	Media±e.e.	Máximo	Mínimo
<b>Tipo genético:</b>				
Criollo	37	26,80±2,8 <sup>b</sup>	69.00	5.00
Cruzas	22	21,00±3,1 <sup>b</sup>	36.00	6.00
Nubia	11	40,81±5,4 <sup>a</sup>	66.00	21.00
<b>Nivel tecnológico:</b>				
Tradicional	21	24,1±4,3 <sup>b</sup>	62.00	5.00
Transicional	26	31,67±3,5 <sup>a</sup>	69.00	8.00
Mínimo insumos	23	32,81±3,2 <sup>a</sup>	66.00	10.00

n, explotaciones; e.e., error estandar; <sup>ab</sup> letra diferente en los factores indican diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ )

En las explotaciones agrupadas por el nivel tecnológico, las de mínimo insumos (32,15 caprinos) tuvieron diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) contra las explotaciones de manejo tradicional (18,5 caprinos) y transicional (25,83 caprinos).

En los dos casos de agrupación de las explotaciones, por tipo genético y nivel tecnológico, se observa una relación directamente proporcional entre el nivel de pureza en las cabras y el nivel tecnológico con un mayor tamaño de rebaño, que se puede explicar por una mayor orientación de la producción al mercado, como

ha sido señalado para sistemas agrícolas y ganaderos tradicionales (Rymon y Or, 1991; de la Barra y Holmberg, 1996; Bernet *et al.*, 2001).

La estructura del rebaño promedio está integrado por hembras (60,4%), machos (3,7%) y animales en crecimiento (35,9%), proporciones similares tuvieron la estructura de los rebaños estudiados por García *et al.* (1992), pero diferente a la de los rebaños que se orientan a la producción de leche y cabrito, ya que tienen una tendencia a mantener una mayor proporción de hembras de cría (Tejón *et al.*, 1995a).

#### **4.3.2. Infraestructura**

La infraestructura utilizada para el manejo de los caprinos consiste en alojamientos sencillos, como ya ha sido señalado por Baró (1984) y Sánchez y Sánchez (1995) para explotaciones caprinas españolas. Para el caso del estudio, el 75,7 % de las explotaciones tienen instalaciones rústicas construidas de acuerdo a las recomendaciones técnicas y el 24,3% restante tiene instalaciones incompletas. El corral está construido de madera-tabique (41,4%), madera (24,3%), madera-piedra (20,0%) y tabique-malla (14,3%); similares materiales se han indicado en el estudio de Pulido *et al.* (1995a) en España. El área techada, es generalmente pequeña (Mateos, 1990), para el caso de la región está cubierta con lámina metálica o asbesto (60%), teja (11,4%) y en el 28,6% sólo tienen una área de sombra.

#### **4.3.3. Mano de obra para el manejo de animales**

La mano de obra empleada en el manejo de los caprinos en el sistema agrosilvopastoril implica a toda la familia, al igual que en otros sistemas de subsistencia. Así, el 48,6% de las explotaciones son manejadas por hombres, el 20% por mujeres, el 14% por niños y el resto por una combinación de los tres tipos de personas, como ya fue señalado por García *et al.* (1992) para rebaños en la



región central de México. Pero en rebaños con más de 50 cabras es el propietario el responsable del cuidado de los caprinos (Hernández, 2000).

La definición de quién manejará el rebaño de caprinos es parte de la complejidad de la toma de decisiones que se da en el interior de la unidad de producción, para asegurar su funcionamiento y mantener la diversidad de actividades productivas para la subsistencia de la familia (Mainar *et al.*, 1994; Ortuño, 1994; Pulido *et al.*, 1995c).

Las unidades de trabajo hombre (UTH) utilizadas para el manejo de los caprinos es menor a la unidad, es decir, el pastor además del cuidado de los animales realiza al mismo tiempo otras actividades, como son el corte de leña y el trabajo en la parcela agrícola. Al agrupar las explotaciones por el tipo genético de cabras (Tabla 25), los rebaños con cabras Nubia son significativamente ( $p \leq 0,01$ ) los que utilizan la mayor cantidad de UTH (0,54), y la menor mano de obra se utiliza en las explotaciones con cruzas (0,40 UTH) y con cabras criollas (0,48 UTH). En la práctica este hecho se explica por la mayor especialización en las explotaciones que tienen cabras Nubia, que destinan un pastor para el manejo del rebaño. En las explotaciones que crían cruzas, los caprinos se semi-estabulan en la época de escasez de forraje (invierno y principio de primavera), lo que reduce la utilización de mano de obra, y en las cabras criollas, los productores juntan los animales de varios rebaños para el pastoreo.

Al dividir los rebaños por el nivel tecnológico, se encontró que la mayor cantidad de UTH (0,56) se tuvo en las explotaciones de mínimo insumos que tuvieron diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) con las UTH utilizadas en las explotaciones transicionales y tradicionales; esto se explica por la decisión en el interior de las unidades de producción de que exista una persona dedicada al manejo del rebaño para un mejor cuidado del mismo, como fue observado por Hernández (2000).

Tabla 25. Media aritmética y medias de cuadrados mínimos para las UTH utilizadas en los rebaños.

Explotaciones	n	Media±e.e.	Máximo	Mínimo
Media aritmética	70	0,40±0,5	0,90	0,10
Tipo genético de cabras:				
Criollo	37	0,48±0,04 <sup>b</sup>	0,90	0,10
Cruzas	22	0,38±0,05 <sup>b</sup>	0,90	0,20
Nubia	11	0,54±0,06 <sup>a</sup>	0,90	0,30
Nivel tecnológico:				
Tradicional	21	0,34±0,06 <sup>b</sup>	0,70	0,10
Transicional	26	0,49±0,05 <sup>b</sup>	0,90	0,20
Mínimo insumos	23	0,56±0,05 <sup>a</sup>	0,90	0,20

n, explotaciones; e.e., error estandar; <sup>ab</sup> letra diferente en los factores indican diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.3.4. Alimentación

Los alimentos y la alimentación de los caprinos en pastoreo se ha estudiado en una diversidad de condiciones ecológicas por varios autores (Sánchez, 1988; Dayenoff, 1998; Galina *et al.*, 1998), en los que ha quedado de manifiesto la capacidad de las cabras para aprovechar los recursos disponibles. En el sistema agrosilvopastoril bajo estudio se sigue la misma tendencia, los caprinos utilizan como fuente de alimentación el agostadero (55,6%), agostadero-rastrojos (29,6%) y agostadero-parcela agrícola (14,8%), como se presenta en la Figura 28, ya que éstos son los recursos disponibles. Pero es conveniente señalar que la mayor parte de los rebaños con manejo tradicional continúan realizando un uso extractivo de la vegetación nativa de las áreas de pastoreo. Pero si a lo anterior se agrega que es cada vez mayor el número de campesinos que cría ganado, con la finalidad de mantener su *status* social como lo señaló Kaya *et al.* (2000) para el caso de Mali, a los productores tradicionalistas no les queda otra alternativa más que cambiar a un sistema de mínimo insumos en el corto plazo.

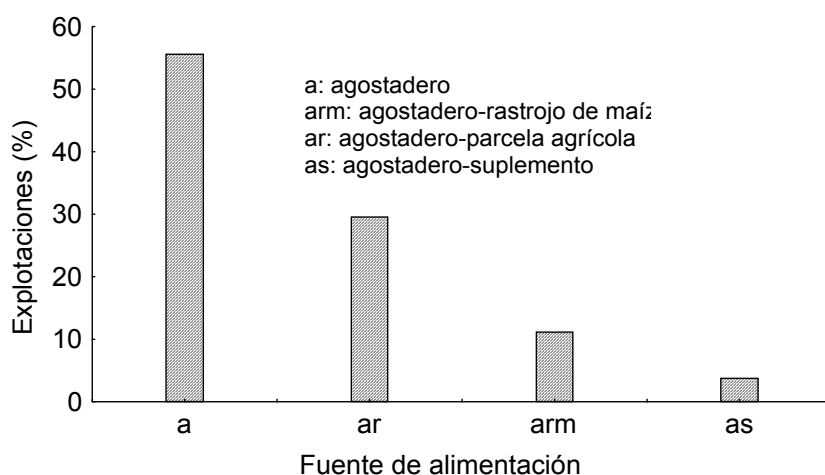


Figura 28. Fuente de alimentación de los caprinos.

### Manejo del pastoreo

El manejo del pastoreo ha sido un tema que ha despertado mucho interés en los sistemas pastoriles, sobre todo en aquellos que están orientados a la producción comercial de caprinos (Galina *et al.*, 1998), en tanto que los sistemas tradicionales se caracterizan por el desarrollo de estrategias de alimentación para asegurar una producción estable del sistema (Sánchez, 1988). Para el manejo del pastoreo los productores tienen tres modalidades:

- a) El uso de un pastor por rebaño: Se utiliza en el 62,9 % de las explotaciones; esto es lo más común en las explotaciones con más de 50 cabras, como fue señalado por Hernández (2000).
- b) Juntar varios rebaños: Se realiza en el 28,6% de las explotaciones, los productores mezclan varios rebaños para el pastoreo, se hace con los rebaños que tienen pocos caprinos y que el uso de un pastor por rebaño no se justifica.
- c) Pastoreo restringido: Se utiliza en el 8,6% de las explotaciones y depende de la disponibilidad de mano de obra y la disponibilidad de forraje. En la

época de abundancia de forraje los caprinos se mantienen atados en las parcelas cercanas a la casa y en la época seca pastorean con horarios restringidos.

La Tabla 26 presenta algunas características del manejo del pastoreo. La hora de salida es de las 8 a 13 horas, horario que es característico de los rebaños con pastoreo extensivo (Mateos, 1990, Caballero y Carrión, 1993; Tejón *et al.*, 1995a). Las horas de pastoreo son muy flexibles, con un rango de 4 a 11 horas, como ya ha sido citado en otros estudios (Martínez, 1992; García *et al.*, 1992). Las distancias recorridas fueron en promedio de 3,2 km/día, distancia que queda comprendida entre los rangos mencionados por Falagán *et al.* (1995) y Moyano *et al.* (1993) para rebaños caprinos en España.

Tabla 26. Horario de pastoreo y kilómetros recorridos.

Variable	Media±e.e.	Máximo	Mínimo
Hora de salida	9:20±0,10	13,0	8,0
Hora de regreso	16:10±0,10	19,0	15,0
Horas de pastoreo	9,3±0,20	11,0	4,0
Km recorridos	3,2±0,20	6,0	1,0

n=70 explotaciones; e.e., error estándar

### Insumos utilizados

En la suplementación de los caprinos, los productores utilizan los insumos producidos en el interior de la unidad de producción como son el grano de maíz (61,4%) y los rastrojos (92,9%), como ya fue señalado para estudios realizados en México por Martínez (1992) y García *et al.* (1992). En la estrategia de suplementación que siguen los productores se coincide con lo señalado por Tuncel y Rehber (1995) y Landau *et al.* (1995), en el sentido de que ésta se realiza en la época de escasez de forraje para evitar pérdidas por muertes de los animales.

Los insumos externos más utilizados en los rebaños (Tabla, 27) fueron la sal común (100%), salvado (30%), melaza (18,6%), alfalfa (15,7%) y gallinaza (15,7%), que de acuerdo con los estudios de Mateos (1990), Ortuño (1994) y Pulido *et al.* (1995a), cada productor suele utilizar los que tiene más disponibles. La cantidad total de granos utilizados no es superior a los 200 kg/cabra/año, que es muy baja si se compara con los trabajos de Tuncel y Rehber (1995), Landau *et al.* (1995) y Tejón *et al.* (1995a) que mencionan una cantidad de más de 300 kg/cabra/año, lo que indica una orientación de las explotaciones hacia la utilización de los excedentes de la producción agrícola como fuente de suplementación, más que a una dependencia de insumos externos para la alimentación de los animales.

Tabla 27. Insumos utilizados en la suplementación de los caprinos.

Insumos (kg)	n	Media±e.e	Máximo	Mínimo
Maíz grano	43	200,9±26,5	700,0	15,0
Salvado	21	104,8±21,6	375,0	12,8
Alfalfa verde	11	182,8±21,9	365,0	100,0
Sal común	70	18,8±1,5	49,0	0,8
Gallinaza	11	97,6±23,0	300,0	1,0
Melaza	13	106,3±19,5	200,0	1,0
Maíz rastrojo	65	735,5±75,6	2400,0	15,0
Mineral comercial	8	8,5±1,4	12,0	2,0

n, explotaciones; e.e., error estándar

En el sistema actual de producción, las cabras Nubia requieren, para evitar pérdidas, suplemento alimenticio en la época crítica del año o por el estado fisiológico de los animales, aunque esta práctica es común en condiciones de manejo de cabras lecheras (Galina *et al.* 1998), pero no en la producción de caprinos de criollos en México (Ramírez y Mellado, 1996).

#### 4.3.5. Reproducción

El manejo reproductivo ha sido una de las prácticas de manejo que más atención han prestado los productores. La reposición de las hembras y machos para pie de cría varía con el tipo genético de los caprinos en la explotación:

- a) En los rebaños con cabras criollas (52,92% de las explotaciones), no existe un programa de reemplazo definido, tanto que todas las crías pueden ser seleccionadas como futuras reproductoras. El mayor cuidado se tiene en la selección del semental con criterios como el mejor porte, corpulencia y alzada a la cruz.
- b) En los rebaños que tienen cruza (31,4 % de las explotaciones), los productores tienen preferencia por las crías que tienen fenotipo Nubia sobre el criollo y los sementales se compran de otros rebaños criadores de raza introducida.
- c) Los rebaños con tipo genético Nubia (15,7% de las explotaciones), seleccionan a las hembras del propio rebaño de acuerdo con las características fenotípicas de la raza, sólo el 3,8% de los productores compran hembras de reposición y el semental en el 100% de los casos se compra de otros rebaños.

Los criterios que siguen los productores del sistema agrosilvopastoril para la elección de las hembras son la altura a la cruz (100% de las explotaciones), el color de la capa (15,7%) y crías que proceden de partos dobles (47,1%). La selección por criterios fenotípicos es común en los sistemas tradicionales bajo otras condiciones de manejo como lo señalan Rabasco *et al.* (1992) y Galai (1995). El porcentaje de reposición fue del 7,5%, aunque las hembras para reposición también se pueden destinar a la venta antes de alcanzar la edad reproductiva. El porcentaje de reposición encontrado es menor al de explotaciones comerciales, éstas últimas llegan a tener tasas de reposición del 10 al 30% (Mateos, 1990; Mainar *et al.*, 1994; Tejón *et al.*, 1995c).

La edad al primer empadre fue de 9 a 11 meses de edad en las hembras, con un peso vivo promedio de  $19,8 \pm 4,2$  kg ( $n=130$ ). En la literatura revisada la edad de las cabritas al primer empadre tiene un rango de 8 a 11 meses (Mateos, 1990; Rabasco *et al.*, 1992; Moyano *et al.*, 1993), aunque una mayor edad (11 a 13 meses) fue encontrada en México (Ruiz *et al.*, 1992). Por otra parte, Landau *et al.* (1995) citan que la edad al primer empadre o al primer parto son afectadas por las condiciones de alimentación de los animales durante su desarrollo, por lo que mientras mayores sean las restricciones alimenticias mayor será la edad en que se inicie la etapa reproductiva.

La relación macho:hembras que manejan los productores fue de 1:16,2, que es baja para el rango encontrado por Ruiz *et al.* (1992), que fue de 1:18-97. Esta baja relación macho:hembra en el área de estudio se puede deber a que el 31,5% de los rebaños están en crecimiento y todos cuentan con sementales para programar partos.

La estación de monta se programa para que la época de partos coincida con la época de crecimiento de los forrajes. La distribución de los partos durante las diferentes estaciones del año se presentan en la Figura 29, en la que se puede observar que el 88,6% de los rebaños tienen partos en otoño y el 77,7% en invierno. El nacimiento de las crías se presentó en otoño (59,1%), invierno (31%) y primavera (9,3%), que coincidió con la estación de partos de las cabras en México (García *et al.*, 1992; Ruiz *et al.*, 1992) y España (Tejón *et al.*, 1995b). En el programa de reproducción implementado se obtienen tres partos en dos años, que se ha indicado como el número de partos más apropiado para caprinos manejados en condiciones de pastoreo (Baró, 1984; Tejón *et al.*, 1995b), aunque es común que los estudios mencionen intervalos entre partos de más de una año (Moyano *et al.*, 1993; El Aich, 1995; Dickson *et al.*, 2000).

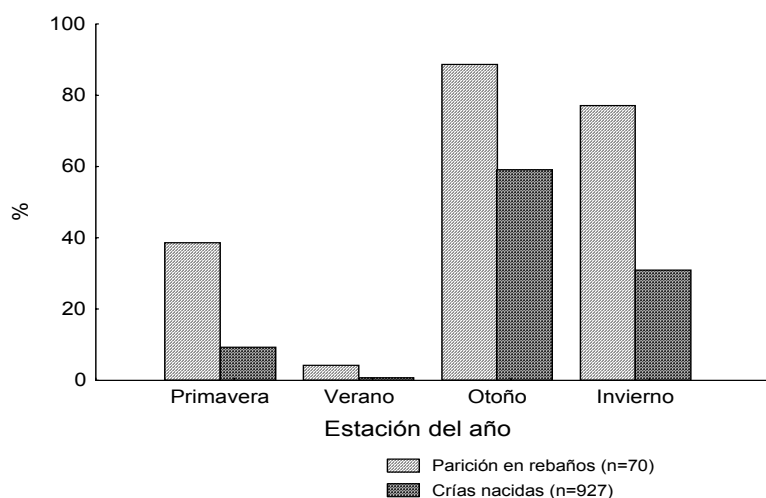


Figura 29. Pariciones en los rebaños y crías nacidas por estación del año.

Las cabras del área de estudio tienen una prolificidad de 108,6%, que es el resultado de un 90,8% de partos sencillos y un 9,2% de partos dobles. Este índice es muy bajo, ya que en otros estudios se citan hasta un 40% de partos dobles (Baró, 1984; Martínez, 1992; Galai, 1995), por lo que será necesario realizar estudios de viabilidad acerca de la conveniencia de incrementar la prolificidad en los rebaños de la región.

La vida útil de las cabras tiene un rango de cuatro a ocho años, con un promedio de 4,8 años, que se ha considera cercana al rango para el desecho de las hembras (7 a 8 años) en condiciones extensivas de producción (Baró, 1984; El Aich, 1995), lo que refleja la buena adaptación al ambiente semiárido de los diferentes tipos genéticos de cabras en el área de estudio.

El manejo reproductivo de los caprinos en el sistema agrosilvopastoril es lo que determina en gran medida la eficiencia productiva del sistema, ya que factores como época de parto, prolificidad y número de parto son determinantes en la sobrevivencia de las crías y el mejor comportamiento productivo de los animales, al ser muy dependientes de la vegetación nativa como fuente de alimentación.



#### 4.3.6. Sanidad

El tema del control sanitario de las explotaciones ha sido uno de los aspectos del manejo que más ha preocupado a los productores, pero como ya se ha citado por otros autores, éste es consecuencia de la desnutrición, malas condiciones de las instalaciones y lo inadecuado de la estación de cría (García *et al.*, 1992; Ruiz *et al.*, 1992; Mainar *et al.*, 1994).

Los parásitos gastrointestinales y pulmonares (*Trychostrongylus spp*) afectan a el 80% de los animales de los rebaños en estudio. En una muestra de 73 animales con manejo tradicional se encontró que el 32% fueron diagnosticados con infestación moderada y el 20% como grave con más de 400 huevecillos/g de heces al final de la época seca del año (Figura 30).

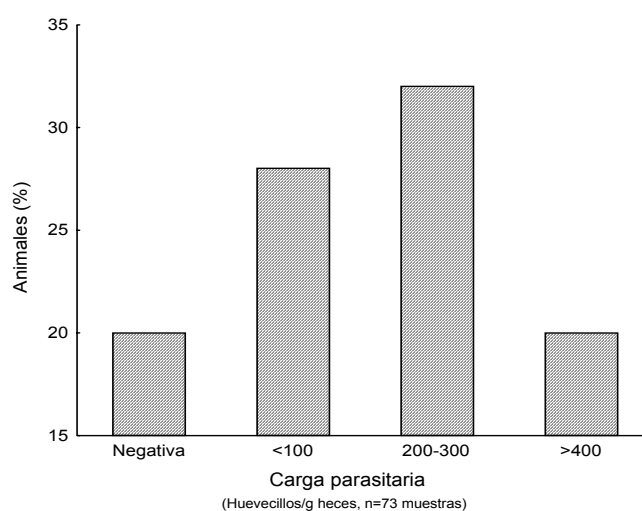


Figura 30. Carga parasitaria en los caprinos

Para el tratamiento de las parasitosis internas se aplicaron dos desparasitaciones en el 48,6% de las explotaciones, que se realizaron durante los meses de sequía (enero-junio) y al final de la época de lluvias (octubre-noviembre) (Figura 31). La lucha contra las parasitosis internas no es sólo un problema de las explotaciones

tradicionales, sino que también constituye un problema de los sistemas caprinos con mayor grado de intensificación (Mateos, 1990; Mainar *et al.*, 1994; Tejón *et al.*, 1995b).

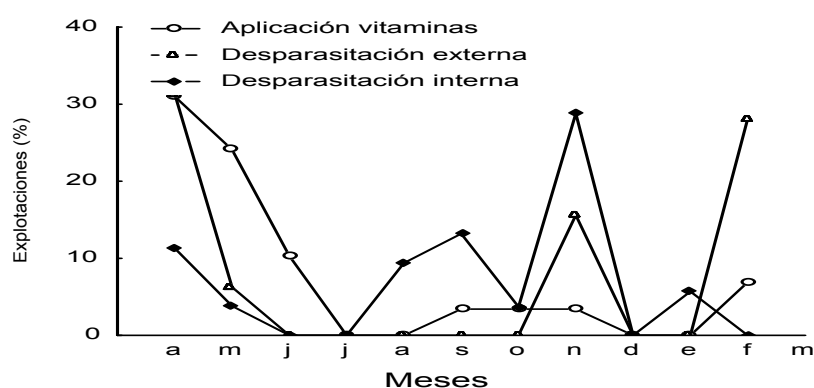


Figura 31. Prácticas de manejo en las explotaciones caprinas.

Las oestrosis (*Oestrus ovis*), que son miasis de las fosas nasales, se identificaron en campo por las secreciones nasales sanguinolentas o purulentas. El 58,6% de los productores realizaron al menos un tratamiento por año y se realizó una segunda aplicación para contrarrestar el problema cuando la infestación seguía presente en al menos el 10% de los animales.

La desparasitación externa se realizó en el 87,5% de los productores en los meses de enero a junio y sólo en algunos casos se realizó en el mes de noviembre (15,6%). Los animales más afectados fueron las crías en crecimiento y en el 2,8% de los rebaños fue necesario tratar a todos los animales.

Los tratamientos de brotes de enfermedades infecciosas las realizó el 70% de los productores. La mayor morbilidad se tuvo en las crías nacidas en marzo y junio, las causas de los problemas en los rebaños fueron: infecciones del tracto gastrointestinal (44,3%), la combinación de infecciones del aparato digestivo y aparato respiratorio (21,3%), inanición (8,7%), en tanto que en el resto de los

productores (25,7%), que tienen rebaños menores a 20 caprinos no registraron tratamientos de enfermedades. También fue común que estos productores utilizaran remedios caseros contra las enfermedades.

Otra práctica frecuente entre los rebaños (8,7%) fue el tratamiento de los problemas de falta de leche y la inanición en las crías con la aplicación de soluciones de calcio vitaminadas (Figura 31).

### Mortalidad

La reducción de la tasa de mortalidad ha sido uno de los problemas por los que más se han interesado los productores, ya que ésta tiene una influencia directa en el número de animales para la venta al final del ciclo de producción. La tasa de mortalidad de caprinos (Figura 32) fue del 9,48%, la cual fue baja si se compara con la mortalidad del 13,7% en los estudios iniciales en la región realizados por López y Mora (1990) y las mortalidades del 20 al 49% en rebaños de España estudiados por Baró (1984, 1989).

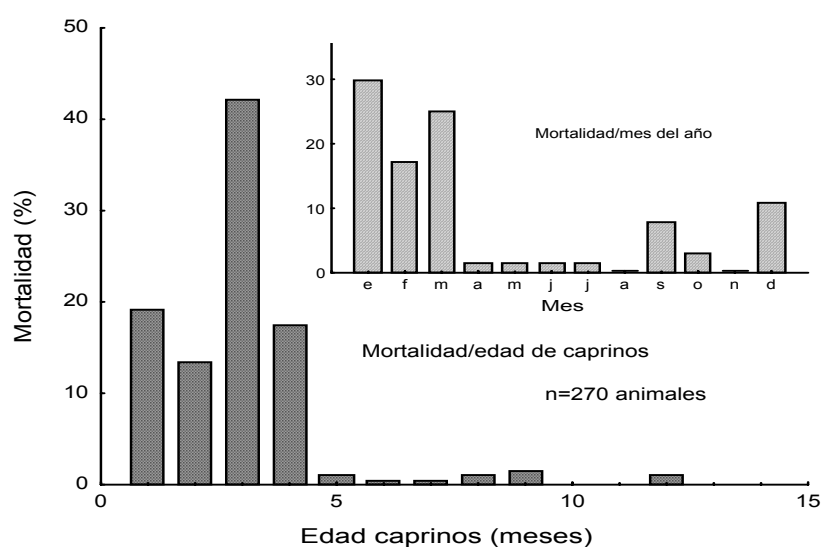


Figura 32. Tasa de mortalidad por edad y meses del año.

En los cabritos la tasa de mortalidad fue del 23,86%, que fue alta todavía si son comparados con los estudios iniciales donde la mortalidad fue de 29,11% (López y Mora, 1990) y son bajas si se comparan con mortalidades de hasta el 30 % en España (Ortuño, 1994) y del 30 al 49% en Marruecos (El Aich, 1995).

La mortalidad por edad de los animales se presenta en la Figura 32, en la que se observa que son los animales de uno a tres meses los que tienen la mayor frecuencia de muertes (85,7%), y en menor proporción en los animales adultos (14,3%). La mortalidad en cabritos es evitable, en la mayoría de los casos, ya que en el mes de junio (época de lluvias) las enfermedades se presentaron por el consumo de agua contaminada en el área del corral y provocó problemas de diarrea (44,3% de los rebaños). En las pariciones del mes de marzo, el problema fue ocasionado por el polvo de los caminos durante el desplazamiento de los animales a las áreas de pastoreo, lo que provocó afecciones respiratorias en las crías (47,1% de rebaños).

La Figura 32 presenta la distribución de la mortalidad de los caprinos durante los meses del año, se puede observar que es principalmente durante el invierno y principio de primavera cuando se acumula el mayor porcentaje de muertes (82,8%) que se puede atribuir a tres causas fundamentales:

- ~ Bajas temperaturas.
- ~ Escasez de forraje.
- ~ La presencia de partos.

La presencia de enfermedades y otros problemas sanitarios son los que provocan una reducción de los parámetros productivos, como ha sido señalado por Salinas *et al.* (1999) para otras regiones de México.

## Abortos

Los abortos registrados fueron los que se presentaron en el período más avanzado de la gestación, de 22 hembras que abortaron en los rebaños en estudio (1,8% de las hembras), éstos ocurrieron en los meses de escasez de forraje (enero a mayo) en el 88,7% de los casos (Figura 33). En la literatura revisada las tasas de abortos más bajas fueron del 4,8% (Mainar *et al.*, 1994) y el resto se ubican en rangos del 8 al 40% (Falcón *et al.*, 1990; Echavarría *et al.*, 1992; Ruiz *et al.*, 1992, Robles *et al.*, 1994).

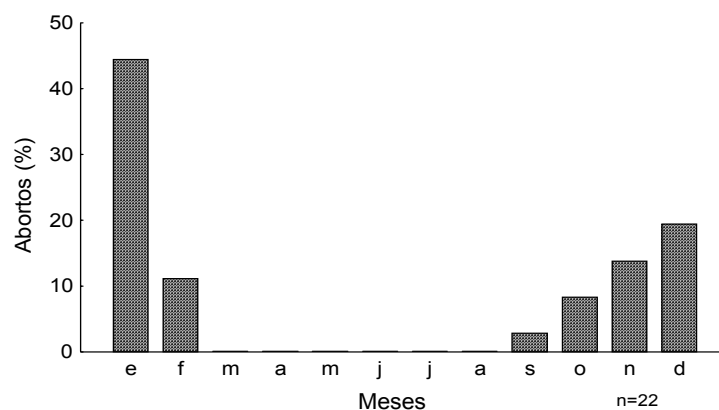


Figura 33. Meses en que se presentan los abortos en las cabras.

En síntesis las explotaciones de caprinos del estudio son parte de un sistema de producción con una utilización de recursos naturales muy importante, ya que son eficientes en el uso de los productos y subproductos de las parcelas agrícolas y de los agostaderos comunales, en el empleo de la mano de obra y el potencial que tienen los productores para la adopción de prácticas de producción. Pero falta mucho por hacer para superar los actuales parámetros productivos como la fertilidad del rebaño (81%), el % de destete (61%) y el índice de chivos comercializables (0,70).

### 4.3.7. Comercialización y análisis económico

#### Comercialización

En el sistema agrosilvopastoril los productores venden machos (75,3%) y hembras (24,7%) como se muestra en la Figura 34a. Los productores han comprendido que mientras más retengan machos en los rebaños, éstos representan gastos por su improductividad una vez que alcanzan la edad de cría. Las hembras siempre son dejadas para la reposición del rebaño, aunque el 92,9% de los productores tratan de adaptarse a las producciones de alimentos (forrajes y granos) de la unidad de producción. Estos cambios en el interior de las unidades de producción quedan comprendidos dentro del uso sostenible de los recursos disponibles como lo citó Bueaufoy (1995).

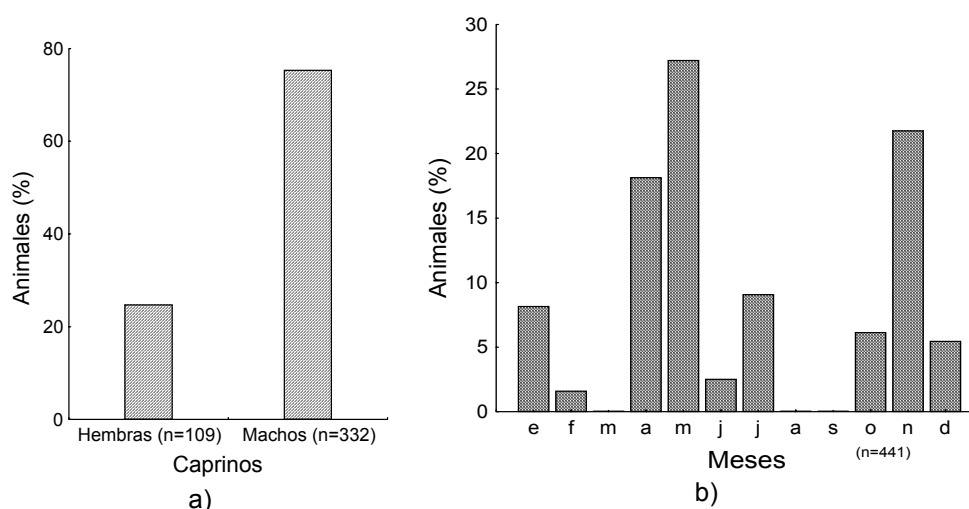


Figura 34. Distribución de las ventas por sexo de caprinos y época del año.

La carne de los animales comercializados se destina a la elaboración de platillos regionales para fiestas familiares y comunitarias. En cuanto a la demanda de carne de cabra, generalmente el precio de venta es menor al de los ovinos, ya que la gente muestra cierto rechazo al olor de la carne de cabra; este rechazo ha sido

observado también en Asia (Son, 1999), lo que restringe en cierta medida la comercialización de la producción.

La comercialización de los animales se hace de forma individual y se pueden señalar los siguientes mecanismos:

- a) En las explotaciones que tienen animales criollos, las hembras jóvenes se destinan para pie de cría, con la finalidad de aprovechar el cruce terminal (CriolloxNubia). Casi siempre el precio por cabra para pie de cría es superior al promedio de venta en la región, por venderse en base a la demanda.
- b) En las explotaciones con cabras Nubia, las crías machos son los que tienen mayor demanda como futuros reproductores para los rebaños, en tanto que las hembras en su mayoría son dejadas para reposición.
- c) Los caprinos que no son vendidos mediante los canales anteriores son llevados al mercado regional de Tepeaca (Puebla) y se ofertan como todos los animales de las ganaderías.

El sistema de comercialización de caprinos adolece de estructuras bien definidas, siendo el productor el que se tiene que adaptarse a la demanda y oferta de productos. Pero tampoco se puede decir que los mecanismos de comercialización son avanzados en otros países, así por ejemplo, en los países mediterráneos la compra la realizan intermediarios (corredores, tratantes, dueños de restaurantes y carniceros) y la venta de los animales se hace a "bulto" lo cual afecta negativamente en el precio final que se paga al productor (Caballero y Carrión, 1993; Taferrant *et al.*, 1995; El Aich, 1995; Tejón *et al.*, 1995b,d).

La edad de venta de los caprinos también es muy variable, en el área de estudio sólo se venden animales adultos, a diferencia de España y en el norte de México que existe una especialización en la venta de cabritos (Mateos, 1990; Ruiz *et al.*, 1992; Frías, 1998; Moyano *et al.*, 1993); en tanto que en el norte de África se

prefieren machos jóvenes enteros (El Aich, 1995; Taferrant *et al.*, 1995). En la venta de cabritos (Tejón *et al.*, 1995b; Frías, 1998) y la de machos enteros de más del año de edad (El Aich, 1995), la salida de los animales se programa para que se realice a una edad determinada, lo cual no se realiza en la región de estudio, porque las ventas dependen más de las necesidades económicas que de la edad o peso de los animales.

La venta de los caprinos en el área de estudio se realiza en dos períodos bien definidos (Figura 34b): (a) la primera de abril a junio, que está determinada por la demanda de recursos económicos en la unidad de producción para el inicio de las siembras de cultivos agrícolas y las graduaciones escolares, que generalmente significan fuertes gastos y, (b) la segunda, que coincide con la época de las cosechas agrícolas y las fiestas de diciembre. Por lo que en términos generales, se puede resumir que la comercialización de caprinos del sistema agrosilvopastoril sigue siendo una práctica determinada por las necesidades económicas y productivas de la unidad de producción, pero tiene la ventaja de poder vender animales a buen precio la época crítica del año, y existe una tendencia a vender animales durante todo el año, lo que antes de la introducción del programa de desarrollo no se hacía, por las malas condiciones de carnes de los animales en la época crítica (enero-junio).

En términos generales se puede señalar que el pequeño tamaño del rebaño en el área de estudio, ha tenido problemas para insertarse en un sistema de producción orientado al mercado, ya que se ha avanzado en la especialización de la producción, pero ha sido muy difícil desarrollar un sistema eficiente de comercialización que responda a las exigencias del mercado como lo ha señalado Cáceres (1995). La proporción de animales en crecimiento son los que se destinan para venta en caso de emergencia económica de la familia, lo que coincide con la descripción de la función de ahorro que tiene la cría de pequeños rumiantes en la unidad familiar de producción (Bernet *et al.*, 2001).



## Análisis económico

A continuación se presentan las variables que determinan los ingresos, costes y beneficios de las explotaciones en estudio. Para el caso de este trabajo, sólo se consideraron aquellos factores directamente relacionados con la producción y que son de utilidad para programar acciones futuras por las organizaciones campesinas que trabajan en la región, aunque en trabajos recientes se ha hecho énfasis para incluir los beneficios que los rebaños traen a los ecosistemas (Pannell, 1999).

**Precio comercializable de caprinos.** El precio promedio calculado por caprino fue de US\$19,20 (Tabla, 28), siendo una de las variables que más importancia tuvo en el análisis económico. Este precio de venta es muy cercano al precio para animales de 5 a 6 meses de edad (US\$22,2) en Marruecos (El Aich, 1995), y al precio promedio de los caprinos de la Mixteca mexicana (US\$22,9) (Silva y Mora, 1989), aunque estos últimos fueron precios para animales de más de dos años de edad.

Tabla 28. Media aritmética y medias de mínimos cuadrados del precio de comercialización de caprinos.

Explotaciones	n	Media±e.e. (US\$)	Máximo	Mínimo
Media general	70	19,2±0,7	34,2	7,5
Tipo genético de cabras:				
Criollo	37	17,8±0,7 <sup>b</sup>	27,3	7,5
Cruzas	22	18,9±0,9 <sup>b</sup>	30,2	14,5
Nubia	11	23,5±1,4 <sup>a</sup>	34,2	19,7
Nivel tecnológico:				
Tradicional	21	16,3±0,8 <sup>c</sup>	21,4	7,5
Transicional	26	21,2±0,7 <sup>b</sup>	30,2	14,5
Mínimo insumos	23	22,7±1,0 <sup>a</sup>	34,2	16,2

n, explotaciones; e.e., error estandar; <sup>abc</sup> letra diferente en los factores indican diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ )

Al agrupar las explotaciones por el tipo genético de las cabras, fueron las cabras Nubia las que tuvieron el mayor precio de comercialización (US\$ 23,5), con diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre los precios de venta de las explotaciones de caprinos criollos (US\$ 17,8) y las cruas (US\$ 18,9). En la agrupación por nivel tecnológico, las explotaciones de mínimo insumos tuvieron el precio de chivo comercializable más alto (US\$22,7) y fue estadísticamente significativo ( $p \leq 0,05$ ) con los precios obtenidos en las explotaciones tradicionales (US\$16,3). Por lo que estas modificaciones realizadas en el sistema tradicional para pasarla a un sistema de manejo de mínimo insumos es favorable por el nivel de ingresos obtenidos al aumentar el precio de venta.

**Ingresos.** La estructura de ingresos de la producción de caprinos está formada principalmente por la venta (45,35%) y el autoconsumo (11,56%) de animales adultos. Los ingresos secundarios estimados se obtienen por concepto de venta de estiércol (4,04%), que se utiliza para los terrenos agrícolas y las pieles, que se venden en el mercado regional. Si comparamos la información del estudio con la estructura de ingresos de las explotaciones caprinas de Jaén (España), donde el 65% correspondió a la venta de cabritos, el 32% a cobro de subvenciones y 3% a la venta de estiércol, piel y autoconsumo (Frías, 1998), se difiere especialmente en el concepto de subvenciones que no se tiene para el caso de México.

Los ingresos por concepto de la venta de animales adultos (US\$152,6) y los animales para abasto o futuras ventas (US\$151,3), constituyen entre los dos conceptos el 80,35% de los ingresos totales del rebaño (Tabla 29), similar estructura de ingreso tuvieron las explotaciones de sistemas extensivos españoles (Frías, 1998). Aunque en otros estudios se ha mencionado que el ingreso por venta de animales (cabritos) no supera el 50% de los ingresos totales (Ortuño, 1994). Los ingresos por ventas obtenidos en el estudio son menores a los estimados para rebaños extensivos (US\$285,7) en Oaxaca, México (Silva y Mora, 1989).

En las explotaciones de Botswana (África), el ingreso por venta de animales constituye sólo el 27% de los ingresos totales, estando el resto constituido por la venta de leche (Panin, 1996), que por las condiciones de subsistencia en la que se explota la cabra en ese país, sería lo que al menos se podría aspirar en las condiciones de producción de caprinos en la región de estudio. Pero para el caso específico del área de estudio, por tradición la leche se orienta a la cría del cabrito y también existe la creencia de que la leche de cabra es transmisora de enfermedades como lo citó Lastra (1996) en México.

Tabla 29. Desglose de los ingresos de las explotaciones caprinas

Concepto	n	Ingreso (US\$)	%	Máximo	Mínimo
Animal adulto	70	152,6	40,35	2020,8	20,2
Estiércol	70	15,3	4,04	50,7	2,9
Autoconsumo	70	43,7	11,56	400,0	16,0
Ingreso desechos	70	15,3	4,04	150,0	26,3
Animales para abasto	70	151,3	40,00	717,5	25,5
Ingreso Total Bruto	70	378,2	100	2434,1	30,0

n, explotaciones

El concepto de autoconsumo representa el 11,56% del ingreso total, esto también fue observado por Teufel *et al.* (1998) en Pakistán, donde los caprinos son fuentes de carne para la unidad de producción, aunque en el caso de la región de estudio ésta generalmente se destina a la celebración de festejos en la familia.

El concepto de existencias de animales para venta equivale aproximadamente al 50% de los recursos económicos clasificados en ingresos, lo que reafirma lo señalado por Hamadeh *et al.* (2001), que hasta ahora los campesinos continúan considerando a los pequeños rumiantes como reserva de capital, para cuando se necesita dinero en efectivo. También este hecho lo han explicado Kaya *et al.* (2000), en el sentido de que a los productores no les agrada ingresar su dinero en el banco, o bien no disponen de estos servicios en las comunidades.

El considerar a los caprinos como una fuente de ahorro, también tiene algunas desventajas, entre las que se pueden señalar:

- ~ La mayoría de los productores son propietarios de ganado, lo que causa una sobrecarga de las áreas de pastoreo.
- ~ El sobrepastoreo causa severo daño a los recursos naturales, sobre todo a las áreas de agostaderos comunales.
- ~ Existe un mayor riesgo de mortalidad al tener más animales de la capacidad de carga ganadera real en la unidad de producción.
- ~ El mantenimiento de animales improductivos como fuente de ahorro se ve seriamente afectado por la disponibilidad de forraje.

El ingreso bruto promedio de las explotaciones fue de US\$378,2, el cual representó el 11,62% de los ingresos totales obtenidos en las estimaciones para unidades de producción de pequeños rumiantes en Mali (Kaya *et al.*, 2000).

**Costes.** La estructura de costes y gastos de las explotaciones de caprinos en el área de estudio es muy simple (Tabla 30), como fue señalado para regiones semiáridas de otros países (Franzel *et al.*, 2001).

Tabla 30. Estructura de costes en las explotaciones de caprinos.

Variable	n	Media±e.e.(US \$)	Máximo	Mínimo
Costes fijos:	70	443,7±86,3	916,0	132,5
Amortización	70	24,6±4,8	100,6	1,3
Mano de obra	70	419,1±81,5	873,7	116,5
Costes variables:	70	70,3±13,7	225,1	1,9
Materia prima	70	62,1±12,1	220,0	0,6
Tributos	70	8,3±1,6	21,3	5,0
<b>Costes totales</b>	<b>70</b>	<b>514,0±100</b>	<b>1141,2</b>	<b>134,4</b>

n, explotaciones; e.e., error estándar

Los costes fijos (Tabla 30), constituyen el 86,3% de los costes totales y están formados principalmente por los costes de mano de obra (81,5%), lo que indica que las explotaciones son dependientes de la mano de obra para el manejo de los animales, ya que se requiere más de un jornal en la mayoría de los rebaños para el pastoreo, como se señaló en el apartado de alimentación. Como segundo aporte en los costes fijos se encuentra la amortización de animales y la construcción, la cual resultó ser muy reducida por tratarse de un sistema de venta de animales adultos, en el que el precio de venta de las hembras de desecho fue alto y las instalaciones utilizadas son rústicas.

Los costes variables (Tabla 30), representan el 13,7% de los costes totales y en éstos las materias primas constituyen el 12,1% y los tributos el 1,6%. Los costes variables son muy bajos en el sistema agrosilvopastoril de caprinos, si se comparan con los datos de Hamadeh *et al.* (2001) para el Líbano, donde los costes de alimentación fueron del 20-31% de los costes totales, y la renta de pasturas fue del 5-15%.

**Indicadores económicos.** El ingreso bruto estimado por cabra fue de US\$ 23,78, pero si las crías se vendieran al destete se tendría un ingreso bruto por cabra de sólo US\$9,6. En la literatura revisada el ingreso bruto por cabra estimado es alto en los sistemas de producción de leche (US\$263,8) (Sánchez *et al.*, 2001b), y más bajos en las explotaciones de doble propósito (US\$48,1) (Panin, 1996); lo que refleja la baja rentabilidad obtenida en los sistemas de producción de caprinos para carne (Moyano *et al.*, 1993; Ortuño, 1994; Pulido *et al.*, 1995b).

El ingreso neto promedio obtenido en las explotaciones tuvo un valor negativo por lo que fue de poca utilidad en el análisis de las explotaciones, pero de mucha importancia para la toma de decisiones en el interior de la unidad de producción. Los ingresos netos negativos en las explotaciones extensivas de producción de caprinos para carne han sido encontrados en Líbano, España, Marruecos e Israel, como resultado de incluir la mano de obra como parte del coste de producción (El

Aich, 1995; Landau *et al.*, 1995; Frías, 1998; Hamadeh *et al.*, 2001). La justificación que dan Tuncel y Rehber (1995) para continuar sosteniendo este tipo de sistema de producción, es que son la única alternativa que tienen los productores para sobrevivir en regiones con ambientes frágiles y alto grado de marginación.

En el análisis del ingreso neto para los diferentes tipo genético de cabras, se encontró que las explotaciones con cabras Nubia fueron las únicas con ingreso neto positivo (US\$ 80,51), el cual además, es muy bajo comparado con los ingresos calculados para sistemas de caprinos tradicionales (US\$ 507,17) y alternativos optimizados (US\$ 903) para México (Salinas *et al.*, 1999). El ingreso neto obtenido en las explotaciones con mínimo insumos también no coincide con lo señalado por Devendra (1994), en el sentido de que la introducción de tecnología en las unidades de producción puede incrementar en 40% los beneficios obtenidos.

Al encontrar que los ingresos netos eran negativos en la mayoría de las explotaciones de caprinos del sistema agrosilvopastoril del área de estudio, en la Tabla 31 se presentan las estructuras del ingreso familiar bruto, es decir sin considerar los costes de mano de obra.

Tabla 31. Media aritmética y medias de mínimos cuadrados del ingreso familiar bruto de las explotaciones caprinas.

Explotaciones	n	Media+e.e.(US \$)	Máximo	Mínimo
Media general	70	283,2±38,8	2280,9	2,0
Tipo genético de cabras:				
Criollo	37	241,1±26,9 <sup>b</sup>	673,6	9,9
Cruzas	22	194,3±40,3 <sup>b</sup>	868,9	2,0
Nubia	11	590,1±179,6 <sup>a</sup>	2280,9	166,0
Nivel tecnológico:				
Tradicional	21	263,5±36,9 <sup>b</sup>	673,6	9,9
Transicional	26	336,0±27,9 <sup>b</sup>	501,4	2,0
Mínimo insumos	23	425,93±99,2 <sup>a</sup>	2280,9	36,9

n, explotaciones; e.e., error estandar; <sup>abc</sup> letra diferente en los factores indican diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ )

El promedio del ingreso familiar bruto fue de US\$283,2 por explotación caprina, lo que coincide con lo señalado por Teufel *et al.* (1998) para Pakistán, en que el propósito de la cría de cabras es para contribuir al ingreso familiar y no una actividad competitiva para la generación de ingresos. Para los tipos genéticos estudiados, las explotaciones con cabras Nubia tuvieron más ingresos (US\$590,1), siendo estadísticamente diferente ( $p \leq 0,05$ ) con las explotaciones de caprinos criollos (US\$241,1) y cruza (US\$194,3) (Tabla 31). Los ingresos más altos en las explotaciones con cabras Nubia se obtienen por el alto precio de venta de los cabritos como futuros reproductores (hasta US\$ 80 a los 5 meses de edad). Por el nivel tecnológico, los ingresos más altos fueron para el nivel de mínimo insumos (US\$425,9) y los más bajos en las explotaciones tradicionales (US\$263,5), sin encontrar diferencia significativa entre estas dos últimas.

La tasa de retorno al capital total utilizado en la explotación de caprinos es uno de los principales indicadores de lo que se gana por cada unidad de inversión en la explotación, pero como ya se analizó en la parte de la estructura de costes e ingresos, la mayoría de las explotaciones tuvieron ingreso neto negativo; por lo que la tasa de retorno al capital solamente tuvo un valor positivo para las explotaciones con cabras Nubia (17,15%), el cual fue estadísticamente diferente ( $p \leq 0,05$ ) comparado con las explotaciones que crían caprinos criollos y sus cruza. Para las explotaciones agrupadas por nivel tecnológico no se encontró diferencia estadística significativa en la tasa de retorno obtenida.

En resumen, la producción de caprinos del estudio se orienta más a la transformación de forrajes y pastos, que a tener una mayor rentabilidad. La utilización de las cabras como cosechadoras y transformadoras de forraje en carne queda explicada por el bajo coste de materia prima por cabra utilizado en el manejo (US\$3,88), el coste de mano de obra/cabra (US\$28,98), un ingreso neto negativo (US\$ -135,90) y el bajo ingreso por cosecha de crías (US\$ 9,6/cabra parida). El autoempleo de la mano de obra se explica por los ingresos familiares obtenidos por UTH (US\$593,5/ha) con la práctica de la ganadería.

#### 4.3.8. Análisis de las explotaciones con métodos multivariados

Las variables y parámetros utilizados para los análisis de las explotaciones caprinas con métodos multivariados se presentan en la Tabla 32. Las variables y parámetros fueron divididos en los que corresponden a los recursos de la unidad de producción, variables económicas y productivas.

Tabla 32. Características de las variables y parámetros elegidos para la agrupación y clasificación de las explotaciones caprinas.

Variable	*Media+d.e.
<b>Recursos disponibles:</b>	
a) Superficie total (ha)	5,37+3,63
b) Mano de obra/explotación (UTH)	2,50+0,98
c) Mano de obra agraria (UTH/ha)	0,67+0,52
d) Ingreso externo (US\$/UTH/año)	697,55+520,04
<b>Variables económicas:</b>	
e) Coste de materia prima(US\$/cabra)	3,88+2,95
f) Coste de la mano de obra(US\$/cabra)	28,98+12,38
g) Ingreso neto (US\$/explotación)	-135,89+290,35
h) Ingresos bruto por cabra (US\$)	23,78+18,06
i) Precio medio/caprino (US\$)	19,21+5,47
j) Precio medio/kg (US\$)	1,01+0,15
k) Ingresos familiares (US\$/UTH)	593,55+534,98
l) Coste ganadero (US\$/ha)	109,87+76,59
m) Ingreso bruto de caprinos (US\$/ha)	97,30+100,04
n) Ingreso cosecha crías (US\$/cabra)	9,60+6,48
<b>Variables productivas:</b>	
o) Carga ganadera (UA/ha)	2,19+1,72
p) Rendimiento grano (kg maíz/ha)	547,49+253,39
q) Rendimiento de rastrojo(kg/ha)	649,08+325,60
r) Carga de cabras (Cabras/ha)	5,01+3,60
s) Índice de chivos comercializables	0,68+0,34
t) % Nacimiento (crías/cabras paridas)	84+0,32
u) Caprinos/cabra de cría	1,73+0,34
v) % Destete (crías/cabras paridas)	67+0,32

d.e., desviación estándar; UA, unidades animales



## Análisis por factores y discriminantes

**Análisis por factores.** Para tener una idea inicial del número apropiado de factores requeridos para el estudio de las explotaciones caprinas con las variables descritas en la Tabla 32, se determinaron los autovalores de la matriz de correlación obtenidos por el método de factores, en donde se observan seis autovalores con valor mayor que uno y éstos explican el 89,8% de la varianza total de los datos, lo que coincide con lo señalado por Johnson (1998), en que son necesarios más de cinco factores para explicar más del 75% de la variación de los datos en estudios socioeconómicos.

En la Figura 35, se observa una ligera ruptura entre el sexto y séptimo autovalor, de modo que los datos de las explotaciones caprinas bajo estudio tienden a caer dentro del subespacio séptimo-dimensional de un espacio muestral 22-dimensional, pero sin ignorar que es hasta el número 14 cuando los autovalores están muy cercanos a cero, por lo que el número de factores posibles podría ser de esta magnitud.

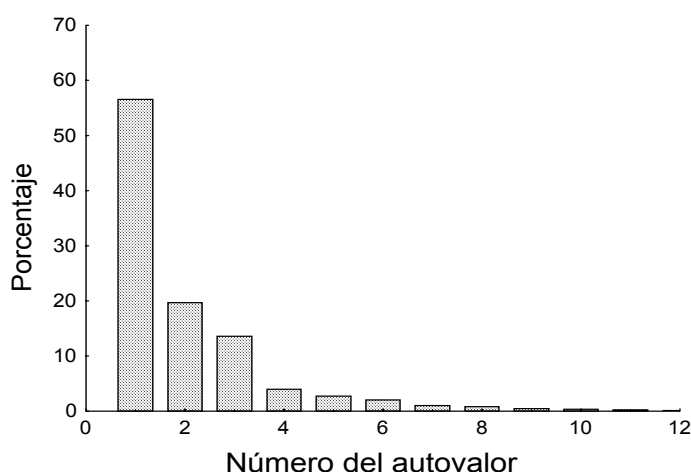


Figura 35. Gráfica de dispersión de los autovalores de los factores.

En la determinación de los factores subyacentes (comunidades finales), se encontró que las variables con mayor contribución a la carga de los factores fueron el ingreso neto, el ingreso familiar/UTH, el ingreso/ha, la producción de rastrojo/ha y el índice de chivos comercializable, como se explicará en la definición y análisis de los factores. Pero si es importante señalar en que el análisis de los factores subyacentes se encontró poca contribución del rendimiento de maíz/ha (0,31), ingreso externo/UTH/año (0,40) y precio promedio/kg de caprino vendido (0,29) en la carga de los factores. Lo que da una probabilidad baja de que estas variables estén correlacionadas con el resto de variables del conjunto de datos ni entre ellas, aunque esto no significa que no sean importantes, sino que estas variables son independientes de las características que miden las variables con correlaciones altas con los factores determinados.

La estructura factorial y la carga de los factores encontrados se presentan en la Tabla 33. La estructura factorial está determinada por cinco factores y las cargas de los factores se expresan en porcentaje. Las cargas de los factores son las correlaciones entre las variables originales y los factores determinados. Las variables de las explotaciones de caprinos para carne en estudio que están altamente correlacionadas con los 5 ejes girados de los factores son:

Factor I: Caprinos totales por cabra (0,97), % de destete (0,97) y crías nacidas por cabra (0,90).

Factor II: Costes ganaderos por ha (0,98), carga ganadera de cabras (0,78), carga ganadera total (0,78), mano de obra agraria (0,74) e ingreso bruto de caprinos por ha (0,72).

Factor III: Ingresos netos por explotación (0,93), ingresos familiares por UTH (0,92) e ingreso bruto por cabra (0,75).

Factor IV: Precio promedio por animal (0,79) y coste de materia prima por cabra (0,68).

Factor V: Rendimiento de rastrojo (0,98) y rendimiento de grano (0,51).

Tabla 33. Estructura factorial de las explotaciones caprinas

Variable	Factores				
	I	II	III	IV	V
<b>Recursos disponibles:</b>					
a) Superficie total (ha)	1	-65	9	16	-1
b) Mano de obra/explotación (UTH)	-8	13	-6	10	8
c) Mano de obra agraria (UTH/ha)	8	74	-4	-14	-3
d) Ingreso externo (US\$/UTH/año)	-4	12	1	11	-12
<b>Variables económicas:</b>					
e) Coste de materia prima(US\$/cabra)	13	-7	2	68	23
f) Coste de la mano de obra(US\$/cabra)	37	-16	-10	3	-7
g) Ingreso neto (US\$/explotación)	16	-6	93	6	2
h) Ingresos bruto por cabra (US\$)	41	0	75	35	-5
i) Precio medio/caprino (US\$)	10	3	26	79	7
j) Precio medio/kg (US\$)	5	0	13	42	-2
k) Ingresos familiares (US\$/UTH)	24	7	92	21	8
l) Coste ganadero (US\$/ha)	6	98	-5	10	1
m) Ingreso bruto de caprinos (US\$/ha)	14	72	40	36	16
n) Ingreso cosecha de crías (US\$/cabra)	76	5	23	46	1
<b>Variables productivas:</b>					
o) Carga ganadera (UA/ha)	-4	78	-5	-10	8
p) Rendimiento grano (kg maíz/ha)	7	10	1	7	51
q) Rendimiento de rastrojo(kg/ha)	-5	8	5	9	98
r) Carga de cabras (Cabras/ha)	-16	78	7	4	16
s) Índice de chivos comercializables	75	-4	14	2	8
t) % Nacimiento (crías/cabras paridas)	90	2	15	4	4
u) Caprinos/cabra de cría	97	-2	13	7	0
v) % Destete (crías/cabras paridas)	97	-1	16	6	0
Proporción de varianza explicada	56,5	19,7	13,6	4,0	2,7

\*expresado en porcentaje (n=70 explotaciones); UA, unidades animales

En la Figura 36 se presenta en una gráfica tridimensional las calificaciones de los factores, así se puede observar que:

- ~ El Factor I tiene una alta correlación con las variables relacionadas con la productividad de la explotación caprina, como son: el porcentaje de nacimientos (T), porcentaje de destete (V) y la cantidad de caprinos por hembras de cría (U).

- ~ El factor II tienen una alta correlación con las variables relacionados con el coste de la mano de obra empleada en la ganadería (L).
- ~ El Factor III tiene alta relación con las variables que explican el nivel de ingresos en la explotación caprina, como son: el ingreso neto (G) e ingresos familiares por UTH (K).
- ~ El Factor IV y V se correlacionan con las variables que explican la relación entre los costes de insumos y el precio de los productos, como son: las variables precio promedio/kg de caprino producido (I), Coste de la materia prima (E) y la producción de rastrojo (Q).

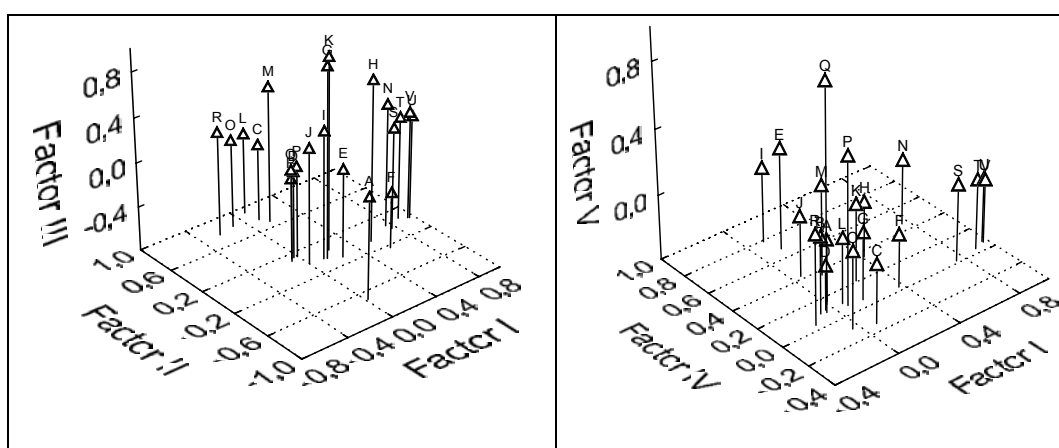


Figura 36. Relación de las variables de las explotaciones con las cargas de los factores.

La interpretación de los factores a partir de las calificaciones realizadas se presenta a continuación:

**Factor I. Eficiencia productiva.** La eficiencia productiva está medida por la prolificidad, el porcentaje de destete y porcentaje de chivos comercializables. Este factor explicó el 56,5% de la variabilidad del conjunto de datos de las explotaciones en estudio.

Por las cargas de los factores, las variables que tuvieron mayor peso fueron el porcentaje de nacimientos, el porcentaje de destete y los caprinos por cabra de cría. La relación que se da entre estas variables se explica por el hecho que mientras más pariciones existan en las explotaciones, mayor porcentaje de destete existe y esto se refleja en una mayor existencia de animales para abasto en la explotación o chivos comercializables por cabra parida.

La mayor cantidad de crías nacidas y destetadas tendrán una retribución directa en el ingreso por venta de crías por cabra y en el ingreso bruto por cabra.

El análisis no delimita como aumentar la cosecha de crías por cabra, pero se tiene una idea de como hacerlo, que es disminuyendo la carga animal mediante la utilización de más hectáreas de tierra. Lo que en la práctica se debe de buscar es un equilibrio entre producir más cabras con los recursos disponibles en la unidad de producción (tierra) y aumentar la producción de forrajes y granos, para mejorar los parámetros productivos.

**Factor II. Coste de la mano de obra.** En contra de lo que sería una economía a escala, en las explotaciones del sistema agrosilvopastoril de caprinos en condiciones de subsistencia, los costes de mano de obra son muy elevados si son tomados en cuenta, sin embargo, los productores no le dan un valor económico y en el trabajo de Panin (1996) no se consideran en los balances y cuando éste es considerado el ingreso neto es negativo (Tuncel y Rehber, 1995; Frías, 1998).

Este factor explica el 19,7% de la variación de los datos registrados en las explotaciones de caprinos. Por la carga de los factores se interpreta que los costes ganaderos por unidad de superficie agrícola tienen una correlación muy alta (98%) con el Factor II, ya que al existir un mayor coste ganadero indica que en la unidad de producción tiene una orientación hacia la agricultura y la ganadería, lo que incrementa la producción de grano para alimentación de los animales: El factor también indica que para que la unidad de producción tenga una orientación a la

ganadería debe de contar con tierra, por la correlación negativa que tienen la superficie total (-65%) con este factor.

Cuando la mano de obra se orienta a la ganadería y existen los medios de producción (tierra), esto permitirá que se aumente la carga ganadera y con esto la carga de cabras en manejo. Aunque en la práctica se observó que mientras más jornales tengan las unidades de producción, se tiene una mayor cantidad de animales, pero no necesariamente son cabras, sino que en los datos se encontró una relación directa entre carga ganadera y el número de especies de animales en la unidad de producción.

Por último, con la tendencia de las correlaciones encontradas con el factor se puede señalar que, la utilización de la mano de obra para la producción de cabras se puede adecuar perfectamente a explotaciones con limitaciones de medios de producción (tierra y mano de obra), la cual sería una producción más sostenible que la que hace uso de los agostaderos comunales, aunque se corre un mayor riesgo al reducir la diversificación de las actividades productivas, lo que está en contra de la lógica de producción diversificada (Altieri, 1999; Paoletti, 1999; Omite, 1999).

**Factor III. Beneficios económicos de la explotación.** Este factor sólo explicó el 13,6% del total de la variabilidad de los datos registrados en las explotaciones caprinas. Las variables que mayor peso tienen en la definición del factor son el ingreso neto por explotación (93%) y los ingresos familiares obtenidos por UTH (92%). En este caso es lógico explicar que si el factor más importante es la productividad que se tenga en las explotaciones, este factor complementa la información en que, además de producir animales, también es muy importante que existan ingresos por ventas; ya que si los animales que se producen no se venden se sobrecargaría la unidad de producción y esto favorece una mayor pérdida, por la falta de recursos para la alimentación y el manejo de los animales.

Atendiendo a la información encontrada, de que el ingreso por cosecha de crías (venta de crías al destete) es de US\$ 9,6/cabra, es necesario que los productores revisen los ingresos obtenidos, ya que como se ha señalado en países como España o Botswana (Caballero *et al.*, 1991; Panin, 1996), que un mayor beneficio económico es posible en los rebaños caprinos para carne, con un cambio de la orientación productiva a doble propósito, carne y leche. Por lo que un cambio en la orientación productiva del sistema agrosilvopastoril y la búsqueda de apoyos para una mejor gestión de la producción de caprinos son necesarios para hacer más rentable esta actividad.

**Factor IV y V. Relación de mínimo insumos y productos.** Este factor explica una proporción acumulada del 6,7% de la variabilidad total de los datos. La variable que carga más sobre el factor es el rendimiento de rastrojo que es producido en interior de la unidad de producción (98%), aunque también son importantes el coste de insumos/cabra y el rendimiento de granos.

Para los productos, la variable que más carga tiene con el factor es el precio promedio de venta por animal. En este caso esta variable indica que un mínimo de insumos en la explotación caprina se relaciona directamente con un mayor precio de venta, ya que bajo las condiciones actuales de producción de caprinos en la región, ésta no es posible sin un uso de insumos mínimos. Estos insumos pueden ser el rastrojo de maíz o las hierbas nativas y los granos. Lo anterior refuerza lo que ya se había señalado en el análisis económico, con la diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ ) obtenida entre los ingresos brutos familiares de las explotaciones con mínimo insumos respecto a las tradicionales y transicionales.

Desde el punto de vista productivo, el sistema agrosilvopastoril es dependiente de la mano de obra familiar, ya que cuando mayor mano de obra se dispone, significa atender un mayor número de actividades productivas y con esto la diversificación en los productos e ingresos obtenidos. Con la utilización de la mano de obra en la agricultura como se explicó en factor II, se puede tener una mayor orientación de

la unidad de producción a la agricultura y con esto se incrementa la producción de grano y rastrojos que se utilizan directamente en la producción animal.

La venta de fuerza de trabajo en el exterior de la unidad de producción no tuvo relación con utilización de más insumos en la producción de cabras, por lo que esta actividad no proporciona recursos que se inviertan para producir más cabras, sino que la producción de caprinos se sustenta más en los recursos forrajeros disponibles y en lograr un mejor precio de venta de los animales.

**Clasificación de las explotaciones por agrupación.** Una vez que se ha encontrado la existencia de cuatro factores para explicar la variabilidad de la información de las explotaciones, también se consideró necesario realizar un análisis de clasificación con las mismas variables y de este modo conocer el agrupamiento de los datos (Figura 37).

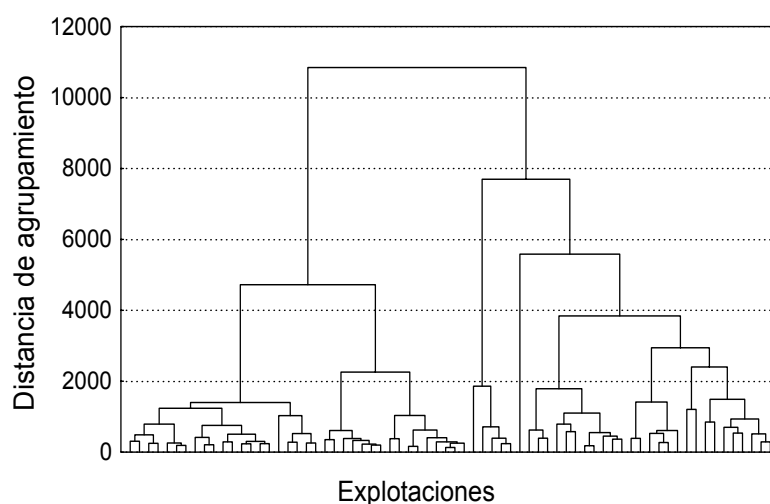


Figura 37. Dendrograma de la clasificación de las explotaciones por agrupamientos con el método Ward.

El método de agrupación de varianza mínima de Ward, como fue señalado por Solano *et al.* (2001) para bovinos lecheros, fue el más eficiente en la agrupación



de las explotaciones caprinas del sistema agrosilvopastoril. Este método explicó la mayor variación ( $r^2$ ) con el menor número de grupos y produce la mejor división gráfica de las explotaciones en un espacio bidimensional (Figura 37). En la base del dendograma fue difícil definir el número exacto de agrupamientos, considerando los juicios de manejo que menciona Lilien y Rangaswamy (1998). Combinando las distancias observadas de los enlaces en el gráfico, se pueden definir dos grandes agrupamientos en la parte superior de la Figura 37. Con las dos agrupaciones parecen ser las más apropiadas para agrupar a la información obtenida de las explotaciones caprinas.

**Análisis discriminante.** La clasificación de los agrupamientos con el análisis discriminante canónico fue posible crear nuevas variables a partir de las combinaciones lineales especiales de las variables originales, y una contribución muy importante de este análisis fue poder visualizar las distancias entre las poblaciones o agrupaciones en estudio.

Con el análisis discriminante aplicado a la clasificación obtenida por agrupación, fue posible predecir a que grupo pertenecía cada explotación caprina, encontrando que en el agrupamiento I el 97,30% de las explotaciones fueron clasificadas correctamente y sólo 2,7% se clasificaron en la agrupación II. Para el agrupamiento II el 90,91% de las explotaciones fueron clasificadas correctamente y sólo un 9,09% se clasificaron en el otro agrupamiento (Tabla 34).

Tabla 34. Clasificación y nivel de error de las agrupaciones de las explotaciones caprinas con el método Ward.

Agrupamiento	I	II
I	97,30*	2,70
II	9,09	90,91
Nivel de error	0,027	0,091
Porcentaje inicial	0,53	0,47

n=70 explotaciones.

\*\* Porcentaje

El análisis discriminante por pasos determinó que las variables que más discriminan a las explotaciones agrupadas con el método Ward fueron los ingresos brutos por cabra, el rendimiento de grano/ha, los insumos externos, la carga de cabras y la mano de obra en la unidad de producción, que fueron significativas ( $p < 0,01$ ) (Tabla 35). La información obtenida en la discriminación de las variables por pasos puede ser importante en la selección de las variables que mejor discriminan a las explotaciones, ya que el coeficiente de correlación canónica promedio elevada al cuadrado es alto (0,74).

Tabla 35 . Análisis discriminante por pasos para las variables de las explotaciones agrupadas con el método Ward.

Variable	Wilks'lambda	Nivel de significancia	ASCC	Nivel de significancia
Ingresos bruto por cabra (US\$)	0,655	0,0001	0,344	0,0001
Rendimiento grano (kg maíz/ha)	0,488	0,0001	0,511	0,0001
Ingreso externo (US\$/UTH/año)	0,310	0,0001	0,689	0,0001
Carga de cabras (Cabras/ha)	0,279	0,0001	0,720	0,0001
Mano de obra/explotación (UTH)	0,264	0,0001	0,735	0,0001

ASCC, Correlación canónica promedio elevada al cuadrado.

Con el análisis discriminante se determinaron dos funciones canónicas, pero sólo la primera fue significativa ( $p < 0,01$ ), ya que explicó el 100% de la varianza de los datos de las explotaciones de caprinos. Los coeficientes canónicos en bruto (CANB1) son importantes para definir la primera función canónica a partir de los valores de los datos sin estandarizar. En término de las calificaciones estandarizadas de las explotaciones (Tabla 36), se encontró que la primera función canónica está relacionada con el ingreso bruto por cabra (2,9), rendimiento de grano de maíz (1,1) e ingreso externo/UTH (0,9). La información contenida en la función canónica le da más peso a las variables relacionadas con los beneficios económicos por cabra y a los recursos utilizados en el manejo de los animales. No se coincide con los resultados del análisis factorial, ya que por ser dos agrupaciones en este último caso, sólo se pudo determinar una función

canónica, pero posiblemente con la formación de más de dos agrupaciones la discriminación de las explotaciones sería diferente.

Tabla 36. Funciones canónicas de las explotaciones agrupadas con el método Ward.

Variable	CANB1	CANE1
<b>Recursos disponibles:</b>		
a) Superficie total (ha)	0,086	0,313
b) Mano de obra/explotación (UTH)	-0,451	-0,442
c) Mano de obra agraria (UTH/ha)	-0,087	-0,045
d) Ingreso externo (US\$/UTH/año)	0,002	0,920
<b>Variables económicas:</b>		
e) Coste de materia prima(US\$/cabra)	-0,143	-0,422
f) Coste de la mano de obra(US\$/cabra)	-0,068	-0,839
g) Ingreso neto (US\$/explotación)	-0,002	-0,699
h) Ingresos bruto por cabra (US\$)	0,162	2,918
i) Precio medio/caprino (US\$)	-0,020	-0,111
j) Precio medio/kg (US\$)	-0,306	-0,045
k) Ingresos familiares (US\$/UTH)	-0,001	-0,787
l) Coste ganadero (US\$/ha)	-0,003	-0,219
m) Ingreso bruto de caprinos (US\$/ha)	0,006	0,581
n) Ingreso cosecha crías (US\$/cabra)	-0,072	-0,467
<b>Variables productivas:</b>		
o) Carga ganadera (UA/ha)	-0,060	-0,103
p) Rendimiento grano (kg maíz/ha)	0,004	1,095
q) Rendimiento de rastrojo(kg/ha)	0,001	0,377
r) Carga de cabras (Cabras/ha)	0,102	0,369
s) Índice de chivos comercializables	0,731	0,247
t) % Nacimiento (crías/cabras paridas)	-0,170	-0,055
u) Caprinos/cabra de cría	0,252	0,086
v) % Destete (crías/cabras paridas)	0,471	0,150

CANB1, Coeficientes canónicos en bruto.

CANE1, Coeficientes canónicos estandarizados.

La Figura 38 presenta la distribución de las explotaciones caprinas calificadas por la función canónica y el ingreso bruto por cabra, en donde se observa que las explotaciones de la agrupación I se ubican a la izquierda en un espacio bien delimitado, pero para las explotaciones de la agrupación II se ubican a la derecha

de la gráfica y sin solapamiento con las explotaciones de la agrupación I; lo que muestra una clara distribución de cada agrupamiento por el ingreso bruto obtenido por cabra. Sin embargo, es necesario señalar, que las agrupaciones del agrupamiento II se encuentran mas alejadas del promedio del agrupamiento, lo cual reafirma la dispersión de los datos en la base del dendograma presentado en la Figura 37

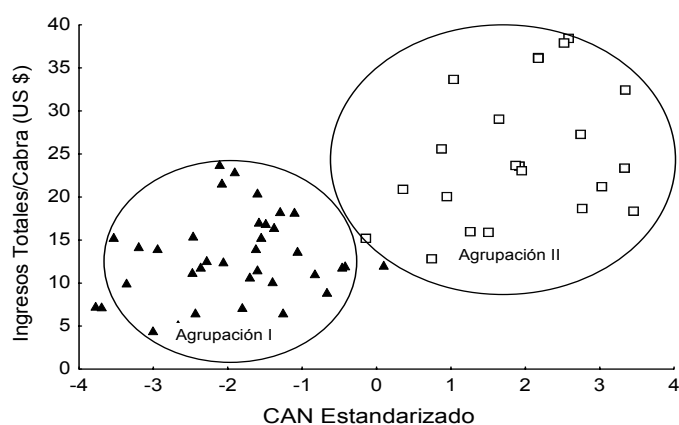


Figura 38. Representación gráfica de las calificaciones canónicas de las explotaciones agrupadas con el método Ward.

### Clasificación y agrupación por tipo genético de las cabras

Como se ha observado en los capítulos anteriores, la clasificación de las explotaciones por el tipo genético de cabras ha tenido diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0,05$ ), pero fue necesario conocer con certeza la clasificación mediante análisis discriminantes. Las explotaciones fueron clasificaciones correctamente en el 91,89, 68,18 y 63,64% de los casos para los tipos genéticos criolla, cruzas y Nubia, respectivamente (Tabla 37). Los resultados de la clasificación no muestran una certeza alta para agrupar a las explotaciones por el tipo genético de cabras que tienen, pero tampoco es baja como para afirmar que este tipo de clasificación no es válido para realizar estudios productivos y económicos en el sistema agrosilvopastoril.

Tabla 37. Clasificación y nivel de error de las explotaciones agrupadas por el tipo genético de las cabras.

Tipo de cabra en la explotación	Criolla	Cruzas	Nubia
Criolla	91,89*	8,11	0,00
Cruzas	31,82	68,18	0,00
Nubia	18,18	18,18	63,64
Nivel de error	0,081	0,32	0,37
Probabilidad inicial	0,53	0,31	0,16

\* Porcentaje

El análisis discriminante por pasos determinó que las variables que más discriminan a las explotaciones por el tipo genético de las cabras fueron: el precio medio por animal, el ingresos por la cría de cabras/ha, las UTH/ha, el ingreso externo, la superficie de tierra de la unidad de producción y la producción de rastrojo/ha, que fueron significativas ( $p < 0,01$ ) (Tabla 38). La información obtenida en la discriminación de las variables por pasos puede ser importante en la selección de las variables que mejor discriminan a las explotaciones, ya que el coeficiente de correlación canónica promedio elevada al cuadrado tuvo un valor aceptable (0, 55), pero no puede considerarse como una regla definitiva por no tener un valor muy cercano a uno.

Tabla 38. Variables discriminantes de las explotaciones agrupadas por el tipo genético de las cabras seleccionadas con el método por pasos.

Variable seleccionada	Wilks'lambda	Nivel de significancia	ASCC	Nivel de significancia
Precio medio/caprino (US\$)	0,58906225	0,0001	0,206	0,0001
Ingreso bruto de caprinos (US\$/ha)	0,41590515	0,0001	0,335	0,0001
Mano de obra/explotación (UTH)	0,34915324	0,0001	0,399	0,0001
Ingreso externo (US\$/UTH/año)	0,27761048	0,0001	0,471	0,0001
Superficie total (ha)	0,23175938	0,0001	0,512	0,0001
Rendimiento de rastrojo(kg/ha)	0,19957565	0,0001	0,551	0,0001

ASCC, Correlación canónica promedio elevada al cuadrado.

En el análisis discriminante canónico se encontró que dos funciones canónicas fueron significativas ( $P \leq 0,01$ ) y explican el 100% de la variabilidad de la información útil que se encuentra en las variables originales registradas en las

explotaciones de caprinos (Tabla 39). Los coeficientes canónicos en bruto (CANB1, CANB2) son importantes para definir la primera función canónica a partir de los valores de los datos sin estandarizar. La primera función canónica (CANE1) discriminó (calificaciones estandarizadas) por el coste ganadero/ha (2,0) y los beneficios económicos obtenidos en la explotación caprina como son el ingreso neto (1,3) y el ingreso por cosecha de crías (1,2). En tanto que la segunda función canónica discriminó más hacia la utilización de la mano de obra familiar en la unidad de producción (1,2).

Tabla 39. Funciones canónicas de las explotaciones agrupadas por el tipo genético de las cabras.

Variable	CANB1	CANB2	CANE1	CANE2
<b>Recursos disponibles:</b>				
a) Superficie total (ha)	0,2960	-0,1650	1,003	-0,559
b) Mano de obra/explotación (UTH)	-0,1604	1,3135	-0,148	1,211
c) Mano de obra agraria (UTH/ha)	0,2086	-1,4539	0,099	-0,692
d) Ingreso externo (US\$/UTH/año)	-0,0003	0,0017	-0,134	0,850
<b>Variables económicas:</b>				
e) Coste de materia prima(US\$/cabra)	0,2403	0,0491	0,636	0,130
f) Coste de la mano de obra(US\$/cabra)	-0,0239	-0,0126	-0,298	-0,157
g) Ingreso neto (US\$/explotación)	0,0048	-0,0004	1,338	-0,104
h) Ingresos bruto por cabra (US\$)	-0,1052	0,0055	-1,771	0,093
i) Precio medio/caprino (US\$)	0,1128	-0,1516	0,481	-0,647
j) Precio medio/kg (US\$)	-1,6103	-0,0334	-0,236	-0,005
k) Ingresos familiares (US\$/UTH)	0,0008	0,0006	0,379	0,274
l) Coste ganadero (US\$/ha)	0,0288	0,0020	2,011	0,141
m) Ingreso bruto de caprinos (US\$/ha)	-0,0038	0,0075	-0,297	0,589
n) Ingreso cosecha crías (US\$/cabra)	0,2269	0,1012	1,200	0,535
<b>Variables productivas:</b>				
o) Carga ganadera (UA/ha)	-0,5006	0,4545	-0,799	0,726
p) Rendimiento grano (kg maíz/ha)	0,0005	-0,0004	0,133	-0,104
q) Rendimiento de rastrojo(kg/ha)	-0,0006	-0,0016	-0,182	-0,509
r) Carga de cabras (Cabras/ha)	-0,0920	-0,2058	-0,324	-0,725
s) Índice de chivos comercializables	-0,5173	-0,6780	-0,169	-0,222
t) % Nacimiento (crías/cabras paridas)	1,0559	1,7701	0,336	0,564
u) Caprinos/cabra de cría	1,9621	-0,9745	0,664	-0,330
v) % Destete (crías/cabras paridas)	-4,0874	-1,5514	-1,284	-0,487

CANB1-CANB2, Coeficientes canónicos en bruto.

CANE1-CANE2, Coeficientes canónicos estandarizados.

La información que proporcionaron los coeficientes de las funciones canónicas estandarizadas coincide con la información obtenida con el método Ward, en el sentido de que las variables registradas en las explotaciones se agrupan en conjuntos de variables que se relacionan con los beneficios económicos en la explotación caprina y aquellas que se relacionan con la utilización de la mano de obra. La primera función canónica (CANE1) discriminó por los beneficios económicos y costes ganaderos por explotación caprina. La segunda función canónica discrimina más la utilización de la mano de obra en la unidad de producción.

La distribución de las explotaciones caprinas en el espacio canónico bidimensional se presenta en la Figura 39, en donde se puede observar que las explotaciones con cabras Nubia se encuentran a la derecha, en un espacio bien delimitado. Para las explotaciones con cabras criollas y las que tienen cruzas, se ubican a la izquierda, mostrando un traslape en las agrupaciones. Los resultados de la discriminación canónica coinciden con los análisis de varianza realizados, en que las explotaciones con cabras Nubia son las que utilizan la mayor cantidad de mano obra y las que mayores beneficios económicos obtienen con la cría de cabras.

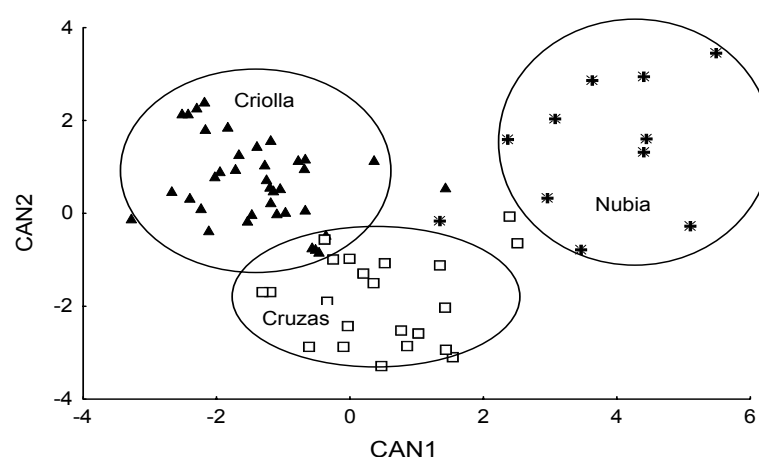


Figura 39. Representación de las calificaciones canónicas estandarizadas de las explotaciones agrupadas por tipo genético de las cabras.

### Clasificación y agrupación por nivel tecnológico

Con ayuda del análisis discriminante de validación cruzada se encontró que las explotaciones previamente estratificadas por nivel tecnológico fueron clasificadas correctamente en el 76,19, 80,77 y 91,30% para el nivel tecnológico tradicional, transicional y de mínimo insumos, respectivamente (Tabla 40). Lo que sugiere que la clasificación de las explotaciones caprinas *a priori* por su nivel tecnológico, es apropiado para realizar una estratificación jerárquica de las explotaciones y más precisa que la agrupación por tipo genético de las cabras.

Tabla 40. Clasificación y nivel de error de las explotaciones agrupadas por nivel tecnológico.

Nivel tecnológico	Tradicional	Transicional	Mínimo insumos
Tradicional	76,19	19,05	4,76
Transicional	7,69	80,77	11,53
Mínimo insumos	0	8,70	91,30
Nivel de error	0,24	0,19	0,09
Porcentaje inicial	30,00	37,14	32,86

La selección de las variables que mejor discriminaron a las explotaciones agrupadas por nivel tecnológico con el método por pasos fueron: precio promedio/animal, ingreso cosecha crías/hembra y mano de obra agraria (Tabla 41). Cada variable fue significativa ( $p \leq 0,01$ ), cuando se usaron todas las demás variables en el subconjunto de datos como covariables. Por el valor muy bajo de la correlación canónica promedio elevada al cuadrado (0,29), se puede inferir que las variables seleccionadas no son buenas discriminantes de las explotaciones agrupadas por el nivel tecnológico de las cabras.



Tabla 41. Variables discriminantes de las explotaciones agrupadas por el nivel tecnológico seleccionadas con el método por pasos.

Variable	Wilks'lambda	Nivel de significancia	ASCC	Nivel de significancia
Precio medio/caprino (US\$)	0,5109	0,0001	0.245	0.0001
Ingreso cosecha crías (US\$/cabra)	0,4733	0,0001	0.274	0.0001
Mano de obra agraria (UTH/ha)	0,4418	0,0001	0.292	0.0001

ASCC, Correlación canónica promedio elevada al cuadrado.

Con el análisis discriminante canónico se encontró que dos funciones canónicas contenían toda la información útil de los datos contenidos en las variables originales (Tabla 42).

Los coeficientes canónicos en bruto (CANB1, CANB2) son importantes para definir la primera función canónica a partir de los valores de los datos sin estandarizar. La primera función canónica (CANE1) fue altamente significativa ( $p \leq 0,01$ ) y explica el 80,1% de la variabilidad de los datos. La segunda función canónica (CANE2) no fue significativa y explicó el 19,37% de la variabilidad de los datos. Las funciones canónicas de los datos estandarizados (CANE1, CANE2) determinaron que, la primera función canónica discrimina en base a los beneficios económicos y los costes a nivel de explotación caprina y en tanto que la segunda función canónica discrimina por los beneficios por cabra (Tabla 42).

Tabla 42. Funciones canónicas de las explotaciones agrupadas por nivel tecnológico.

	CANB1	CANB2	CANE1	CANE2
<b>Recursos disponibles:</b>				
a) Superficie total (ha)	0,112	-0,265	0,407	-0,960
b) Mano de obra/explotación (UTH)	-0,459	0,094	-0,450	0,092
c) Mano de obra agraria (UTH/ha)	-0,376	-1,172	-0,195	-0,607
d) Ingreso externo (US\$/UTH/año)	-0,001	0,000	-0,327	0,016
<b>Variables económicas:</b>				
e) Coste de materia prima(US\$/cabra)	0,143	-0,008	0,421	-0,024
f) Coste de la mano de obra(US\$/cabra)	-0,030	0,000	-0,372	0,001
g) Ingreso neto (US\$/explotación)	-0,001	-0,004	-0,335	-1,066
h) Ingresos bruto por cabra (US\$)	-0,046	0,110	-0,832	1,988
i) Precio medio/caprino (US\$)	0,149	0,041	0,816	0,225
j) Precio medio/kg (US\$)	2,017	0,224	0,299	0,033
k) Ingresos familiares (US\$/UTH)	0,003	-0,002	1,431	-0,805
l) Coste ganadero (US\$/ha)	0,021	-0,020	1,628	-1,518
m) Ingreso bruto de caprinos (US\$/ha)	-0,008	-0,001	-0,806	-0,126
n) Ingreso cosecha crías (US\$/cabra)	0,081	-0,028	0,527	-0,181
<b>Variables productivas:</b>				
o) Carga ganadera (UA/ha)	-0,124	0,086	-0,214	0,148
p) Rendimiento grano (kg maíz/ha)	0,000	-0,001	0,064	-0,223
q) Rendimiento de rastrojo(kg/ha)	-0,001	0,001	-0,245	0,487
r) Carga de cabras (Cabras/ha)	-0,179	0,344	-0,644	1,239
s) Índice de chivos comercializables	0,746	-1,865	0,252	-0,629
t) % Nacimiento (crías/cabras paridas)	0,047	-0,426	0,015	-0,137
u) Caprinos/cabra de cría	1,701	-0,909	0,582	-0,311
v) % Destete (crías/cabras paridas)	-3,027	2,459	-0,963	0,782

CANB1, Coeficientes canónicos en bruto.

CANE1, Coeficientes canónicos estandarizados.

La representación de las explotaciones agrupadas por el nivel tecnológico en el espacio canónico bidimensional se presenta en la Figura 40, en donde se observa que las explotaciones tradicionales se encuentran en el lado izquierdo de la gráfica, las transicionales en el centro y las de mínimo insumos a la derecha. En la Figura 40 se puede observar un solapamiento de algunas explotaciones de los tres niveles tecnológicos definidos, pero la mayoría de las mismas se visualizan agrupadas en el espacio canónico bidimensional. Los resultados del análisis discriminante canónico coincidieron con los resultados del análisis de varianza de las explotaciones, en el sentido de que las explotaciones con mínimo insumos

utilizan mayor cantidad de mano de obra y son las que mayores beneficios económicos obtienen con la cría de cabras.

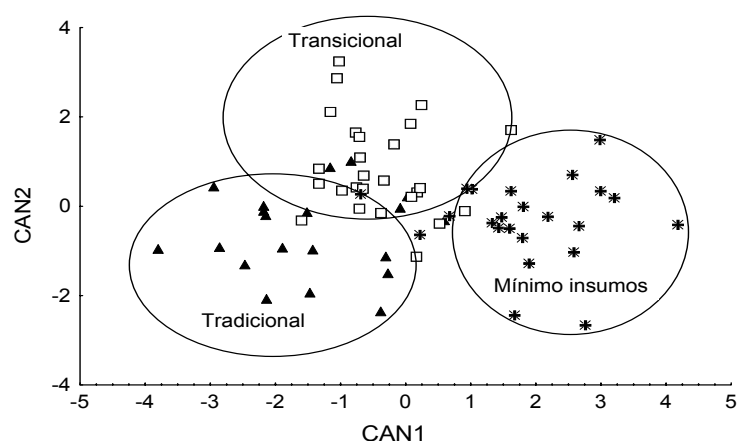


Figura 40. Calificaciones canónicas estandarizadas de las explotaciones caprinas agrupadas por nivel tecnológico.

### Observaciones a los resultados con métodos multivariados

El análisis multivariado que se aplicó a las bases de datos de las explotaciones caprinas bajo estudio fueron: factorial, agrupamiento, clasificación y discriminante canónico. La información que proporcionaron permitió el agrupamiento de las variables y la valoración de las clasificaciones *a priori* o mediante procedimientos estadísticos.

El análisis factorial determinó cinco grupos de variables correlacionadas entre sí, que explicaron la variabilidad de los datos en base a la eficiencia productiva, costes de la mano de obra, los beneficios económicos y la relación insumo-producto. Los conjuntos de variables formados (factores) fueron fáciles de interpretar a partir de las correlaciones de las variables con los factores girados.

La información obtenida a partir de la interpretación de los factores es útil para la planificación de la producción de caprinos, ya que observando cuidadosamente la carga de los factores da ideas de que la prolificidad, el porcentaje de destete y la carga de cabras en la explotación deben mejorarse para incrementar los beneficios obtenidos.

El análisis factorial tiene también la ventaja de que proporciona las calificaciones para cada una de las observaciones de la base de datos (explotaciones) y con esto determinar la contribución de cada una de ellas en la carga de los factores. El inconveniente es que el número de observaciones debe ser mayor al número de variables utilizadas para que se pueda realizar un análisis factorial.

Los análisis discriminantes aplicados a la base de datos de las explotaciones formaron dos agrupaciones y se determinó que una sola función canónica explicaba el 100% de la variabilidad de los datos. La variable que mejor discriminó a las explotaciones de cabras para las agrupaciones formadas por el método Ward de clasificación fue el ingreso bruto por cabra. Los análisis discriminantes aplicados a las agrupaciones por clasificación son más precisos para identificar la o las variables que intervienen en la variabilidad de los datos, pero se ven limitados por el número de agrupaciones que se estén analizando, ya que se requieren de más de dos agrupaciones para tener dos funciones canónicas.

Para las explotaciones agrupadas por el tipo genético de las cabras y por el nivel tecnológico se determinaron dos funciones canónicas, que explicaron el 100% de la variabilidad de los datos. Las variables que mejor discriminaron las explotaciones fueron el coste de la mano de obra y los ingresos por rebaño y por cabra, estos resultados coinciden con los análisis de varianza realizados en que el uso de la mano de obra y los beneficios económicos son mayores en las explotaciones con cabras Nubia y en las de mínimo insumos.

V

## CONCLUSIONES

---

## CONCLUSIONES

1. Los campesinos de la región de estudio que manejan el sistema de producción agrosilvopastoril integran el cultivo de la asociación maíz-frijol-haba-calabaza, con la cría de bovinos y equinos como fuerza de trabajo y pequeños rumiantes como fuente de ingreso, y recolectan de las áreas de pastoreo forraje, leña y fibra.
2. La diversificación de las actividades productivas en el sistema de producción agrosilvopastoril es dependiente del número de jornales por familia, tamaño de la parcela agrícola, la edad y la escolaridad de los campesinos.
3. Las variables morfoestructurales de la población de caprinos estudiada presentan una armonía que definen apropiadamente a las cabras criollas y sus cruzas, e incluso a la Nubia, como cabras de talla pequeña adaptadas a las condiciones semiáridas y de extrema pobreza de la región.
4. La producción de caprinos es una actividad que se orienta a la producción de animales adultos para carne que se destinan a la venta directa (44,4%), autoconsumo (11,6%) y como fuente de ahorro (40%).
5. Por el comportamiento productivo y el nivel de ingresos obtenidos en la producción de caprinos, la región queda comprendida dentro de los niveles de producción de las explotaciones caprinas localizadas en ambientes semiáridos y con deterioro de los recursos naturales.

6. El análisis por factores aplicado a la información de las explotaciones caprinas del estudio, determinaron sub-conjuntos de variables que explican la eficiencia productiva, el coste de mano de obra, los beneficios económicos y la relación insumo-producto.
7. La eficiencia productiva, determinada por el análisis factorial, explica el mayor porcentaje de la variabilidad de los datos y se relaciona con la prolificidad, porcentaje de destete y el índice de animales comercializables
8. Los análisis discriminantes aplicados a las explotaciones caprinas agrupadas por el tipo genético de las cabras y su nivel tecnológico, ubican a las explotaciones con cabras Nubia y a las que utilizan mínimo insumos con las calificaciones canónicas más altas, por tener más ingresos y un mayor uso de la mano de obra familiar.

**VII**  
**RESUMEN**

---



## RESUMEN

### **Análisis y Desarrollo del Sistema de Producción Agrosilvopastoril Caprino Para Carne en Condiciones de Subsistencia de Puebla, México**

Por

Samuel vargas López  
Universidad de Córdoba  
Córdoba (España)

Dr. Manuel Sánchez Rodríguez                      -Director-  
Dr. José Javier Rodríguez Alcaide                      -Director-

**Palabras claves:** Sistema agrosilvopastoril, caprinos para carne, cabra criolla, Nubia, cruza, explotaciones caprinas, métodos multivariados.

La producción de caprinos para carne es una actividad que se ha desarrollado como una alternativa para la utilización de los recursos naturales disponibles en las áreas de subsistencia de México, pero poca información ha sido generada para conocer las acciones que los productores están desarrollando en sistemas diversificados. El objetivo del presente trabajo fue analizar el sistema de producción agrosilvopastoril de caprinos para carne que practican los campesinos de la parte central del estado de Puebla (México), para orientar la toma de decisiones que mejoren los beneficios obtenidos en el interior de la unidad familiar de producción y de la región.

La caracterización del sistema agrosilvopastoril se realizó con el análisis de 261 encuestas de las unidades de producción de la región, que contenían información acerca de la familia, los cultivos, el agostadero y la ganadería. En una muestra de 469 cabras se estudiaron las medidas zoométricas y el peso vivo en animales adulto. En los cabritos se estudió la dinámica del peso vivo desde el nacimiento hasta el año de edad (n=354 animales). Para un mejor análisis las cabras y los cabritos fueron agrupadas por tipos genéticos (criolla, cruza y Nubia).

Para el estudio de las prácticas de manejo, los parámetros productivos y económicos, se realizó el seguimiento durante un año a 70 rebaños pertenecientes a los productores organizados en la Federación de Sociedades de Solidaridad Social Cordillera del Tenzó, Puebla (México). Las explotaciones se agruparon para su análisis por el tipo genético de las cabras y el nivel tecnológico.

Las bases de datos obtenidas durante las diferentes etapas del trabajo se analizaron con el paquete estadístico SAS. Los análisis estadísticos realizados fueron: varianza, regresión, correlación, factorial y discriminante.

En la caracterización del sistema de producción agrosilvopastoril se encontró que tiene cuatro componentes principales: la familia, los cultivos, el agostadero y la ganadería. La familia tiene 6,4 integrantes y dos jornales para la producción agropecuaria. Los productores tienen una edad promedio de 48,2 años, con rango de 21 a 71 años, una escolaridad de cuatro años y perciben por la venta de fuerza de trabajo US\$697,6/UTH/año. En el componente agrícola los productores tienen 5,4 ha de tierra, en la que cosechan maíz (547,5 kg/ha), rastrojo (649,1 kg/año) y leña (444,3 kg/año). El agostadero es la principal fuente de forraje (1.783 kg/ha), leña (1.036 kg/año), fibra (151,3 kg/año) y madera (115,3 kg/año). En la ganadería los productores crían bovinos (52,9%), ovinos (39,8%), caprinos (64,8%), equinos

(71,6%), cerdos (80,8%) y aves (88,1%); con un promedio de 8,7 unidades animales (UA) por explotación.

En las medidas zoométricas de las cabras se encontró un efecto significativo de la ganadería, tipo genético, edad y sexo. Los machos tuvieron medidas zoométricas significativamente más grandes que las hembras. Por el tipo genético las cabras Nubia tuvieron significativamente mayores medidas zoométricas que la cabra criolla y las cruzas. En el análisis discriminante se encontró que la altura a la cadera, longitud de la cabeza y amplitud de torax fueron las medidas que mejor discriminaron a la población de cabras.

El peso vivo adulto de los machos fue significativamente ( $p \leq 0,05$ ) mayor (31,4 kg) al de las hembras (27,2 kg). Los caprinos de tipo genético Nubia (30,7 kg), pesaron más ( $p \leq 0,05$ ) que los criollos (27,8 kg) y las cruzas (26,7 kg). El peso vivo en las hembras se incrementó con la edad, de tal modo que el peso a los 1,5 años era sólo el 72,2% del peso a los cinco años. La relación entre peso vivo y las variables zoométricas fue altamente significativa ( $p \leq 0,01$ ), las mejores ecuaciones de predicción ( $p \leq 0,01$ ) para el peso vivo (PV) fueron estimadas a partir de los valores de la longitud del tronco (LT) y perímetro abdominal (PA) en la cabra criolla ( $PV \text{ (kg)} = [0,3327LT + 0,611PA] - 52,927; r^2=0,84$ ) y en las cruzas ( $PV \text{ (kg)} = [0,4179LT + 0,6208PA] - 59,927; r^2=0,92$ ). En la cabra Nubia la mejor estimación del peso vivo se tuvo con la longitud del tronco (LT) y la alzada a la cruz (ACR) ( $PV \text{ (kg)} = [0,3396LT + 0,7202ACR] - 56,96; r^2=0,92$ )

Las mejores ecuaciones de predicción ( $p \leq 0,01$ ) para el crecimiento de los cabritos fueron:  $Y=1,2149X^{0,47411}$  ( $r^2=0,93$ ) para las cruzas,  $Y=0,9154X^{0,5258}$  ( $r^2=0,95$ ) para la criolla y  $Y=1,7343X^{0,4526}$  ( $r^2=0,92$ ) para la Nubia; donde Y es el peso vivo y X la edad en días.

En las explotaciones se encontró que el tamaño promedio del rebaño fue de 27,4 caprinos, con un rango de 5 a 69 animales. Las explotaciones son manejadas por hombres (48,6%), mujeres (20%), niños (14%) y otros. Las explotaciones que mayor mano de obra utilizan son las que manejan cabras Nubia (0,48 UTH) y las de mínimo insumos (0,56). Las instalaciones están construidas con materiales de la región (piedra, madera y lámina). Los productores utilizan como fuentes de alimentación de los animales sólo agostadero (55,6%), agostadero-rastrojos (29,6%) y agostaderos-parcela agrícola (14,8%). Para el pastoreo, el 62,9% de los productores utilizan un pastor por rebaño, 28,6% juntan varios rebaños y 8,6% realizan un pastoreo estacional. Para la suplementación se utiliza grano de maíz, rastrojos, medicinas, minerales y subproductos.

En la reproducción de los animales se encontró que el porcentaje de reposición fue de 7,5%, la edad al primer empadre fue de 9 a 11 meses y un peso vivo promedio de 19,8 kg. Las pariciones en los rebaños son en otoño (88,6%) e invierno (77,7%). La prolificidad promedio es de 108,6%, que es el resultado de un 90,8% de partos sencillos y un 9,2% de partos dobles. Los problemas sanitarios que más afectan a los rebaños son las afecciones gastrointestinales (44,3%) y la combinación de infecciones respiratorias-digestivas (21,3%). Los principales tratamientos que se aplican a los animales son la desparasitación interna y externa (87,5%) y la aplicación de vitaminas (54,3%). La tasa de mortalidad promedio de los rebaños fue de 9,48%, de los que el 85,7% son cabritos y el resto animales adultos (13,3%). La tasa de aborto fue muy baja (1,8% de las hembras). El porcentaje de destete es de 61% y el índice de animales comercializable/cabra es de 0,7.

El análisis económico encontró que los ingresos más importantes son por venta de animales adultos (44,4%) y la existencia de animales de abasto para futuras ventas (40,0%). Los costes son principalmente por concepto de mano de obra

(US\$28,98/cabra/año). Otros indicadores son el bajo coste de la materia prima/cabra (US\$3,88), ingreso familiar bruto de US\$ 283,2 y un ingreso por cosecha de crías de US\$ 9,6/cabra. El ingreso familiar obtenido por UTH (US\$593,5/ha), es similar al obtenido por la venta de fuerza de trabajo en el exterior de la unidad de producción.

El análisis por factores permitió agrupar a las variables medidas en las explotaciones caprinas para explicar la productividad de los rebaños, la utilización de la mano de obra, los beneficios económicos en la explotación y la relación insumo-producto.

Los análisis de varianza, factorial y discriminantes realizado con la base de datos de las explotaciones, son concluyentes en el sentido de que las explotaciones con cabras Nubia y las de mínimo insumos son las que tienen los mayores ingresos, por estar más orientadas a la producción de cabras para el mercado. Por lo que la planeación de las explotaciones deben promover el incremento del número cabras y que éstas produzcan más crías, lo que obliga a un mayor uso de la mano de obra familiar y disponer de más tierra, aunque a mediano plazo la opción para diversificar la producción será mediante un cambio en la orientación productiva a carne y leche.

**VIII**

**SUMMARY**

---

## SUMMARY

### **Analysis and Development of the Agrosilvopastoral System for Raising Meat Goats Under Subsistence Conditions in Puebla, Mexico**

By

Samuel Vargas-López

Universidad de Córdoba  
Cordoba (España)

Dr. Manuel Sánchez Rodríguez - advisor -

Dr. José Javier Rodríguez Alcaide - advisor -

**Key words:** Agrosilvopastoral system, goat raising, meat goats, Creole goat, Nubian goat, crossbreed, goat household, multivariate methods.

The meat goat production among the subsistence peasants in Mexico has been shaped over time as the main alternative for the resources utilization and cash income generation in the rural areas. But little has been written about the farmers participation aimed at improving of goat production into agrosilvopastoral farming systems. The objective of this study was to analyse the goats meat agrosilvopastoral system of on-farm conditions in the central region of Puebla, Mexico, in order to lead the alternative plans developed.

The data were collected from both primary and secondary source. A sample of 261 households was surveyed for the agrosilvopastoral system characterization. The survey questionnaires covered questions on the family, crops, rangeland and livestock. Data for morphostructural and liveweight characterization were 469 goats

and 354 goat kids. The goats were grouped into three breeds: Creole, Nubian and Crossbred. Production, management and budget data were taken monthly visiting 70 goat flocks from the rural farmers organization in the region. The flocks were classified for goat breeds and technological level.

Means, multiple regression, correlation, factorial and discriminate procedures of the SAS were used for data analysis.

The agrosilvopastoral system has four components: the family, cropland, rangeland and livestock. Families were made up of 6.4 people. Two family members provide the bulk of the farm labour force. The ages of the household head ranged between 21 to 71 years. The educational level is of four years. The average of off-farm income amounted to US\$ 697.6 a year. Cultivated areas ranged from 1-10 ha with an average of 5.4 ha per household. The farmland produces maize ( $547.5 \text{ kg ha}^{-1}$ ), roughages ( $649.1 \text{ kg ha}^{-1}$ ), and firewood ( $444.3 \text{ kg year}^{-1}$ ). The rangeland provides forage ( $1783 \text{ kg ha}^{-1}$ ), firewood ( $1036 \text{ kg year}^{-1}$ ), wood ( $115.3 \text{ kg year}^{-1}$ ), and fibre from palm (*Brahea dulcis*) ( $151.3 \text{ kg year}^{-1}$ ). The farmers keep cattle (52.9% of farmers), sheep (39.8%), goats (64.8%), equines (71.6%), pigs (80.8%) and poultry (88.1%). The average stock rate is 8.7 animal units (UA) per household.

The descriptive statistics of the different morphometrical variables were significant ( $p \leq 0.05$ ) for the effect of flock, breed, age and sex. The Nubian breed had significantly higher body measurements than the Creole and crossbred. The discriminative variables in the goat population are height at rump, head length and width at thorax.

Adult live-weight of males (31.4 kg) was higher ( $p \leq 0.05$ ) than females (27.2 kg). Adult live-weight of the Nubian was higher (30.7 kg), than the Creole (27.8 kg) and crossbred (26.7 kg). Liveweight was increasing linearly with age, thus at 1.5 years weight was 72.2% of the weight at 5 years age. Regression analysis showed that



there was a linear relationship ( $p \leq 0.05$ ) between liveweight and morphological characteristics in all breeds. For Creole breed and crossbred, there was a high correlation among body weight (BW), and trunk length (BL) and abdominal perimeter (AP) measurements. The equation for estimating ( $p \leq 0.01$ ) body weight is; for Creole goats:  $PV \text{ (kg)} = [0.3327BL + 0.611AP] - 52.927$  ( $r^2=0.84$ ), and for crossbred:  $PV \text{ (kg)} = [0.4179BL + 0.6208AP] - 59.927$  ( $r^2=0.92$ ). For Nubian breed, there was also a high correlation among body weight (BW) with trunk length (BL) and height at withers (HW), the body weight can be estimated ( $p \leq 0.01$ ) using the following equation:  $PV \text{ (kg)} = [0.3396BL + 0.7202HW] - 56.96$  ( $r^2=0.92$ ).

Kids goat liveweight on the Nubian breed tended to be relatively higher than the Creole and crossbred at birth till 325 days with no significant difference. Body weight for growing goat kids can be predicted ( $p \leq 0.01$ ) on crossbred ( $Y=1.2149X^{0.47411}$  ( $r^2=0.93$ )), Creole ( $Y=0.9154X^{0.5258}$  ( $r^2=0.95$ )) and Nubian ( $Y=1.7343X^{0.4526}$  ( $r^2=0.92$ )). Where Y is the liveweight, and X is days of age.

The average herd size of goats kept by the peasants in the agrosolvipastoral systems was 27.4 animals, ranged from 5 to 69. The goats' production is an activity for men (48.6%), women (20%), children (14%) and other (17.4%). The Nubian (0.48 man unit) and minimum inputs (0.56 man unit) herds have the higher force labour consumption than the Creole, crossbred, traditional and transitional herds. Goats' housing was built of local materials (rock, wood and corrugated iron roof).

The goats' feeding consisted of grazing on rangeland (55.6%), grazing rangeland and crop fields (29.6%) and grazing rangeland and supplements (14.8%). Grazing management is done by a shepherd per flock (62.9% flocks), some herds are joined (28.6%), and seasonal grazing (8.6%). The input supplies were corn, roughrage, medicines, minerals and industrial subproducts.

Flocks reproductive performance is 7.5% replacement rate, the age at first kidding ranged from 9 to 11 months with an average of 19.8 kg, and 108.6 % of prolificacy. The breeding season was mainly in autumn (88.6% flocks) and winter (77.7%). Following diseases affected the goats: gastrointestinal diseases (44.3%) and respiratory problems (21.3%). Treatments against internal and external parasites were done twice a year (87.5% farmers) and vitamin application one a year (54.3% farmers). Mortality rate was 9.48% at the herds level (85.5% were kids and 13.3% adults animals). The abortion rate was of 1.8%, what it is less than reported in the literature. Weaning was 61% and live animals for sale per goat was 0.7.

The result of the budgetary analysis for goat households found out that income was derived from adult animal sales (44.4%) and the stock of live animals for sales (40.0). The main costs were family labour (US\$28.98 goatyear<sup>-1</sup>), and supplies (US\$3.88). On average, a household earned a total income of US\$ 283.2, and a kid goat base income of US\$ 9.6/goat. The familiar income a unit labour was of US\$593.5/man unit, this suggest than raising goat is more profitable than sales force labour.

The applied variance, factor and discriminates analysis on the goat households data found out that higher profit are obtained from herds depending on Nubian breed and minimum inputs, as compared to the Creole, crossbred or traditional management. It can be explained by the specializing in rearing meat goat of the Nubian herds. This finding provides enough evidence for the farmers to reallocate some resources from agriculture to goat production in order to increase the herd size, force labour, land, etc. just only if they view profitability and efficient utilization of resources as their main goal.

**IX**

**LITERATURA CITADA**

---

## LITERATURA CITADA

- Abadi, G.A.K. y D.J. Pannell. 1999. *A conceptual framework of adoption of an agricultural innovation*. *Agric. Econom.*, 21:145-154.
- Acciaresi, H., O.E. Ansín y R.M. Marlats. 1994. *Sistemas silvopastoriles: efectos de la densidad arbórea en la penetración solar y producción de forraje en rodales de Álamo (Populus deltoides Marsh)*. *Agroforestería de las Américas*. Octubre-Diciembre, 1994. Turrialba, Costa Rica, pp. 6-8.
- Acuña, R. 1985. *Relaciones Geográficas del Siglo XVI: Tlaxcala*, Tomo II. Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. 427.
- Agraz, G.A.A. 1976. *Estudio zoométrico de tres razas caprinas*. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina, 210 pp.
- Agraz, G.A.A. 1981. *Cría y explotación de la cabra en América Latina*. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina, 481 pp.
- Agraz, G.A.A. 1989. *Zootechnical aspects and comparative analysis of the main productive characteristics of the goat*. Tucson, Arizona, USA, p 317.
- Akpan, A.U. 2000. Ethnoeconomics in sustainable agricultural development: The Nigeria case. *J. of Sustainable Agric.*, 17:5-17.
- Altieri, M.A. 1999. *The ecological role of biodiversity in agroecosystems*. *Agric., Ecosyst. and Environm.*, 74:19-31.
- Álvarez CV.M., S.G. Rendón, R.V. González, A.J.R. Gómez y M.A. Castillo. 1989. *Tamaño de muestra: procedimientos usuales para su determinación*. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Monografías y Manuales en Estadística y cómputo, 8:34.
- Amachi, F.S. 1986. *Prácticas sanitarias en la ganadería campesina. El caso Moxolahuac, Pue.* Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México, p. 56.
- Amir, P. y H.C. Knipscheer. 1987. *On-farm animal research/extension and its economic analysis*. Winrock Int. Inst. for Agric. Development, USA, 115 pp.

- Apantaku, S.O., C.I. Sodiya, F.S. Apantaku y E.O. Fakoya. 2000. *Alternative Internal sources of funds for extension service in Ogun State, Nigeria*. J. of Sustainable Agric., 17:37-53.
- Aparicio, S.G. 1960. *Zootecnia especial, Etnología compendiada*. Imprenta Moderna, Córdoba, España, pp. 150-179.
- Arbiza, S.I. 1986. *Los caprinos en México*. En: Arbiza A., S.I. (Ed.). Producción Caprina. A.G.T. Editor. México, p 47.
- Arene, C.J. 1996. *Population pressure, agricultural intensification and the sustainability of cropping systems in Anambra State of Nigeria*. Revista di Agricoltura Subtropicale e tropicale, 90:75-83.
- Badiola, J. y Braga. 1951. *La cabra Blanca Celtibérica (Serrana de Castilla y Levante)*. II Congreso Int. Vet. de Zootecnia. Vol. III. Madrid, España, pp. 253-266.
- Banco Nacional Agropecuario. 1971. *La ganadería caprina: importante recurso ganadero*. Informe Técnico. México, D.F., 281 pp.
- Baró, S.E. 1984. *Parámetros técnicos y económicos para la planificación de explotaciones caprinas*. IX Jornadas Científicas de la SEOC. Granada-Málaga, España, pp. 454-483.
- Baró, S.E. 1989. *Economía de la producción en las explotaciones de ganado caprino*. Manual Sobre Cabras. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España, pp. 93-101.
- Barranco, J.O., J.O. Romero y D.E. Pérez. 1987. *Características cárnicas en cabras criollas sacrificadas en Tehuacán, Pue.* III Reunión Nacional de Caprinocultura, Memorias, México, México, pp. 126-134.
- Bartra, A. 1982. *El comportamiento económico de la producción campesina*. Universidad Autónoma Chapingo. México, p. 21.
- Batz, F.J., K.J. Peters y W. Janssen. 1999. *The influence of technology characteristics on the rate and speed of adoption*. Agric. Systems, 21:121-130.
- Bedmar, M.E. 1950. *El ganado blanco de nuestra provincia*. Bol. de Zootec., 6, Jaén, España, pp. 199-202.
- Bedotti, D.O. 2000. *Caracterización de los sistemas de producción caprina del oeste Pampeano (Argentina)*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España, 359 pp.

- Belinchón, V.P., E. Baró, S. Cruz y J. Martínez. 1977. *Agrupaciones caprinas españolas*. Simposium Sobre la Cabra en los Países Mediterráneos, 3-7 Octubre. Málaga-Granada-Murcia, España, pp. 178-209.
- Benavides, J., y R. Arias. 1995. *Caracterización de sistemas de producción caprina en dos regiones de Guatemala*. Sistemas Tradicionales y Agroforestales de Producción Caprina en América Central y República Dominicana. Serie Técnica: Manual Técnico No. 269. CATIE. Turrialba, Costa Rica, pp. 7-29.
- Benavides, J., J. Esquivel y E. Lozano. 1995. *Módulos agroforestales con cabras para la producción de leche: guía técnica para extensionistas*. Serie Técnica: Manual Técnico No. 18. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica, 56 p.
- Benincasi, R. 1996. *Un esempio di strategia di sviluppo rurale sostenibile nell'ambito di un processo di integrazione regionale in Centroamerica*. Revista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale, 90: 485-495.
- Bernet, T., O. Ortiz, R.D. Estrada, R. Quiroz y S.M. Swinton. 2001. *Tailoring agricultural extension to different production contexts: a user-friendly farm-household model to improve decision-making for participatory research*. Agric. Systems, 69:183-198.
- Bouchel, D., J.J. Lauvergne, E. Guibert y F. Minvielle. 1997. *Etude morpho-biométrique de la chèvre du Rove. I. Hauteur au garrot (HG), profondeur du thorax (PT), vide sous-sternal (VSS) et indice de gracilité sous-sternale (Igs) chez les femelles*. Revue Méd. Vét., 148:37-46.
- Boza, J. 1990. *Sistemas de producción caprina en las zonas áridas del sureste de la Península Ibérica*. Simposio Internacional de Explotación Caprina en Zonas Áridas. Coquimbo, Chile. Terra Árida, Núm. 10, pp. 23-35.
- Boza, J. y Guerrero, J.E. 1993. *Estrategias para la alimentación de ovejas y cabras en zonas semiáridas mediterráneas*. XVIII Jornadas de la SEOC. Albacete, España, pp. 371-377.
- Bradford, G.E. 1999. *Contributions of animal agriculture to meeting global human food demand*. Livest. Prod. Sci., 59:95-112.
- Buckland, L. y J. Haleegoah, J. 1996. *Gender analysis in agricultural production*. Int. Inst. of Tropical Agriculture (IITA). Research Guide 58. Ibadan, Nigeria, 24 pp.

- Bueaufoy, G. 1995. *La agricultura extensiva en España*. Boletín del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Marzo, 1995, Número 21. Madrid, España, pp. 30-36.
- Burley, J. y J. Wood. 1995. *Agroforestry. Developing World Agriculture*. Grosvenor Press Int., LTD. Netherlands, NL., p. 78.
- Caballero, C.J.R., S.E. Carrión y F.J.G. Rodríguez. 1991. *Estudio de la problemática del ganado caprino en la zona de los montes de la provincia de Ciudad Real*. XVI Jornadas Científicas de la SEOC. Pamplona, España, pp. 383-386.
- Caballero, C.J.R. y S.E. Carrión. 1993. *Contribución al estudio del ganado caprino en la comarca de los montes de Yébenes (Toledo)*. XVIII Jornadas Científicas de la SEOC, Albacete, España, pp. 445-450
- Cáceres, D.M. 1995. *Pequeños productores e innovación tecnológica: un abordaje metodológico*. Agro Sur, 23:127-137.
- Cáceres, D., F. Silveti, G. Soto, W. Rebolledo y H. Crespo. 1997. *La adopción tecnológica en sistemas agropecuarios de pequeños productores*. Agro Sur, 24:123-135.
- Cameron, D. 1994. *Árboles y pastura: un estudio sobre los efectos del espaciamento*. Agroforestería de las Américas. Enero-Marzo, 1994. Turrialba, Costa Rica, pp. 18-20.
- Capote, J., J.V. Delgado, M. Fresno, M.E. Camacho y A. Molina. 1998. *Morphological variability in the Canary goat population*. Small Rumin. Res., 27: 167-172.
- Cardoso, I.M., I. Guijt, F.S. Franco, A.F. Carvalho y P.S.F. Neto. 2001. *Continual learning for agroforestry system design: University, NGO and farmer partnership in Minas Gerais, Brazil*. Agric. Systems, 69:235-257.
- CATIE. 1987. *Situación de la producción caprina en Centroamérica y República Dominicana*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica, 111 p.
- Chair, J.W. 1974. *A Glossary of terms used in range management*. Society for Range Management, Denver, Colorado, USA, p. 78.
- Charlet, P. y J.C. Le Jaouen. 1977. *Possibilites d'amélioration de la production caprine dans les pays méditerranéens: facteurs limitants et aspects socio-economiques*. Simposium Sobre la Cabra en los Países Mediterráneos, 3-7 Octubre. Málaga-Granada-Murcia, España, pp. 365-371.

- Chirgwin, J.C. 1995. *Los animales de trabajo y el desarrollo sostenible*. Revista Mundial Zootec., 84-85: 54-66.
- Cobo, E. 1950. *El ganado cabrío en la provincia de Jaén*. Boletín de Zootecnia (España), Núm. 6, pp. 195-198.
- Columela, R. 1927. *Las razas cabrías de Andalucía*. Andalucía Ganadera y Agrícola (España), Núm 9, pp. 3-5.
- Cook, S.F. 1949. *Soil erosion and population in Central Mexico*. Iberoamericana. 34. University of California Press. Berkeley, Ca. USA, p.86.
- Corral, V.R. 1992. *Producción caprina en la ganadería familiar de la Cordillera del Tentzo, Puebla*. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, 54 pp.
- Cosío, V.D. 1985. *Historia moderna de México: El Porfiriato: la vida económica (ganado lanar y cabrío)*. Editorial Hermes, 3a ed. Vol. VII. Tomo I. México. pp. 154-178.
- Crespo, G., O. Ortega, Y. Hernández e I. Rodríguez. 1995. *Mantenimiento de la fertilidad de los suelos ganaderos sin la participación de los fertilizantes químicos*. En: XXX Aniversario Instituto de Ciencia Animal. Seminario Científico Internacional. 25-27 Octubre 1995. ICA, La Habana, Cuba, pp. 50-54.
- Dalibard, C. 1995. *Livestock's contribution to the protection of the environment*. Revista Mundial Zootecnia, 84-85(3-4): 104-112.
- Dayenoff, P.M. 1998. *Contribución al estudio de la sustentabilidad de la ganadería caprina en el Chaco-árido, Argentina*. Tesis Doctorado. Universidad de Murcia, España, 204 p.
- de Haan, C. 1995. *Development support and livestock services*. En: Wilson, R.T., S. Ehui y S. Mack (Eds.). Proceedings of the FAO/ILRI Roundtable on Livestock Development Strategies for Low Income Countries. 27 febrero-02 marzo. Addis Ababa, Ethiopia, pp. 23-27.
- de la Barra, A. R. y G. F. Holmberg. 1996. *Comportamiento, diferenciación y estrategia productiva en sistemas campesinos de la décima región de Chile, evidencias de casos*. Agro Sur, 24:195-195.
- Devendra, C. y McLeroy, G.B. 1982. *Goat and sheep production in the tropics*, 2nd ed., Longman (ELBS edition), London, pp. 11-34.



- Devendra, C. 1994. *Small ruminants: potential value and contribution to sustainable development*. Outlook on Agriculture, 23:97-103.
- Devendra, C. 1995. *Mixed farming and intensification of animal production systems in Asia*. En: Wilson, R.T., S. Ehui y S. Mack (Editores). Proceedings of the FAO/ILRI Roundtable on Livestock development Strategies for Low Income Countries. 27 febrero-02 marzo. Addis Ababa, Ethiopia, pp. 133-144.
- Devendra, C. 2002a. *Crop-animal systems in Asia: implications for research*. Agric. Systems, 71:169-177.
- Devendra, C. 2002b. *Crop-animal systems in Asia: future perspectives*. Agric. Systems, 71:179-186.
- Díaz, R., S. Vargas y D. Castro. 1995. *Marco de referencia de la Cordillera del Tentzo*. Informe Técnico. Colegio de Postgraduados-Campus Puebla. Puebla, México, 9 pp.
- Dickson, U.L., G. Torres-Hernández, C. Becerril-Pérez, F. González-Cossío, M. Osorio-Arce y O. García-Betancour. 2000. *Comparison of Alpine and Nubian goats for some reproductive traits under dry tropical conditions*. Small Rumin. Res., 36:91-95.
- Ebozoje, M.O. y C.O.N. Ikeobi. 1998. *Colour variation and reproduction in the West African Dwarf (WAD) goats*. Small Rumin. Res., 27:125-130.
- Echavarría, C.F., G.H. Salinas, R.A. Falcón, R.R. Flores y A.F. Rubio. 1992. *Evaluación intermedia del impacto en la intervención tecnológica en sistemas de producción caprina*. En: Memorias de la VII Reunión Nacional de Caprinos. Oaxaca, México, pp. 143-148.
- El Aich, A. 1995. *Goat farming systems in Morocco*. En: A. El Aich, S. Landau, A. Bourbouze, R. Rabino y P. Morand-Fehr (Editores). Goat Production System in the Mediterranean Region. EAAP Publication Núm. 71. Wageningen Pers. Netherlands, pp. 202-215.
- El Aich, A. y A. Waterhouse. 1999. *Small ruminants in environmental conservation*. Small Rumin. Res., 34:271-287.
- Falagán, A., J.E Guerrero y A Serrano. 1995. *Système d' élevage caprin dans le sud de l'Espagne*. En: A. El Aich, S. Landau, A. Bourbouze, R. Rabino y P. Morand-Fehr (Editores). Goat Production System in the Mediterranean Region. EAAP Publication Núm. 71. Wageningen Pers. Netherlands, NL, pp. 38-49.

- Falcón, R.A., H. Salinas L., L. Avil y T. Flores. 1990. *Los sistemas de producción caprina en Zacatecas. II. La presencia de abortos*. Memorias de la VI Reunión Nacional de Caprinocultura, AMPCA. CREZAS-CP. San Luis Potosí, México, pp 178-181.
- FAO, 2002. *Statistical database*. Roma, Italia. [www.fao.org](http://www.fao.org).
- Febles, G., T.E. Ruíz y L. Simón. 1995. *Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical*. En: XXX Aniversario Instituto de Ciencia Animal. Seminario Científico Internacional. 25-27 Octubre 1995. ICA, La Habana, Cuba. pp. 55-63.
- Fierros, M.A. 1994. *La agroforestería y su impacto en el desarrollo del medio rural*. Memoria Consulta de Expertos Sobre el Avance de la Agroforestería en Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe. FAO-PNUMA. Santiago de Chile, pp. 26-29.
- Franzel, S., R. Coe, P. Cooper, F. Place y S.C. Scherr. 2001. *Assessing the adoption potential of agroforestry practices in sub-Saharan Africa*. *Agric. Systems*, 69:37-62.
- Frías, J.J. 1998. *Situación actual y perspectivas de conservación de las razas caprinas en peligro de extinción en la provincia de Jaén*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España, 397 pp.
- Galai, E.S.E. 1995. *Goat production System in Egypt*. En: A. El Aich, S. Landau, A. Bourbouze, R. Rabino y P. Morand-Fehr (Editores). *Goat Production System in the Mediterranean Region*. EAAP Publication Núm. 71. Wageningen Pers. Netherlands, NL., pp. 161-165.
- Galina, M.A., D.C. Puga, A. Hernández y G.F.W. Haenlein. 1998. *Biodiverse and biosustainable production system with goats in Mexico: importance of a forage bank*. *Small Rumin. Res.*, 27:19-23.
- Galina, M.A., M. Guerrero, G. Serrano, R. Morales y G.F.W. Haenlein. 2000. *Effect of complex catalytic supplementation with non-protein nitrogen on the ruminal ecosystem of growing goats pasturing on shrub land in Mexico*. *Small Rumin. Res.*, 36:33-42
- García, E. 1983. *La categoría "sistema de producción" como instrumento de análisis de la producción animal*. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. INIP-SARH. México, p. 969.
- García, E. 1989. *Modificación al sistema de clasificación climática de Köepen*. Cuarta Edición. Editorial Offset Larios, México, 234 p.

- García, J.A. 1986. *Efecto de la craza y peso al sacrificio sobre la calidad de la canal en cabras criollas*. Tesis Maestría. FZ-UACH. Chihuahua, Chih.
- García, S.T., A.A. García, y T.J. de Lucas. 1992. *Caracterización de los sistemas de producción y del ganado caprino en el sur del estado de México (Municipio de Tejupilco)*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Caprinocultura, AMPCA, pp. 129-132.
- García, T.R. 1995. *El Papel de los animales en los sistemas agrícolas*. En: XXX Aniversario Instituto de Ciencia Animal. Seminario Científico Internacional. 25-27 Octubre 1995. ICA, La Habana, Cuba. pp. 44-49.
- Gay, C.W., G. Perrier y J. Tiedeman. 1988. *The integration of range management in mixed agricultural systems*. Preceedings Int. Rangeland Development Symposium. Corpus Christi, Texas. USA, 196 p.
- Gibon, A., A.R. Sibbald y C. Thomas. 1999. *Improved sustainability in livestock systems, a challenges for animal production science*. Livest. Prod. Sci., 61:107-110.
- Gipson, T.A. 1996. *Breed capabilities and selection for meat production. Proceeding of Meat Goat Symposium*. Dec, 7, Upper Marlboro, MD., USA, p. 12.
- Gliessman, S.R. 1989. *Integrating trees into agriculture: the home garden agroecosystem as an example of agroforestry in the tropics*. In: Gliessman, S.R. 1989. *Agroecology: Researching the Ecological Basis for Agriculture*. Ecological Studies 78. Springer-Verlag, Press. USA, p. 160-161.
- González, C.E., P. Lavin y A.R. Mantecón. 1995. *Sistemas extensivos de producción animal en las zonas altas de la meseta*. Ciencias Veterinarias. Vol. XII. *Sistemas Extensivos de Producción de Rumiantes en Zonas de Montaña*. España, pp. 142-160.
- Guevara, J.C., O.R. Estevez y C.R. Stasi. 1999. *Cost-benefit analysis of cactus fodder crops for goat production in Mendoza, Argentina*. Small Rumin. Res., 34:41-48.
- Haenlein, G.F.W. 1984. *Inheritance of type and milk production in goats*. En: F.H. Baker y M.E. Miller (Editores). *Sheep and goat handbook*. Int. Stockmen's School Handbook, Vol. 4. Westview Press, USA, pp. 491-498.
- Hamadeh, S.K., G.N. Bistanji, M.R. Darwish, M.A. Said y D.A. Ghanem. 2001. *Economic sustainability of small ruminants production in semiarid areas of Lebanon*. Small Rumin. Res., 40: 41-49.

- Hart, R.D. 1985. *Agroecosistemas. Conceptos básicos*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba, Costa Rica, p. 160.
- Hecht, S.B. 1996. *Evolución del pensamiento agroecológico*. En: *Agroecología y Agricultura Sostenible*. En: Curso Para Diplomado de Postgrado. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo Social (CLADES). Centro de Estudios de Agricultura Sostenible del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana (CEAS-ISCAH). La Habana, Cuba, pp 32-49.
- Hernández, E. y A. Ramos. 1977. *Metodología para el estudio de agroecosistemas con persistencia de tecnología agrícola tradicional*. En: Hernández, E. (Editor). *Agroecosistemas de México: Contribución a la Enseñanza, Investigación y Divulgación Agrícola*. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México, pp. 321-333.
- Hernández, Z.J.S. y A.V. Sierra. 1992. *Situación particular de la caprinocultura en la mixteca baja oaxaqueña*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Caprinocultura, AMPCA. Oaxaca, México, pp. 155-159.
- Hernández, Z.J.S. 2000. *Caracterización etnológica de las cabras criollas del sur de Puebla (México)*. Tesis de Doctorado. Universidad de Córdoba. Córdoba, España, 260 p.
- Herrera, H. J.G., S. Vargas L. y D. Castro R. 1994. *Interrelaciones entre características zoométricas de las cabras criollas en la Cordillera del Tentzo, México*. Memorias IX Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz B.C., México, pp. 175-178.
- Herrera, M., E. Rodero, M.J. Gutierrez, F. Peña y J.M. Rodero. 1996. *Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds*. Small Rumin. Res., 22:39-47.
- Hildebrand, P.E., B.K. Sing, B.C. Bellows, E.P. Campbell y B.A. Jama. 1993. *Farming systems research for agroforestry extension*. Agron. Syst., 23:219-237.
- Homedes, R.J. 1967. *Zootecnia, producción animal. Enciclopedia Práctica del gadero*, Vol. 1. Editorial Sintet, Barcelona, España, pp. 44-50.
- Howell, J.M., J.M. Luginbuhl, M.J. Grice, K.L. Anderson, P. Arasu y J.R. Flowers. 1999. *Control of gastrointestinal parasite larvae of ruminants using nitrogen fertilizer, limestone and sodium hypochlorite solutions*. Small Rumin. Res., 32:197-204.
- Hoyos F., H. Salinas y P. Sáenz. 1987. *Caracterización de los sistemas caprinos en la Comarca Lagunera*. En: Reporte del Proyecto de Sistemas de

- Producción Caprina en la Comarca Lagunera. INIFAP-CIID. Matamoros, Coah., México. p. 5.
- Ibrahim, H. 1998. *Small ruminant production techniques*. ILRI Training Manual. ILRI. Nairobi, Kenya, 191 pp.
- ILCA. 1988. *Sustainable production from livestock in sub-Saharan Africa: ILCA's programme plans and funding requirements, 1989-1993*. Addis Ababa, Ethiopia, pp. 1-41.
- ILCA. 1992. *Annual report and programme highlights*. Int. Livestock Centre for Africa (ILCA). Addis Ababa, Ethiopia, 85 pp.
- ILCA. 1994. *Improving livestock production in Africa: Evolution of ILCA's programme 1974-94*. Int. Livestock Centre for Africa (ILCA). Addis Ababa, Ethiopia, 194 pp.
- ILRI. 2000. *Improving crop-livestock systems in the Sudan savannas of West and Central Africa*. Progress Report, March 2000. Ibadan, Nigeria, 21 p.
- INEGI. 1987. *Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Puebla*. Puebla, México, 55 pp.
- INEGI. 1991. *Datos básicos de geografía de México*. Instituto de Estadística, Geografía e informática (INEGI). 2a edición. Aguascalientes, México, 142 pp.
- INEGI. 1994. *Puebla. Resultados Definitivos VII Censo Agrícola-Ganadero*. Tomo IV. INEGI, Aguascalientes, México, 194 pp.
- INEGI. 1996. *Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos*. Instituto de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Aguascalientes; México, pp. 610-624.
- INEGI. 1998. *Anuario estadístico del estado de Puebla: edición 1998*. Instituto de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Aguascalientes, México, 92 p.
- Izac, A.M.N. y P.A. Sanchez. 2001. *Towards a natural resource management paradigm for international agriculture: the example of agroforestry research*. Agric. Systems, 69:5-25.
- Jabbar, M.A. 1994. *Evolving crop-livestock farming systems in the humid zone of West Africa: potential and research needs*. J. for Farming Systems Res.-Ext., 4: 47-60.

- Johnson, D.E. 1998. *Applied multivariate methods for data analysis*. Brooks Cole Publishing Company, USA, pp. 151-213.
- Katongole, J.B.D., B. Sebolai y M.J. Madimabe. 1996. *Morphological characterization of the Tswana goat*. Proc. of the Biennial Conf. of the African Small Rumin. Res. Network. Kampala, Uganda, 5-9 December. ILRI. Addis Ababa, Ethiopia, pp. 43-47.
- Katsumata, M., T. Amano, S. Suzuki, K. Nozawa, H. Martojo, I.K. Abdulgani y H. Nadiib. 1981. *Morphological characters and blood protein gene constitution of Indonesian goats. The origin and phylogeny of Indonesian native livestock*. Part II. The Research Group of Overseas Scientific Survey, pp. 55-68.
- Kaushik, S.J. 1999. *Animals for work, recreation and sports*. Livest. Prod. Sci., 59:145-154.
- Kaya, B., P.E. Hildebrand y P.K.R. Nair. 2000. *Modelling changes in farming systems with the adoption of improved fallows in southern Mali*. Agric. Systems, 66:51-68.
- Landais, E. y G. Balent. 1993. *Introduction à l'étude des systèmes d'élevage extensif*. Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement 27. Pratiques d'élevage extensif: Identifier, modéliser, évaluer. INRA, Programme Agrotech. pp. 13-32.
- Landau, S., A. Perevolotsky, Y. Carasso y T. Rattner. 1995. *Goat husbandry and production system in Israel*. En: A. El Aich, S. Landau, A. Bourbouze, R. Rabino y P. Morand-Fehr (Editores). Goat Production System in the Mediterranean Region. EAAP Publication Núm. 71. Wageningen Pers. Netherlands, NL., pp.136-157.
- Larbi, A. y U. Oji. 2002. *Goat/sheep production training guide*. ILRI-AGIP/GRP. Port Harcourt, Nigeria, 69 pp.
- Lastra, M.J.I. 1996. *Programa nacional de fomento a la caprinocultura dentro del marco de alianza para el campo*. Memorias XI Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. Chapingo, México, 8 pp.
- Lauvergne, J.J., D. Bouchel, F. Minvielle y E. Guibert. 1997. *Étude morpho-biométrique de la chèvre du Rove. II. Longueur d'oreille (LO) et indice auriculo-thoracique (lat) chez les femelles*. Revue Méd. Vét., 148:501-510.
- Lebbie, S.H.B. y K. Ramsay. 1999. *A perspective on conservation and management of small ruminant genetic resources in the subSaharan Africa*. Small Rumin. Res., 34:231-247.

- Lightfoot, C. y R. Noble. 2001. *Tracking the ecological soundness of farming systems: instruments and indicators*. Journ. of Sustainable Agric., 19:9-28.
- Lilien, G.L. y A. Rangaswamy. 1998. *Marketing engineering: computer-assisted marketing analysis and planning*. Addison-Wesley Logman, Inc. USA, pp. 80-88.
- López, T.Z.G. y M.M. Mora P. 1990. *Producción caprina tradicional en la Cordillera del Tentzo, Puebla: parámetros productivos y valor económico*. Memorias XXII Reunión AMPA, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México, pp. 167-170.
- Lucifero, M., A. Giorgetti, S. Biffani, A. C. Luciani, R. Negrine y D. Rondina. 1996. *La caprinicultura nel nord-ovest dell'Argentina: indagine sugli allevamenti nella provincia di Santiago del Estero*. Revista di agricoltura Subtropicale e Tropicale, 90:125-137.
- Lupwayi, N.Z., M.Girma y I. Haque. 2000. *Plant nutrient contents of cattle manure from small scale farms on experimental stations in the Ethiopian Highlands*. Agriculture, Ecosyst. and Environm., 78:57-63.
- Madubi, M.A., G.C. Kifaro y P.H. Peterson. 2000. *Phenotypic characterization of three strains of indigenous goats in Tanzania*. Anim. Gen. Res. Inf., 28:43-51.
- Mainar, R.C., P. Cuesta, I. Méndez, M.A. Asencio, L. Domínguez y J.A. Vázquez. 1994. *Caracterización de la explotación ovina y caprina de la C.A.M. mediante encuesta y análisis multivariante: bases para una planificación en ganadería y sanidad animal*. XIX Jornadas Científicas de la SEOC Madrid, España, p. 271
- Maldonado, K. 1998. *El estudio faneróptico y morfoestructural de la raza caprina Payoya. Tesina de Licenciatura. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba. Córdoba, España, 133 p.*
- Manjeli, Y., A. Téguia, R.M. Njwe, J. Tchoumboué y E.E. Ayong. 1994. *Enquête sur l'élevage caprin dans les hauts plateaux de l'Ouest-Cameroun*. In: Lebbie, H.B. y E. Kagwini (Editores). Proc. of the Third Biennial Conf. of the African Small Rumin. Research Network. ILRI, Addis Ababa, Etiopía, pp. 99-103.
- Martínez, L.R., 1992. *Regionalización y diagnóstico estático de la ganadería caprina en el noreste de Jalisco*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Caprinocultura, AMPCA., pp 160-164.

- Mateos, R.E., 1990. *El ganado caprino en el nordeste cacereño*. Revista Mundo Ganadero. Núm. 9. Madrid, España, pp. 28-35.
- Mellado, M. y A. Morales. 1988. *Efecto de raza y algunos factores ambientales sobre el peso al nacimiento y peso al mes de cabritos*. Memorias del Congreso Interamericano de Producción Caprina. Torreón, Coahuila, México, pp. A25-28.
- Mellado, M. 1997. *La cabra criolla en México*. Veterinaria México, 28:333-343.
- Mohammed, M.A.S. 1995. *Mixed farming systems in SubSaharan Africa*. En: Wilson, R.T., S. Ehui y S. Mack (Editores). Proceedings of the FAO/ILRI Roundtable on Livestock Development Strategies for Low Income Countries. 27 febrero-02 marzo. Addis Ababa, Ethiopia, pp. 93-100.
- Mohamed, I.D. y J.D. Amin. 1996. *Estimating body weight from morphometric measurement of Sahel (Borno White) goats*. Small Rumin. Res., 24:1-5.
- Montaldo, H., A. Juárez, J.M. Berruecos y F. Sánchez. 1995. *Performance of local goats and their backcrosses with several breeds in Mexico*. Small Rumin. Res., 16:97-105.
- Montaldo, H.H. y C.A. Meza H. 1998. *Reflexiones sobre el uso de recursos genéticos caprinos en México*. Memorias XIII Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. UASLP, San Luis Potosí, México, pp. 85-99.
- Morand-Ferh, P. y J. Boyazoglu. 1999. *Present state and future outlook of the small ruminant sector*. Small Rumin. Res., 34:175-188.
- Mourad, M. y M.R. Anous. 1998. *Estimates of genetic and phenotypic parameters of some growth traits in Common African and Alpine crossbred goats*. Small Rumin. Res., 27:197-202.
- Moyano, F.J., M. Díaz, E. Martín, M.C. León, P. Oliver y L. León. 1993. *Situación de la ganadería caprina en Almería: resultados de una encuesta*. XX Jornadas Científicas de la SEOC. Albacete, España, pp. 457-462.
- MRCMPU. 1999. *Integrated animal health care - The current status*. En: E. Mathias, D. Fielding y M. Martin (Editores). Proceedings of the Int. Seminar. 4-6 February. Kozhikode, India, p. 1.
- Mrema, M. y S. Rannobe. 1996. *Goat production in Botswana: factors affecting production and marketing among small-scale farmers*. Proceedings of the Third Biennial Conference of the African Small Rumin. Res. Network. UICC, Kampala, Uganda, 5-9 December, 1994. ILRI, Nairobi, Kenya, pp. 105-109.



- Nahed, J. y M. Parra. 1984. Ovinocultura en los Altos de Chiapas: un sistema tradicional. *Revista Mexicana de Producción Animal*, 16:26-41.
- Nair, R.P.K. 1989. *Agroforestry: An approach to sustainable land use in the tropics*. In: Altieri, M.A. y S.B. Hecht. (Editores). *Agroecology and Small Farm Development*. CRC Press. USA, pp 121-136.
- Nefzaoui, A. y H. Abdouli, 1995. *Les systèmes d'élevage caprins en Tunisie*. En: A. El Aich, S. Landau, A. Bourbouze, R. Rabino y P. Morand-Fehr (Editores). *Goat Production System in the Mediterranean Region*. EAAP Publication Núm. 71. Wageningen Pers. Netherlands, NL., pp. 166-183.
- N.R.C. 1986. *Agroforestry in the West African Sahel. Resource management for arid and semiarid regions*. National Research Council. National Academy Press, Washington, D.C., pp. 86.
- Odubote, I.K. 1996. *Genetic analysis of the reproductive performance of the west African Dwarf goats in the humid tropics*. Proceedings of the Third Biennial Conference of the African Small Rumin. Res. Network, UICC, 5-9 December 1994. Kampala, Uganda, pp. 33-36.
- Okoruwa, V.O. 1994. *The economics of agropastoral production systems in the derived savannah of Oyo State, Nigeria*. Ph. D. Thesis. University of Ibadan, Nigeria, 221 p.
- Olayiwole, M.B. y I.F. Adu. 1988. *Past and present research on sheep and goat breeding in Nigeria. Improvement of Small Ruminant*. Organization of African Unity. Ibadan, Nigeria, pp. 61-69.
- Olea, R.T., J.S. Hernández y E. Pérez. 1988. *Efecto de la edad sobre características cárnicas en cabritos de razas lecheras*. Congreso Interamericano de Producción Caprina. Torreón, Coah. México, pp. D58-D65.
- Olivera, M. 1978. *Pillís y Macehuales: las formaciones sociales y los modos de producción de Tecali del siglo XII al XVI*. Ediciones la Casa Chata, México, p. 268.
- Omite, J.M., K.A. Parton, J.A. Sinden y S.K. Ehui. 1999. Monitoring change in land-use practices following agrarian de-collectivisation in Ethiopia. *Agric., Ecosyst. and Environm.*, 72:111-118.
- Ondiek, J.O., S.A. Abdulrazak, J.K. Tuitoek y F.B. Bareeba. 1999. *The effects of *Gliricidia sepium* and maize barn as supplementary feed to Rhodes grass hay on intake, digestion and liveweight of dairy goats*. *Livest. Prod. Sci.*, 61:65-70.

- Ortuño, P.S.F. 1994. *El ganado caprino en las áreas de montaña comarca del valle del río Alberche (Ávila)*. Revista Pastos, 24:199-215.
- Osoro, K. 1995. *Sistemas extensivos de producción de rumiantes en la cornisa cantábrica*. Ciencias Veterinarias. Vol. XII. Sistemas Extensivos de Producción de Producción de Rumiantes en Zonas de Montaña. Madrid, España, pp. 93-113.
- Oviedo, J.F., J.E. Benavides y M. Vallejo. 1995. *Estimación bioeconómica de un módulo agroforestal con cabras en el trópico húmedo*. En: Benavides, J.E. y R. Arias (Editores.). *Sistemas Tradicionales y Agroforestales de Producción Caprina en América Central y República Dominicana*. Serie Técnica: Informe Técnico No. 269. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica, pp 211-230.
- Panin, A. 1996. *Profitability and income contribution of small ruminant production to rural African households: A case study of Kgatleng and Kweneng districts in Botswana*. Proceedings of the Third Biennial Conference of the African Small Rumin. Res. Network. UICC, Kampala, Uganda, 5-9 December, 1994. ILRI, Nairobi, Kenya, pp. 111-115.
- Pannell, D.J. 1999. *On the estimation of on-farm benefits of agricultural research*. Agric. Systems, 61:123-134.
- Paoletti, M.G. 1999. *Using bioindicators based on biodiversity to asses lanscape sustainability*. Agric., Ecosyst. and Environm., 74:1-18.
- Pariacote, F. 1992. *Productivity of goat native, Alpine and Nubian breeds and their crosses in Venezuela*. Arch. Zootec., 41.555-562.
- Paz, S.A. 1996. *Producción animal, medio ambiente y política agraria*. ILE-Enero-Febrero, Número 103-204. Madrid, España, pp. 51-54.
- Peña, F., M. Sánchez, M. Herrera, J. Vega, A. García y V. Domenech. 1999. *Raza caprina Florida*. Analistas Económicos de Andalucía, Málaga , España, 92 p.
- Pérez, G. 1977. *La reproducción de la cabra en los países mediterráneos*. Simposium Sobre la Cabra en los Países Mediterráneos, 3-7 Octubre. Málaga-Granada-Murcia, España, pp. 295-305.
- Plan Puebla, 1991. *Informe a productores e instituciones*. Plan Puebla. Campus Puebla-Colegio de Postgraduados. Puebla, México, 45 pp.
- Plan Puebla, 1995. *Proyecto para el desarrollo integral de la cordillera del Tentzo, Puebla*. Campus Puebla-Colegio de Postgraduados. Puebla, México, 45 pp.

- Prezioso, G. Y C. Russo. 1999. *Evoluzione dell'allevamento ovicaprino e delle principali produzioni da esso derivate in Italia*. Università degli Studi di Pisa, Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria di Pisa, Volume LII, pp. 229-237.
- Pulido, G.F., L.V. Rodríguez, S.M. Escribano y D.F.J Mesías. 1995a. *Instalaciones y equipamiento de las explotaciones caprinas extremeñas*. XX Jornadas Científicas de la SEOC. Madrid, España, pp. 479-484.
- Pulido, G.F., L.V. Rodríguez, S.M. Escribano y V.R. Serrano. 1995b. *El problema de la continuidad en las explotaciones caprinas extremeñas*. XX Jornadas Científicas de la SEOC. Madrid, España. pp. 625-630.
- Pulido, G.F., L.V. Rodríguez y S.M. Escribano. 1995c. *Estructura social de los titulares de explotaciones caprinas de Extremadura*. XX Jornadas Científicas de la SEOC. Madrid, España, pp. 605-608.
- Quiroga, M.J.C. 1992. Agroecological characterization of the Bolivian Altiplano. In: C. Valdivia (Editor). *Sustainable Livestock Systems for the Bolivian Altiplano*. Proceedings of an SR-CRSP Workshop, Lubbock, Texas, University of Missouri, Columbia, USA, pp. 123-164.
- Rabasco, A., J.A. Padilla y J.M. Serradilla. 1992. *Estudio de la estructura poblacional de la cabaña caprina extremeña: su incidencia en un programa de selección*. Mundo Ganadero, Núm. 11. Madrid, España, pp. 80-88.
- Radulovich, R. 1994. *Agroforestería en Zonas de Ladera con Sequía Estacional en Centro América*. Memoria: Consulta de Expertos Sobre el Avance de la Agroforestería en Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe. FAO-PNUMA. Santiago de Chile, pp. 12-26.
- Raish, C. 1998. *Agricultural intensification and the economic role of domesticated animals*. In : F.A. Schoolmaster (Editor). *Papers and Proceedings of the Applied Geography Conferences*. John Willey and Sons, New York, Vol. 21, pp. 137-147.
- Ramírez, R.G. y M. Mellado. 1996. *Current development in the management of small ruminant genetic resources: the american continent*. En: C. Devendra (Editor). *Proceedings of IGA/FAO Round Table on the Global Management of Small Ruminant Genetic Resources*. Beijing, China, pp. 68-74.
- Reinhardt, R.M. y A. May. 1978. *Nubian history: America and Great Britain*. Hall Press. San Bernardino, Ca., USA, 119 pp.
- Rege, J.E.O. 1996. *Biotechnology options for improving livestock production in developing countries, with special reference to sub-Saharan África*. Proceedings of the Third Biennial Conference of the African Small Rumin.

- Res. Network. UICC, Kampala, Uganda, 5-9 December, 1994. ILRI, Nairobi, Kenya, pp. 11-28.
- Revuelta, J.F. y V.G. Eguren. 1995. *Aspectos económicos de la producción extensiva de rumiantes en áreas de montaña y zonas desfavorecidas*. Ciencias Veterinarias. Vol. XII. Sistemas Extensivos de Producción de Rumiantes en Zonas de Montaña. Madrid, España, pp. 187-222.
- Robles, T.P.A., J. Pedroza y J.H. del Río. 1994. *Determinación de parámetros reproductivos en un hato caprino estabulado en la Comarca Lagunera*. Memorias de la IX Reunión Nacional de Caprinocultura, AMPCA. U.A.B.C.S. La Paz, BCS, México, pp. 202-204.
- Rodero, S.E., M. Herrera y M.J. Gutiérrez. 1992. *Morphoestructural evolution of the Blanca Serrana caprine breed based on their crossing for milking aptitude*. Arch. Zootec., 41:519-530.
- Rodríguez, J.J. 1967. Análisis factorial en la empresa agrícola. Investigación sobre una muestra de empresas en suelos de Holanda. Arch. Zootec., 16:137-168.
- Rodríguez, L.A. y J. González C. 1996. *El sector caprino en Extremadura*. Revista Española de Lechería, pp. 25-27
- Rodríguez, P.L., J.J. Tovar, A.M. Rota, A. Rojas y L. Martín. 1990. *El exterior de la cabra Verata*. Arch. Zootec., pp.43-53.
- Rubino, R. y S. Claps, S. 1995. *Goat husbandry systems in southern Italy*. En: A. El Aich, S. Landau, A. Bourbouze, R. Rabino y P. Morand-Fehr (Editores). Goat Production System in the Mediterranean Region. EAAP Publication Núm. 71. Wageningen Pers. Netherlands, NL., pp. 68-80.
- Ruiz, F., R. López, H. Salinas, L. Aguirre, J.J.G. Ortiz y E.J. Suarez. 1992. *Goat production characterization in southeast of Coahuilan in Northern Mexico*. Fifth Int. Conference on Goats. Proceedings, March 2-8. New Dheli, India, pp. 434-438.
- Russo, R. O. 1994. *Los sistemas agrosilvopastoriles en el contexto de una agricultura sostenible*. Agroforestería de las Américas. Abril-Junio 1994. Turrialba, Costa Rica, pp. 10-13.
- Rymon, D. y U. Or. 1991. *Accelerating technology transfer by means of ATTA (Advance Technologies in Traditional Agriculture)*. J. of Sustainable Agric., 21:103-118.
- Sáenz, P., G. Hoyos, H. Salinas y R. Mascorro. 1987. *Identificación de factores*

- limitantes en el estrato prioritario de la caprinocultura*. Reporte del Proyecto de Sistemas de Producción Caprina en la Comarca Lagunera. INIFAP-CIID. Matamoros, Coah., México.
- SAGAR. 1997. *Anuario estadístico de producción pecuaria de los Estados Unidos Mexicanos*. Centro de Estadística Agropecuario. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. México, pp. 12-82.
- Salinas, G.H. 1988. *Selección de sitios de trabajo en el enfoque de sistemas de producción agropecuario*. Memorias del Congreso Interamericano de Producción Caprina. Torreón, Coah. México, pp. D31-D35.
- Salinas, H. G. Hoyos, F. Chavarría y A. Falcón. 1993. *Sistemas de producción caprina en el noreste de México*. Memoria del Seminario Nacional Sobre Producción y Comercialización del Ganado Caprino. Univ. Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México, pp. 38-44.
- Salinas, H., Ramírez R.G. y Rumayor, R.A. 1999. *A whole-farm model for economic analysis in a goat production system in Mexico*. Small Rumin. Res., 31:157-164.
- Sánchez, A. 1977. *La raza Blanca Española*. Simposium Sobre la Cabra en los Países Mediterráneos, 3-7 Octubre. Málaga-Granada-Murcia, España, pp. 51-53.
- Sánchez, B.A. y Sánchez, T.A. 1995. *Ganadería ovina y caprina e impacto ambiental*. XX Jornadas Científicas de la SEOC Madrid, España, pp. 99.
- Sánchez, C.M. 1993. *Criterios para la calificación de cabras criollas en los Valles centrales de Oaxaca*. Tesis de Maestría en Ciencias, ITAO No, 23. SEP. Oaxaca, México, 118 p.
- Sánchez, F., E. Avendaño y A. Rosales. 1984. *El desarrollo corporal y su relación con las características reproductivas de caprinos criollos del sur de México*. I Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Memorias. UAAAN, Saltillo, Coah. México, p. 9.
- Sánchez, F., R. Ramírez y P.R. Flores. 1985. *Características de producción y comercialización de caprinos en la Costa Chica de Guerrero*. En: Memoria del Simposio sobre Caprinocultura en Guerrero. Taxco, Gro., México, p. 5.
- Sánchez, M. 1995. Integration of Livestock with perennial crops. *Revista Mundial Zootec.*, 82:50-92.
- Sánchez, M. 1988. *Aprovechamiento con caprino lechero en la Sierra Norte de Sevilla*. Tesis Doctorado. Universidad de Córdoba. Córdoba, España, 278 p.

- Sánchez, M., Santos, R., Gómez, J., Ruíz, D.E. y Gil, M.J. 2001a. *Indicadores económico-financieros de las explotaciones de caprino lechero de CAPRICOVAP*. Memorias SEOC, 2001. Sevilla (España), pp. 491-498.
- Sánchez, M., Santos, R., Gil, M.J., Gómez, J. y Ruíz, D.E. 2001b. *Parámetros técnico económicos de las explotaciones de caprino lechero de CAPRICOVAP*. Memorias SEOC, 2001. Sevilla (España), pp. 499-504.
- Sánchez, M., D. López, R. Santos y C. Martín. 2002c. *Situación de la producción de leche de cabra en España*. Mundo Ganadero. Julio-Agosto, Año XIII, Núm. 146, pp. 36-43.
- San Primitivo, F., J.A. Carriedo, y J. de la Fuente, 1987, *Esquemas de selección en ovinos y caprinos lecheros*. Ovinos y Caprinos Núm. 8. Ciencias Veterinarias, pp. 115-141.
- Sansoucy, R. 1995. *Livestock-a Driveng Force for Food Security and Sustainable Development*. Revista Mundial Zootec., 84/85 (3-4):5-17.
- Santucci, P.M. 1995. *Goat farming system in the French Mediterranean*. En: A. El Aich, S. Landau, A. Bourbouze, R. Rabino y P. Morand-Fehr (Editores). *Goat Production System in the Mediterranean Region*. EAAP Publication Núm. 71. Wageningen Pers. Netherlands, NL., pp. 55-65.
- S.A.S. 1994. *SAS/STAT User's guide, version 6, Fourth Edition, Volume 1 y 2*. SAS Inst. Inc. SAS Campus Drive, Cary, USA, 1677 p.
- Schulz, S., R.J. Carsky, y S.A. Tarawali, 2000. *Herbaceous legumes: the panacea for West African soil fertility problems?. Sustaining Soil Fertility in West Africa*. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy. Special Publication No. 58. Madison, USA, pp 179-196.
- Serrano, R.E., M.R. de la Haba, M.J. Zamorano, A. Rodero y A. González. 1992. *Study of the genetic variability of the Negra Serrana goat breed*. Arch. Zootec., 41, 537-542.
- Sierra, A.I. 1995. *Ganadería Extensiva y medio ambiente*. Primer Congreso Nacional de Veterinaria y Medio Ambiente. Murcia, España.
- Sierra, B.R. 1994. *Análisis estadístico multivariable, teoría y ejercicios*. Editorial Paraninfo, Madrid, España, pp. 171-199.
- Sierra, A., A. Molina, J. Delgado, J.S. Hernandez y M. Rivera. 1997. *Zootechnical description of the Creole goat of the Oaxaca region (Mexico)*. Anim. Gen. Res. Inf., 21:61-70.

- Silva, T. 1988. *Caracterización del sistema de producción caprino en la Mixteca alta Oaxaqueña*. Tesis Profesional. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal. México, 133 p.
- Silva, P.T. y M. Mora. 1989. *Producción caprina tradicional en la Mixteca alta oaxaqueña*. V Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. Memorias. Univ. Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México, pp. 32-35.
- Solano A., R.A. 1983. *Metodología de la investigación en sistemas de producción animal utilizada por el ICTA-CATIE en Guatemala*. Guatemala, C.A. Zootecnia, 4:11.
- Solano, C., H. León, E. Pérez y M. Herrero. 2001. *Characterising objective profiles of Costa Rican dairy farmers*. Agric. Systems, 67:153-179.
- Son, Y.S. 1999. *Production and uses of Korean Native Black Goat*. Small Rumin. Res., 34:3030-308.
- Soto, G. 1996. *Análisis socio-político de las tecnologías de transferencia agropecuaria*. Agro Sur, 24.126-136.
- Taferrant, H., M.T. Ben Youcef y E. Khemici. 1995. *Goat production system in Algeria and particularly in the Kabylie region*. En: A. El Aich, S. Landau, A. Bourbouze, R. Rabino y P. Morand-Fehr (Editores). Goat Production System in the Mediterranean Region. EAAP Publication Núm. 71. Wageningen Pers. Netherlands, NL., pp. 184-201.
- Tamboura, H. y D. Berté. 1996. *Système traditionnel d'élevage caprin sur le plateau central Bukina Faso*. In: Lebbie, H.B. y E. Kagwini (Editores). Proc. of the Third Biennial Conf. of the African Small Rumin. Res. Network. ILRI, Addis Ababa, Ethiopia, pp. 93-97.
- Tarawali, S.A., A. Larbi, S. Fernandez-Rivera y A. Bationo. 2001. *The contribution of livestock to soil fertility. Sustaining Soil Fertility in West Africa*. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy. Special Publication No. 58. Madison, USA, pp. 281-304.
- Tejón, D., R. Delgado, O. García y J. de la Fuente. 1995a. *Contribución al estudio de las razas autóctonas de la C.A.M. I. Caracterización de las explotaciones de la raza caprina de Guadarrama en la comunidad de Madrid (A.- Estructura de explotaciones)*. XX Jornadas Científicas de la SEOC. Madrid, España, pp. 373-380.
- Tejón, D., R. Delgado, O. García y J. de la Fuente. 1995b. *Contribución al estudio de las razas autóctonas de la C.A.M. II. Caracterización de las explotaciones*

- de la raza caprina de Guadarrama en la comunidad de Madrid (B.-Características de la Explotación)*. XX Jornadas Científicas de la SEOC. Madrid, España, pp. 381-388.
- Tejón, D., R. Delgado, O. García y J. de la Fuente. 1995c. *Contribución al estudio de las razas autóctonas de la C.A.M.V. La población caprina de la sierra de Ayllón*. XX Jornadas Científicas de la SEOC, Madrid, España, pp. 411-416.
- Tejón, T.D., V.J. de la Fuente, A.B. García, C.R. Gutiérrez, A. Fernández, E. Fernández y E. Fraile. 1997d. *Contribución al estudio de las razas autóctonas de la C.A.M.V. IV.- Caracterización de las explotaciones de la población caprina de la C.A.M. (Zona de Alta Montaña) de la sierra de Ayllón*. XX Jornadas Científicas de la SEOC. Madrid, España, pp. 401-410.
- Tejón, T.D., R.C. de Vicente y S.A. Pérez. 1995e. *La población caprina de Mozambique (africa oriental)*. XX Jornadas Científicas de la SEOC. Madrid, España, pp. 367-372.
- Teufel, N., K. Kuettner y C. Gall. 1998. *Contribution of goat husbandry to household income in the Punjab (Pakistan): A Review*. Small Rumin. Res., 28:101-107.
- Thomson, E.F. y F.A. Bahhady. 1995. *A model-farm approach to research on crop-livestock integration-I. Conceptual framework and methods*. Agric. Systems, 49:1-16.
- Thomson, E.F., F.A. Bahhady, T.L. Nordblom y H.C. Harris. 1995. *A model-farm approach to research on crop-livestock integration-III. Benefit of crop-livestock integration and a critique of the approach*. Agric. Systems, 49:31-44.
- Thompson, P.B. y A. Nordone. 1999. *Sustainable livestock production: methodological and ethical challenges*. Livest. Prod. Sci., 61:111-119.
- Thorne, P.J. y J.C. Tanner. 2002. *Livestock and nutrient cycling in crop-animal systems in Asia*. Agric. Systems, 71:111-126.
- Tienhoven. N.V., J. Icaza y J. Lageman. 1982. *Sistemas de Finca en Jinotega, Nicaragua*. CATIE. Turrialba, Costa Rica, 151 p.
- Torquebiau, E. 1993. *Conceptos de Agroforestería: Una Introducción*. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México, pp.123
- Torres, F. 1982. *Agroforestry: concepts and practices*. En: Hoekstra, D.A. y Kuguru, F.M. (Editores). *Agroforestry Systems for Small-Scale Farmers*. Proceedings of an ICRAF/BAT Workshop. Nairobi, Kenya, pp. 26-42.



- Tuncel, E. y E. Rehber. 1995. *Goat production system in Turkey*. En: A. El Aich, S. Landau, A. Bourbouze, R. Rabino y P. Morand-Fehr (Editores). *Goat Production System in the Mediterranean Region*. EAAP Publication Núm. 71. Wageningen Pers. Netherlands, NL., pp. 111-133.
- Valencia, C.C.M. y J.J. Quiñones. 1997. *Reflexiones sobre la sustentabilidad del sistema extensivo de producción caprina*. En: Memorias de la XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Torreón, Coah. México, pp. 9-15.
- Vallentine, F.J. 1990. *Grazing Management*. Academic Press, Inc. San Diego, California, USA, 533 p.
- Vargas, S. 1990. *La ganadería familiar y el manejo de los recursos utilizados en el Ejido Agua Nueva, Mpio. de Saltillo, Coah.* Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México, 100 p.
- Vargas, S. y A. Macías. 1997. *Conocimientos Regionales y Estrategias de Sobrevivencia*. Memoria del Primer Encuentro Campesino. Colegio de Postgraduados-Campus Puebla, Puebla., México, 87 pp.
- Vergara, N.T. 1987. *Agroforestry: a sustainable land use for fragile ecosystems in the humid tropics*. En: Gholz, H.L. (Editor). *Agroforestry: Realities, Possibilities and Potentials*. Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht, NL., pp. 7-19.
- von Kaufmann, R. 1986. *An introduction to the subhumid zone of West Africa and the ILCA Subhumid zone Programme*. En: Kaufmann von, R., S. Chater y R. Blench (Editors). *Proceedings of the Second ILCA/NAPRI Symposium Held in Kaduna, Nigeria*. Int. Livestock Centre for Africa (ILCA). Addis Ababa, Ethiopia, pp. 11-36.
- von Maydell, H.J. 1987. *Agroforestry in the dry zones of Africa: past, present and future*. In: Stepler, H.A. y Nair, P.K.R. (Editors). *Agroforestry a decade of development*. Int. Council of Res. in Agroforestry. Nairobi, Kenya, pp. 89-115.
- Wharton, C. R. 1971. *Risk, uncertainty, and the subsistence farmer: technological innovation and resistance to change in the context of survival*. En G. Dalton (Editor). *Studies in Economic Anthropology, Number 7*. American Anthropological Association. Washington D.C., pp. 152-179.
- Wilson, R.T. 1986. *Livestock production in central Mali: long-term studies on cattle and small ruminants in the agropastoral system*. ILCA Research Report No. 14. Int. Livestock Centre for Africa (ILCA). Addis Ababa, Ethiopia, 111 pp.

- Zander, P. y H. Kächele. 1999. *Modelling multiple objectives of land use for sustainable development*. Agric. Systems, 59:311-325.
- Zari, A. y A. Scappini. 1996. *L'allevamento oviscaprinò in Malasia e possibilità di integrazione con le piantagioni industriali*. Revista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale, 90:5-23.
- Zeuh, V. J.J. Lauvergne, D. Bourzat y F. Minvielle. 1997. *Cartographie des ressources génétiques caprines du Tchad du Sud-Ouest. I. Hauteur au garrot (HG), profondeur de thorax (PT) et indice de gracilité sous-sternale (Igs)*. Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 50:250-260.
- Zorita, E. 1995. *Los sistemas pastorales y la conservación de la naturaleza en la España peninsular: Una perspectiva histórica*. Ciencias Veterinarias Vol. XIII. Sistemas extensivos de producción de rumiantes en zonas de montaña. Madrid, España, pp. 13-39.