



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

---

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

## CAMPUS PUEBLA

POSTGRADO EN DESARROLLO Y GESTIÓN DE SISTEMAS  
GANADEROS

**CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE LAS POBLACIONES DE  
CABRAS LECHERAS EN EL VALLE DE LIBRES, ESTADO DE PUEBLA**

**TIBURCIO DE LOS SANTOS PARADA**

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO TECNÓLOGO**

PUEBLA, PUEBLA

2011

---



## COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS


CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

*CAMPUE- 43-2-03 ANEXO*

### CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe **MVZ Tiburcio de los Santos Parada**, alumno de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor **Dr. Samuel Vargas López** por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis "**Caracterización fenotípica de las poblaciones de cabras lecheras en el Valle de Libres, estado de Puebla**" y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Puebla, Puebla, 17 de mayo de 2011.

  
\_\_\_\_\_  
**MVZ Tiburcio de los Santos Parada**

Firma

  
\_\_\_\_\_  
Vo. Bo. Profesor Consejero o Director de Tesis  
**Dr. Samuel Vargas López**

La presente tesis, titulada: **Caracterización fenotípica de las poblaciones de cabras lecheras en el Valle de Libres, estado de Puebla**, realizada por el alumno **Tiburcio de los Santos Parada**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO TECNÓLOGO  
DESARROLLO Y GESTIÓN DE SISTEMAS GANADEROS

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:

  
DR. SAMUEL VARGAS LÓPEZ

ASESOR:

  
DR. ÁNGEL BUSTAMANTE GONZÁLEZ

ASESOR:

  
DR. JOSÉ ISABEL OLVERA HERNÁNDEZ

ASESOR:

  
DR. JUAN DE DIOS GUERRERO RODRÍGUEZ

ASESOR:

  
DR. FRANCISCO CALDERÓN SÁNCHEZ

Puebla, Puebla, noviembre de 2011

# **CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE LAS POBLACIONES DE CABRAS LECHERAS EN EL VALLE DE LIBRES, ESTADO DE PUEBLA**

Tiburcio de los Santos Parada, M.T.

Colegio de Postgraduados, 2011

Con el objetivo de realizar la caracterización de las poblaciones de cabras del Valle de Libres, Puebla, se registró información de una muestra aleatoria de 818 cabras de 19 rebaños en cinco comunidades. En cada cabra se registraron 17 variables zoométricas, la faneróptica, peso y el tipo genético. Los análisis estadísticos realizados fueron: correlación, regresión, análisis de varianza y discriminante canónico con el programa estadístico SAS. El tamaño promedio de rebaño fue de  $55.0 \pm 5.0$  cabras, la edad promedio de  $4 \pm 0.07$  años, predominando las cabras de tipo genético criollo (32.64%), Alpina (32.5%), Blanca (18.46%) y Orejona (16.75%). El tipo de cuerno dominante es el aegagrus (52%). El análisis de varianza encontró diferencia significativa ( $p < 0.001$ ) para los efectos rebaño, edad de la cabra, tipo de cabra y número de partos en la mayoría de las variables zoométricas. Para la región agroecológica el análisis discriminante determinó que las poblaciones de cabras son diferentes en el perímetro torácico, diámetro longitudinal, largo y ancho de las orejas. Por el tipo genético, la mayor medida de las variables zoométricas son para las cabras Orejonas, Blanca, Criolla y Alpina, en orden decreciente. Para la edad y el número de partos, las cabras jóvenes tuvieron las más bajas medidas y formaron un grupo con menores valores de discriminación con relación a las cabras de tres a 10 años.

Palabras clave: Cabras criollas, medidas zoométricas, peso vivo, tipo genético.

## PHENOTIPIC CHARACTERIZATION OF DAIRY GOAT POPULATIONS IN THE VALLEY OF LIBRES, PUEBLA STATE

Tiburcio de los Santos Parada, M.T.  
Colegio de Postgraduados, 2011.

In order to perform the characterization of populations of goats from the valley of Libres, Puebla, some data were gathered from a random sample of 818 goats coming from 19 herds in five communities. In each goat, 17 zoometric traits, the coat color, weight and the genotype were recorded. The statistical analyses performed were: correlation, regression, analysis of variance and canonical discriminant, using in all cases the statistical program SAS. The average size of flock was  $55.0 \pm 5.0$  goats, the average age was of  $4 \pm 0.07$  years, the goat genotypes were the creole (32.64%), Alpine (32.5%), White (18.46%) and big-ear (16.75%). The dominant horn type is the aegagrus (52%). Significant differences ( $p < 0.001$ ) were found for herd effect, age of the goat, genotype and number of deliveries in most of zoometric traits. For the agro-ecological region, discriminant analysis determined that goat populations are different in girth, longitudinal diameter, length and width of the ears. The traits for the genotype were higher for big-ear goats than, White, Creole and Alpina, in decreasing order. For the age and number of deliveries, young goats had the lowest measures and formed a group with lower values of discrimination in relation to goats from three to 10 years.

Key words: Creole goat, genotype, liveweight, zoometric measures.

## **DEDICATORIA**

A los seres que me regalaron la vida y que con sus desvelos y esfuerzos hicieron de mí una gente de bien, a mis padres en su memoria.

A la razón de mi existir y por quienes tengo que superarme cada día Carlos, Fer, Haydeé y Abril, mis amados hijos.

A mi amada esposa y compañera, la mujer más valiosa y valiente, gracias Belén.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al todo poderoso, al creador de cuanta belleza existe en este mundo, al mismo Dios por permitirme vivir estos emotivos momentos.

Al Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, por haberme brindado esta oportunidad de superación y alojarme en su albergue durante los días de mis estudios.

Al Dr. Samuel Vargas López, por su apoyo, consejos, y sobre todo, disposición para la elaboración y dirección de este trabajo.

Al Dr. Juan de Dios Guerrero, por su gran amistad y por darme la confianza de creer en mí mismo.

A los Doctores. Ángel Bustamante González, Francisco Calderón Sánchez y José Isabel Olvera Hernández, por la asesoría en el trabajo de tesis.

A los productores de caprinos de Oriental y Tlachichuca del Valle de Libres Puebla, por su confianza para realizar este trabajo.

A todos cuantos estuvieron física moral o espiritualmente apoyando y dándome ánimos para continuar hasta finalizar este trabajo.

El financiamiento del trabajo de campo fue proporcionado por el Colegio de Postgraduados a través de la Línea de Conservación y Mejoramiento de Recursos Genéticos (LPI6-CMRG).

# CONTENIDO

	Página
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Caracterización de las poblaciones de cabras.....	3
2.1.2. Las características zoométricas en las cabras.....	5
2.1.3. Las faneras y la coloración de capa.....	6
2.1.4 La cabra criolla y sus características en relación con la mezcla de otras razas.....	6
2.1.5. Las cabras criollas y sus características sobresalientes.....	8
2.1.6. Métodos para clasificación de las cabras.....	9
2.1.7. Variables que discriminan a las poblaciones de cabras.....	11
2.1.8. Aplicaciones de la zoometría en la producción de cabras	12
<b>III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b> .....	14
3.1. Objetivos.....	16
3.2. Hipótesis.....	16
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	17
4.1. Localización y características del área de estudio.....	17
<b>4.2. Caracterización de la población de caprinos</b> .....	18
4.2.1. Tipos de cabras.....	18
4.3. Medidas zoométricas.....	18
4.3.1. Medidas de la cabeza y oreja.....	18
4.3.2. Medidas del tronco.....	19
4.3.3. Peso vivo.....	20
4.4. Análisis estadísticos.....	20
4.4.1. Análisis de varianza.....	21
4.4.2. Análisis discriminante.....	21
4.4.3. Funciones canónicas.....	22
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	23
5.1. Características de los rebaños.....	23



5.2. Caracterización de la población de cabras.....	25
5.2.1. Caracterización faneróptica.....	25
5.2.2. Caracterización zoométrica.....	26
5.2.2.1. Medidas de cabeza y cuello.....	27
5.2.2.2. Medidas del cuerpo.....	30
5.2.2.3. Medidas de las extremidades.....	31
5.2.3. Modelo morfoestructural de la población de cabras.....	31
5.2.4. Predicción del peso vivo de la población de cabras.....	36
5.3. Factores que afectan a la morfoestructura de las cabras.....	37
5.3.1. Efecto de la zona agroecológica.....	39
5.3.2. Efecto rebaño.....	43
5.3.3. Efecto tipo de cabra o tipo genético.....	44
5.3.4. Efecto edad de las cabras.....	48
5.3.5. Efecto número de partos de las cabras.....	49
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>53</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1	Estadísticos descriptivos de las medidas zoométricas de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 27
Cuadro 2	Correlación de las variables de edad (años), peso (kg) y número de partos de las cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 32
Cuadro 3	Correlación de las variables zoométricas de la cabeza de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 33
Cuadro 4	Correlación de las variables zoométricas del tronco de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 35
Cuadro 5	Predicción del peso vivo de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 36
Cuadro 6	Cuadrado medio del error y valores de F para los efectos de zona agroecológica, rebaño, tipo de cabra, edad y número de partos en las medidas zoométricas de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 38
Cuadro 7	Medias mínimo cuadráticas de las variables zoométricas de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 40
Cuadro 8	VARIABLES QUE DISCRIMINARON EN LA FUNCIÓN CANÓNICA EN LA POBLACIÓN DE CABRAS LECHERAS DEL VALLE DE LIBRES, PUEBLA..... 42
Cuadro 9	Comparación de los valores zoométricos (cm) por tipos genéticos de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 45

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1	Localización de los municipios de Oriental (1) y Tlachichuca (2) en el estado de Puebla..... 17
Figura 2	Cabras lecheras por productor en el Valle de Libres, Puebla..... 23
Figura 3	Edad de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla. 24
Figura 4	Tipos genéticos de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 25
Figura 5	Tipo de cuernos de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 26
Figura 6	Largo de la cabeza en la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 28
Figura 7	Ancho de la cabeza de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 29
Figura 8	Largo de la cara y porcentaje de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 29
Figura 9	Perímetro torácico de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 30
Figura 10	Distribucion de la poblacion de cabras lecheras por zona agroecológica en el Valle de Libres, Puebla..... 43
Figura 11	Dispersión del efecto del rebaño de la población de cabras lecheras en el Valle de Libres, Puebla..... 44
Figura 12	Representación canónica de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 48
Figura 13	Distribución de las medias para las diferente edades de la población de cabras lecheras para las variables zoométricas y de peso en el Valle de Libres, Puebla..... 49
Figura 14	Dispersión de las cabras por efecto número de partos de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla..... 50

## I. INTRODUCCIÓN

Los animales domésticos han proporcionado desde hace muchos años utilidades prácticas para el hombre, sirviendo como fuerza de trabajo, alimento, vestido y espectáculo. Sin embargo, hay algo que hace distintas a las especies animales aun siendo del mismo grupo de individuos, estas diferencias están determinadas por el potencial productivo y la adaptación al ambiente. Dentro de estos animales domésticos importantes para el hombre se encuentran los caprinos.

La literatura sobre los caprinos es abundante, en la cual se destaca la rusticidad y habilidad para producir aun en condiciones de escasez de forraje y clima extremo, además, de ocupar el último eslabón de la cadena trófica dentro de los agrosistemas campesinos alrededor del mundo (Arbiza, 1986) y ser un componente importante de los sistemas agrosilvopastoriles (Vargas y Sánchez, 2001). La leche de cabra es la mejor de los mamíferos domésticos, rica en grasa digestible, proteínas de alta calidad, lactosa y vitaminas, que llenan casi todos los requerimientos del lactante. También, los caprinos participan ampliamente en el aprovechamiento y la dispersión de especies de plantas, que al no ser consumidas por otros animales, terminan siendo combustible para los incendios en bosques o ecosistemas naturales.

El caprino es un animal que se destaca por su adaptación al medio ambiente (Romero *et al.*, 2008). Es una especie estrictamente productora de leche, aunque también es una especie productora de carne, cuero, y pelo. Las existencias caprinas en el mundo son de alrededor de 808.9 millones de cabezas, las que se concentran principalmente en países con alto índice de pobreza, siendo su principal destino el autoconsumo y la venta (Magshoudi *et al.*, 2009). En México, los estados con más población caprina son Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, Oaxaca y Puebla. También se encuentran agrupaciones importantes en Guanajuato,

Michoacán y Tamaulipas. La mayoría de los estados se ubican en las zonas áridas y semiáridas, muy pocos en el trópico, tanto seco como húmedo (Arbiza, 1986).

Las producciones y los factores que las condicionan se han estudiado ampliamente. Sin embargo, los estudios exterioristas o de carácter étnico, debido probablemente a la perfecta definición alcanzada para la mayoría de las razas comerciales, son actualmente escasos (Rodríguez *et al.*, 1990).

La caracterización se refiere a las múltiples capacidades que los individuos presentan y éstas a su vez las hacen hábiles para desarrollarse en un medio ambiente determinado. La caracterización morfológica de los caprinos, se considera una herramienta que aporta información para la definición de las poblaciones caprinas locales (Vargas y Sánchez, 2001). Estos estudios son la base para la formación de razas de caprinos locales y así realizar la selección de pie de cría (Heredia *et al.*, 2003).

La selección natural, sumada a los cruzamientos, en el caso de cabras traídas por los conquistadores e introducciones posteriores, le ha otorgado al pie de cría predominante en cada región características propias. El propósito de estudiar las poblaciones caprinas lecheras locales es lograr identificar los tipos genéticos que ya están presentes y analizar las razones principales por las que los productores las prefieren.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

Los principales factores que afectan la actual situación de la producción caprina en diferentes partes del mundo son: la existencia de rebaños pequeños y de mala calidad por falta de selección, infraestructura deficiente, aislamiento a los grandes centros urbanos, mal uso de la cobertura vegetal, mala alimentación (falta de suplementación), problemas sanitarios y depredación natural (por falta de control del pastoreo), baja tasa de reproducción anual, mala comercialización y la escasa asociación de productores (Rossanigo *et al.*, 1995).

### 2.1. Caracterización de las poblaciones de cabras

Los estudios de Aparicio (1960), ubican a todos los animales domésticos dentro de la rama de la zootecnia, la cual estudia las poblaciones en su estructuración genética, etnológica y productiva. La etnología se encarga del estudio de los animales domésticos para determinar los caracteres generales y semejanzas, dando como resultado a las razas. El mismo autor señala que la etnología estudia a la zoometría y la faneróptica.

La zoometría se define como la obtención de las medidas corporales en los animales, término que fue introducido por Agraz (1976, 1989) y el estudio de esas medidas corporales determinan los índices zoométricos y algunos aspectos de cómo estos índices se relacionan con la producción, reproducción y zootecnia. La metodología empleada para el estudio etnológico de los caprinos en la que se incluyen las medidas e índices zoométricos y los caracteres externos fue descrita por Hernández (2000) y Vargas (2003).

La caracterización étnica de los animales se obtiene del análisis de tres bases fenotípicas que son; la corpulencia, el perfil y las proporciones. La corpulencia considera la alzada, diámetro de longitud, anchura y perímetros.

Los perfiles consideran los rasgos de los animales y la proporción se refiere a la relación existente entre los diámetros de longitud y profundidad. Sin embargo, para determinar los tipos morfológicos se utilizan las medidas zoométricas de alzada, perímetro torácico, anchura de la grupa y longitud del cuerpo (Aparicio, 1960).

Estudios de las variables morfológicas de las cabras Blanca Andaluza, Florida, Granadina, Malagueña y Negra Andaluza, realizados por Herrera *et al.* (1996), han servido para discriminar a las poblaciones de cabras por la altura a la cruz, diámetro dorsoesternal, longitud corporal, distancia entre encuentros, longitud de la grupa, largo de la cara, ancho de la cara, perímetro torácico y perímetro de la caña. También las variables zoométricas han sido utilizadas en múltiples trabajos para predecir el peso corporal en diversas razas de cabras en África (Mohammed y Amin, 1996).

Así mismo, la variación en la talla del cuerpo es uno de los principales criterios empleados en la clasificación de las cabras. Las medidas de la parte distal de los miembros y el perímetro torácico muestran buena información para la caracterización de las cabras y también, han sido de utilidad para definir agrupaciones raciales (Bouchel *et al.*, 1997). Aunque las medidas zoométricas de una raza no pueden ser aplicadas a los caprinos de otras razas (Agraz, 1976), los machos tienen mayores medidas corporales que las hembras, tanto en cabras criollas como en las cruces de criolla X Nubia, ya que ambas son similares en la longitud del tronco (Vargas *et al.*, 2007). Otros estudios informan que sólo utilizan el perímetro torácico, altura a la cruz, largo del cuerpo y largo del tronco (Bouchel *et al.*, 1997; Zeuh *et al.*, 1997; Mohammed y Amin, 1996).

### 2.1.2. Las características zoométricas en las cabras

Por su origen, la cabra posee una invaluable riqueza genética y una extraordinaria adaptación a las condiciones de explotación semiáridas, a los terrenos abruptos y a la vegetación presente en ellos (Agraz, 1976).

Por lo tanto, se debe valorar las características presentes en las cabras locales, para conocer qué es lo que les permite sobrevivir en los sistemas de producción, amortiguar y responder a los posibles cambios en las condiciones ambientales y económicas, que puedan suceder (de Gea *et al.*, 2008). La identificación animal, a partir del estudio de ciertos caracteres morfo-funcionales del individuo, son útiles para lograr una clasificación etnológica o racial del mismo. La zoometría, que abarca una serie de medidas e índices corporales y la faneróptica, que comprende el estudio de las coloraciones epidérmicas y dependencias superficiales como piel, pelo y cuernos, son indicadores de la aptitud del animal y, por lo tanto, útiles para su clasificación en un biotipo determinado (de Gea *et al.*, 2008).

La cabra ha estado sometida a cientos de años de selección natural, lo que ha dado origen a un tipo de cabra que se reconoce como “criolla” o “nativa”. Es un animal rústico que se adapta a una amplia gama de ambientes con condiciones climáticas extremas, escasez de pasturas y bajo recambio hídrico, su productividad puede estar limitada por razones nutricionales y de manejo (Prieto *et al.*, 2006).

Los estudios de caracterización racial a partir de las medidas zoométricas han ayudado a la evaluación del comportamiento animal, incluso han servido para definir agrupaciones raciales (Herrera *et al.*, 1996). Las variables zoométricas se pueden considerar para la caracterización racial, de hecho, forman parte del tipo o estándar racial, aunque existe un buen aporte del componente ambiental para su expresión (Hernández *et al.*, 2005).



### **2.1.3. Las faneras y la coloración de capa**

Los apéndices cutáneos o faneras son características visibles de origen genético que pueden ser de mucha utilidad en la producción animal (Pariacote *et al.*, 2004). Son marcadores externos que pueden estar ligados a loci de características de importancia económica o de adaptación, facilitando los estudios de genética molecular. La comprensión del modo de herencia de estos caracteres puede contribuir a predecir cambios en el tiempo, perfil etnológico y diferencias entre grupos genéticos o poblaciones. La presencia o ausencia de algunas faneras varía significativamente entre poblaciones (Pariacote *et al.*, 2004).

La coloración de la capa presenta una alta heredabilidad, lo que ha motivado la realización de estudios correlacionando el color de capa de las cabras con los parámetros productivos y reproductivos, ya que tiene que ver con el medio ambiente en que se desarrollan, como la humedad, temperatura e intensidad de la radiación solar, influyendo sobre los tipos de pigmentación que juegan un papel importante sobre la adaptación de las especies (Ebozoje y Ikeobi, 1998; Bedotti, 2000). La cabra doméstica presenta una amplia gama de colores en el pelaje que son altamente hereditarios (Lauvergne, 1978). En otros casos, el color de la capa es determinante en la caracterización racial de los caprinos (Bedotti, 2000). En África, las cabras nativas provenientes de zonas húmedas y subhúmedas en Nigeria, se caracterizan por ser de talla pequeña y presentar colores variados (Ozoje, 2002).

### **2.1.4 La cabra criolla y sus características en relación con la mezcla de otras razas**

A partir del siglo XVI, los españoles comenzaron a introducir al continente americano cabras de las distintas provincias de la península y de las Islas Canarias. Estos animales provienen de cabras cárnicas de la India, Medio Oriente y África,

introducidas por toda el área del Caribe y constituyen la variedad denominada Cabra Criolla, aunque su genotipo puede variar de un país a otro.

En Cuba, la Cabra Criolla presenta bastante variación en sus características externas, es un animal de talla mediana (aproximadamente 32 cm de altura a la cruz); tiene la cabeza triangular de línea recta o ligeramente sub-cóncava; las orejas son de tamaño mediano y ligeramente inclinado hacia adelante; y la capa predominante es la pinta, negra con manchas blancas o castaño con rayas blancas, aunque existen otras tonalidades (Ribas *et al.*, 2003).

En Argentina, se ha estudiado la Cabra Criolla Neuquina, afirmando que esta población se originó de las introducciones de las razas Toggenburg, Saanen, Anglo Nubian, Tibetana y Angora realizadas en el siglo XVII desde el Pacífico (Bedotti, 2000). Las diferencias ambientales y climáticas, las culturas particulares, así como el sistema de producción tradicional, extensivo y trashumante, han influido en la definición y diferenciación de esta población doméstica que se ha diferenciado fenotípicamente siguiendo un patrón geográfico. Los elevados niveles de heterocigosis y diversidad presente son coherentes con la heterogeneidad fenotípica de la Cabra Criolla Neuquina (Lanari *et al.*, 2003).

En México, desde la Colonia, las cabras se cruzaron indiscriminadamente, adaptándose a un clima en general inhóspito y escaso manejo, se fueron formando distintos tipos locales llamados genéricamente animales criollos. Los caprinos criollos, ligados por siglos a los ambientes ecológicamente limitantes en que se desenvuelven, son los más apropiados para aportar al desarrollo económico sostenido y sostenible de la región, asegurando el arraigo de los pueblos a su tierra, evitando la implantación de sistemas foráneos (generalmente muy agresivos con el medio) y exigentes de altas tecnologías importadas (Deza *et al.*, 2007). Las cabras criollas del continente americano presentan una gran variedad de colores en diversos patrones, el pelo es corto, el perfil es recto, las orejas son horizontales y de

mediana longitud, los cuernos son cortos o medianos y curvados hacia atrás (Mellado, 1997).

Las primeras cabras de tipo lechero introducidas a México según el Banco Nacional Agropecuario (1971), Agraz (1981) y Cosío (1985) fueron la Blanca Celtibérica, Murciana, Granadina, Castellana, Malagueña y Nubia. Otras razas exóticas introducidas en menor escala fueron la Angora y la Jamnapari, pero las cabras importantes para la producción de leche en México son: cruza de Saanen, Anglonubia, Alpina y Toggenburg. Aunque la mayoría de las cabras lecheras son de origen Alpino, como Saanen, Toggenburg, Alpina francesa y la de origen británico como la Anglo-Nubia y por último, la española Murciana-Granadina (Cosío, 1985). Se está introduciendo la sudafricana de carne: la Boer e inexplicablemente, no existe la cabra Angora productora de pelo mohair (Arbiza, 1986).

Pero las cabras lecheras más extendidas son cruza de Anglo-Nubia, la mayoría procedente de Estados Unidos y la Alpina, tipo francés, también de ese país. Ambas, son muy buenas lecheras y productoras de buen cabrito y se complementan con la Toggenburg y Saanen. La española Granadina está extendida principalmente en el Bajío (Arbiza, 1986).

#### **2.1.5. Las cabras criollas y sus características sobresalientes**

Los caprinos criollos descendientes de los primitivos importados por los conquistadores españoles al continente americano, han recibido la denominación de criollo, cuyo termino es referido a aquellos animales que se adaptan a las condiciones climatológicas y del medio ambiente de una región determinada, en la que por razones de sobrevivencia deberán permanecer y reproducirse (Revidatti *et al.*, 2007).

Para el estudio de las poblaciones animales se deben considerar los caracteres étnicos que son tratados en la ciencia llamada etnología que se encarga de agrupar a individuos o poblaciones a fin de definir algunas escalas como las razas, variedades y subrazas. Las razas son el resultado de la acción que ejercen los factores ambientales, muy específicos que determinan las particularidades en algunos grupos de animales dentro de la misma especie y que se pueden heredar a las siguientes generaciones (Hernández, 2000).

#### **2.1.6. Métodos para clasificación de las cabras**

La cabra puede clasificarse según los siguientes métodos: origen, tamaño corporal, forma y longitud de la oreja, altura a la cruz y propósito (Aparicio, 1960; Agraz, 1976).

Los primeros cuatro métodos se han usado en forma tradicional pero no con gran precisión, ya que ninguno se refiere a características específicas medibles con facilidad. Las cabras se pueden agrupar de acuerdo a su origen: europeo, oriental, asiático o africano, aunque los territorios, además de ser inmensos presentan dificultades para determinar los límites de los hábitats de las cabras. También, hay incertidumbre acerca de la identidad de los antepasados salvajes de la cabra y la localización de sus orígenes es incierta (Ribas *et al.*, 2003).

La forma y longitud de la oreja son medidas que pueden ser aplicables en las cabras y ovejas, aunque tienen considerables variaciones en los híbridos (Aparicio, 1960).

Los zoólogos prefieren clasificarlas con base al origen evolutivo, aunado a las características físicas como las relacionadas con las orejas y la cola (Dossa *et al.*, 2007). En esta forma de clasificación se refleja una tendencia evolutiva y relaciona a la raza con su medio ambiente.

En cuanto al propósito, las cabras pueden clasificarse en producción de carne, leche, fibra o piel. Aunque el método puede aplicarse a algunas razas, deberá considerarse que la mayor parte son animales para multiplicar, propósitos inclasificables, por ejemplo, muchas producen carne y leche (Devendra y McLeroy, 1986).

El tamaño corporal es el método más usado aunque es necesario contar con los datos del peso vivo para razas individuales. La altura a la cruz se ha utilizado para determinar el tamaño corporal y se han definido tres grupos de cabras: grandes con más de 65 cm, pequeñas 51 a 55 cm y enanas menos de 50 cm (Devendra y McLeroy, 1982).

Los caracteres étnicos, son sobre los que descansa el morfotipo ideal de la raza, ya que pueden ser medidos científicamente estimando semejanzas y diferencias. Sin embargo, el punto importante es que una raza en términos generales se refiere a un grupo de individuos con caracteres distintivos transmisibles que no presenten diferencias comunes o que éstas sean muy ligeras, que presenten caracteres morfológicos, fisiológicos y de aptitud económica diferente de otros de la misma especie, que proporcione semejanza en los caracteres étnicos y que compartan una misma dotación de genes (Hernández, 2000).

Se han reportado más de un centenar de razas caprinas por lo menos para la república de Argentina, sin embargo, muchas de ellas son poco conocidas en muchas partes del mundo, lo que habla de la gran variabilidad genética de esta especie (Bedotti *et al.*, 2004).

Existen numerosos trabajos sobre aspectos productivos, son muy pocos los que hacen referencia a la caracterización morfológica y faneróptica de los caprinos autóctonos. Los estudios de caracterización en las cabras permiten establecer estándares raciales que pueden ser soportados por estudios de polimorfismos

bioquímicos para conocer la variabilidad genética y el status genético (Rodero *et al.*, 1992).

### **2.1.7. Variables que discriminan a las poblaciones de cabras**

Las variables altamente significativas que más discriminan a las poblaciones de caprinos son la altura a la cruz, la profundidad del tórax, largo del cuello, largo de la cola e índice auricular (Dossa *et al.*, 2007). Las variables que mejor discriminaron a la población de hembras fueron la altura a cadera, ancho de grupa, longitud de cabeza y altura dorsoesternal o profundidad de tórax (Vargas, 2003). Sin embargo, la longitud de la cabeza, fue una de las variables que mejor discriminaron a las poblaciones de cabras Blanca Andaluza, Florida, Granadina, Malagueña y Negra Andaluza en España (Herrera *et al.*, 1996) y a las criollas en México (Hernández, 2000).

La profundidad de tórax, es una medida importante en la discriminación de las poblaciones de la cabra Rove en Francia (Bouchel *et al.*, 1997), además, de la longitud de la cabeza y diámetro dorsoesternal (Hernández *et al.*, 2007).

En las cabras criollas del noroeste de la provincia de Córdoba, las variables que más discriminaron a la población de cabras son: perímetro de la caña, perímetro torácico, alzada a la cruz, alzada a la grupa, ancho de cabeza, ancho de pecho y la longitud de cabeza, no así el ancho de cabeza que fue una variable de gran capacidad de discriminación en otras poblaciones (Prieto *et al.*, 2006).

Hernández *et al.* (2007) encontraron en un estudio de cabras criollas de dos regiones en el estado de Puebla cierta variabilidad entre las medidas corporales, indicando que el modelo morfoestructural no es homogéneo entre los animales de las dos regiones. Sin embargo, con el análisis discriminante detectaron que la variable longitud de la cabeza fue la que presentó un mayor poder discriminante.

Estas diferencias son acordes a lo reportado por Hernández *et al.* (2007) y por Sierra *et al.* (1997) en caprinos de regiones fisiográficas parecidas.

### **2.1.8. Aplicaciones de la zoometría en la producción de cabras**

El uso de mediciones corporales para predecir el peso corporal podría ser una opción útil para explotaciones caprinas extensivas, la mayoría de las cuales no cuentan con báscula, resultando ésta una técnica económica y sencilla para estimar el peso corporal, sin la necesidad de utilizar una balanza (Salvador *et al.*, 2009), sin restar importancia al control zootécnico para el éxito de la producción animal. El desarrollo corporal es uno de los parámetros que puede ser utilizado como herramienta de manejo, apoyado por la correcta alimentación de los animales. El control del desarrollo, a través del peso vivo, algunas veces se dificulta principalmente por cuestiones de costos, haciendo necesaria la implementación de alternativas simples, que ayuden a productores y técnicos a estimar el peso vivo con la mayor precisión posible.

La barimetría, técnica que utiliza las medidas en el animal para estimar el peso vivo, en diversos trabajos se ha demostrado que existe correlación entre el peso vivo y las siguientes medidas corporales: perímetro torácico y abdominal, alzada a la cruz y a la grupa, y longitud corporal (Valdez *et al.*, 1982; Darokhan y Tomar, 1983; Joshi *et al.*, 1990; Mohamed y Amin, 1996; Varade *et al.*, 1997). El peso vivo de las cabras criollas y sus cruizas con Nubia podría estimarse en el campo utilizando las características corporales (Vargas *et al.*, 2007). Sin embargo, la información existente relacionada con las características corporales de las cabras aún es escasa, surgiendo la necesidad de estudiar los diferentes grupos raciales en las condiciones de explotación propias de cada región.

En las cabras criollas de algunos países latinoamericanos existe una amplia variación del peso según las diferentes regiones del continente (18 a 54 kg para

cabras adultas), independientemente del origen de estas cabras (España, Portugal, Medio Oriente, África e India) (Mellado, 1997).

También, varias medidas de la conformación corporal sirven para evaluar características cuantitativas de la carne, siendo de gran ayuda para los criterios de selección (Deza *et al.*, 2002). El peso vivo se puede predecir a partir de las medidas del perímetro torácico y la altura a la cruz, ya que son variables ampliamente correlacionadas (Mohammed y Amin, 1996; Hernández, 2000). El perímetro torácico es una de las mejores medidas empleadas para estimar el peso vivo del animal (Varade *et al.*, 1997). En tanto, el perfil cefálico, es una variable útil en la diferenciación de las razas caprinas productoras de carne (Herrera *et al.*, 1996).



### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

En el estado de Puebla existe aproximadamente un millón de cabras, las que se encuentran en 41000 unidades de producción privadas y ejidales. Las principales regiones productoras de leche de cabra son los Distritos de Desarrollo Rural de Libres, Cholula y Tecamachalco. La cantidad de leche que llega a comercializarse es inferior a los dos mil litros, ya que se destina principalmente al consumo local y a la elaboración de quesos artesanales, por lo que se desconoce la producción real de leche. Desde el punto de vista agroecológico, la producción de cabras lecheras se practica en dos condiciones: cabras en pastoreo, que se encuentran en las áreas de montaña del eje Neovolcánico, como es la zona de La Malinche y del Pico de Orizaba; y cabras lecheras en las áreas de alto potencial productivo en el Distrito de Desarrollo de Libres. Desde el punto de vista social, estos sistemas de producción son una alternativa para solucionar la problemática de baja productividad de las áreas de minifundio en las que producen los campesinos del estado de Puebla.

En 2003, el estado de Puebla estableció el sistema producto cabra, en la cual participan dos organizaciones regionales, una en la región del Distrito de Desarrollo Rural de Libres y la otra en el Distrito de Desarrollo de Izúcar de Matamoros. Por su parte, el Colegio de Postgraduados – Campus Puebla, a través de la Línea Conservación y Mejoramiento de Recursos Genéticos, inició trabajos tendientes a la caracterización de las poblaciones de cabras existentes en la región del Valle de Libres, Puebla. En tanto, los productores agrupados en la Unión de Sociedades de Caprinocultores “Impulsores Caprinos de Oriente”, S.P.R. de R.I., han establecido una planta acopiadora y procesadora de queso de cabra, han construido instalaciones, cuentan con poblaciones de cabras lecheras locales que han formado a través del tiempo y tienen un mercado incipiente de quesos.

Por el proceso de selección natural como por la intervención humana realizado en las poblaciones de cabras en el área de estudio, ha dado lugar a poblaciones de cabras con una gran diversidad genética y que se han adaptado a una enorme variedad de situaciones ecológicas y de manejo; por lo que resultan indispensables para el mantenimiento de la productividad. Muchas de estos tipos genéticos están adaptadas a ambientes frágiles, en donde son la única posibilidad de la producción de alimentos. Además, constituyen un patrimonio genético, al que se podría recurrir para mejorar y recuperar las razas explotadas “comerciales”, ya que el estado genético de estas últimas, no ofrecen garantías de ser reserva genética suficiente de cara al futuro.

En el Valle de Libres Puebla, el tipo genético criollo de cabras es el que se presenta con mayor frecuencia en los rebaños de producción de leche extensivos, algunos presentan encastes con Saanen, Alpina, Nubia y Boer. La introducción de machos es una práctica común en los rebaños y no siempre existen registros confiables que proporcionen de manera más precisa el mejoramiento de los parámetros productivos. El conocimiento del fenotipo de las poblaciones de cabras es un elemento importante para avanzar en el proceso de toma de decisiones que involucren a los productores en la selección de los animales sobresalientes en las condiciones de los agroecosistemas de México.

La pregunta que condujo la realización del presente trabajo fue:

¿Cuáles son las características morfoestructurales y fanerópticas de las poblaciones de cabras del Valle de Libres en el estado de Puebla?

### **3.1. Objetivos**

El objetivo del trabajo fue caracterizar a las poblaciones de cabras en sus aspectos morfoestructurales y fanerópticos del Valle de Libres en el estado de Puebla, para definir los morfotipos existentes.

### **3.2. Hipótesis**

Las características zoométricas, fanerópticas y de peso, permiten diferenciar a las poblaciones de cabras del Valle de Libres en el estado de Puebla.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Localización y características del área de estudio

El trabajo se realizó en los municipios de Oriental y Tlachichuca, ubicados en el Valle de Libres, Puebla. Las coordenadas geográficas para Oriental son: 19°24' 06" de latitud norte y 97°24' 12" de longitud oeste. El municipio de Tlachichuca se localiza en la parte centro-este del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 19° 01' 36" y 19° 19' 54" de latitud norte y los meridianos 97° 10' 24" y 97° 30' 18" de longitud occidental (Figura 1). La altitud promedio es de 2360 msnm y el clima es templado-semiseco con lluvias en verano.

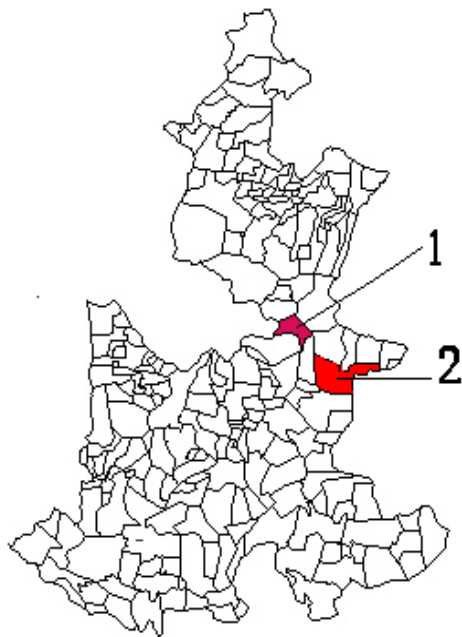


Figura 1. Localización de los municipios de Oriental (1) y Tlachichuca (2) en el estado de Puebla.

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

Para realizar la caracterización de la cabra se tomó una muestra aleatoria de 19 rebaños en cinco comunidades del Valle de Libres en el estado de Puebla, evaluando en cada animal las variables que a continuación se describen.

### **4.2.1. Tipos de cabras**

En la caracterización de la población de las cabras del estudio la información fue obtenida exclusivamente de hembras, haciendo especial referencia al tipo de cabras de acuerdo a su cercanía con las razas comerciales.

## **4.3. Medidas zoométricas**

El estudio de las variables zoométricas se realizó en una población de 818 caprinos. Se utilizó cinta métrica para perímetros y bastón zoométrico para alturas y diámetros; cuidando siempre de que la postura del animal fuera correcta (Agraz, 1976). Las medidas zoométricas registradas y el código utilizado en su identificación, se presentan a continuación:

### **4.3.1. Medidas de la cabeza y oreja**

- ~ Longitud de cabeza (LCAB), medida desde la protuberancia occipital hasta el labio superior.
- ~ Anchura de cabeza (ACAB), distancia entre los puntos más laterales de los arcos zigomáticos.
- ~ Ancho de la cara (ACARA), distancia entre lacrimada.
- ~ Largo de la cara (LCARA), medida desde el punto medio de los arcos zigomáticos hasta el labio superior.

- ~ Largo de oreja (OL), de su nacimiento hasta la extremidad de su borde posterior, proyectada en línea recta.
- ~ Ancho de oreja (OA), medida en su anchura media, considerada de su base a su extremidad.

#### **4.3.2. Medidas del tronco**

- ~ Alzada a la cruz (ACR), es la distancia desde el punto más elevado de la línea media de la cruz al suelo.
- ~ Diámetro longitudinal (DL), desde la región del encuentro hasta la punta de la nalga, se mide con bastón zoométrico.
- ~ Anchura de grupa (AG), es la distancia entre ambas tuberosidades iliacas externas, se mide con compás de espesores, cuya base sólida son los ángulos de los íleons.
- ~ Longitud de la grupa (LG), desde la tuberosidad iliaca externa (punta del anca) hasta la punta de la nalga, medida con compas de espesores.
- ~ Perímetro de la caña (PC), se mide rodeando el tercio medio del hueso metacarpiano con una cinta métrica extensible.
- ~ Altura de íleons (ALIL), distancia entre la superficie del piso a las protuberancias iliacas.
- ~ Diámetro bicostal (DB), distancia de un plano costal a otro a la altura de los codos, medido con bastón zoométrico.
- ~ Altura del isquion (ALIS), distancia del suelo a las protuberancias isquiáticas.
- ~ Perímetro torácico (PT), contorno alrededor del tórax, debiendo pasar por el hueco subesternal y la apófisis de la 5ª vértebra atrás de la escápula.
- ~ Diametro dorsoesternal (DD), desde el punto más declive de la cruz hasta el esternón, medido con bastón zoométrico.

- ~ Distancia entre encuentros (DE), es el grosor del pecho en la parte frontal del animal.

### **4.3.3. Peso vivo**

Las cabras adultas (n=818 cabras) se pesaron con una báscula electrónica portátil de 100 kg. Para el pesaje, las cabras se mantuvieron encerradas toda la noche y el peso se registró en la mañana, después de pasar 16 horas de ayuno.

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 la edad, tipo genético y el peso.

### **4.4. Análisis estadísticos**

Los datos fueron codificados en una hoja de cálculo Excel, de donde se exportaron para los análisis posteriores. Los análisis estadísticos de la información se realizaron con el SAS para entorno Windows, y se siguieron las instrucciones de los manuales del SAS (S.A.S., 2003). Con la información de las bases de datos se obtuvieron promedios, error estándar, mínimos y máximos.

Se realizó un análisis de correlación con el propósito de conocer la relación existente entre el peso y las variables zoométricas de las cabras. Así mismo un análisis de regresión (SAS, 2003), para determinar las ecuaciones de predicción del peso vivo a partir de las variables zoométricas y la predicción del peso vivo con la edad de las cabras.

Para el ajuste del peso de las cabras, 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 cabras, X son los días de edad; a y b, son parámetros de la curva.

#### **4.4.1. Análisis de varianza**

Para el análisis de varianza (ANOVA) se utilizó el procedimiento GLM (General Linear Model) y la comparación de medias con Tukey ajustado (SAS, 2003).

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

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + E_j + T_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:  $Y_{ijk}$ , es el valor de la variable morfoestructural o de peso corporal de la cabra, que está determinado por la media poblacional ( $\mu$ ), rebaño ( $R_i$ ), edad ( $E_j$ ), tipo genético ( $T_k$ ) y error aleatorio ( $\epsilon_{ijk}$ ).

#### **4.4.2. Análisis discriminante**

Los análisis discriminantes (DISCRIM) se realizaron con el SAS (SAS, 2003) 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 cabras en la población apropiada de acuerdo al rebaño, región agroecológica, tipo genético, número de partos y edad de las cabras. 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 las poblaciones de cabras.

#### **4.4.3. Funciones canónicas**

En el análisis discriminante canónico (CANDISC) se crearon nuevas variables al tomar combinaciones de las variables originales (SAS, 2003). Las funciones canónicas estimadas contienen toda la información útil que se encontró en el conjunto de variables originales estudiadas en cada una de las poblaciones de cabras. 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 poblaciones 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.

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 (Solano *et al.*, 2001). Los factores se numeraron en forma arbitraria; 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.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Características de los rebaños

El tamaño promedio de los rebaños por productor fue de  $55.0 \pm 5.0$  cabras, de la muestra total de cabras ( $n=818$ ) el productor que tiene mayor número de cabras representa el 14.3%, y el que cuenta con menor número tiene el 1.7% de la población total de cabras, los demás productores se ubican entre el 2.3 al 8%. Existe mucha diferencia entre el número de cabras que tiene cada productor, lo que hace que los rebaños tengan diferente tamaño (Figura 2). Aunque algunos rebaños en condiciones de minifundios de otras regiones pueden rebasar las 100 cabras (Mohammed y Anim, 1996) o para el caso de estudios de producción lechera en México, hay rebaños con 70 cabras (Mellado *et al.*, 1991).

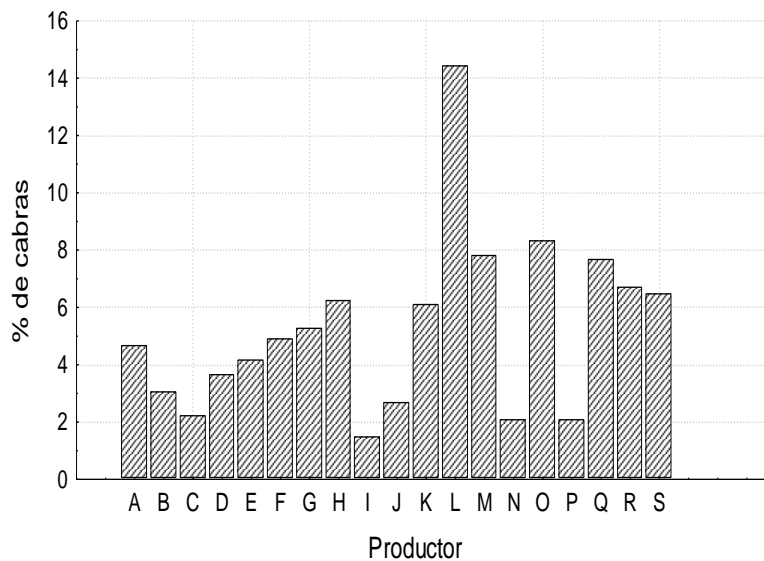


Figura 2. Cabras lecheras por productor en el Valle de Libres, Puebla.

La frecuencia de la distribución de la edad en la población de cabras se presenta en la Figura 3, donde se observa que predominan las cabras con edades de  $4 \pm 0.07$  años (19.5%), seguida por las cabras de 5 a 6 años (13%), 3 a 3.5 años (8.5%), 2.5 años (9%), 0 a 2 años (7.5%), esto indica que la mayoría de las cabras están en edad productiva, ya que la cabra con más de 10 años representa solo un 2% de la población. Es importante mencionar que las cabras lecheras cuanto más se especializan en la producción de leche, menor será su longevidad (Pérez-Razo *et al.*, 2004), para el caso de las cabras del estudio según la distribución de la edad, presentan una tendencia a tener cabras de más de 6 años, que es común en las cabras carniceras (Figura 3).

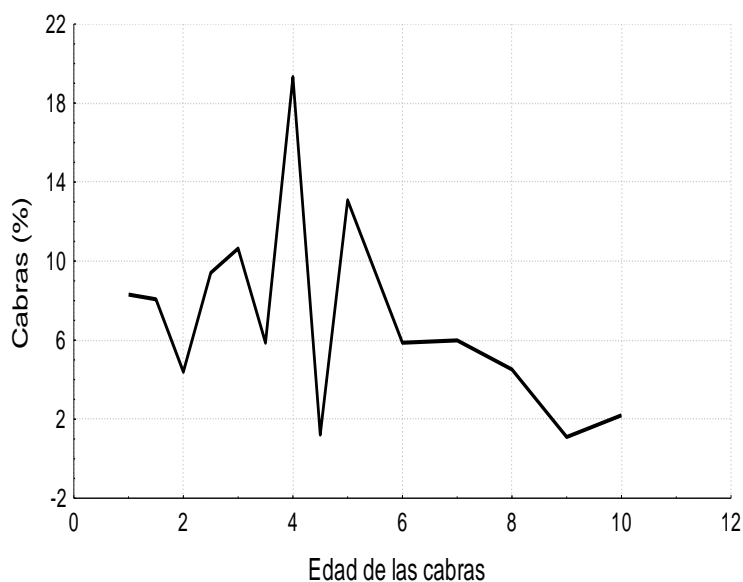


Figura 3. Edad de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

El tipo de cabras predominantes en los rebaños son cruza de cabras de tipo Alpino (32.15%), color blanco (18.46%), criolla (32.64%) y orejonas (16.75%) (Figura 4). Las características predominantes de la cabra Alpina se manifestaron por la presencia de cabras con raya blanca en la cara, las cuales son comunes en el área de estudio por la introducción de cabras exóticas que se han mezclado con la cabra criolla para

darle carácter lechero, debido a esto, ambos tipos de cabras representan un alto porcentaje de la población.

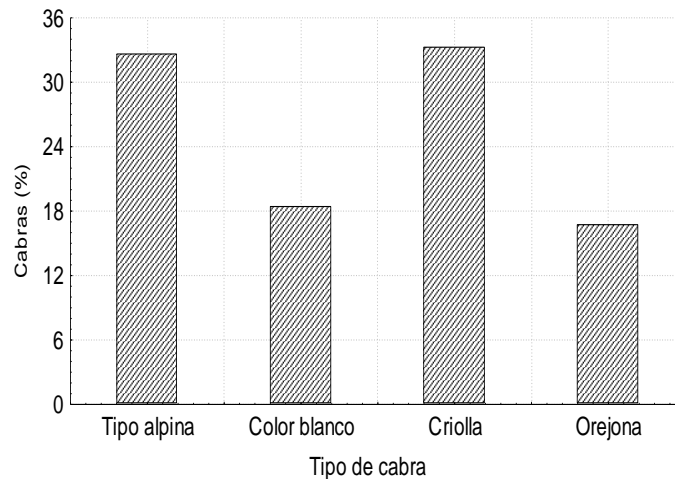


Figura 4. Tipos genéticos de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

## 5.2. Caracterización de la población de cabras

### 5.2.1. Caracterización faneróptica

En la población de cabras predomina el cuerno de tipo Aegagrus (52%), seguido por las cabras Descornadas (20%), la Prisca (11%) y las Mochas (Figura 5). La predominancia del cuerno de tipo Aegagrus se explica por la intención de los productores de tener cabras de tipo lechero, así como la rusticidad y adaptación de las cabras criollas. El tipo de cuerno fue uno de los criterios importantes en la clasificación de las razas caprinas, según su origen como el Markhor y el tipo Íbice (Devendra y McLeroy, 1986). También ha sido una herramienta para la diferenciación de las cabras (Capote *et al.*, 1998).

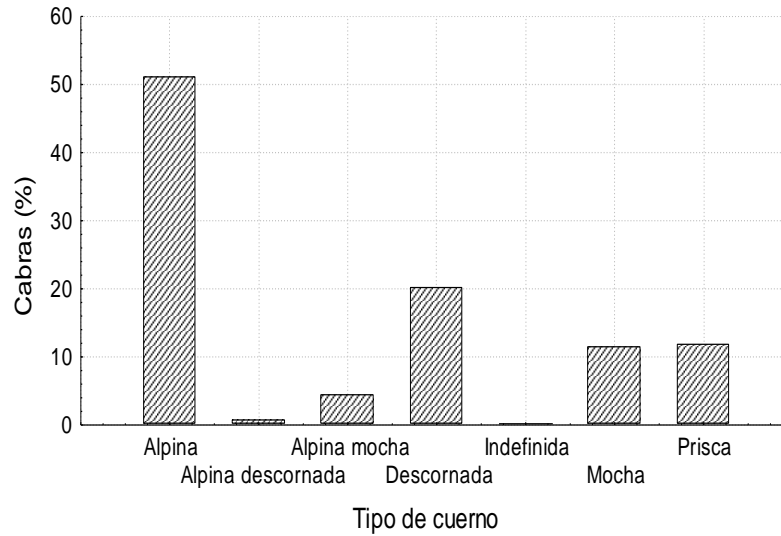


Figura 5. Tipo de cuernos de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla

Las cabras presentan colores variados dentro de la población en estudio, los más predominantes son el negro, blanco y marrón, los demás colores están representados por la mezcla de colores y los pintos.

### 5.2.2. Caracterización zoométrica

Por el bajo coeficiente de variación de las medidas zoométricas en la población de cabras, se trata de una población homogénea. Las medidas zoométricas con mayor coeficiente de variación son el ancho de cara (24.8%) y el largo de oreja (16.8%). Lo que refleja la introducción de caprinos exóticos que han cambiado el tamaño de oreja y perfil cefálico a las poblaciones de cabras locales. En las variables de importancia económica como la alzada de cruz, diámetro longitudinal, perímetro torácico y la distancia entre encuentros tienen poca variación entre la población de cabras, lo que refleja que no ha habido cambios en el tamaño y corpulencia de las poblaciones de cabras (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de las medidas zoométricas de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

<b>Variable Medida</b>	<b>Media</b>	<b>d.e.</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>C.V</b>
Largo de oreja (cm)	16.17	3.27	26.0	4.0	16.8
Ancho de la oreja (cm)	7.24	1.23	12.0	3.0	14.2
Longitud cabeza (cm)	19.75	1.92	26.0	10.0	8.93
Longitud de cara (cm)	14.26	1.73	19.0	7.50	11.5
Ancho de cabeza (cm)	11.31	0.96	17.0	6.50	8.34
Ancho de cara (cm)	9.29	2.75	19.0	5.0	24.8
Alzada a la cruz (cm)	68.74	4.73	83.0	53.0	6.7
Diámetro longitudinal (cm)	70.48	5.88	89.0	53.5	8.21
Ancho de grupa (cm)	13.19	2.28	22.0	9.0	16.0
Perímetro de caña (cm)	2.35	0.25	4.0	1.7	10.4
Altura del ilions (cm)	69.07	4.70	83.0	54.0	6.48
Diámetro bicostal (cm)	18.10	2.27	33.0	12.0	11.7
Longitud de grupa (cm)	18.92	2.42	32.0	12.0	11.3
Perímetro torácico (cm)	84.15	7.14	107.0	59.0	8.32
Diámetro dorso-esternal (cm)	32.67	3.38	57.0	17.0	10.3
Distancia entre encuentro (cm)	19.34	2.13	33.0	13.0	10.5
Altura de isquions (cm)	56.53	5.07	75.0	30.0	8.74

d.e., desviación estándar, C.V., coeficiente de variación

### 5.2.2.1. Medidas de cabeza y cuello

Los valores promedio para largo de la oreja en el presente estudio fueron de 16.17 cm, máximo de 26 cm y mínimo de 4.0 cm. Dossa *et al.* (2007) reporta un promedio de largo de oreja de 9.0 cm, con valores máximos de 13.2 y mínimos de 9.4 cm en poblaciones de cabras de cuatro zonas con distinta vegetación en el norte de Alemania. El ancho de la oreja es de 7.24 cm, máximo 12.0 mínimo de 3.0 cm.

Las cabras del estudio presentaron un promedio de longitud de la cabeza de 19.7 cm, con rango de 26 cm la mayor, y de 10 cm la menor. La distribución de la frecuencia de largo de la cabeza se presenta en la Figura 6. Estos resultados son menores a los reportados por Herrera *et al.* (1996) en cuatro cruza de razas caprinas andaluzas, cuyo promedio de longitud de cabeza fue de 27.3 cm y similares a cinco poblaciones de cabras canarias (20.8 cm) (Capote *et al.*, 1998).

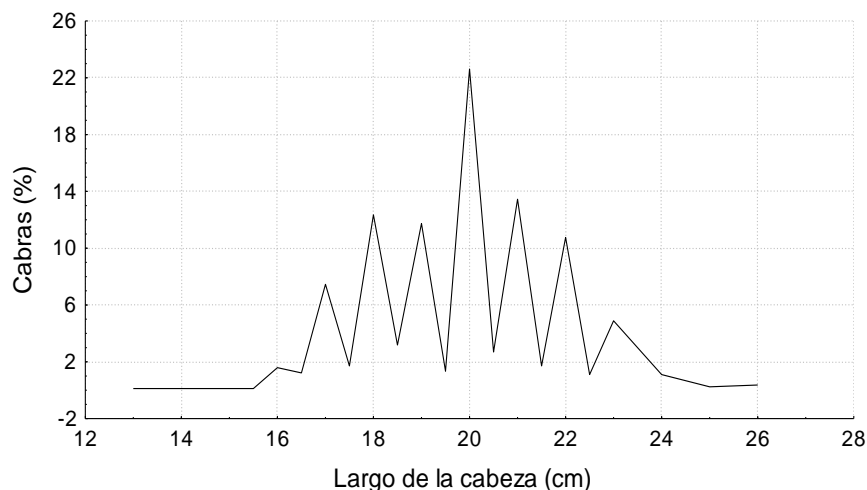


Figura 6. Largo de la cabeza en la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

El valor promedio del ancho de la cabeza en las poblaciones de cabras del Valle de Libres fue de 11.31 cm, la medida mayor fue de 17 cm y la menor fue de 6.5 cm, como se muestra en la Figura 7. Los valores promedio de ancho de cabeza encontrados en cuatro poblaciones de cabras por Capote *et al.* (1998) fue de 9.7 cm, inferiores a los encontrados en el presente estudio, pero similares a los reportados por Herrera *et al.* (1996) en cinco razas caprinas de Andalucía, con un promedio de 13.0 cm, con el valor más alto de 13.6 cm y el más bajo de 12.4 cm. Sin embargo, Prieto (2006) reporta un promedio de 8.0 cm con valor máximo de 9.5 cm y mínimo de 6.5 cm en caprinos nativos de Formosa. El ancho de cabeza de las poblaciones de cabras del estudio reflejan los constantes cruzamientos con razas exóticas, lo cual ha modificado el perfil racial.

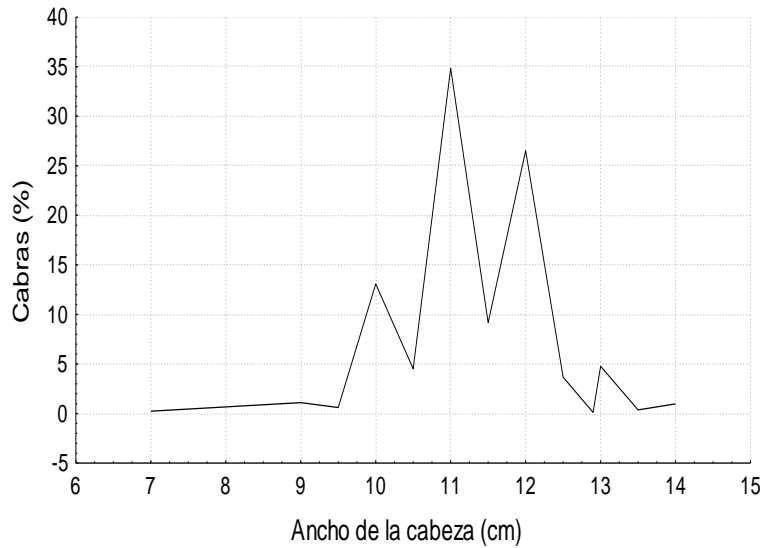


Figura 7. Ancho de la cabeza de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

Las cabras tienen una longitud promedio de cara de 14.2 cm, la distribución de la frecuencia se presenta en la Figura 8, mostrando que la mayor es de 19.0 cm y la menor es de 7.5 cm, muy similar al encontrado en cabras estudiadas por Prieto *et al.* (2006) con un valor para longitud de la cara de 13.2 cm con un máximo de 16 cm y un mínimo de 11.0 cm.

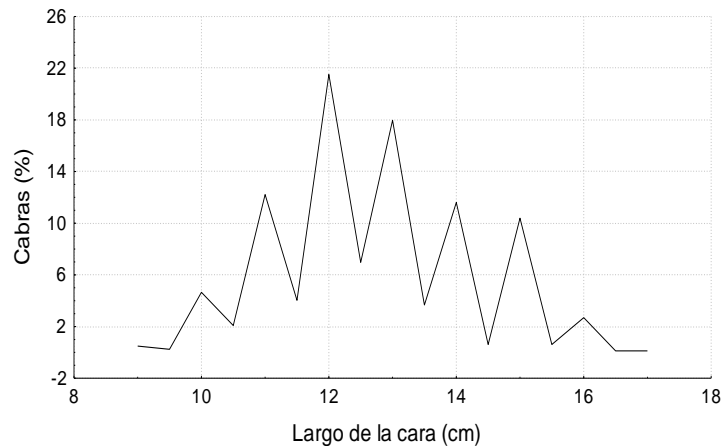


Figura 8. Largo de la cara y porcentaje de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.



El valor promedio para ancho de la cara encontrado en las cabras del Valle de Libres fue de 9.2 cm, 12 cm el más alto y 5.0 cm el valor más bajo, valores similares a los encontrados por Prieto *et al.* (2006) en caprinos de Formosa con valores promedio de 8.78 cm, 11 cm el más alto y 7 cm el valor bajo.

### 5.2.2.2. Medidas del cuerpo

El promedio del perímetro torácico en cabras del presente estudio fue de 84 cm, 107 cm el valor mayor y 59 cm el menor (Figura 9). Valores similares para esta variable (72 cm) fueron encontrados en cabras de tres regiones en Tanzania (Madubi *et al.*, 2000) y 95 cm en cabras de cuatro regiones de Andalucía (Capote *et al.*, 1998). El perímetro torácico y la alzada a la cruz presentaron altos valores de varianza (134.4 y 114.8) en un trabajo realizado por Salvador *et al.* (2009) en cabritos.

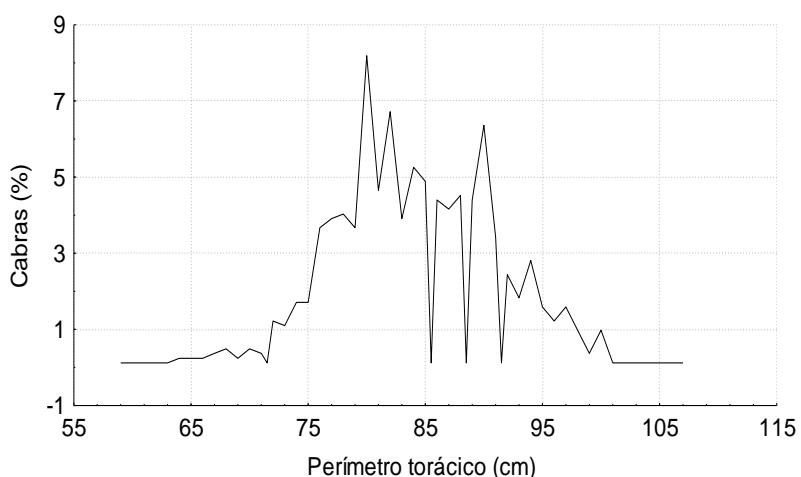


Figura 9. Perímetro torácico de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

La altura a la cruz registró un promedio de 68.7 cm, 83 cm el mayor y 53 cm el menor, valor similar a los 62 cm encontrados por Prieto *et al.* (2006), 61.3 cm de Hernández *et al.* (2007), 72.2 cm de Herrera *et al.* (1996) y mayor a 47.5 cm de la altura a la cruz registrada por Dossa *et al.* (2007).

### **5.2.2.3. Medidas de las extremidades**

La altura al ilion fue de un promedio de 69 cm con un valor máximo de 83.0 y un mínimo 54.0 cm. La altura media de isquion fue 56.5 cm, máximo 75 cm y mínimo 30 cm. El perímetro de la caña tuvo 8 cm promedio, máximo 11 cm y mínimo 6 cm. El perímetro de la caña promedio reportado por Herrera *et al.* (1996) fue de 9 cm, con un máximo de 9.9 cm y un mínimo de 8 cm, muy similares a los encontrados en el presente estudio.

En general, las cabras del área de estudio tienen medidas zoométricas similares a las cabras locales de los sistemas extensivos de otras partes del mundo, lo que indica que el desarrollo morfoestructural que presenta es un componente importante para la adaptación de la cabra a los ambientes frágiles como son la mayoría de las áreas donde se crían.

### **5.2.3. Modelo morfoestructural de la población de cabras**

El nivel de asociación entre las medidas zoométricas, peso y las variables fisiológicas de las poblaciones determinó el modelo morfoestructural de las poblaciones de cabras del estudio.

Las variables que tuvieron mayor correlación ( $p \leq 0.001$ ) con la edad fueron el número de partos (0.92), la longitud de cabeza (0.50) y el diámetro dorsoesternal (Cuadro 2). La longitud de cabeza es un indicador de como las poblaciones de cabras tienden a cambiar a través de los años y está depende del tipo genético que se ha utilizado en los diferentes años, lo cual coincide con la edad de las cabras.

Por otra parte, el peso tuvo la mayor correlación ( $p \leq 0.001$ ) con la altura a la cruz (0.58), diámetro longitudinal (0.73), altura de ilions (0.64), perímetro torácico (0.82), diámetro dorsoesternal (0.58) y distancia encuentro (0.65) (Cuadro 2); estas últimas,

son variables que se han relacionado con el tamaño y la profundidad corporal de las cabras.

Cuadro 2. Correlación de las variables de edad (años), peso (kg) y número de partos de las cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

	ED	PE	PAR
PE	0.30***	1.00	
PAR	0.92***	0.28***	1.00
OL	-0.15***	0.25***	-0.17***
OA	-0.14***	0.28***	-0.17***
LCAB	0.50***	0.38***	0.47***
ACAB	0.41***	0.43***	0.39***
LCARA	0.49***	0.40***	0.46***
ACARA	0.34***	-0.02 <sup>ns</sup>	0.29***
ACR	0.44***	0.58***	0.38***
DL	0.36***	0.73***	0.33***
AG	-0.05 <sup>ns</sup>	0.45***	-0.01 <sup>ns</sup>
LG	-0.05 <sup>ns</sup>	0.48***	-0.02 <sup>ns</sup>
PC	0.36***	0.44***	0.32***
ALIL	0.32***	0.64***	0.28***
DB	0.13***	0.57***	0.07*
ALIS	0.24***	0.50***	0.21***
PT	0.33***	0.82***	0.30***
DD	0.50***	0.58***	0.46***
DE	0.34***	0.65***	0.28***
DV	0.29***	0.24***	0.31***
DP	0.31***	0.17***	0.31***
LP	0.21***	0.13***	0.22***

\*\*\*Nivel de significancia ( $p \leq 0.001$ ); \*\*Nivel de significancia ( $p \leq 0.01$ ); \*Nivel de significancia ( $p \leq 0.05$ ); Edad (ED); Peso (PE); Número de partos (PAR); Largo de oreja (OL); Ancho de oreja (OA); Longitud de cabeza (LCAB); Anchura de cabeza (ACAB), Longitud de cara (LCARA); Anchura de cara (ACARA); Altura a la cruz (ACR); Diámetro longitudinal (DL); Anchura de grupa (AG); Longitud de grupa (LG); Perímetro de caña (PC); Altura del ilion (ALIL); Diámetro bicostal (DB); Altura del isquion (ALIS); Perímetro torácico (PT); Diámetro dorsoesternal (DD); Distancia encuentro (DE); Distancia de la vulva a la inserción de la ubre (DV); Diámetro del pezón (DP); Longitud del pezón (LP).

En el Cuadro 3, se presentan las correlaciones de las variables zoométricas con las medidas de la cabeza de las cabras lecheras del estudio. En las medidas de la cabeza, el largo de oreja tuvo una mayor correlación ( $p \leq 0.001$ ) con el ancho de oreja

(0.85). La longitud de cabeza se correlacionó con la longitud de cara (0.68), la anchura de cara (0.67), el perímetro de caña (0.53) y el diámetro dorsoesternal (0.61). La longitud de la cara tuvo una mayor correlación ( $p \leq 0.001$ ) con la anchura de cara (0.58) y la alzada de cruz (0.52), el perímetro de caña (0.50), el diámetro dorsoesternal (0.61) y la distancia del encuentro (0.53).

Cuadro 3. Correlación de las variables zoométricas de la cabeza de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

	OL	OA	LCAB	ACAB	LCARA	ACARA
OA	0.85***	1.00				
LCAB	-0.26***	-0.20***	1.00			
ACAB	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.06*	0.46***	1.00		
LCARA	-0.09**	-0.03 <sup>ns</sup>	0.68***	0.38***	1.00	
ACARA	-0.47***	-0.39***	0.67***	0.24***	0.58***	1.00
ACR	0.19***	0.21***	0.46***	0.39***	0.52***	0.22***
DL	0.21***	0.24***	0.40***	0.40***	0.45***	0.05 <sup>ns</sup>
AG	0.40***	0.36***	-0.21***	0.10***	-0.10***	-0.56***
LG	0.48***	0.45***	-0.21***	0.13***	-0.14***	-0.62***
PC	-0.06 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.53***	0.32***	0.50***	0.45***
ALIL	0.33***	0.34***	0.33***	0.28***	0.42***	0.03 <sup>ns</sup>
DB	0.21***	0.26***	0.21***	0.16***	0.32***	0.01 <sup>ns</sup>
ALIS	0.19***	0.21***	0.32***	0.27***	0.34***	0.11***
PT	0.25***	0.26***	0.35***	0.41***	0.35***	-0.04 <sup>ns</sup>
DD	-0.02 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.61***	0.45***	0.61***	0.43***
DE	0.09**	0.16***	0.50***	0.31***	0.53***	0.31***
DV	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.11***	0.16***	0.21***	0.12***	-0.04 <sup>ns</sup>
DP	-0.26***	-0.27***	0.44***	0.26***	0.35***	0.43***
LP	-0.24***	-0.23***	0.33***	0.20***	0.25***	0.30***

\*\*\*Nivel de significancia ( $p \leq 0.001$ ); \*\*Nivel de significancia ( $p \leq 0.01$ ); \*Nivel de significancia ( $p \leq 0.05$ ); Edad (ED); Peso (PE); Partos (PAR); Largo de oreja (OL); Ancho de oreja (OA); Longitud de cabeza (LCAB), Anchura de cabeza (ACAB), Longitud de cara (LCARA); Anchura de cara (ACARA), Altura a la cruz (ACR); Diámetro longitudinal (DL); Anchura de grupa (AG); Longitud de grupa (LG); Perímetro de caña (PC); Altura del ilion (ALIL); Diámetro bicostal (DB); Altura del isquion (ALIS); Perímetro torácico (PT); Diámetro dorsoesternal (DD); Distancia encuentro (DE); Distancia de la vulva a la inserción de la ubre (DV); Diámetro del pezón (DP); Longitud del pezón (LP).

Las correlaciones de las medidas corporales con las medidas del tronco se presentan en el Cuadro 4. La alzada de la cruz tuvo una mayor correlación ( $p \leq 0.001$ )

con el diámetro longitudinal, la altura de ilions, la altura de isquion, el perímetro torácico, el diámetro dorsoesternal, y la distancia entre encuentros, teniendo coeficientes de variación superiores a 0.50. El diámetro longitudinal se correlacionó con la altura de ilions (0.60), el perímetro torácico (0.68), el diámetro dorsoesternal (0.54) y la distancia del encuentro (0.53).

La anchura de grupa se correlacionó con la longitud de grupa (0.67). La longitud de la grupa se correlacionó con el perímetro torácico (0.50). El perímetro de la caña se correlacionó con el diámetro dorsoesternal (0.51) y la distancia del encuentro (0.55). La altura de ilions se correlacionó con el diámetro bicostal (0.69) y la altura de isquion (0.60). El diámetro bicostal tuvo mayor correlación ( $p \leq 0.001$ ) con el perímetro torácico (0.53) y la distancia del encuentro (0.64). El perímetro torácico se correlacionó con el diámetro dorsoesternal (0.55) y la distancia encuentro (0.60). Finalmente, el diámetro dorsoesternal, tuvo mayor correlación con la distancia encuentro (0.56). Las variables de la distancia entre encuentro, la distancia de la vulva a la inserción de la ubre, diámetro de pezón y longitud de pezón tuvieron una correlación significativa ( $p \leq 0.001$ ) con la mayoría de las variables (Cuadro 4).

Cuadro 4. Correlación de las variables zoométricas del tronco de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

	ACR	DL	AG	LG	PC	ALIL	DB	ALIS	PT	DD	DE	DV	DP	LP
DL	0.61***	1												
AG	0.21***	0.34***	1											
LG	0.24***	0.43***	0.67***	1										
PC	0.42***	0.38***	-0.08*	-0.05 <sup>ns</sup>	1									
ALIL	0.78***	0.60***	0.34***	0.40***	0.36***	1								
DB	0.36***	0.44***	0.26***	0.24***	0.33***	0.43***	1							
ALIS	0.62***	0.47***	0.20***	0.21***	0.30***	0.69***	0.35***	1						
PT	0.54***	0.68***	0.42***	0.50***	0.39***	0.60***	0.53***	0.41***	1					
DD	0.57***	0.54***	0.04 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.51***	0.49***	0.39***	0.47***	0.55***	1				
DE	0.52***	0.53***	0.10**	0.08*	0.55***	0.51***	0.64***	0.41***	0.60***	0.56***	1			
DV	0.20***	0.20***	0.22***	0.15***	0.01 <sup>ns</sup>	0.19***	-0.02 <sup>ns</sup>	0.17***	0.23***	0.19***	0.02 <sup>ns</sup>	1		
DP	0.21***	0.17***	-0.12***	-0.20***	0.24***	0.12***	-0.02 <sup>ns</sup>	0.17***	0.14***	0.34***	0.17***	0.41***	1	
LP	0.14***	0.10***	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.13***	0.07*	0.09**	-0.04*	0.15***	0.08*	0.24***	0.09**	0.42***	0.71***	1

\*\*\*Nivel de significancia (p≤0.001); \*\*Nivel de significancia (p≤0.01); \*Nivel de significancia (p≤0.05); Edad (ED); Peso (PE); Partos (PAR); Largo de oreja (OL); Ancho de oreja (OA); Longitud de cabeza (LCAB); Anchura de cabeza (ACAB); Longitud de cara (LCARA); Anchura de cara (ACARA); Altura a la cruz (ACR); Diámetro longitudinal (DL); Anchura de grupa (AG); Longitud de grupa (LG); Perímetro de caña (PC); Altura del ilion (ALIL); Diámetro bicostal (DB); Altura del isquion (ALIS); Perímetro torácico (PT); Diámetro dorsoesternal (DD); Distancia encuentro (DE); Distancia de la vulva a la inserción de la ubre (DV); Diámetro del pezón (DP); Longitud del pezón (LP).

#### 6.2.4. Predicción del peso vivo de la población de cabras

En la predicción del peso vivo al maximizar las funciones se encontró un máximo coeficiente de regresión  $r^2=0.0.78$  cuando se incorporaron al modelo las variables de diámetro longitudinal, anchura de grupa, perímetro torácico y distancia entre encuentros (Cuadro 5).

Cuadro 5. Predicción del peso vivo de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

Variable	Estimador del parámetro	Error estándar	F-Valor	Pr > F
Intercepto	-72.90747	2.2859	1017.26	<.0001
Diámetro longitudinal	0.44066	0.04178	111.24	<.0001
Anchura de grupa	0.69514	0.08673	64.24	<.0001
Perímetro torácico	0.62847	0.0384	267.85	<.0001
Distancia encuentro	1.18913	0.10748	122.41	<.0001

La ecuación de predicción del peso vivo quedó de la siguiente manera:

$$PV = -72.9 + 0.441(DL) + 0.695 (AG) + 0.629 (PT) + 1.189 (DE)$$

Donde:

PV es el peso vivo (kg), DL es el diámetro longitudinal (cm), AG es la anchura de grupa (cm), PT es el perímetro torácico (cm) y DE es la distancia encuentro. Algunas de estas variables ya habían sido señaladas por Zeuh *et al.* (1997), Valdez *et al.* (1982) y Vargas *et al.* (2007) como importantes predictores del peso vivo.

Como lo señaló Mellado *et al.* (1991) existe correlación fenotípica entre el peso con el perímetro pélvico, largo de la espalda y altura a la cruz. Además, el peso vivo puede estimarse en el campo utilizando las medidas corporales como longitud corporal, longitud del tronco, perímetro abdominal y alzada a la cruz (Vargas *et al.*, 2007).

### **5.3. Factores que afectan a la morfoestructura de las cabras**

En el Cuadro 6 se presentan los principales factores que afectan a las medidas zoométricas de las poblaciones de cabras lecheras en la región de Libres, Puebla. En donde se observa que la zona agroecológica, rebaño, tipo de cabra, edad y el número de partos, tienen efecto significativo en la mayoría de las variables zoométricas.



Cuadro 6. Cuadrado medio del error y valores de F para los efectos de la zona agroecológica, rebaño, tipo de cabra, edad y número de partos en las medidas zoométricas de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

Variable	Cuadrado medio del error	Valores de F				
		Zona	Rebaño	Tipo de cabra	Edad	Partos
		1 <sup>1</sup>	18	3	13	7
Peso	43.94	46.86***	23.06***	3.32ns	15.56***	1.50ns
Largo de la oreja	5.10	130.72* **	11.70***	1.30ns	1.12ns	1.33ns
Ancho de la oreja	0.73	103.32* **	13.03***	0.62ns	1.85**	1.73ns
Largo de la cabeza	1.41	9.99**	8.54***	0.53ns	5.76***	0.54ns
Ancho de la cabeza	0.52	0.12ns	7.09***	1.61ns	6.39***	0.45ns
Largo de la cara	0.93	88.25***	21.69***	0.30ns	2.68**	1.81ns
Ancho de la cara	0.42	7.62*	14.85***	0.39ns	3.20***	1.15ns
Altura a la cruz	11.92	5.93**	12.72***	3.16*	11.25***	2.93**
Diámetro longitudinal	18.40	19.53***	13.57***	2.34ns	9.31***	0.30ns
Ancho de la grupa	1.37	4.18*	7.53***	2.18ns	5.15***	2.09*
Longitud de la grupa	1.28	294.48* **	9.48***	3.09*	6.31***	0.83ns
Perímetro de la caña	0.03	1.65ns	8.84***	2.36ns	2.13*	1.42ns
Altura al ilion	12.01	36.22***	14.22***	1.47ns	9.73***	3.35***
Diámetro bicostal	2.56	4.96*	17.26***	5.81***	5.67***	4.01***
Altura al isquion	15.79	3.76*	9.41***	0.98ns	4.33***	2.73**
Perímetro torácico	23.69	66.11***	17.25***	2.49*	16.50***	1.75ns
Diámetro dorsoesternal	4.29	2.70ns	10.55***	1.87ns	11.68***	1.89ns
Distancia entre encuentros	1.92	9.27**	20.37***	2.09ns	8.00***	3.52***

Grados de libertad \*\*\*P < 0.001, \*\*P < 0.01, \*P < 0.05.

### 5.3.1. Efecto de la zona agroecológica

Como se muestra en el Cuadro 7, la zona agroecológica tuvo efecto altamente significativo en todas las variables registradas a excepción del diámetro dorsoesternal, perímetro de la caña y ancho de cabeza. Es muy posible que la disponibilidad y el tipo de forraje existente en las diferentes regiones intervengan en las características morfoestructurales, dando como resultado cambios en la talla y el peso de los caprinos que se desarrollan en estas regiones, posiblemente esto se deba a las características del manejo, como lo señalaron Shrestha y Fahmy (2005), en la cabra de carne el manejo varía de país a país y de región a región de acuerdo al clima, extensión territorial, razas, disponibilidad de forrajes y posibilidad económica del productor. También, en las cabras criollas de dos regiones en el estado de Puebla se encontró variabilidad entre las medidas corporales, indicando que el modelo morfoestructural no es homogéneo entre los animales de dos regiones (Hernández *et al.*, 2007).

El análisis de varianza para el factor zona agroecológica encontró diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) para la mayoría de las variables zoométricas. Las variables con diferencia altamente significativa ( $p < 0.001$ ) fueron: peso vivo, largo de la oreja, ancho de la oreja, largo de la cara, diámetro longitudinal, longitud de la grupa y altura al ilions (Cuadro 7); lo que indica una diferencia en la selección de las cabras nativas y esto se refleja en el tamaño y corpulencia en las poblaciones de cabras en las dos zonas del Valle de Libres.

Cuadro 7. Medias mínimo cuadráticas de las variables zoométricas de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

Variable	Zona de Tlachichuca Media±de	Zona de Oriental Media±de
Largo de oreja (cm)	17.89±0.13 <sup>a</sup>	14.31±0.13 <sup>b</sup>
Ancho de la oreja (cm)	7.82±0.05 <sup>a</sup>	6.61±0.05 <sup>b</sup>
Longitud de cabeza (cm)	18.61±0.07 <sup>b</sup>	20.98±0.07 <sup>a</sup>
Longitud de cara (cm)	13.39±0.07 <sup>b</sup>	15.20±0.07 <sup>a</sup>
Ancho de cabeza (cm)	11.14±0.04 <sup>b</sup>	11.50±0.04 <sup>a</sup>
Ancho de cara (cm)	6.86±0.05 <sup>b</sup>	11.92±0.05 <sup>a</sup>
Alzada a la cruz (cm)	68.12±0.22 <sup>b</sup>	69.41±0.23 <sup>a</sup>
Diámetro longitudinal (cm)	70.86±0.28 <sup>a</sup>	70.07±0.29 <sup>a</sup>
Ancho de grupa (cm)	14.58±0.08 <sup>a</sup>	11.68±0.08 <sup>b</sup>
Perímetro de caña (cm)	2.26±0.01 <sup>b</sup>	2.45±0.01 <sup>a</sup>
Altura al ilion (cm)	69.41±0.22 <sup>a</sup>	68.70±0.23 <sup>b</sup>
Diámetro bicostal (cm)	18.24±0.10 <sup>a</sup>	17.95±0.11 <sup>a</sup>
Longitud de grupa (cm)	20.70±0.08 <sup>a</sup>	17.00±0.08 <sup>b</sup>
Perímetro torácico (cm)	85.41±0.34 <sup>a</sup>	82.78±0.35 <sup>b</sup>
Diámetro dorso-esternal (cm)	31.44±0.15 <sup>b</sup>	33.99±0.15 <sup>a</sup>
Distancia entre encuentro (cm)	18.84±0.10 <sup>b</sup>	19.89±0.10 <sup>a</sup>
Altura de isquions (cm)	56.27±0.24 <sup>a</sup>	56.82±0.25 <sup>a</sup>

Para las medidas de la cabeza, las cabras de Tlachichuca presentaron orejas más largas (17.89 cm) y anchas (7.82 cm). La población de cabras de Oriental está representada por cabras de orejas más pequeñas (14.3 cm de largo y 6.61 cm de ancho), indicando que tienden a ser de razas más especializadas en leche. Por su parte Dossa *et al.* (2007) reporta un promedio de largo de la oreja de 10.27 cm en cuatro poblaciones de cabras con distintas condiciones de producción en Benín

África, las cuales representaron el 50% del tamaño de oreja de las cabras del estudio.

La población de cabras de Tlachichuca está representada por cabras de tipo Nubiano con mayores medidas promedio de perímetro torácico (85.41 cm) en comparación a las cabras de Oriental (82.72 cm); por su parte, Capote *et al.* (1998), encontraron valores promedio de 95 cm en el perímetro torácico de cinco poblaciones de cabras canarias, y un valor de 80 cm reportó Leng *et al.* (2010), para cabras adultas en China. Las medidas del diámetro longitudinal fueron mayores para las cabras de Tlachichuca (70.9 cm), indicando que son cabras más robustas que las de Oriental (70.07 cm).

El análisis discriminante canónico de las medidas zoométricas de las poblaciones de cabras identificó diferencia significativa ( $p < 0.0001$ ), para una sola función canónica, la cual explicó el 100% de la varianza de los datos.

En el Cuadro 8, se presenta el listado de variables discriminantes para la función canónica que discrimina a la población de cabras por zona agroecológica, éstas variables fueron la longitud de cabeza (0.74067316) y el perímetro torácico (-0.63403549).

Cuadro 8. Variables que discriminaron en la función canónica en la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

Variable	Can1
Peso	-0.45518884
Largo de oreja	-0.34478435
Ancho de oreja	-0.22736311
Longitud de cabeza	0.74067316
Anchura de cabeza	0.03211206
Altura a la cruz	0.29350023
Diámetro longitudinal	-0.16214967
Anchura de grupa	-0.712522
Perímetro de caña	0.14892447
Altura de ilions	-0.1550799
Diámetro bicostal	-0.06241767
Altura de isquion	0.03961709
Perímetro torácico	-0.63403549
Diámetro dorsoesternal	0.61805106
Distancia encuentro	0.60257283
Distancia de la vulva a la inserción posterior de la ubre	-0.17490115
Diámetro de pezón	0.36625667
Longitud de pezón	0.04199231

En la Figura 10, se presenta la distribución de la población por zona agroecológica, mostrando una delimitación precisa de la población de cabras por zona agroecológica; lo que parece indicar que los productores tienen preferencia por diferente tipo de cabra para cada una de las zonas agroecológicas de la región, quizás, buscando características de rusticidad y capacidad de supervivencia en diferentes condiciones ambientales y adaptación al tipo de producción forrajera.

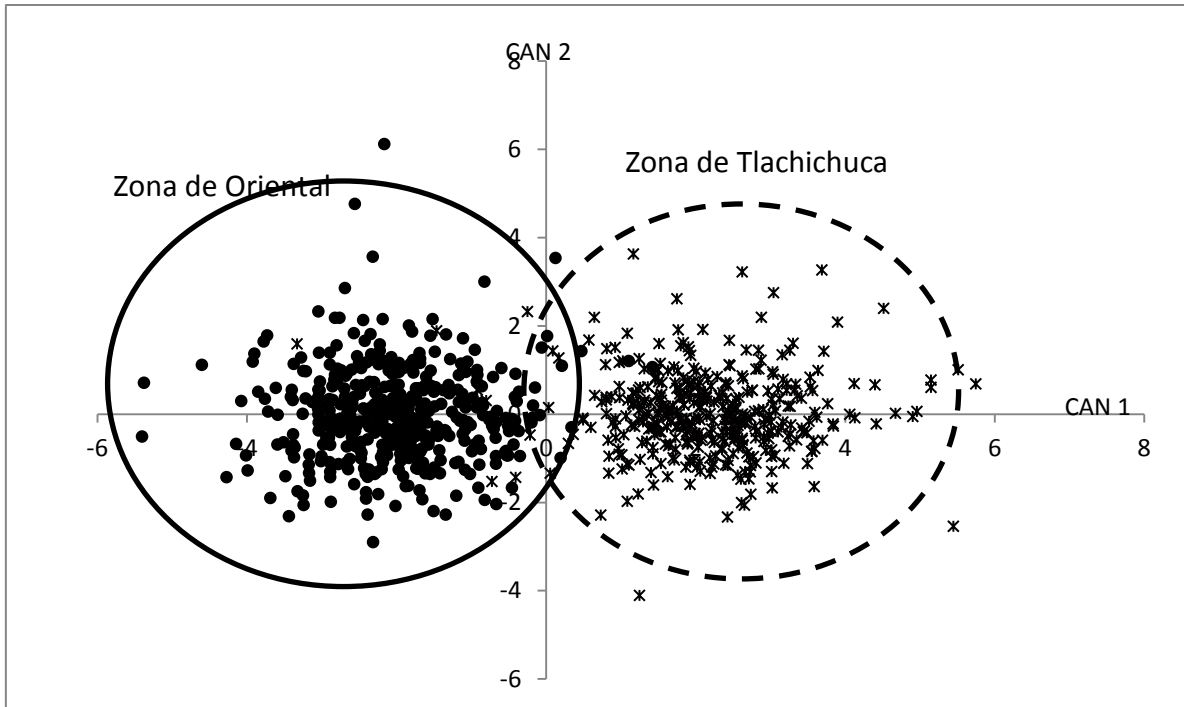


Figura 10. Distribución de la población de cabras lecheras por zona agroecológica en el Valle de Libres, Puebla.

### 5.3.2. Efecto rebaño

Para el factor rebaño todas las variables fueron altamente significativas ( $p < 0.001$ ), lo que indica que las diferentes prácticas de manejo pueden influir en el tamaño y fortaleza de las poblaciones de caprinos. El análisis discriminante se encontró que los rebaños de cabras se clasifican en tres agrupaciones posibles (Figura 11), lo cual representa una oportunidad para que en futuros trabajos se relacione las prácticas de manejo con las medidas corporales de las cabras.

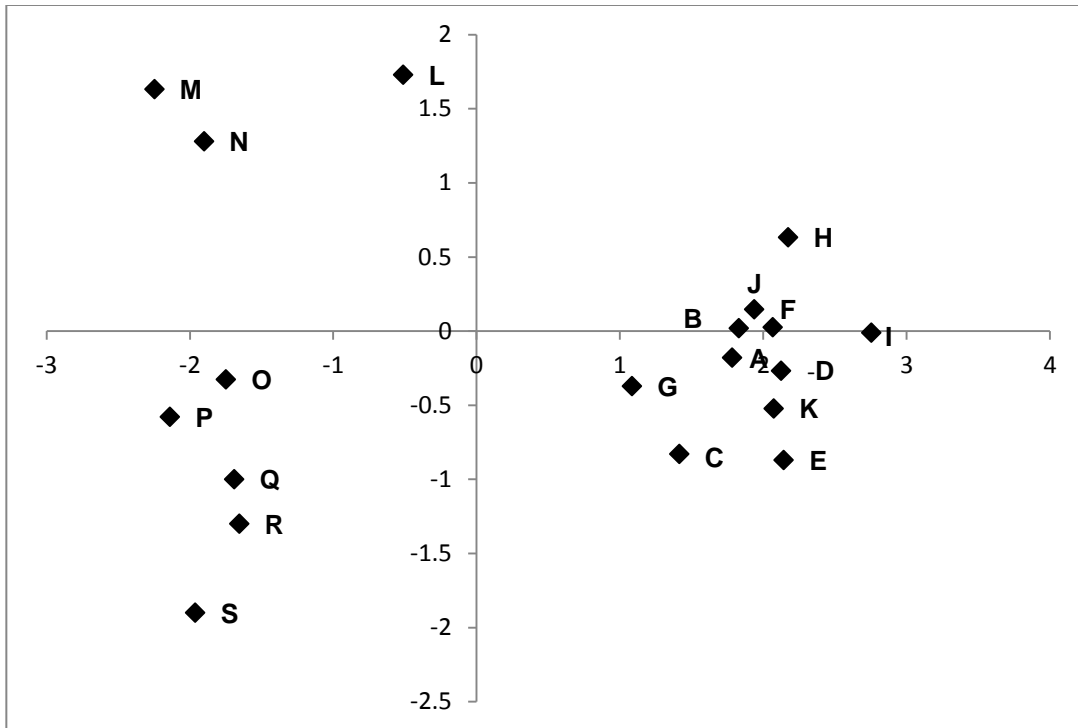


Figura 11. Dispersión del efecto del rebaño de la población de cabras lecheras en el Valle de Libres, Puebla.

### 5.3.3. Efecto tipo de cabra o tipo genético

En el Cuadro 9, se presentan los estadísticos descriptivos de las medidas de la cabeza y tronco por el tipo de cabra. La cabra Blanca es una cruce del tipo genético Saanen y cabras criollas, que mantienen ese color. La cabra orejona, por su parte, fue producto de cruce de Nubia con criolla y una de las características más sobresalientes es el tamaño largo de oreja y mantiene aún un tamaño corporal aceptable. La cabra criolla tiene como características el fenotipo de la cabra carnífera que estaba presente en la región hace 30 años y que fue absorbida mediante cruzamientos con tipos genéticos mejorados.

Cuadro 9. Comparación de los valores zoométricos (cm) por tipos genéticos de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

Variable	Tipo de cabra			
	Alpina (n=267) Media±e.e.	Blanca (n=151) Media±e.e.	Criolla (n=263) Media±e.e.	Orejona (n=137) Media±e.e.
<b>Medidas de La cabeza y orejas</b>				
Largo de la cabeza	19.3±0.10 <sup>c</sup>	20.9±0.14 <sup>a</sup>	20.0±0.10 <sup>b</sup>	18.5±0.15 <sup>d</sup>
Ancho de la cabeza	11.2±0.05 <sup>b</sup>	11.5±0.07 <sup>a</sup>	11.4±0.05 <sup>ab</sup>	10.9±0.8 <sup>c</sup>
Ancho de la cara	8.83±0.14 <sup>c</sup>	11.8±0.18 <sup>a</sup>	9.58±0.14 <sup>b</sup>	6.8±0.19 <sup>d</sup>
Largo de la cara	13.8±0.10 <sup>c</sup>	15.2±0.13 <sup>a</sup>	14.3±0.10 <sup>b</sup>	13.8±0.14 <sup>c</sup>
Largo de la oreja	15.7±0.16 <sup>b</sup>	14.0±0.22 <sup>c</sup>	15.8±0.16 <sup>b</sup>	19.9±0.23 <sup>a</sup>
Ancho de la oreja	6.9±0.06 <sup>b</sup>	6.6±0.8 <sup>c</sup>	7.1±0.6 <sup>b</sup>	8.7±0.0 <sup>a</sup>
<b>Medidas del tronco</b>				
Alzada a la cruz	67.3±0.28 <sup>c</sup>	69.7±0.37 <sup>ab</sup>	68.8±0.28 <sup>b</sup>	70.2±0.39 <sup>a</sup>
Diámetro longitudinal	69.2±0.35 <sup>c</sup>	70.0±0.47 <sup>bc</sup>	71.0±0.35 <sup>ab</sup>	72.4±0.49 <sup>a</sup>
Ancho de la grupa	13.0±0.12 <sup>b</sup>	11.8±0.17 <sup>c</sup>	13.1±0.13 <sup>b</sup>	14.8±0.1 <sup>a</sup>
Longitud de grupa	19.0±0.13 <sup>b</sup>	17.0±0.17 <sup>c</sup>	18.8±0.13 <sup>b</sup>	20.9±0.18 <sup>a</sup>
Perímetro de la caña	2.27±0.01 <sup>c</sup>	2.46±0.01 <sup>a</sup>	2.39±0.01 <sup>b</sup>	2.32±0.02 <sup>bc</sup>
Altura de ilions	67.4±0.27 <sup>c</sup>	68.8±0.36 <sup>b</sup>	69.4±0.27 <sup>b</sup>	71.7±0.38 <sup>a</sup>
Diámetro bicostal	17.2±0.12 <sup>c</sup>	18.3±0.17 <sup>b</sup>	17.9±0.13 <sup>b</sup>	19.6±0.18 <sup>a</sup>
Altura de isquion	55.0±0.30 <sup>c</sup>	57.1±0.40 <sup>b</sup>	56.6±0.30 <sup>b</sup>	58.5±0.42 <sup>a</sup>
Perímetro torácico	82.5±0.42 <sup>c</sup>	83.3±0.56 <sup>bc</sup>	84.7±0.43 <sup>b</sup>	86.8±0.59 <sup>a</sup>
Diámetro dorsoesternal	31.7±0.20 <sup>c</sup>	34.3±0.26 <sup>a</sup>	32.8±0.20 <sup>b</sup>	32.2±0.27 <sup>bc</sup>
Distancia entre encuentros	18.4±0.12 <sup>c</sup>	20.0±0.16 <sup>a</sup>	19.4±0.12 <sup>b</sup>	20.0±0.17 <sup>a</sup>

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



Los tipos genéticos de cabras presentes en el área de estudio, aunque se han cruzado con cabras grandes, mantienen en general un tamaño de pequeño a mediano como fue señalado por Devendra y Mcleroy (1982).

El largo de la cabeza presentó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) para los tipos de cabra, las cabras color blanca y criolla presentaron las medidas más altas para largo de la cabeza con valores de 20.9 y 20.0 cm, respectivamente, seguidas de la tipo Alpina (19.3 cm) y al final la Orejona (18.5 cm). El ancho de cabeza presentó diferencia entre la cabra tipo Alpina y la Orejona con valores promedio de 11.2 y 10.9 cm, respectivamente. El ancho de la cara fue estadísticamente diferente para todos los tipos de cabra, la cabra de color Blanco presentó la cara más ancha (11.8 cm), seguida por la Criolla (9.58 cm), Alpina (8.83 cm) y Orejona (6.8 cm). El largo de la cara presentó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre las cabras de color Blanco y Criolla con valores de (15.2 cm y 14.3 cm).

El largo de la oreja tuvo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), la cabra de tipo Orejona presentó un valor promedio de 19.9 cm, en tanto la cabra Alpina y Criolla no presentaron diferencias, con valores promedio de 16 cm. El ancho de la oreja fue estadísticamente diferente entre la cabra Alpina, Blanca y Orejona con valores de 6.9, 6.6 y 8.7 cm, respectivamente. La alzada a la cruz fue estadísticamente diferente entre la cabra Alpina (67.3 cm) y Orejona (70.2 cm), la Blanca y Criolla con valores promedio de 69 cm. El diámetro longitudinal no presentó diferencia. El ancho de la grupa fue diferente entre la cabra Blanca y Orejona con valores de 11.8 y 14.8 cm, respectivamente. Las cabras Alpinas y Criollas tuvieron un promedio de ancho de grupa de 13 cm. La longitud de la grupa no presentó diferencia entre las cabras Blancas (17cm) y Orejonas (20.9 cm), en tanto las cabras Alpinas y Criollas tuvieron valores de 19 cm. El perímetro de la caña, sólo la cabra Blanca presentó el valor más alto (2.46 cm). La altura de ilions fue diferente entre la cabra Alpina (67.4 cm) y Orejona (71.7 cm), las cabras Blancas y Criollas tuvieron un promedio de 69 cm. El diámetro bicostal presentó diferencia entre la cabra Alpina (17.2 cm) y Orejona (19.6

cm), la cabra Blanca y Criolla tuvieron un promedio de 18 cm. La altura del isquion fue estadísticamente diferente para los tipos de cabras con valor promedio de 55 cm, siendo mayor en la Alpina (58 cm); en tanto que, en las cabras Orejonas, Blancas y Criolla se tuvo un promedio de 57 cm. El perímetro torácico fue estadísticamente diferente sólo para las cabras Orejonas con el valor más alto de 86.8 cm. El diámetro dorsoesternal sólo fue diferente para la cabra Blanca con un valor de 34.3 cm, las otras cabras presentaron un promedio general de 32 cm. La distancia entre encuentros fue estadísticamente diferente entre las cabras Alpinas (18.4 cm) y Criollas (19 cm), los otros tipos de cabras tuvieron un promedio de 20 cm.

Los productores del área de estudio tienden a utilizar tres morfotipos de cabras, las cuales son producto de los gustos por las mismas y la intensificación de la producción. Los productores que realizan caminatas largas durante el pastoreo tienden a usar cabras Orejonas y de tipo Alpina, en tanto, los que tienden a especializarse en la producción de leche, utilizan el morfotipo Saanen, que son cabras introducidas y son utilizadas en cruzamientos absorbentes con las cabras criollas. La cabra criolla continua estando presente en todos los rebaños, aunque está amenazada a desaparecer por los procesos de cruzamientos absorbentes que realizan los productores.

Los cruzamientos de cabras como herramienta de mejora genética no son malos, el problema es que no se conoce el potencial productivo y de adaptación de las cabras criollas o locales. Así por ejemplo, se esperaría que por el constante cruzamiento en las poblaciones de cabras las variables relacionadas con la productividad fueran diferentes entre los morfotipos de cabras, sin embargo, el peso no fue significativo, lo que indica que las cabras pueden cambiar de forma pero el ambiente ha influido para que las cruza, aunque proceden de morfotipos grandes como la Nubia, las restricciones ambientales influyen para que sean cabras de tamaño pequeño a mediano. Lo anterior, se reafirma con el análisis discriminante para el tipo genético de cabras, que se presenta en la Figura 12, donde se observa un traslape entre los

tipos de cabras, las criollas predominan en todas las poblaciones del estudio, la cabra Blanca se localiza al extremo izquierdo del espacio canónico bidimensional, la cabra Orejona a la derecha y las cabras de tipo Alpino en el centro inferior.

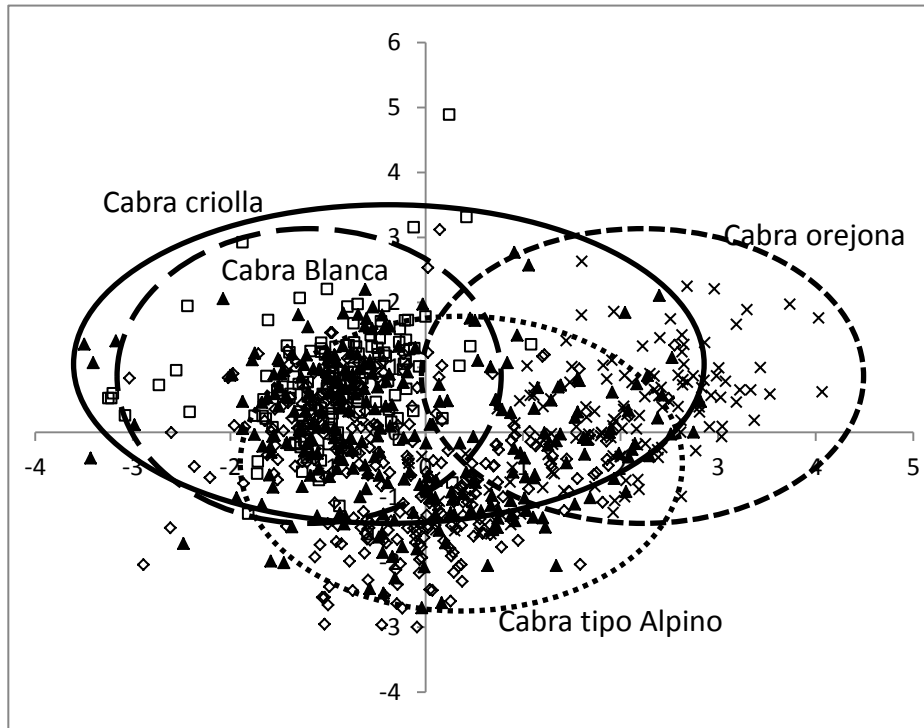


Figura 12. Representación canónica de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

#### 5.3.4. Efecto edad de las cabras

Para el efecto de la edad de las cabras, todas las variables fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ) incluyendo el peso. Las variables no significativas fueron: largo de la oreja, ancho de la cara, largo de la cara y perímetro de la caña. Similares tendencias encontraron Lauvergne *et al.* (1997), en donde las cabras tuvieron un ligero incremento en la profundidad del tórax con valores de 31, 38 y 32 cm en cabras Rove en Francia, con edades de 3, 4 y 5 años, respectivamente.

En la Figura 13 se presentan las medias discriminantes canónicas de las medidas zoométricas y del peso para la edad de las cabras, encontrando una tendencia a ubicar a las cabras de 1 a 1.5 años en el extremo inferior izquierdo del espacio canónico bidimensional, lo que refleja que las cabras continúan creciendo hasta pasados los dos años de edad, como lo señalaron Vargas *et al.* (2007).

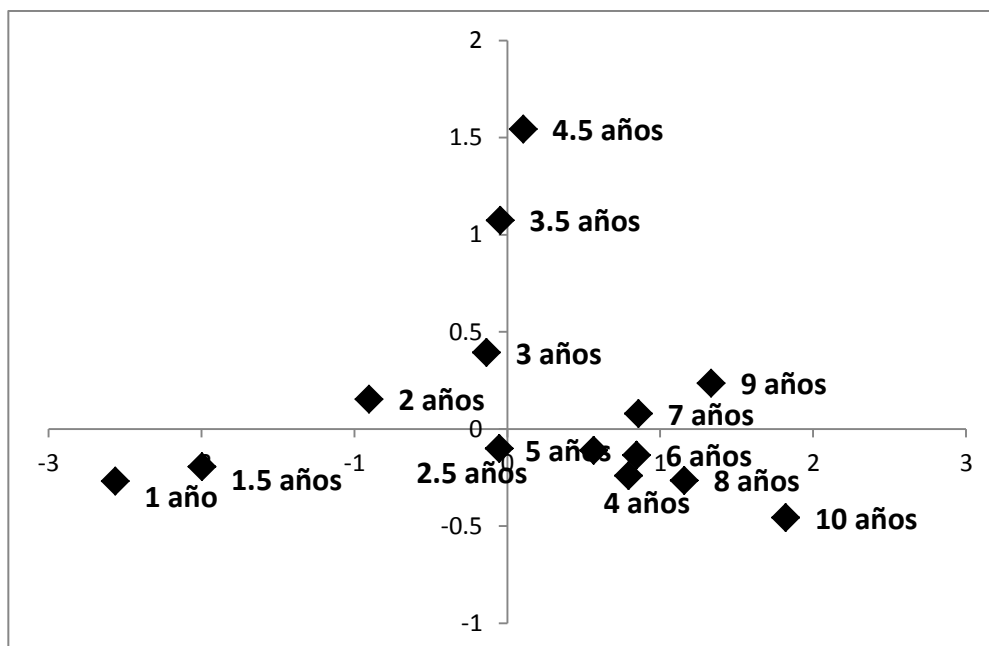


Figura 13. Distribución de las medias para las diferentes edades de la población de cabras lecheras para las variables zoométricas y de peso en el Valle de Libres, Puebla.

### 5.3.5. Efecto número de partos de las cabras

Para número de partos, sólo la altura de ilions, diámetro bicostal, altura del isquion, perímetro torácico, diámetro dorsoesternal y distancia entre encuentros fueron altamente significativos ( $p < 0.001$ ), en el entendido que corresponden a medidas del tronco que cambian con la edad de las cabras, presentando cambios en la talla, peso, desarrollo y capacidad corporal.

En la Figura 14, se presenta la distribución de las medias canónicas del número de partos de las cabras lecheras de la región del Valle de Libres, Puebla, donde se observan tres grupos, en la parte superior derecha se encuentran las cabras que tienen de 3 a 7 partos, que son las cabras con mejores características morfoestructurales y de peso, seguidas de 1 a 2 partos que se encuentran en la parte inferior derecha, y las de 8 partos se localizan en la parte superior izquierda. El análisis canónico muestra que el número de partos tiene un efecto directo en las características zoométricas de las cabras, las cuales ya habían sido señaladas por Vargas *et al.* (2007), en el sentido de que las cabras mayor a los dos años alcanzan su peso a la madurez.

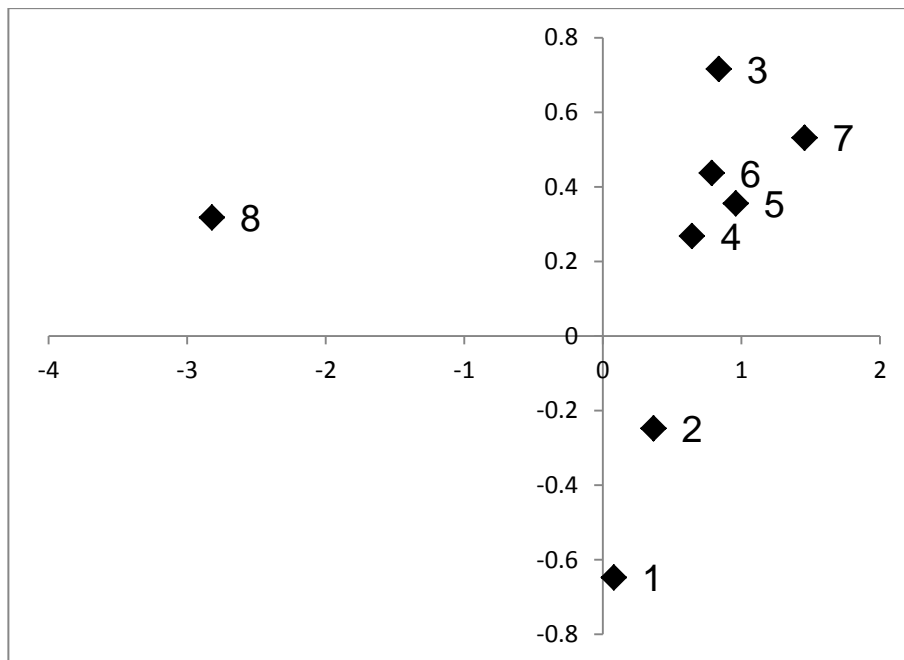


Figura 14. Dispersión de las cabras por efecto número de partos de la población de cabras lecheras del Valle de Libres, Puebla.

## VI. CONCLUSIONES

Con respecto al objetivo de caracterizar a las poblaciones de cabras de la región del Valle de Libres en el estado de Puebla para definir los morfotipos existentes. Las conclusiones se presentan en relación con la hipótesis “Las características zoométricas, fanerópticas y de peso permiten diferenciar a las poblaciones de cabras del Valle de Libres en el estado de Puebla”.

Con base en el análisis estadístico de las poblaciones de cabras, se encontró que:

1. La población de cabras utilizadas para la producción de leche en la región de Libres, Puebla, tienen alto coeficiente de variación en las variables de la raza como son el tipo de cara y la corpulencia.
2. El modelo morfoestructural indica que existe una tendencia a cuidar el morfotipo de la cabra en cuanto a tamaño de oreja y medidas de la cabeza, lo que indica una consistencia de los productores por fijar el morfotipo de las cabras lecheras de raza pura. En las variables corporales existe una inclinación a criar animales compactos y bien proporcionados por la relación encontrada en las medidas del tórax, diámetro longitudinal y longitud de grupa.
3. Los factores zona agroecológica, rebaño, tipo de cabra, edad de las cabras y el número de partos tuvieron efecto en las variables zoométricas y del peso vivo.
4. Por zona agroecológica, las cabras de Tlachichuca, Puebla, son una población que han tenido encaste con el tipo Nubia, en tanto que las cabras de Oriental, Puebla, se ha dado mayor importancia a la introducción de los

tipos genéticos mejorados para la producción de leche como la Saanen y Alpina.

5. Por el tipo genético, el análisis de varianza presentó diferencia estadística significativa en las medidas del tronco, la cabra de tipo Alpino es un animal pequeño, seguida de la cabra criolla, en tanto, la cabra Blanca es de tamaño mediano, y la cabra Orejona, es la de mayor tamaño, de los cuatro tipos genéticos identificados.
6. Para el efecto edad, todas las variables fueron altamente significativas; las no significativas fueron medidas de la cara y el perímetro de la caña, lo que indica que las cabras dejan de crecer hasta los 3 años de edad.
7. Respecto al número de partos, las cabras de primero y de segundo parto tuvieron la menor calificación canónica; mientras que las cabras de tres a siete partos, presentaron las mejores medias canónicas.

En general, las poblaciones de cabras de la región de Libres son poblaciones originadas por el encaste con cabras de tipo genético mejorado que han sido introducido a la región. Entre los productores existe la tendencia de tener en los rebaños cabras de tamaño grande, por un mayor desplazamiento a las áreas de pastoreo en la zona de Tlachichuca, en tanto que los productores de la zona de Oriental, con menor desplazamiento de los animales, tienden a tener cabras más especializadas en la producción de leche como son los encastes de Saanen y Alpina.

La hipótesis planteada no se rechaza, porque las características zoométricas, fanerópticas y de peso, son determinantes para discriminar a los tipos de cabras lecheras que crían los productores del Valle de Libres en el estado de Puebla.

## VII. LITERATURA CITADA

- Agraz, G.A.A. 1981. Cría y explotación de la cabra en América Latina - Editorial Hemisferio Sur, Argentina.
- Agraz, G.A.A. 1989. Caprinotecnia. Tomo I. Editorial Limusa, México.
- Agraz, G.A.A. 1976. Caprinotecnia 3: Nutrición. 1a Ed. Limusa. México, DF. 19-42.
- Aparicio, S.G. 1960. Zootecnia especial, Etnología compendiada. Imprenta Moderna, Córdoba, España, pp. 150-179.
- Arbiza, A.S. 1986. Los caprinos en México. Producción de caprinos. Editorial AGT. México D.F., 47 pp.
- Banco Nacional Agropecuario. 1971. La ganadería caprina: importante recurso ganadero. Informe Técnico. México, D.F., 281 pp.
- Bedotti, D.A.G., Gómez, C., Sánchez, R.M., Martos, J. P. 2004. Caracterización morfológica y faneróptica de la cabra Colorada Pampeana. Archivos de Zootecnia, 53: 261-271.
- Bedotti, D.O. 2000. Caracterización de los sistemas de producción caprina del oeste Pampeano (Argentina). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España, 359 pp.



- Bouchel, D., Lauvergne, J.J., Guibert, E., Minvielle, F. 1997. Etude morphobiométrique 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 de Médecine Vétérinaire*, 148:37-46.
- Capote, J., Delgado, J.V., Fresno, M., Camacho, M.E., Molina, A. 1998. Morphological variability in the Canary goat population. *Small Ruminant Research*, 27:167-172.
- 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.
- Darokhan, M.D., Tomar, N.S. 1983. Studies on Pashmina yield of Changthang goats. *Indian Veterinary J.* 60, pp. 650–653.
- de Gea, G., Mellado, A., Petryna, A., Bonvillani, A., Turiello, P. 2008. Caracterización zoométrica de la cabra Criolla de las sierras de los Comechingones, Córdoba, Argentina IXº Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. Red Conbiand, CYTED. Mar del Plata, provincia de Buenos Aires. Dpto. de Producción Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Pp. 1-5.
- Devendra, C., McLeroy, G.B. 1982. Goat and sheep production in the tropics, 2<sup>nd</sup> ed. Longman (ELBS edition), London, pp. 11-34.
- Devendra, C., McLeroy, G.B. 1986. Producción de cabras y ovejas en los trópicos. El Manual Moderno. México D.F. pp. 10-11.

- Deza, C., Balzarini, M., Varela, L., Villar, M., Barioglio, L. 2002. Asociación entre parámetros cualitativos y caracteres cuantitativos morfoestructurales en cabras. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba Argentina, Producción Animal, Vol 22, Supl. 1: 251-252.
- Deza, C., Díaz, M.P., Varela, L., Villar, M., Pen, C., Bonardi, C., Romero, C., Benito, M., Barioglio, C. 2007. Caracterización del caprino criollo del noroeste de la provincia de Córdoba (Argentina) y su relación con la aptitud productiva. Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. pp 2-3.
- Dossa, L. H., Wollny, C., Gauly, M. 2007. Spatial variation in goat populations from Benin as revealed by multivariate analysis of morphological traits. Small Ruminant Research, 73: 150-179.
- Ebozoje, M.O., Ikeobi, C.O.N. 1998. Colour variation and reproduction in the West African Dwarf (WAD) goats. Small Ruminant Research, 27: 125-130.
- Heredia, L.J.T., Aguilar, C.A.J., Torres, A.J.F., Lozano, A.I., Canul, K.H.L. 2003. Medidas zoométricas en caprinos criollos de Yucatán, México. XVIII Reunión Nacional de Caprinocultura. Puebla. México. 103 p.
- Hernández, Z. J. S. 2000. Caracterización etnológica de las cabras criollas del sur de Puebla (México). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción Animal. 160 p.
- Hernández, Z. J. S., Reséndiz, M. R., Vargas, L.S., Robson, S. 2007. Valoración del uso de puntos anatómicos para la agrupación de caprinos ubicados en dos regiones geográficas distintas en el estado de Puebla, México. Vº

- Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, Argentina. 1-3 p.
- Hernández, Z. J. S., Vargas, L.S., Carreón, L. L., Reséndiz, M.R., Romero, J.O. B., Fernández, M.J. 2005. Uso de variables zoométricas en la adscripción de individuos a distintas poblaciones de caprinos criollos. Memorias del VI Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. San Cristóbal de las Casas. Chiapas, México. pp: 59-62.
- Herrera, M. T., Rodero, J.M., Gutiérrez, F., Rodero, J.M. 1996. Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. *Small Ruminant Research*, 22: 39-47.
- Johnson, D.E. 1998. Applied multivariate methods for data analysis. Brooks Cole Publishing Company, USA, pp. 151-213.
- Joshi, H.B., Das, N., Bisht, G.S. 1990. Prediction of body weight from body measurements in Barbari and Jamnapari goats reared under intensive management system. *Indian Veterinary Journal*, 67: 4, 347-351.
- Lanari, M.R., Domingo, E., Gallo, L. 2003. Caracterización genética de la Cabra Criolla Neuquina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA - EEA Bariloche, Argentina. pp. 1-2.
- Lauvergne, J.J. 1978. Gènes de coloration du pelage de chèvres Alpines chamoisées et Poitevines. *Anim Génét. Sel. Anim.*, 10: 181- 189 p.
- Lauvergne, J.J., Bouchel, D., Minvielle, F., Guibert, E. 1997. Étude morpho-biométrique de la chèvre du Rove II. Longueur d'oreille (LO) et indice auriculotoracique (lat) chez les femelles. *Revue Medical Veterinary*, 148: 504-505.

- Leng, J., Zhu, R.J., Zhao, G. R., Yang, Q. R., Mao, H. M. 2010. Quantitative and qualitative body traits of longling Yellow Goats in China. *Agricultural Science in China*. 9 (3): 411 p.
- Madubi, M.A., Kifaro, G.C., Petersen, P.H. 2000. Fenotypic characterization of three strains of indigenous goats in Tanzania. *Animal Genetic Resources Information*. No. 28: 43-51.
- Maghsoudi, A., Vaez, R., Torshizi, A., Jahanshahi, S. 2009. Estimates of (co)variance components for productive and composite reproductive traits in Iranian Cashmere goats. *Livestock Science*, 126: 162-167 p.
- Mellado, M. 1997. La cabra criolla en América Latina. *Veterinaria México*, 28: 333-43.
- Mellado, M., Foote, R.H., Borrego, E. 1991. Lactational performance, prolificacy and relationship to parity and body weight in crossbred native goats in northern Mexico. *Small Ruminant Research*, 6: 167-174.
- Mohamed, I.D., Anim, J.D. 1996. Estimate body weight from morphometric measurements of Sahel (Borno White) goats. *Small Ruminant Research*, 24: 1-2.
- Ozoje, M.O. 2002. Incidence and relative effects of qualitative traits in West African Dwarf Goat. *Small Ruminant Research*, 97:100.
- Pariacote, A.F., Ruiz, L., Pimentel, X. 2004. Características fanerópticas en el caprino criollo Venezolano. *Zootecnia Tropical*, 22: 1-2.

- Pérez, R. M., Sánchez, F., Torres, H. G., Becerril, P. C., Gallegos, S. J., González, C. F., Meza, H. C. 2004. Risk factors associated with dairy goats stayability. *Livestock Production science*, 89:139-146.
- Prieto, P.N., Revidatti, M.A., Capellari, A., Ribeiro, M.N. 2006. Estudio de recursos genéticos: Identificación de variables morfoestructurales en la caracterización de los caprinos nativos de Formosa. *Comunicaciones científicas y tecnológicas*. pp. 2.
- Revidatti, M.A., Prieto, P.N., de La Rosa, S., Ribeiro, M.N., Capellari, A. 2007. Creole Goats of Argentinian north region. Study of zoometric variables and indexes. Universidad Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia. Brasil. *Archivos de Zootecnia*, 56: 480 p.
- Ribas, M., Gutiérrez, M., Hernández, F. 2003. Primeros resultados del comportamiento reproductivo de la Cabra Criolla Mestiza Cubana. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 37 (1): 115-118.
- Rodero, S.E., De la haba, G.M.R., Zamorano, S.M.J., Rodero, A.F., González, A.M. 1992. Study of the genetic variability of Negra Serrana goat breed. *Archivos de Zootecnia*, 41 (extra): 537-542.
- Rodríguez, P.L., Tovar, J.J., Rota, A.M., Rojas, A., Martin, L. 1990. The morphology of Verata goat. *Archivos de Zootecnia*, 39: 143 43 p.
- Romero, F., Molina, A., González, O., Clemente, I., Arrebola, F. A., Menéndez-Buxadera 2008. Resultados preliminares del efecto de la temperatura y humedad relativa sobre la producción de leche y sus componentes en cabras de raza Payoya. *(AIDA)* 104: 244 p.

- Rossanigo, C., Frigerio, K., Silva, C. J. 1995. La Cabra Criolla Sanluiseña. EEA San Luis. INTA. Informe Técnico No. 135:10.
- Salvador, A., Contreras, I., Martínez, G., Hahn, M. 2009. Relación entre el peso corporal, medidas corporales y edad en el crecimiento de caprinos mestizos Canarios desde el nacimiento hasta el año de edad en el trópico. *Zootecnia Tropical*, 27: 299-307.
- SAS Institute Inc. 2003. The Analyst Application. Second Edition. Cary, N.C.SAS Institute Inc. North Carolina, USA. 496 p.
- Shrestha, J.N.B., Fahmy, M.H. 2005. Breeding goats for meat production: a review. 1. Genetic resources, management and breed evaluation. *Small Ruminant Research*, (58). 93. P.
- Sierra, A., Molina, A., Delgado, J., Hernández, J.S., Rivera, M. 1997. Zootechnical description of the Creole goat of the Oaxaca region (México). *Animal Genetic Resources Bulletin*, 21:61-70.
- Solano, C., León, H., Pérez, E., Herrero, M. 2001. Characterising objective profiles of Costa Rican dairy farmers. *Agricultural Systems*, 67:153-179.
- Valdez, C.A., Fagan, D.V., Vicera, I.B. 1982. The correlation of body weight to external body measurements in goats. *Philippine Journal of Animal Industry*, 37:4, 62-89.
- Varade, P.K., Ali, S.Z., Malkhede, P.S. 1997. Body measurements of local goats underfield conditions. *Indian Veterinary Journal*, 74: 448-449.
- Vargas, L.S. 2003. Análisis y desarrollo del sistema de producción agrosilvopastoril caprino para carne en condiciones de subsistencia de Puebla, México.

Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. Facultad de Veterinaria.  
Departamento de Producción Animal. 135 p.

- Vargas, L.S., Sánchez, R.M. 2001. La cabra criolla como componente del sistema agrosilvopastoril de subsistencia en Puebla, México. XXVI Jornadas Científicas y V Jornadas Nacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Sevilla, España, pp 903-908.
- Vargas, S., Larbi, A., Sanchez, M. 2007. Analysis of size and conformation of native Creole goat breeds and crossbreds used in smallholder agrosilvopastoral systems in Puebla, Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 39: 279-286.
- Zeuh, V., Lauvergne, J.J., Bourzat, D., Minvielle, F. 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 d'élevage et Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux*, 50:250-260.