



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

GANADERÍA

ESTUDIO PRELIMINAR PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE CABRAS, EN EL ESTADO DE MÉXICO

ERNESTO JOEL DORANTES CORONADO

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

DOCTOR EN CIENCIAS

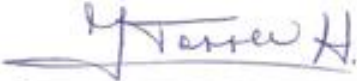




MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2013

La presente tesis titulada: **“Estudio preliminar para el establecimiento de un programa de mejoramiento genético de cabras en el estado de México”** realizada por el alumno: **Ernesto Joel Dorantes Coronado** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO	 _____
	Dr. Glaforo Torres Hernández
ASESOR	 _____
	Dr. Omar Hernández Mendo
ASESOR	 _____
	Dr. Jaime Gallegos Sánchez
ASESOR	 _____
	Dr. Rolando Rojo Rubio
ASESOR	 _____
	Dra. Leonor Miranda Jiménez

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Agosto de 2013

DEDICATORIAS

A mis padres Ernesto Joel Dorantes Ayala † y Flora Coronado Rosales que han forjado los buenos valores en mi persona y por su apoyo durante toda la vida

A mi tía Teresa Coronado Rosales a mis hermanos Cesar Alejandro, Juanita Araceli, Ma. del Carmen, Ana Luisa, Yadira Flora y Jesús Levid.

A mis cuñados (as). Teresa Ocon , P. Ricardo Guadarrama, David M. Hernández, Teófilo Oviedo.

A mis sobrinos:

Jissel Guadarrama Dorantes

Denisse Guadarrama Dorantes

Alejandro Dorantes Ocon

Erick Abraham Dorantes Ocon

Alondra Hernández Dorantes

E. David Hernández Dorantes

Daniel Oviedo Dorantes

Damián Oviedo Dorantes

José Ramón Sotres Dorantes

Eduardo Juathan Sotres Dorantes

Luis Leonardo Dorantes García

Cristian Alberto Dorantes García

Alexandra Dorantes García

A todos ellos, gracias por su amor, confianza, apoyo incondicional, y por ser las personas más importantes y maravillosas que me ha otorgado la vida

Con gran afecto para el Dr. Glafiro Torres Hernández quien ha sido un magnífico tutor. Por todo el esfuerzo brindado en mi desempeño como estudiante, investigador y como persona.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico recibido.

Al Colegio de Postgraduados por la formación profesional y académica.

A la Universidad Autónoma del Estado de México, por el permiso laboral, otorgado para realizar mis estudios.

A la Secretaria de Investigación y Estudios Avanzados, Departamento de Investigación con Financiamiento, por la autorización del proyecto de investigación intitulado: Caracterización productiva y reproductiva de las cabras Criollas en Tejupilco y Amatepec, estado de México. Clave: 2609/2008

A mi consejo particular por el tiempo y apoyo otorgado: Dr. Glafiro Torres Hernández, Dr. Omar Hernández Mendo, Dr. Jaime Gallegos Sánchez, Dr. Rolando Rojo Rubio, Dra. Leonor Miranda Jiménez. Siempre los recordaré por su entrega a la actividad docente y de investigación

A la Dra. Elizabeth González Estrada, Vielka Jeanethe Castañeda Bustos, Adriana Melissa Andrade Montoya, Francisco Cruz Espinoza y Griselda Delgadillo Mendoza, por su apoyo incondicional en diferentes aspectos de la vida personal y académicos en el Colegio de Postgraduados.

A Jorge Armando Peralta Nava y Claudia Alejandra Domínguez Mercado, por la gran amistad brindada.

A la familia Galván Rivera, Sr. Roberto Galván, Sra. Cristina Rivera y sus hijos Lorena, Susana, Ana Victoria, Roberto. Por hacer agradable los momentos compartidos

Al Dr. Manuel Antonio Pérez Chávez y Dr. Daniel Cardoso Jiménez por su amistad, además del auxilio en los trámites necesarios ante la UAEM.

A Dr. Samuel Rebollar Rebollar, Anastasio García Martínez, Juvencio Hernández Martínez, Benito Albarrán Portillo, José F Vázquez Armijo Pablo Mejía Hernández, por su amistad y apoyo incondicional para concretar mi preparación doctoral.

A Elizabeth Sánchez Sánchez, Marcela Jaramillo Jaramillo, José Cedillo Monroy, Francisca Avilés Nova y Luis Manuel Ríos García, por estar conmigo en gran parte de mi vida.

A Ma. Mercedes Gómez Avilés, Elizabeth Sánchez Sanchez, Juanita Caballero Gómez, Saray Rodríguez Hernández, Beatriz Ortiz Rivera, Aurora. Ivett Jaimes Mora, Nansi M. Villagra Mallorquín, Rafael V. Mendoza Méndez, porque en los momentos que compartimos siempre salgo renovado.

A todos los maestros y alumnos del Centro Universitario UAEM Temascaltepec, que siempre son un aliento para mi constante superación.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
II. OBJETIVO GENERAL.....	4
2.1. Objetivos específicos	4
III. HIPOTESIS GENERAL	5
3.1. Hipótesis específicas	5
IV. MEDIDAS ZOOMÉTRICAS Y SU UTILIZACIÓN EN LA PREDICCIÓN DEL PESO VIVO EN CABRAS LOCALES DEL ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO.....	6
4.1. RESUMEN.....	6
4.2. INTRODUCCIÓN	7
4.3. MATERIALES Y MÉTODOS	8
4.3.1. Lugar del estudio y animales	8
4.3.2. Variables evaluadas	9
4.3.3. Métodos estadísticos	9
4.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
4.4.1. Estadísticos descriptivos.....	11

4.4.2. Correlaciones fenotípicas	12
4.4.3. Componentes principales, sus varianzas explicadas y acumuladas	12
4.4.4. Estimación del peso vivo por regresión múltiple	13
4.5. CONCLUSIONES	14
V.ECONOMÍA DE LA PRODUCCIÓN DE CABRAS CRIOLLAS EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO	20
5.1. RESUMEN.....	20
5.2. INTRODUCCIÓN	21
5.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
5.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
5.5. CONCLUSIONES	29
VI. DISCUSIÓN GENERAL	39
VII LITERATURA CITADA	41

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. NÚMERO DE CABRAS EVALUADAS, CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS, Y ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LOS MUNICIPIOS DE AMATEPEC Y TEJUPILCO, ESTADO DE MÉXICO.	15
CUADRO 2. MEDIAS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL PESO VIVO Y MEDIDAS ZOOMÉTRICAS DE CABRAS LOCALES EN LOS MUNICIPIOS DE AMATEPEC Y TEJUPILCO, ESTADO DE MÉXICO.	16
CUADRO 3. MATRIZ DE CORRELACIONES FENOTÍPICAS ENTRE PESO VIVO Y MEDIDAS ZOOMÉTRICAS DE CABRAS LOCALES DE AMATEPEC (ARRIBA DE LA DIAGONAL PRINCIPAL) Y TEJUPILCO (DEBAJO DE LA DIAGONAL PRINCIPAL), ESTADO DE MÉXICO.	17
CUADRO 4. VARIANZAS EXPLICADAS Y ACUMULADAS POR LOS COMPONENTES PRINCIPALES (CP) A PARTIR DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES REALIZADO PARA AMATEPEC Y TEJUPILCO.	18
CUADRO 5. REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE (STEPWISE) DEL PESO VIVO SOBRE LAS VARIABLES ZOOMÉTRICAS ORIGINALES (1) Y LAS VARIABLES ORTOGONALES (2) EN CABRAS LOCALES DE AMATEPEC Y TEJUPILCO, ESTADO DE MÉXICO.....	19
CUADRO 6. SOCIOECONOMÍA DE LA PRODUCCIÓN DE CABRAS CRIOLLAS. DETERMINANTES DE MATRICES DE CORRELACIONES Y ESTADÍSTICOS DE PRUEBAS DE KAISER-MEYER-OLKIN, DE ESFERICIDAD DE BARTLETT.....	30
CUADRO 7. CABRAS CRIOLLAS. CARGAS FACTORIALES DE LA MATRIZ DE COMPONENTES ROTADOS.....	31

CUADRO 8. PROMEDIOS, DESV. ESTÁNDAR, MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE UP EN CABRAS CRIOLLAS, SEGÚN ANÁLISIS CLÚSTER.....	35
CUADRO 9. AGRUPAMIENTO DE UNIDADES CAPRINAS SEGÚN ANÁLISIS CLÚSTER Y CARACTERÍSTICAS ACORDES AL ACP	36

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CLASIFICACIÓN DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE CABRAS CRIOLLAS.	38
---	-----------

RESUMEN

El objetivo de la presente tesis consideró llevar a cabo un estudio preliminar del sistema de producción de la cabra Criolla, en los municipios de Amatepec y Tejupilco ubicados al suroeste del Estado de México, para el establecimiento de un programa de mejoramiento genético. La investigación consistió de dos estudios. El primer estudio, incluyó un análisis fenotípico en las cabras de ambos municipios, para describir las medidas zoométricas, y explorar la posibilidad de incluir algunas de ellas para la predicción del peso vivo (PV). Las medidas zoométricas evaluadas fueron: longitud del cuerpo (LC), longitud del tronco (LT), altura a la cruz (AC), perímetro torácico (PT), ancho de anca (AA), longitud de anca (LA), longitud de cabeza (LCA), ancho de cabeza (ACA), y longitud de oreja (LO). Se encontraron diferencias ($p \leq 0.05$) entre las cabras de Amatepec y Tejupilco en PV, LC, LT, PT, LA, LCA, ACA, y LO. La mayor LO en las cabras de Amatepec, además de la superioridad en PV y otras medidas zoométricas, sugiere una mayor influencia de la raza Nubia, que se ha definido como una raza de doble propósito. El mejor modelo de regresión para predecir el PV en cabras de Amatepec incluyó LT, PT, AA, y ACA, mientras que para Tejupilco el mejor modelo incluyó LC, PT, ACA, y LO. El segundo estudio consistió de una aproximación sobre componentes y factores socioeconómicos limitantes para iniciar programas de mejoramiento genético en estos sistemas de producción. Se entrevistaron 60 productores de cabras Criollas en las unidades de producción (UP). Sólo 11.60% de las UP se consideraron como comerciales, debido al mayor número de animales, mayor venta, en consecuencia, el mayor ingreso monetario; un 30% como sistemas en transición, con la particularidad que son productores de edad avanzada (>48 años), menor escolaridad y con mayor número de integrantes en la familia; por último un 58.40% como sistema de subsistencia, caracterizados por disponer de menor superficie total en terrenos y superficie de cultivo, como también menor tiempo dedicado a pastoreo para sus cabras.

Palabras clave: zoometría, cabra Criolla, unidades productivas caprinas

ABSTRACT

The objective of this thesis was to perform a preliminary study of the Criollo goat production system in the Municipalities of Amatepec and Tejupilco, located in southwestern Mexico state, in order to initiate a genetic improvement program. The investigation consisted of two studies. The first study included a phenotypic analysis of goats in both municipalities to describe zoometric measures and explore the possibility to use some of them to predict live weight (LW). The evaluated zoometric measures were: body length (BL), trunk length (TL), withers height (WH), thoracic perimeter (TP), hip width (HIW), hip length (HIL), head length (HL), head width (HW), and ear length (EL). Differences ($P \leq 0.05$) between goats of Amatepec and Tejupilco were found for LW, BL, TL, TP, HIL, HL, HW, and EL. The higher EL in goats of Amatepec, in addition to their superiority in LW and other zoometric measures, suggests a higher influence of the Nubian breed, defined as a dual purpose breed. The best regression model to predict LW in goats of Amatepec included TL, TP, HW, and HL, whereas for Tejupilco the best model included BL, TP, HW, and EL. The second study consisted of an approximation on components and limiting socioeconomic factors to initiate genetic improvement programs in these production systems. Sixty Criollo goat producers were interviewed in the production units (PU). Only 11.60 % of the PU were considered as commercial due to the highest number of animals, highest sells, and consequently the highest monetary income; a 30 % as transition systems, since they are producers of advanced age (>48 years), lowest school education, and the highest number of family members; finally, a 58.40 % as subsistence systems, since they have the least amount of land and agricultural area, as well as the least amount of time devoted to grazing for their goats.

Key words: zoometry, Criollo goat, goat productive units.

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

Los programas de mejoramiento genético en caprinos son importantes para aumentar y sostener la productividad en áreas rurales marginadas con el fin de satisfacer la demanda de la población humana. Sin embargo, el desarrollo de los programas de mejoramiento genético sólo tendrán éxito cuando se acompañen del conocimiento sobre el sistema de producción, establecimiento de caracteres plásticos raciales, se aborden limitaciones y se tomen en cuenta las necesidades socioeconómicas del caprinocultor (Kosgey et al., 2008).

A nivel mundial la mayor producción caprina se localiza en Asia y África, con un aporte del 61% y 31% de cabezas del inventario mundial, respectivamente, mientras que en el Continente Americano, Brasil y México destacan como los más importantes, al aportar 25% y 24% de cabezas al continente, en ese orden (FAO, 2011). México cuenta con un inventario caprino de 9, 004,380 cabezas, y las principales concentraciones de cabras se encuentran en los estados de Puebla, Oaxaca, Guerrero, Coahuila y San Luís Potosí. Después de Sinaloa y Veracruz, se situó el Estado de México con 131 232 cabezas (SIAP-SAGARPA, 2011a), distribuidas en cinco regiones en que se ha dividido el Estado de México, para su atención agropecuaria por organismos oficiales, a través de sus diferentes delegaciones llamados Distritos de Desarrollo Rural (DDR).

Los polos de desarrollo de la región sur del estado de México para la caprinocultura, por su concentración de cabras, son los municipios de Tejupilco, Amatepec, Tlataya, Luvianos, Zacualpan y Sultepec, que concentraron 55.90% de animales del

inventario estatal, y además mantuvieron 46.30% de las unidades productivas caprinas, con 43% de cabras vendidas (INEGI, 2007). El sistema de producción en esta región se caracteriza por un manejo extensivo orientado al abasto de carne con cabras Criollas, escaso manejo técnico de los rebaños, nulo control genético del ganado (Rebollar et al., 2012; Rebollar et al., 2007), donde no se dispone de información sistemática sobre la caracterización racial autóctona (Medrano, 2000). Estos sistemas contribuyen al bienestar socioeconómico para los productores, con beneficios intangibles, como: alimentación, ingreso monetario, ahorro, contribución a fines ceremoniales, y desempeñan un papel complementario como sistemas de otros subsistemas ganaderos para la utilización de los recursos alimentarios disponibles y proporcionan un medio práctico de utilización de pastizales naturales donde es poco práctico la implementación de cultivos o de pastoreo con otras especie animal (Kosgey, 2008).

Así, queda de manifiesto la capacidad de la raza Criolla para sobrevivir y producir bajo este sistema, atribuido a su “adaptación”, término ampliamente utilizado para describir la capacidad de los animales para inferir modificaciones genéticas que hacen a los animales más adecuados para sobrevivir bajo tensiones ambientales específicas (Baker y Rege, 1994). La pérdida de identidad y extinción de estos recursos genéticos es constante debido principalmente a las estrategias oficiales de mejoramiento genético que se limita a cruza indiscriminadas con razas exóticas (Montaldo y Meza 1998). Estos genes únicos de las cabras Criollas deben ser conservados con la implementación de programas de mejoramiento genético con

base en las condiciones existentes en los sistemas de explotación (Groeneveld et al., 2010)

El tamaño del cuerpo y la forma, son rasgos importantes en las cabras y una forma indirecta de llegar a las medidas productivas es a través de las medidas e índices zoométricos (Yakubu *et al.*, 2011). Es importante que el análisis de las variables zoométricas se considere en programas de selección para adquirir animales con cuerpos altamente coordinados (Yakubu, 2013). Las medidas zoométricas han sido ampliamente utilizadas en la estimación de peso vivo de diversas especies y razas, sin embargo con caprinos es de reciente uso (Ribeiro *et al.*, 2004). El peso del cuerpo de una cabra es importante por diferentes razones entre las que destacan: la asignación de alimento, la aplicación de fármacos y la selección con base en su peso vivo (Moaeen-ud-Din *et al.*, 2006).

Dado que las propuestas para elaborar programas de mejoramiento genético deben contemplar la caracterización racial, las exigencias socioeconómicas y ambientales, establecer diagnósticos al respecto pueden ser los primeros pasos en el diseño de estos programas (Dubeuf, 2011).

II. OBJETIVO GENERAL

Efectuar una caracterización fenotípica del caprino Criollo y del entorno socioeconómico del sistema de producción, en los municipios de Amatepec y Tejupilco situados al Sur del Estado de México, para orientar la toma de decisiones como base para la factibilidad de establecer programas de mejoramiento genético.

2.1. Objetivos específicos

2.1.1. Describir las medidas zoométricas de cabras Criollas de Amatepec y Tejupilco, Estado de México.

2.1.2. Obtener la mejor ecuación de predicción del peso vivo de las cabras.

2.1.3. Evaluar los efectos de edad, escolaridad y tamaño de familia del productor, como determinantes de las innovaciones tecnológicas de las Unidades de Producción.

2.1.4. Evaluar los factores de la Unidad de Producción que determinan un plan de mejora genética en las cabras

III. HIPOTESIS GENERAL

En las unidades productivas caprinas del Sur del Estado de México, existen productores con características socioeconómicas específicas y que tienen cabras Criollas con características fenotípicas diversas, y que son factibles de identificar a través de medidas zoométricas para utilizarlas en la predicción del peso vivo.

3.1. Hipótesis específicas

3.1.1. Las medidas zoométricas son variables confiables que muestran diversidad entre las cabras Criollas de Amatepec y Tejupilco, Estado de México.

3.1.2. A partir de la combinación de medidas zoométricas es posible estimar una ecuación de predicción del peso vivo de las cabras.

3.1.3. La edad, escolaridad y tamaño de familia del productor, son determinantes para aceptar innovaciones tecnológicas y establecer registros de producción en la Unidad de Producción.

3.1.4. La dimensión de las Unidades de Producción, tamaño del rebaño y los ingresos por venta de machos condicionan el establecimiento de un plan de mejora genética en las cabras.

IV. MEDIDAS ZOOMÉTRICAS Y SU UTILIZACIÓN EN LA PREDICCIÓN DEL PESO VIVO EN CABRAS LOCALES DEL ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO

4.1. RESUMEN

El peso vivo (PV) en caprinos es una característica importante, pero en áreas rurales los productores comúnmente no tienen básculas para pesar sus animales. Los objetivos del estudio fueron: 1) comparar el PV y medidas zoométricas de cabras Locales de dos Municipios, y 2) ajustar la mejor ecuación de predicción del PV utilizando medidas zoométricas. Se midieron PV, longitud del cuerpo (LC), longitud del tronco (LT), altura a la cruz (AC), perímetro torácico (PT), ancho de anca (AA), longitud de anca (LA), longitud de cabeza (LCA), ancho de cabeza (ACA), y longitud de oreja (LO), en 318 cabras Locales de los Municipios de Amatepec y Tejupilco, Estado de México. Los métodos estadísticos incluyeron pruebas de "t" de Student, análisis de correlación, de componentes principales (CP), y de regresión lineal múltiple. Para evaluar el desempeño de los modelos de predicción del PV se utilizó la raíz cuadrada del cuadrado medio del error. Se encontraron diferencias ($p \leq 0.05$) entre las cabras de Amatepec y Tejupilco en PV, LC, LT, PT, LA, LCA, ACA, y LO. En Amatepec, el PV se correlacionó con PT, LC, y ACA, y en Tejupilco con PT, LC, LT, y AC. De las variables de Amatepec se extrajeron 5 CP, con una varianza acumulada de 83.3 %, mientras que de Tejupilco fueron 4 CP, con una varianza acumulada de 82.4 %. El mejor modelo de regresión para predecir el PV en Amatepec incluyó LT, PT, AA, y ACA, mientras que para Tejupilco el mejor modelo incluyó LC, PT, ACA, y LO. Se concluye que las cabras de Amatepec superan a las

de Tejupilco en PV y la mayor parte de las medidas zoométricas, y además hay medidas zoométricas confiables para predecir el PV de las cabras en Amatepec y Tejupilco, siendo PT y ACA medidas comunes en ambos lugares.

Palabras clave: cabras, medidas corporales, ecuaciones de predicción.

4.2. INTRODUCCIÓN

En el Estado de México la región de producción caprina más importante está en los Municipios de Amatepec y Tejupilco, con cerca de 59 % de la producción estatal en el 2009 (Rebollar-Rebollar *et al.*, 2012), y predominan cabras Criollas identificadas con el nombre genérico de Locales (Montaldo *et al.*, 2010). En esta región la carne es el producto principal de la ganadería caprina, en consecuencia, la característica de mayor interés para mejoramiento genético es el peso vivo (PV). Para los productores de cabras en zonas rurales marginadas es muy difícil medir el PV debido a que casi en su mayoría carecen de básculas. Slippers *et al.* (2000) consideran que las estimaciones visuales son demasiado subjetivas, pero Otoikhian *et al.* (2008) señalan que es factible alcanzar una precisión aceptable después de estimar repetidamente por apreciación visual el PV en los caprinos. Teixeira *et al.* (2000) y Nsoso *et al.* (2004) indican que en las áreas rurales es posible estimar el PV a partir de la combinación de medidas zoométricas y modelos de regresión, como una práctica rápida, de mínimo costo y alta confiabilidad.

En México la información es limitada respecto a variabilidad genotípica y fenotípica de poblaciones caprinas Locales, y aún más respecto a la eficiencia de las medidas zoométricas para estimar dichos parámetros (Hernández *et al.*, 2002;

Vargas *et al.*, 2007). Las hipótesis para este estudio fueron: 1) existen diferencias en el peso vivo y medidas zoométricas entre las cabras Locales de Amatepec y Tejupilco, y 2) existen medidas zoométricas relevantes que pueden incluirse en una ecuación de predicción del PV. Por tanto, los objetivos fueron: 1) comparar el PV y medidas zoométricas de cabras Locales de Amatepec y Tejupilco, y 2) seleccionar las medidas zoométricas de interés que puedan incluirse en una ecuación de predicción del PV.

4.3. MATERIALES Y MÉTODOS

4.3.1. Lugar del estudio y animales

El presente estudio se llevó a cabo en 17 unidades de producción (UP) caprina de los Municipios de Amatepec y Tejupilco, ubicados al suroeste del Estado de México, cuyas principales características se muestran en el Cuadro 1. Este estudio se efectuó de febrero del 2009 a octubre del 2010, utilizando 318 cabras adultas de tres años de edad, algunas encastadas con la raza Nubia. El sistema de manejo es extensivo, basado en pastoreo únicamente diurno. Las especies forrajeras predominantes son huamuchil (*Pithecellobium dulce*), cirian (*Crescentia cujete*), huinar (*Sida rhombifolia*), huizache (*Acacia* sp.), tamarindo (*Tamarindus indica* L.), pimienta (*Pimenta dioica*), así como especies herbáceas anuales. No existen prácticas regulares de control sanitario y el objetivo de las UP es la cría y venta de animales al destete y de desecho.

4.3.2. Variables evaluadas

En las cabras se midieron PV (kg) y las siguientes variables zoométricas lineales (cm): longitud del cuerpo (LC), longitud del tronco (LT), altura a la cruz (AC), perímetro torácico (PT), ancho de anca (AA), longitud de anca (LA), longitud de cabeza (LCA), ancho de cabeza (ACA), y longitud de oreja (LO). El PV se midió con una báscula (100 kg de capacidad; 100 g de precisión), y para las medidas zoométricas se usó cinta métrica, compás de brocas y pediómetro o bastón zoométrico (Revidatti *et al.*, 2007; Vilaboa *et al.*, 2010). Debido a que la preñez produce sesgo en algunas medidas zoométricas, sobre todo en las regiones del tórax y de la grupa (Yakubu *et al.*, 2011), únicamente se tomaron datos de cabras no preñadas.

4.3.3. Métodos estadísticos

Para probar si había diferencias en las medias del PV y variables zoométricas entre las cabras de Amatepec y Tejuzilco se efectuaron pruebas de “t” de Student (Steel y Torrie, 1980). Se obtuvieron medias y desviaciones estándar y se estimó la matriz de correlaciones para el PV y las variables zoométricas.

Con el propósito de reducir el número de variables zoométricas (VZ) predictoras para estimar el PV, se efectuó un análisis de componentes principales (ACP). Este análisis permite transformar las VZ originales en un nuevo conjunto de variables ortogonales (no correlacionadas) llamadas componentes principales (CP), que constituyen una combinación lineal de las variables originales (Johnson y Wichern, 2007). Con el ACP se determinaron 9 CP, sus varianzas, porcentajes relativos, así

como varianzas acumuladas explicadas por los CP. Los cálculos fueron realizados con el procedimiento PRINCOMP de SAS (SAS, 2001).

Para cada municipio se estimaron dos modelos de regresión lineal múltiple para predecir el PV. El primero, utilizando como variables predictoras las VZ originales seleccionadas con el procedimiento STEPWISE (SAS, 2001) con base en la significancia de sus parámetros ($p \leq 0.05$), y el segundo utilizando como variables predictoras los valores transformados (“scores”) de los CP, seleccionados con base en el porcentaje de varianza acumulada de los CP. En ambos modelos las variables fueron normalizadas con media 0 y varianza 1, para facilitar su comparación.

Los modelos presentan la siguiente estructura:

$$PV = \beta_0 + \beta_i X_i + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (1)$$

donde, PV es el peso vivo, β_0 es el intercepto de la ecuación de regresión, β_i es el i -ésimo coeficiente de regresión parcial de la i -ésima variable zoométrica retenida en el modelo (X_i), β_n es el n -ésimo coeficiente parcial de regresión de la n -ésima variable zoométrica retenida en el modelo (X_n), ε es el error aleatorio.

$$PV = \gamma_0 + \gamma_i CP_i + \dots + \gamma_n CP_n + \varepsilon \quad (2)$$

donde, PV es el peso vivo, γ_0 es el intercepto de la ecuación de regresión, γ_i es el i -ésimo coeficiente de regresión parcial de los scores del i -ésimo componente principal (CP_i), γ_n es el n -ésimo coeficiente de regresión parcial de los scores del n -ésimo componente principal (CP_n), ε es el error aleatorio.

El desempeño de los modelos fue comparado utilizando el criterio de la raíz cuadrada del cuadrado medio del error (RCCME) (Kleinbaum y Kupper, 1978).

4.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.4.1. Estadísticos descriptivos

En el Cuadro 2 se muestran los estadísticos descriptivos del PV y medidas zoométricas de las cabras de los municipios estudiados.

La mayor LO en las cabras de Amatepec, además de la superioridad en PV y otras medidas zoométricas, sugiere una mayor influencia de la raza Nubia que se ha definido como una raza de doble propósito (Merlos *et al.*, 2008). Las cabras del suroeste del Estado de México superan en LC, AC y PT a cabras Locales de la región central de Puebla (Vargas *et al.*, 2007), pero son similares en AC y PT a cabras Locales del sur de Puebla (Hernández *et al.*, 2002). Estas diferencias se pueden atribuir principalmente a factores de origen climático que generalmente producen cambios en la cantidad y calidad de la vegetación, así como al manejo general de los animales.

En comparación con cabras Locales de Venezuela (Pariacote *et al.*, 2004), las de Amatepec y Tejupilco tienen medidas ligeramente más grandes en LC y PT, aunque similares en AC; además superan a las cabras Locales de Cuba (Chacón *et al.*, 2011) en LC y AC, pero tienen un PT similar. Las cabras Locales del norte de Argentina superan a las de Amatepec y Tejupílco en PV y PT debido aparentemente a un efecto de selección (Revidatti *et al.*, 2007). También las cabras Locales tipo Neuquén del norte de la Patagonia, en Argentina (Lanari *et al.*, 2003), son

superiores a las de Amatepec y Tejupilco en PV, PT, LA, AA, pero son inferiores en LC y AC. De estas comparaciones se puede concluir que las cabras de Amatepec y Tejupilco son de cuerpo más largo que las de Venezuela y Cuba, pero de menor peso vivo y perímetro torácico que las de Argentina. Esto indica que influyen factores climáticos y de manejo característicos de cada país, pero también hay un efecto de selección natural o artificial.

4.4.2. Correlaciones fenotípicas

Por sus altas correlaciones con el PV en Amatepec (Cuadro 3), resaltan PT, LC y ACA, mientras que en Tejupilco sobresalen PT, LC, LT y AC. Las altas correlaciones que tuvieron PT y LC con PV ($p \leq 0.01$) en ambos municipios, permiten efectuar una selección indirecta para PV utilizando cualquiera de estas dos medidas zoométricas. Pariacote *et al.* (2004) también encontraron altas correlaciones de PT y LC con PV en cabras Locales de Venezuela.

4.4.3. Componentes principales, sus varianzas explicadas y acumuladas

Del PV y las nueve medidas zoométricas de las cabras de Amatepec se extrajeron 5 CP, que explicaron una varianza total acumulada de 83.3 % (Cuadro 4). En el análisis de las cabras de Tejupilco se extrajeron solamente 4 CP, que explicaron una varianza total acumulada de 82.4 %.

Okpeku *et al.* (2011) compararon cabras West African Dwarf (WAD) y Red Sokoto (RS) en PV y cuatro medidas zoométricas mediante un ACP, extrayendo 2 CP en cada raza. Las medidas más correlacionadas con el primer CP en cabras WAD fueron longitud del cuello y LC, y en el segundo CP fueron AC y PT, explicando los 2

CP una varianza acumulada de 94.15 %. En las cabras RS las medidas más correlacionadas con el primer CP fueron LC, PT y AC, y en el segundo CP solamente fue longitud del cuello, explicando los 2 CP una varianza acumulada de 91.25 %. En caprinos Locales de Venezuela, Pariacote *et al.* (2004) llevaron a cabo un ACP con 10 medidas zoométricas con 10 CP extraídos: edad, altura del pecho, longitud escápulo-isquial, donde PT y LC explicaron 81% de la variación total.

4.4.4. Estimación del peso vivo por regresión múltiple

Bajo la situación (1) del análisis de regresión múltiple que utiliza variables originales como predictoras del peso vivo, el mejor modelo para las cabras de Amatepec fue aquel que incluyó las variables LT, PT, AA, y ACA, con un valor de $RCCME = 0.52$ (Cuadro 5), mientras que para Tejupilco el mejor modelo incluyó LC, PT, ACA, y LO, con valor de $RCCME = 0.61$. Se observa que PT y ACA son variables comunes a ambos municipios. En relación a PT, Leng *et al.* (2010) recomendaron el uso de esta variable como una medida confiable para predecir el PV bajo condiciones de campo, debido a que el músculo, una parte de la grasa, y la estructura ósea contribuyen a su formación. En otros estudios también el PT fue el mejor para predecir el PV de cabras (Cam *et al.*, 2010; Sowande *et al.*, 2010; Bello y Adama, 2012). Similar al resultado de Tejupilco, Ribeiro *et al.* (2004) y Moaeen-ud-Din *et al.* (2006) encontraron en cabras Locales y sus cruzas que el mejor modelo para predecir el PV incluyó LC y PT. En otros estudios el mejor modelo para la predicción del peso vivo ha incluido medidas diferentes, como en cabras Kanni Adu (Thiruvankadan, 2005), cuyo modelo incluyó PT, LC y AC, y en cabras Beetal (Khan *et al.*, 2006) que incluyó PT y AC.

Bajo la situación (2) del análisis de regresión múltiple, que utiliza variables ortogonales como predictoras del peso vivo, el mejor modelo para las cabras de Amatepec incluyó CP₁, CP₂, CP₇, y CP₈, con un valor de RCCME = 0.53 (Cuadro 5), mientras que para Tejupilco el mejor modelo incluyó CP₁, CP₅, y CP₉, con un valor de RCCME = 0.61.

De un análisis global, considerando las situaciones (1) y (2) del análisis de regresión lineal múltiple, se desprende que para las cabras de Amatepec el modelo para utilizar es el que incluye las variables originales como predictoras del PV, debido a su menor valor en RCCME (0.52), en comparación con el valor obtenido de RCCME (0.53) bajo el análisis que incluye las variables ortogonales como predictoras del PV. En el caso de Tejupilco el valor de RCCME fue similar (0.61) bajo las situaciones (1) y (2) del análisis de regresión múltiple, por lo que para predecir el PV de las cabras en este municipio se pueden utilizar tanto el modelo que incluye las variables originales como el que incluye las variables ortogonales.

4.5. CONCLUSIONES

Entre las cabras de Amatepec y Tejupilco existen diferencias en el peso vivo y las medidas zoométricas longitud del cuerpo, longitud del tronco, perímetro torácico, longitud de anca, longitud de cabeza, ancho de anca y longitud de oreja.

Longitud del tronco, perímetro torácico, ancho de anca y ancho de la cabeza son medidas zoométricas confiables para predecir el peso vivo de cabras Locales de Amatepec, mientras que para las cabras de Tejupilco son longitud del cuerpo, perímetro torácico, ancho de cabeza y longitud de oreja.

Cuadro 1. Número de cabras evaluadas, características climáticas, y altura sobre el nivel del mar de los Municipios de Amatepec y Tejupilco, Estado de México.

Característica	Municipio	
	Amatepec	Tejupilco
Número de cabras	142	176
Clima	Templado sub-húmedo	Cálido sub-húmedo
Precipitación anual promedio (mm)	1,840	1,200
Temperatura anual promedio (o C)	22	27
Altura promedio (msnm)	1,700	1,200

Fuente: INEGI (2008).

Cuadro 2. Medias y desviación estándar del peso vivo y medidas zoométricas de cabras Locales en los Municipios de Amatepec y Tejupilco, Estado de México.

Variable	Amatepec (n = 142)		Tejupilco (n =176)	
	Media	DE	Media	DE
PV	34.5 a	7.2	32.0 b	8.9
LC	104.5 a	8.4	98.9 b	9.6
LT	67.8 a	5.3	66.5 b	6.6
AC	66.2 a	4.9	66.4 a	5.4
PT	77.3 a	6.6	74.7 b	6.7
AA	13.7 a	2.0	14.0 a	1.8
LA	19.7 a	2.3	18.4 b	3.1
LCA	20.8 a	2.1	20.2 a	2.4
ACA	11.6 b	1.0	12.7 a	1.3
LO	18.3 a	2.6	17.3 b	2.9

PV: peso vivo, LC: longitud del cuerpo, LT: longitud del tronco, AC: altura a la cruz, PT: perímetro torácico, AA: ancho de anca, LA: longitud de anca, LCA: longitud de cabeza, ACA: ancho de cabeza, LO: longitud de oreja. DE: desviación estándar. a, b: literales distintas entre hileras difieren ($p \leq 0.05$).

Cuadro 3. Matriz de correlaciones fenotípicas entre peso vivo y medidas zoométricas de cabras Locales de Amatepec (arriba de la diagonal principal) y Tejupilco (debajo de la diagonal principal), Estado de México.

	PV	LC	LT	AC	PT	AA	LA	LCA	ACA	LO
PV		0.63 **	0.48 **	0.49 **	0.83 **	0.52 **	0.33 **	0.40 **	0.53 **	0.00 ns
LC	0.72 **		0.53 **	0.53 **	0.62 **	0.50 **	0.50 **	0.49 **	0.40 **	0.09 ns
LT	0.67 **	0.74 **		0.53 **	0.39 **	0.38 **	0.52 **	0.28 **	0.33 **	0.32 **
AC	0.67 **	0.67 **	0.66 **		0.46 **	0.35 **	0.35 **	0.22 **	0.42 **	0.19 *
PT	0.71 **	0.68 **	0.75 **	0.73 **		0.47 **	0.29 **	0.41 **	0.47 **	-0.06 ns
AA	0.53 **	0.61 **	0.63 **	0.57 **	0.65 **		0.41 **	0.34 **	0.38 **	0.12 ns
LA	0.55 **	0.59 **	0.58 **	0.58 **	0.48 **	0.46 **		0.38 **	0.07 ns	0.34 **
LCA	0.59 **	0.66 **	0.61 **	0.61 **	0.61 **	0.62 **	0.54 **		0.38 **	0.21 *
ACA	0.53 **	0.55 **	0.54 **	0.55 **	0.52 **	0.56 **	0.41 **	0.41 **		0.02 ns
LO	0.42 **	0.35 **	0.37 **	0.48 **	0.37 **	0.26 **	0.45 **	0.45 **	0.20 *	

PV: peso vivo, ED: edad, LC: longitud del cuerpo, LT: longitud del tronco, AC: altura a la cruz, PT: perímetro torácico, AA: ancho de anca, LA: longitud de anca, LCA: longitud de cabeza, ACA: ancho de cabeza, LO: longitud de oreja. **: $p \leq 0.01$, *: $p \leq 0.05$, ns: no significativo.

Cuadro 4. Varianzas explicadas y acumuladas por los componentes principales (CP) a partir del análisis de componentes principales realizado para Amatepec y Tejupilco.

CP	AMATEPEC			TEJUPILCO		
	varianzas	varianza	Varianza	varianzas	Varianza	varianza
		explicada (%)	acumulada (%)		explicada (%)	acumulada (%)
CP ₁	3.9	43.8	43.8	5.4	60.2	60.2
CP ₂	1.3	14.6	58.4	0.9	10.3	70.5
CP ₃	0.8	9.4	67.8	0.5	6.2	76.7
CP ₄	0.8	8.7	76.5	0.5	5.7	82.4
CP ₅	0.6	6.8	83.3	0.4	5.1	87.5
CP ₆	0.4	5.0	88.3	0.3	3.9	91.4
CP ₇	0.4	4.5	92.8	0.3	3.6	95.0
CP ₈	0.3	3.7	96.5	0.2	2.7	97.7
CP ₉	0.3	3.5	100.0	0.2	2.3	100.0

CP: Componente Principal, CP₁: Componente Principal 1

Cuadro 5. Regresión lineal múltiple (stepwise) del peso vivo sobre las variables zoométricas originales (1) y las variables ortogonales (2) en cabras locales de Amatepec y Tejupilco, Estado de México.

(1) Variables originales como predictoras					(2) Variables ortogonales como predictoras				
AMATEPEC									
variables	β_1	EE	α	RMSE	CP	β_1^*	EE	α	RMSE
LC	0.08	0.05	0.14	0.52	CP1	0.37	0.02	0.00	0.53
LT	0.18	0.07	0.01		CP2	-0.28	0.04	0.00	
AC	0.06	0.08	0.46	R2	CP3	-0.06	0.05	0.18	R2
PT	0.73	0.06	0.00	0.74	CP4	-0.08	0.05	0.10	0.73
AA	0.39	0.19	0.04		CP5	0.01	0.06	0.86	
LA	0.08	0.17	0.64		CP6	-0.13	0.07	0.06	
LC	-0.11	0.14	0.43		CP7	0.40	0.07	0.00	
AC	0.94	0.36	0.01		CP8	0.22	0.08	0.00	
LO	-0.06	0.13	0.67		CP9	-0.02	0.08	0.78	
β_0	-49.87				B_0	0.00			
TEJUPILCO									
variables	β_1	EE	α	RMSE	CP	β_1^*	EE	α	RMSE
LC	0.34	0.06	0.00	0.61	CP1	0.34	0.02	0.00	0.61
LT	0.09	0.11	0.42		CP2	0.01	0.05	0.90	
AC	0.17	0.13	0.18		CP3	0.02	0.06	0.73	
PT	0.46	0.09	0.00		CP4	-0.04	0.06	0.51	
AA	-0.22	0.32	0.50		CP5	-0.19	0.07	0.00	
LA	0.25	0.17	0.14		CP6	-0.13	0.08	0.09	
LC	0.17	0.25	0.49		CP7	-0.04	0.08	0.62	
AC	0.79	0.38	0.04		CP8	0.05	0.09	0.58	
LO	0.43	0.15	0.01		CP9	0.23	0.10	0.03	
β_0	-54.15				β_1	0.00			

LC: longitud del cuerpo, LT: longitud del tronco, AC: altura a la cruz, PT: perímetro torácico, AA: ancho de anca. LA: longitud de anca, LCA: longitud de cabeza, ACA: ancho de cabeza, LO: longitud de oreja. CP: componente principal, EE: error estándar, α : valor de la probabilidad, RCCME: raíz cuadrada del cuadrado medio del error.

V.ECONOMÍA DE LA PRODUCCIÓN DE CABRAS CRIOLLAS EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

5.1. RESUMEN

El estudio realiza una aproximación sobre componentes y potenciales limitantes socioeconómicas para establecer programas de mejoramiento genético en sistemas de producción de cabras Criollas en el sur del Estado de México. Se encuestaron a 60 titulares de Unidades de Producción (UP) de cabras Criollas en los municipios de Amatepec y Tejupilco, durante 2009 y 2010, mediante muestreo simple aleatorio con reemplazo. Se utilizó análisis de componentes principales (ACP) y clúster, para agrupar diferentes características de UP. El ACP generó tres componentes principales (CP) que explicaron 79.49% de la varianza total y al aplicar el análisis de conglomerados (clúster). La primera CP representó 11.60% del total de UP e incluyó 36.00 ± 13.20 animales por productor; 46.42 ± 16.00 machos vendidos al año, equivalente a 47.14 ± 27.67 % del total de ingresos anuales que percibe el titular; este grupo se denominó UP comerciales y reúnen condiciones económicas para establecer programas de mejoramiento genético. La segunda componente identificó 30% de las UP denominadas en transición, con 59.33 ± 9.51 años de edad, 8.56 ± 2.81 integrantes en la familia 58% carecen de escolaridad y con mayor número de integrantes de la familia (89% de 5 a 12 integrantes), por estas características no se valoriza la pertinencia de la utilización posible de los registros para los programas de mejora genética. La tercera componente reveló el 58.40% de UP en subsistencia caracterizado por disponer de menor superficie en UP (60% de 0.5 a 5 ha) y de terreno de cultivo (89% de 0 a 5 ha), con menor tiempo de pastoreo (31% de 0 a 4

hrs) en consecuencia no son candidatos para establecer programas de mejora genética.

Palabras clave: encuesta, clúster, unidades productivas

5.2. INTRODUCCIÓN

En 2011, la existencia de cabras en el mundo osciló en el orden de 875.6 millones de cabezas; Asia aportó 61.6%, África 31.6%, América 4.3%, Europa 1.9% y Oceanía 0.6% (FAO, 2011) con una tendencia a concentración de poblaciones caprinas en regiones tropicales y países subdesarrollados, donde la mayoría de sus poblaciones de cabras, viven en ambientes hostiles con fluctuaciones climáticas extremas que afectan, negativamente, a la producción pero contribuyen a la subsistencia de pequeños propietarios (Knights y Garcia, 1997). De manera particular, en el mismo año, México aportó 23.9% al Continente Americano con un inventario caprino de 9.0 millones de cabras. En esta condición, México se situó dentro de los países con mayor población caprina en el continente (FAO, 2011).

A nivel nacional, como principales productores, destacan Puebla, Oaxaca, Guerrero, Coahuila y San Luís Potosí. Pese a que el Estado de México ocupó la posición 17 con 131 232 cabezas (SIAP-SAGARPA, 2012) el Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 076 ubicado al suroeste del Estado con sede en Tejupilco, tuvo la mayor concentración de cabras y contribuyó con 29% de cabezas al inventario estatal (SIAP-SAGARPA, 2011b); condición que ubica a este distrito como el más importante. Como distrito comprende los municipios de Tejupilco, Amatepec, Tlatlaya, Luvianos, Temascaltepec y San Simón de Guerrero.

Tejupilco y Amatepec; tiene un clima tropical Aw₀(w)(i')g el más seco de los cálidos y el AW₁(w)(i')g con humedad moderada, en gran parte de su territorio (Cardoso, 1998ab); estas condiciones climáticas, con recursos forrajeros regionales, adaptación a condiciones adversas de la raza Criolla, gran influencia de la raza Nubia y manejo en general, ha sido una buena opción de producción animal para productores rurales de esta zona (Rebollar *et al.*, 2012).

A pesar de esta marcada importancia, las cabras se asocian a productores pobres y regiones marginadas con escasa tecnología, obstaculizada por bajos niveles de escolaridad (Devendra, 1980) donde las estrategias oficiales de mejoramiento genético en estos animales se limitan a la distribución de animales de raza pura para aumentar genes “finos” de poblaciones “corrientes” y no parece que esta acción haya sido adoptada por caprinocultores (Montaldo y Meza, 1998).

Una razón del limitado impacto de programas de mejoramiento genético, es que, en su mayoría, han sido aplicados sin tomar en cuenta todas las necesidades del caprinocultor (Kosgey *et al.*, 2006); en consecuencia, estos programas solo tendrán éxito cuando se acompañen de un buen conocimiento de diferentes sistemas de producción y, cuando se aborden, simultáneamente, varias limitaciones (Baker y Gray, 2004). Pocos estudios se han elaborado sobre numerosos factores que afectan a la producción y unidades de producción (UP) en pequeños rumiantes en trópicos (Kosgey *et al.*, 2008). Por consiguiente, hay información insuficiente de caprinocultores, en aspectos que limitan el alcance de intervenciones de mejora.

Por lo anterior, el objetivo fue hacer una aproximación sobre componentes y potenciales limitantes socioeconómicos en el sistema de producción caprino en el sur del Estado de México.

5.3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el sur del Estado de México, específicamente, en los municipios de Amatepec y Tejupilco. El primero se ubica entre 18° 40' 58" de longitud norte y 100° 11' 11" de longitud oeste y, el segundo a 18° 45' 30" y 19° 04' 32" de latitud norte y 99° 59' 07" y 100° 36' 45" de longitud oeste. La orografía regional se representa por grandes abismos, profundas barrancas, altas cimas y pocos valles o planicies, determinado por el sistema montañoso enclavado en el sistema orográfico de la provincia Sierra Madre del Sur, Subprovincia Depresión del balsas.

Las cabeceras de Amatepec y Tejupilco tienen una altura de 1,800 y 1,330 msnm; sus alturas regionales, oscilan entre 610 y 2,230 msnm. En zonas altas predomina el clima templado subhúmedo con lluvias en verano y, en regiones bajas, el cálido subhúmedo con lluvias en verano, Cw(w) y Aw(w) (INEGI, 2008). Las temperaturas fluctúan desde 8 hasta 45°C, con temperatura media máxima de 32.5°C y media mínima de 13.5°C. En general, la temperatura media anual oscila entre 18°C y 26°C. La precipitación anual, promedio, es 1,200 a 1,400 mm concentrada de junio a septiembre (Cardoso, 1998ab). Los ecosistemas dominantes son bosque de pino, pino-encino y mesófilo de montaña. En partes bajas predomina selva baja caducifolia, matorral xerófilo y vegetación halófila (COPLADEM, 2012).

Con relación a trabajo de campo, durante 2009-2010, se aplicaron 60 entrevistas a caprinocultores locales, por medio de muestreo aleatorio simple con reemplazo (Arriaga *et al.*, 2013); complementadas con visitas periódicas a las UP situadas en localidades de ambos Municipios. El cuestionario integró 29 preguntas de tipo abierto y cerrado, relativas a datos generales del productor, de la granja como material de construcción, superficie total de cultivo y pastoreo, número de animales, horas de pastoreo, propósito de la producción, desparasitantes, complementación, utilización de mano de obra, venta de animales, peso promedio a la venta, ingreso y participación relativa de este en su percepción total. La información se respaldó por observación *in situ* de cuatro apartados que formaron la encuesta general de estudio.

Expresión del tamaño de muestra:

$$n = \frac{Z^2 (p * q) N}{E^2 (N - 1) + Z^2 (p * q)}$$

Dónde: n =Tamaño de muestra; N =Población considerada: 513; Z = valor de la distribución normal, asociada a un nivel de confiabilidad de 90%, p = proporción esperada de éxito o fracción de la población que cumple con la característica de estudio = 0.5; q = proporción esperada de fracaso = 0.5 y, E = Error de estimación=10%.

La información se sintetizó con el procedimiento de análisis de componentes principales (ACP) y la matriz de componentes rotados, para observar proporción de variabilidad. Se seleccionaron las primeras componentes principales (CP's) mediante magnitudes de vectores propios.

Para determinar la pertinencia de la aplicación del ACP, se realizó la prueba de esfericidad de Barlett y probar la hipótesis nula que la matriz de correlaciones original, es de identidad y, para examinar la hipótesis, que los coeficientes de correlación teóricos, calculados entre cada par de factores, son nulos, se utilizó la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin mediante el SPSS 18 (Johnson y Wichern, 2007).

Después, un análisis de conglomerados (clúster) para concentrar variables y tratar de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y mayor diferencia entre ellos. De esta forma, los individuos que quedasen clasificados en el mismo grupo, serían tan similares como fuera posible. Los grupos se configuraron con estructura arborescente, de forma que clúster de niveles más bajos se englobaron en otros de niveles superiores (jerárquicos). El método de unión de grupos o algoritmo, fue distancias euclidianas al cuadrado, entre grupos o enlace promedio con ayuda del programa Statistics (Pérez, 2006).

5.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La medida de adecuación de muestreo de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) fue aceptable a 0.66, pues para explicar que existió adecuación de datos al modelo, se consideró aceptable valores superiores a 0.5 y más cercanos a uno, mejor es la adecuación de datos al modelo. La prueba de Barlett, indicó que las variables originales se correlacionaron entre sí. En caso que no existiese relación entre las variables en estudio, la matriz R sería la identidad, cuyo determinante es la Unidad ($H_0: [R]=1.$). En el presente caso, existió diferencia significativa ($P<0.01$) (Pérez, 2006) (Cuadro 6).

Se generaron tres CP (Cuadro 7), que explicaron una varianza total acumulada de 79.47%. La primera CP explicó, por sí sola, 32.50% de la varianza total y se asoció, positivamente, con el número de animales en las UP, tanto en número de cabezas como en ingreso por venta. Así, variables que obtuvieron cargas más altas fueron: cabras por productor (0.92), venta de machos (0.94) e ingreso anual por venta de machos-cabra (0.88). Por ello, existen argumentos de peso para denominar a este componente como UP comerciales. La segunda CP, que acumuló 21.62% de la varianza total, identifica a la edad del productor (0.87) y, consecuentemente, se asoció, negativamente, con su escolaridad (-0.87) y, positivamente, al número de integrantes de la familia (0.69); por tanto, se considera a esta segunda CP, como un indicador de transición. La tercera CP, denotó el tamaño de las UP con base en la superficie total (0.87) y superficie de cultivo (0.89), que modificaron, de forma positiva, las horas de pastoreo de rebaños (0.58). Este tercer factor, que resume en 17.36% la varianza total, señala la subsistencia de las UP.

La clasificación de UP, estableció tres tipos bien definidos (clúster) (Figura 1). Para cada uno de los grupos (Cuadro 8), los estadísticos descriptivos con características generales fueron: edad promedio que osciló entre 51 y 59 años de edad, similar a lo encontrado por Rebollar *et al.* (2011). Con relación a niveles educativos del ACP, al etiquetar por ejemplo, I: sin escolaridad; II: primaria; III: secundaria; IV: preparatoria y, V: licenciatura; se encontró un nivel dominado por productores sin escolaridad y escolaridad primaria (1.56 ± 0.78 a 2.57 ± 1.81).

El promedio de integrantes de la familia varió de 5.49 a 8.56 miembros, similar a lo encontrado por Rebollar *et al.* (2012). El número de cabezas por producto se ubicó

de 11.51 ± 5.52 a 36 ± 13.20 , en contraste con Rebollar *et al.* (2012) que fue 14.0 ± 0.5 cabezas para el municipio de Tejupilco. En cambio, en la Comarca Lagunera, Coahuila, México, el rebaño promedio para cabras lecheras en pequeños productores, se conformó por 68 ± 0.5 cabras.

La superficie total de UP, osciló entre 11.51 ± 5.52 a 36 ± 13.20 ha, en tanto que la superficie destinada a cultivo fue 2.64 ± 2.04 a 8.43 ± 8.34 ; al respecto Kosgey *et al.* (2006) mencionó que en sistemas de pequeños productores, se mantuvieron prácticas mixtas de agricultura y ganadería en pequeñas parcelas de tierra. El pastoreo se realizó en 95% e inicia a partir de las 08:00 h, con una duración de 5.11 ± 2.22 a 7.50 ± 1.42 . En época de secas las cabras pastorean en agostaderos, en tanto que en lluvias lo hacen en barrancos y cañadas, debido a que existen cultivos en las UP.

La venta de animales se realiza sin dificultad, incluso sus propietarios no requieren viajar a la plaza principal a ofrecer sus animales en venta (Rebollar *et al.*, 2007). Las ventas de animales se efectúan en 66.33% dentro de la cabecera municipal y en 33.33% en la UP, con ventas anuales de machos de 14.45 ± 5.43 a 46.42 ± 16.00 cabezas y pesos de 26.55 ± 6.59 a 32.57 ± 8.44 . Las ventas de animales representan entre 10.22 ± 7.51 y $47.14 \pm 27.67\%$ del ingreso total anual del productor.

Del análisis clúster (Cuadro 9), sólo 11.60% de las UP se consideraron como comerciales, debido a la presencia de un mayor número de animales, mayor venta, en consecuencia, más ingreso monetario; 30% como sistemas en transición, con la particularidad que son productores de edad avanzada (> 48 años), menor escolaridad y con mayor número de integrantes en la familia; 58.40% como de

subsistencia, caracterizados por disponer de menor superficie total en terrenos y superficie de cultivo, así con menor tiempo de pastoreo.

Con relación a lo anterior, se destaca que para el grupo de productores comerciales, también se insertan barbacoyeros, que compran machos al destete de otras UP. Bajo estas condiciones, el ingreso anual por venta de animales, representa hasta 80% de entradas económicas totales. Esta característica hace evidente, que los productores tengan actividad comercial con la venta de machos, en consecuencia, las UP reúnen condiciones para establecer programas de mejoramiento genético, basado en un incentivo económico y aumento de productividad en el corto plazo; ello aseguraría la motivación por programas de mejoramiento genético (Olivier *et al.*, 2002); sin embargo, para establecer un núcleo de selección, se necesita, aproximadamente, 3 000 cabras situación que limita el programa (Santos *et al.*, 2010).

Por las características inherentes o detectadas en el segundo grupo, se afirma que no se valoriza la utilización de registros para la posible evaluación de genotipos en programas de mejoramiento genético (Kosgey, 2004). El envejecimiento de sus propietarios, incide en la actividad agrícola, debido a múltiples variables, entre las que destacan la migración rural (Machín y Pardo, 2013).

El clúster de subsistencia, son UP con predios pequeños, en cuanto a superficie. La fragmentación constante en que las explotaciones se ven sometidas, se debe, en gran parte, a procesos de herencia familiares (Machín y Pardo, 2013). Es evidente que predios pequeños modifican la superficie para cultivo y el tiempo de pastoreo, en consecuencia, no son candidatos a programas de mejoramiento genético.

5.5. CONCLUSIONES

La utilización del Análisis de Componentes Principales permitió reducir la cantidad de variables, detectando aquellas más relevantes para el estudio, retenidas en tan solo tres Componentes Principales, denominadas Unidades Productivas (UP) comerciales, de transición y subsistencia. A través del análisis de conglomerados se pudo abordar la investigación desde un enfoque sistémico, pudiendo estudiar las relaciones entre las diversas características que componen las UP, detectando rebaños pequeños, avanzada edad de los productores, baja escolaridad de los mismos, alto número de integrantes de la familia que limitan el ingreso. Todo lo anterior, implica obstáculos al no reunir los requerimientos necesarios para la viabilidad del establecimiento de programas de mejoramiento genético.

Cuadro 6. Socioeconomía de la producción de cabras Criollas. Determinantes de matrices de correlaciones y estadísticos de pruebas de Kaiser-Meyer-Olkin, de esfericidad de Bartlett.

Concepto	Valor
Prueba de kaiser-Meyer-Olkin	0.66
Prueba de esfericidad de Bartlett:	
Valor de ji-cuadrada:	326.89
Nivel de significancia	**
gl	45

** $p \leq 0.01$, gl: grados de libertad.

Cuadro 7. Cabras Criollas. Cargas factoriales de la matriz de componentes rotados.

Variable	Componente		
	1	2	3
Edad del productor (años)	0.10	0.87	-0.02
Escolaridad del productor	0.04	-0.87	-0.01
Integrantes de la familia (individuos)	0.17	0.69	0.22
Cabras por productor (cabezas)	0.92	0.13	0.15
Superficie total de la UP (ha)	0.10	0.17	0.87
Superficie para cultivo (ha)	0.08	-0.13	0.89
Horas de pastoreo	0.10	0.31	0.58
Venta de machos al año (cabezas)	0.94	0.09	0.22
Peso promedio de venta (kg)	0.13	-0.42	0.48
Ingreso anual por venta de animales (%)	0.88	-0.03	-0.02
Autovalor	3.25	2.16	1.74
% Varianza	32.50	21.62	17.36
% VA	32.50	54.11	71.47

%VA: Porcentaje de Varianza Acumulada

Cuadro 8. Promedios, desv. estándar, máximos y mínimos de UP en cabras Criollas, según análisis clúster.

	Conglomerados de las unidades caprinas de cabras locales								
	Primero (Comercial)			Segundo (Transición)			Tercero (Subsistencia)		
	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max
Edad del productor (años)	51.00±10.29	38.00	64.00	59.33±9.51	28.00	68.00	51.20±10.0	25.00	68.00
Escolaridad del productor	2.57±1.81	1.00	5.00	1.56±0.78	1.00	4.00	2.43±0.88	1.00	4.00
Integrantes de la familia (individuos)	7.00±3.26	3.00	11.00	8.56±2.81	3.00	12.00	5.49±2.10	2.00	11.00
Cabras por productor (cabezas)	36.00±13.20	13.00	54.00	14.61±8.82	4.00	34.00	11.51±5.52	5.00	28.00
Superficie total de la UP (ha)	15.29±7.97	9.00	28.00	17.66±12.03	4.00	45.00	4.87±3.47	0.50	28.00
Superficie para cultivo (ha)	8.43±8.34	2.00	22.00	7.05±6.72	0.00	25.00	2.64±2.04	0.00	7.00
Horas de pastoreo	7.29±1.97	5.00	11.00	7.50±1.42	5.00	10.00	5.11±2.22	0.00	10.00
Venta de machos al año (cabezas)	46.42±16.00	20.00	65.00	17.61±8.16	6.00	35.00	14.45±5.43	4.00	30.00
Peso promedio de venta	32.57±8.44	20.00	45.00	26.55±6.59	18.00	35.00	26.97±7.59	15.00	40.00
Ingreso anual *venta de animales	47.14±27.67	5.00	95.00	12.38±10.19	2.00	30.00	10.22±7.51	2.00	30.00
(%)									

desv:desviación; UP:unidades productivas; Prom:promedio; *:por

Cuadro 9. Agrupamiento de unidades caprinas según análisis clúster y características acordes al ACP

Conglomerados de las unidades caprinas de cabras locales			
	Primero (n= 7)	Segundo (n= 18)	Tercero (n= 35)
Composición del conglomerado	UP: 52, 35, 32, 53, 33, 31, 12	UP: 54, 58, 49, 48, 51, 36, 27, 34, 10, 56, 42, 9, 5, 29, 30, 15, 21, 4	UP: 26, 23, 8, 45, 20, 7, 25, 41, 28, 13, 6, 44, 39, 38, 11, 59, 57, 14, 24, 22, 3, 55, 47, 50, 46, 60, 43, 40, 19, 18, 17, 37, 16, 2, 1
Edad del productor (años)	44% de 25 a 48 años, 56% más de 48	10% de 25 a 48 años, 90% más de 48 años	34% de 25 a 48 años, 66% más de 48 años
Escolaridad del productor	43% sin escolaridad, 14% primaria, 14% secundaria, 29% licenciatura	56% sin escolaridad, 39% primaria, 5% preparatoria	9% sin escolaridad, 57% primaria, 17% secundaria, 17% preparatoria
Integrantes de la familia (individuos)	43% de 2 a 5, 43% de 5 a 10, 14% de 10 a 12	11% de 2 a 5, 50% de 5 a 10, 39% de 10 a 12	54% de 2 a 5, 43% de 5 a 10, 3% de 10 a 12
Cabras por productor (cabezas)	29% más de 40, 57% de 20 a 40, 14% con 5 a 20	78% con 5 a 20, 22% de 20 a 40	92% con 5 a 20, 8% de 20 a 40

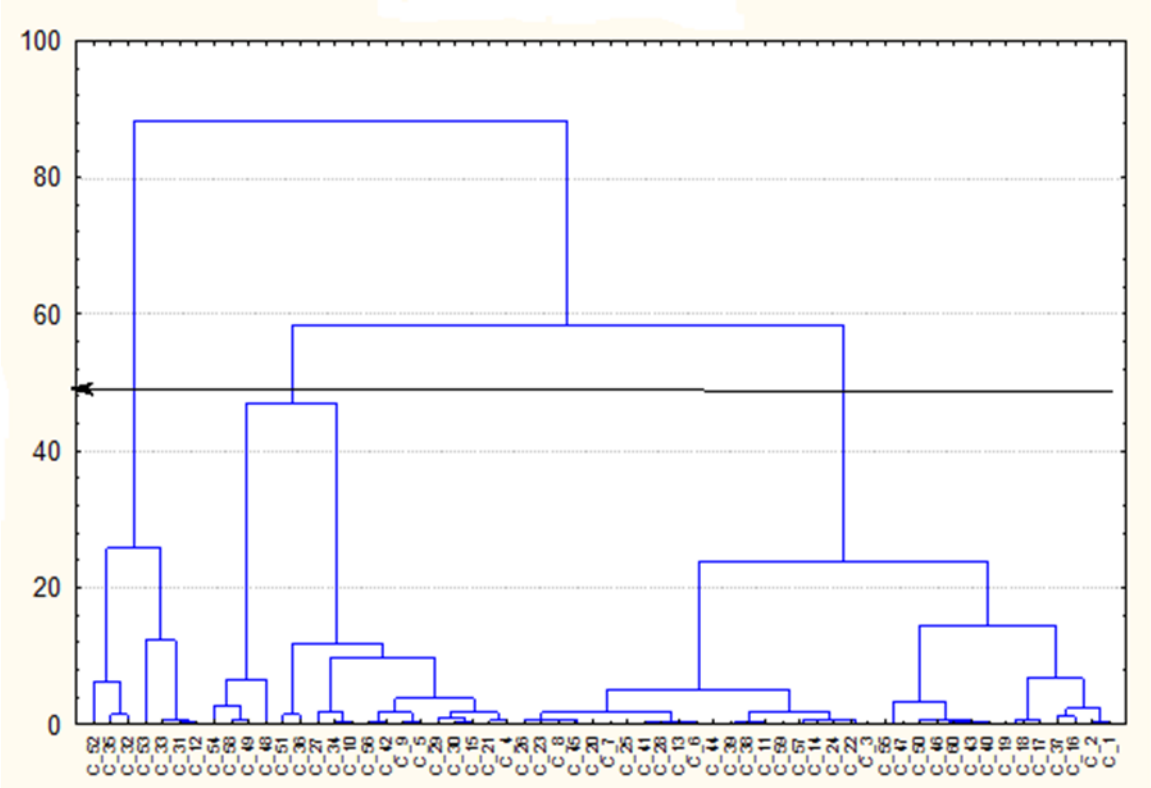
ACP: análisis de componentes principales, UP: unidades productivas caprinas

Cuadro 9. Agrupamiento de unidades caprinas según análisis clúster y características acordes al ACP (continuación)

Superficie total de la UP (ha)	43% de 5 a 10, 28% de 10 a 20, 29% más de 20	11% de 0.5 a 5, 33% de 5 a 10, 22% de 10 a 20, 33% más de 20	60% de 0.5 a 5, 34% de 5 a 10, 6% de 10 a 20
Superficie para cultivo (ha)	71% de 0 a 5, 14% de 15 a 20, 15% más de 20	61% de 0 a 5, 22% de 5 a 10, 11% de 10 a 15, 11% de 15 a 20, 34% de 20	89% de 0 a 5, 11% de 5 a 10
Horas de pastoreo	86% de 4 a 8, 14% más de 8	83% de 4 a 8, 17% más de 8	31% de 0 a 4, 66% de 4 a 8, 3% más de 8
Venta de chivos al año (cabezas)	72% más de 40, 14% de 20 a 40, 14% menos de 20	17% de 20 a 40, 83% menos de 20	100% menos de 20
Peso promedio de venta (kg)	14% de 15 a 25, 57% de 25 a 35, 29% más de 35	67% de 15 a 25, 33% de 25 a 35	60% de 15 a 25, 31% de 25 a 35, 9% más de 35
Ing por venta de animales (%)	15% más del 80, 57% de 40 a 60, 28% de 20 a 40	17% de 20 a 40, 83% menos de 20	9% de 20 a 40; 91% menos de 20

ACP: análisis de componentes principales, UP. unidad productiva, Ing: ingreso

Figura 1. Clasificación de unidades de producción de cabras Criollas.



C: número asignado a la unidad productiva en la encuesta

VI. DISCUSIÓN GENERAL

Las medidas zoométricas fueron útiles para mostrar la variabilidad fenotípica entre las cabras de Amatepec y Tejupilco. Así, los estadísticos descriptivos revelaron que existen mayores valores en las cabras de Amatepec en peso vivo (PV), y en longitud del cuerpo, longitud del tronco, perímetro torácico, longitud de anca, ancho de anca, longitud de cabeza, y longitud de oreja. En consecuencia, la mayor longitud de oreja, en las cabras de Amatepec, además de la superioridad en PV y las medidas zoométricas sugirieron un mayor encaste con la raza Nubia, que se ha definido como una raza de doble propósito. Lo anterior indica la utilidad de programar mediante pruebas bien conducidas cruzamientos para encastar gradualmente con sementales Nubios, lo que repercutirá en un incremento importante de carne, con lo que los productores incrementan sus ingresos a la venta. Por otro lado, quedó evidenciado que, tanto en Amatepec, como en Tejupilco, el peso corporal de las cabras puede predecirse con buena precisión utilizando medidas zoométricas fáciles de medirse en campo, aliviando así el problema de contar con básculas.

Como lo identificó el estudio socioeconómico, la intención de producción es la venta de animales para carne a diferentes pesos. El análisis socioeconómico a través de componentes, estableció tres conglomerados donde se agruparon las unidades productivas caprinas, 7 de ellas formaron el primer clúster, denominado comercial, que representa 11.60% de las unidades productivas, caracterizadas por productores con mayor concentración de cabras, mayor venta de machos e ingresos. Sin

embargo estas cualidades no son suficientes para iniciar programas de mejoramiento genético.

El segundo clúster lo integraron 18 unidades de producción caprina, que representa 30% como sistemas en transición, integrado por productores de edad avanzada, menor escolaridad y con mayor número de integrantes de la familia, que sumado al tercer clúster, denominado de subsistencia, con 58.40% de unidades productivas representadas por 35 fincas restantes, donde disponen de menor superficie de terrenos y cultivos; determinaron la tendencia de una ganadería del sector social o sistemas tradicionales. Los productores son, en términos generales, personas marginadas, con problemas importantes como escasez de tierra, bajo nivel educativo, familias grandes, con rebaños pequeños, con producción de machos para el abasto que venden por apreciación visual llamada en la región a “ojo” o bulto.

De gran utilidad será llevar a cabo en un futuro próximo investigación encaminada hacia la evaluación de medidas zoométricas que puedan predecir con buena precisión características cualitativas y cuantitativas de la canal. Asimismo, es urgente estudiar en estas poblaciones otras características que nos proporcionen conocimiento sobre aspectos reproductivos, sanitarios, de alimentación y otros, a través de un grupo interdisciplinario de investigadores. Desde luego, en forma paralela, la capacitación de los productores en varias prácticas zotécnicas debe implementarse a corto plazo.

VII LITERATURA CITADA

- Arriaga M.R., Franco M.A.L., Rebollar R.S., Bobadilla S.E., Martínez de la C.I., Siles H.Y. 2013. Situación actual del cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill) en el Estado de México. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 16(1): 93-101.
- Baker, R.L., Gray, G.D., 2004. Appropriate breeds and breeding schemes for sheep and goats in the tropics. In: Sani, R.A., Gray, G.D., Baker, R.L. (Eds.), *Worm Control for Small Ruminants in Tropical Asia*, Monograph, No. 113. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), pp. 63–95. Disponible en <http://www.ilri.org> or <http://cgspace.cgiar.org/handle/10568/2920>
- Baker R.L., Rege, J.E.O. 1994. Genetic resistance to diseases and other stresses in improvement of ruminant livestock in the tropics. In: *Proceedings of the Fifth World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, vol. 20. University of Guelph, Ontario, Canada, 7–12 August 1994.;p. 405–412
- Bello, A. A., and T. Z. Adama. 2012. Studies on body weight and linear body measurements of castrates and non-castrate Savannah Brown goats. *Asian J. Anim. Sci.* 6: 140-146.
- Cam, M. A., M. Olfaz, and E. Soydan. 2010. Possibilities of using morphometric characteristics as a tool for body weight prediction in Turkish hair goats (Kilkeci). *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 5: 52-59.

- Cardoso S.A. 1998a. Amatepec Monografía Municipal. Instituto Mexiquense de Cultura. Asociación Mexiquense de Cronistas Municipales. Gobierno del Estado de México. 140 p.
- Cardoso S.A. 1998b. Tejupilco Monografía Municipal. Instituto Mexiquense de Cultura. Asociación Mexiquense de Cronistas Municipales. Gobierno del Estado de México. 156 p.
- Chacón, E., F. Macedo, F. Velázquez, S. R. Paiva, E. Pineda, and C. McManus. 2011. Morphological measurements and body indices for Cuban Creole goats and their crossbreds. *Rev. Bras. Zootec.* 40: 1671-1679.
- COPLADEM. 2012. Plan de desarrollo 2011-2017. Región X Tejupilco. Programa Regional. Edición del comité de planeación para el desarrollo del Estado de México (COPLADEM). Gobierno del Estado de México. Toluca, Estado de México. P. 263
- Devendra C. 1980. Potential of sheep and goats in less developed countries. *J. Anim. Sci.* 51: 461- 473.
- Dubeuf J.P. 2011. The social and environmental challenges faced by goat and small livestock local activities: Present contribution of research-development and stakes for the future. *Small Ruminant Research* 98:3–8
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2011. FAOSTAT. Estadística en línea. Consultado el 18 de mayo de 2013. <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>

- Groeneveld L.F., Lenstra J.A., Eding H., Toro M.A., Scherf B., Pilling D., Negrini R., Finlay E.K., Jianlin H., Groeneveld E., Weigend S., The GLOBALDIV Consortium. 2010. Genetic diversity of farm animals – a review. *Animal Genetics*, 41 (Suppl 1): 6–31
- Hamayun K., Fida M., Riaz A., Gul N., Rahimullah y Muhammad Z. 2006. Relationship of body weight with linear body measurements in goats. *Journal of Agricultural and Biological Science*. 1(3):51-54
- Hernández Z.J.S., Franco G.F.J, Herrera G.M., M, Rodero S.E., Sierra V.A.C., Bañuelos C.A, y Delgado J.V. 2002. Estudio de los recursos genéticos de México: Características morfológicas y morfoestructurales de los caprinos nativos de Puebla. *Arch. Zootec*. 51: 53-64.
- INEGI, 2007. Censos Agrícolas Ganaderos y Forestales, Instituto Nacional de Estadística y Geografía <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=17177&s=est> fecha de consulta julio 28 de 2013
- Iñiguez L. 2004. Goats in resource-poor systems in the dry environments of west Asia. *Central Asia and the Inter-Andean valleys. Small Ruminant Research* (51) 137-144.
- Johnson, R. A., and D. W. Wichern. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, USA. 773 p.

- Khan, H., F. Muhammad, R. Ahmad, G. Nawaz, and R. M. Zubair. 2006. Relationship of body weight with linear body measurements in goats. *J. Agric. Biol. Sci.* 1: 51-54.
- Kleinbaum, D. G., and L. L. Kupper. 1978. *Applied Regression Analysis and other Multivariable Methods*. Duxbury Press, North Scituate, Massachusetts. 556 p.
- Knights, M., Garcia, G.C., 1997. The status and characteristics of the goat (*Capra hircus*) and its potential role as a significant milk producer in the tropics: a review. *Small Rumin. Res.* 26, 203–215.
- Kosgey I.S., Rowlands G.J., van Arendonk J.A.M., Baker R.L. 2008. Small ruminant production in smallholder and pastoral/extensive farming systems in Kenya. *Small Ruminant Research*. (77) 11-24
- Kosgey, I.S., Baker, R.L., Udo, H.M.J., van Arendonk, J.A.M., 2006. Successes and failures of small ruminant breeding programs in the tropics: a review. *Small Rumin. Res.* 61, 13–28.
- Kosgey, I.S. 2004. *Breeding Objectives and Breeding Strategies for Small Ruminants in the Tropics*. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands, 272 pp
- Lanari, M. R., H. Taddeo, E. Domingo, M. Pérez Centeno, and L. Gallo. 2003. Phenotypic differentiation of exterior traits in local Criollo goat population in Patagonia (Argentina). *Archiv Fur Tierzucht, Dummerstorf* 46: 347-356.
- Leng, J., R. Zhu, G. Zhao, Q. Yang, and H. Mao. 2010. Quantitative and qualitative body traits of Longling Yellow goats in China. *Agric. Sci. China.* 9: 408-415.

- Machín, N. y Pardo E. 2013. El envejecimiento rural como factor negativo en la productividad agrícola en el MAGREB. UNISCI Discussion papers. Universidad Complutense de Madrid. Núm. 31 pp 27-40
- Medrano J.A. 2000. Recursos animales locales del centro de México. Archivos de Zootecnia (49): 385-390.
- Merlos-Brito, M. I., R. D. Martínez-Rojero, G. Torres-Hernández, A. A. Mastache-Lagunas, y J. Gallegos-Sánchez. 2008. Evaluación de características productivas en cabritos Boer x local, Nubia x local y locales en el trópico seco de Guerrero, México. Vet. Méx. 39: 323-333.
- Moaeen-ud-Din, M., N. Ahmad, A. Iqbal, and M. Abdullah. 2006. Evaluation of different formulas for weight estimation in Beetal, Teddi and crossbred (Beetal x Teedi) goats. J. Anim. Plant Sci. 16: 70-74.
- Montaldo, H. H., G. Torres-Hernández, and M. Valencia-Posadas. 2010. Goat breeding research in México. Small Ruminant Res. 89: 155-163.
- Montaldo V. H. y Meza H.C.A. 1998. Reflexiones sobre el uso de recursos genéticos en México. En Memoria de la XIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Del 21 al 23 de octubre. San Luis Potosí., México. pp. 85-100.
- Nsoso, S. J., B. Podisi, E. Otsogile, B. S. Mokhutshwane, and B. Ahmadu. 2004. Phenotypic characterization of indigenous Tswana goats and sheep breeds in Botswana: continuous traits. Trop. Anim. Health Produc. 36: 789-800.

- Okpeku, M., A. Yakubu, S. O. Peters, M. O. Ozoje, C. O. N. Ikeobi, O. A. Adebambo, and I. G. Imumorin. 2011. Application of multivariate principal component analysis to morphological characterization of indigenous goats in Southern Nigeria. *Acta Agriculturae Slovenica* 98: 101-109.
- Olivier, J.J., Moyo, S., Montaldo, H.H., Thorpe, W., Valle Zarate, A., Trivedi, K.R., 2002. Integrating genetic improvement into livestock development in medium- to low-input production systems. In: *Proceedings of the Seventh World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, vol. 33, 19–23 August 2002, Montpellier, France, pp. 365–372
- Otoikhian, C. S. O., A. M. Otoikhian, O. P. Akporhwarho, V. E. Oyefia, and C. E. Isidahomen. 2008. Body measurement parameters as a function of assessing body weight in goats under on-farm research environment. *Afr. J. General Agric.* 4: 135-140.
- Pariacote, F. A., L. Ruiz, D. C. D' Ascencao, C. Borges, y X. Pimentel. 2004. Características morfológicas del caprino Criollo venezolano. *Arch. Latin. Prod. Anim.* 12: 16-21.
- Pérez L.C. 2006. Técnicas de análisis multivariante de datos. Aplicaciones con SPSS. Edit. Pearson Prentice Hall. Madrid España. 646 p.
- Rebollar R.S., Hernández M.J., Rojo R.R., Guzmán S.E. 2012. Gastos e ingresos en la actividad caprina extensiva en México. *Agron. Mesoam.* 23: 159-165.
- Rebollar R.S., Hernández M.J., García S.J.A., García M.R., Torres H.G., Bórquez G.J.L. y Mejía H.P. 2007. Canales y márgenes de comercialización de

caprinos en Tejupilco y Amatepec, Estado de México. *Agrociencia* 41(3):363-370

Revidatti, M. A., P. N. Prieto, S. de La Rosa, M. N. Ribeiro, y A. Capellari. 2007. Cabras Criollas de la región norte de Argentina. Estudio de variables e índices zoométricos. *Arch. Zootec.* 56: 479-482.

Ribeiro, N. L., A. N. Medeiros, M. N. Ribeiro, y E. C. Pimenta Filho. 2004. Estimación del peso vivo de caprinos autóctonos brasileños mediante medidas morfométricas. *Arch. Zootec.* 53: 341-344.

Santos C.Y.A., Vargas L.S., Torres H.G., Bustamante G.A., Becerril P.C.M., Guerrero R.J. 2010. Estudio Exploratorio para la selección de cabras lecheras con campesinos del valle de libres, Puebla. En Carvalotti V.B.A., Marcof A.C.F., Ramírez V.C. 2010. Los grandes retos para la ganadería: hambre, pobreza y crisis ambiental. Universidad Autónoma. Chapingo. Chapingo, Texcoco, Estado de México. 419 p.

SAS. 2001. SAS/STAT User's Guide, Release 8.2. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.

SIAP-SAGARPA. 2012. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Resumen Nacional. Población Ganadera, Avícola y Apícola en línea. Consultado 28 de mayo del 2013 en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=371

SIAP-SAGARPA. 2011a. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Resumen Nacional. Población Ganadera, Avícola y Apícola en línea.

Consultado 28 de mayo del 2013 en
[http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/
Pecuario/PoblacionGanadera/ProductoEspecie/caprino.pdf](http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Pecuario/PoblacionGanadera/ProductoEspecie/caprino.pdf)

SIAP-SAGARPA. 2011b. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera).
Producción, precio, valor, animales sacrificados por DDR. en línea.
Consultado 28 de mayo del 2013 en
http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=372

Slippers, S. C., B. A. Letty, and J. F. de Villiers. 2000. Prediction of the body weight
of Nguni goats. *South Afr. J. Anim. Sci.* 30(Supplement 1): 127-128.

Sowande, O. S., B. F. Oyewale, and O. S. Iyasere. 2010. Age- and sex-dependent
regression models for predicting the live weight of West African Dwarf goat
from body measurements. *Tropical Anim. Health Prod.* 42: 969-975.

Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. 1st.
Edition. McGraw-Hill, New York.

Teixeira, M. P. B., N. N. Barros, A. M. de Araújo, and A. S. Villaroel. 2000.
Relationship between body measurements and live weight in Saanen and
Nubian goats breed. *Rev. Científica de Prod. Anim.* 2: 178-189.

Thiruvankadan, A. K. 2005. Determination of best-fitted regression model for
estimation of body weight in Kanni Adu kids under farmer's management
system. *Liv. Res. Rural Develop.* <http://www.lrrd.org/lrrd17/7/thir17085.htm>
(Consulta: enero 2012).

- Vargas, S., A. Larbi, and M. Sánchez. 2007. Analysis of size and conformation of native Creole goat breeds and crossbreds used in smallholder agrosilvopastoral systems in Puebla, Mexico. *Trop. Anim Health Prod.* 39: 279-286.
- Vilaboa A. J., Bozzi R., Díaz R.P. y Bazzi L. 2010. Conformación corporal de las razas ovinas Pelibuey, Dorper y Katahdin en el Estado de Veracruz, México. *Zootec. Trop.* 28: 321-328.
- Yakubu A. 2013. Principal component analysis of the conformation traits of yankasa sheep. *Biotechnology in Animal Husbandry* 29 (1), p 65-74.
- Yakubu A., Mohammed G. L. 2012. Application of path analysis methodology in assessing the relationship between body weight and biometric traits of Red Sokoto goats in Northern Nigeria. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28, 107-117.
- Yakubu, A.; Ladokun, A.O. and Adua, M.M. 2011. Bioprediction of body weight from zoometrical traits of non-linear models in north central Nigeria. *Livestock Research for Rural Development.* 23(6):130