



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



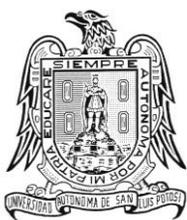
**RELACIÓN DE MEDIDAS DE LA GLÁNDULA MAMARIA DE CABRAS
RAZA NUBIA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE**

Por:

Juan Manuel Vázquez García

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de

Ingeniero Agrónomo Zootecnista



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



**RELACIÓN DE MEDIDAS DE LA GLÁNDULA MAMARIA DE CABRAS
RAZA NUBIA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE**

Por:

Juan Manuel Vázquez García

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Asesores: Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero

M.C. Felipe de Jesús Morón Cedillo

Asesor Externo: Dra. Marta Olivia Díaz Gómez

Revisor: IAZ Leticia Calderón Chávez

La Tesis Profesional titulada: **“RELACIÓN DE MEDIDAS DE LA GLÁNDULA MAMARIA DE CABRAS RAZA NUBIA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE”**, fue realizado por **Juan Manuel Vázquez García**, como requisito parcial para obtener el título de “Ingeniero Agrónoma Zootecnista” fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero

Asesor

MC Felipe de Jesús Moron Cedillo

Asesor

IAZ Leticia Calderon Chavez

Revisor

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. a los 29 días del mes de octubre de 2013.

DEDICATORIAS

A Dios por darme tiempo dedicación y paciencia para concluir mis estudios.

A mi madre y hermanos por su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida.
“no les fallare”.

A mis profesores Dra. Martha, Dr. Ochoa, MC. Morón y IAZ. Leticia Calderón, por su apoyo incondicional y desinteresado en este trabajo y por todos los conocimientos transmitidos.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma de San Luis Potosí**, que ha sido mi casa de estudios y donde pase grandes momentos de mi vida.

A mi **Facultad de Agronomía y Veterinaria** por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de crecer tanto profesional como personalmente.

A Dios porque solo con la ayuda de Él fructificó todo mi esfuerzo.

A mi madre y hermanos por apoyarme en cada decisión de mi vida.

A mis profesores por su paciencia y apoyo en el tiempo de mi carrera. “GRACIAS”

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
Hipótesis.....	2
Objetivo.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
MATERIALES Y METODOS.....	7
Descripción del Área Experimental.....	7
Animales Utilizados.....	7
Alimentación.....	7
Manejo General.....	8
Medidas de la Glándula Mamaria.....	8
Producción y Calidad de Leche.....	8
Variables de Estudio.....	9
Análisis Estadístico.....	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
CONCLUSIONES.....	18
BIBLIOGRAFÍA.....	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Estadística descriptiva de la producción y composición de leche, peso vivo y medidas de la glándula mamaria de cabras de raza Nubia.....	12
2	Coefficientes de Correlación de las variables de producción de leche y medidas de la glándula mamaria en cabras Nubia.....	13
3	Ecuaciones de predicción para la producción de leche y porcentajes de grasa a partir medidas de la ubre de cabras de raza Nubia.....	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Medidas de la glándula mamaria que se tomaron en las cabras de raza Nubia en lactación.....	10

RESUMEN

Con el objetivo de estimar el efecto de las medidas de la glándula mamaria en la producción y calidad de leche, se utilizaron 20 Hembras de la raza Nubia, manejadas bajo sistema de estabulación, entre dos y cinco partos, con un peso promedio de 48.13 kg \pm 10.81 kg en la fase inicial de lactancia durante ocho semanas de estudio. Se tomaron las medidas de: perímetro y diámetro de ubre; perímetro, diámetro y longitud de pezón y longitud del ligamento medio suspensorio. Para la producción de leche se realizó con ordeño manual cada 7 días a las 8:00 hrs. La composición química de la leche (sólidos totales, grasa, proteína cruda, lactosa y sólidos no grasos) en porcentaje con un equipo MilkoScan[™] Minor tipo 78100. Se efectuó un análisis de regresión lineal múltiple, así como correlación de Pearson. La producción de leche tuvo una alta correlación positiva con todas las medidas de la glándula mamaria ($p < 0.01$) excepto con diámetro del pezón ($p < 0.05$). Las medidas de la glándula mamaria (perímetro y diámetro) fueron correlacionadas con la producción de leche. El perímetro del pezón (PP) y la longitud del ligamento suspensorio tuvieron coeficientes de correlación medios con la producción de leche. Los coeficientes de correlación más bajos correspondieron a la longitud del pezón (LP) y al diámetro del pezón (DP). Con respecto a los componentes químicos de la leche, los sólidos totales se correlacionaron negativamente con el diámetro de la ubre ($p < 0.05$), mientras que la grasa se correlacionó también negativamente con el perímetro de la glándula mamaria (PGM) y con el diámetro de ubre (DU) ($p < 0.01$). Únicamente el contenido de lactosa se correlacionó positivamente con la longitud del pezón (LP) ($p < 0.01$). En cabras de la raza Nubia existe una estrecha relación entre las medidas de la glándula mamaria y la producción de leche pero no con la calidad de la leche.

SUMMARY

In order to estimate the effect of the measures of the mammary gland in the production and quality of milk, 20 females Nubian breed were used in the managed under housing system, within two and five calving, average weight of $48.13 \text{ kg} \pm 10.81 \text{ kg}$ at the initial stage of lactation through eight weeks of study. Measures were taken: udder circumference and diameter; perimeter, diameter and length of teat and median suspensor ligament length. Yield milk was performed every 7 days at 8:00 am. The milk chemical composition percentage (total solids, fat, crude protein, lactose and solids not fat) made with a MilkoScan™ 78100 Minor. It's performed a multiple linear regression analysis and Pearson correlation. Milk production had a high positive correlation with all measures of the mammary gland ($p < 0.01$) except the teat diameter ($p < .05$). The measures of the mammary gland (circumference and diameter) were correlated with milk production. The perimeter of the teat (PT) and the length of the suspensor ligament media had correlation coefficients with milk production . The lower correlation coefficients corresponded to the length of the teat (LT) and the diameter of the teat (DT). With respect to the chemical component of milk, total solids were negatively correlated with the diameter of the udder ($p < 0.05$), while also fat negatively correlated with the perimeter of the mammary gland (PGM) and the diameter of the udder (DU) ($p < .01$) . Only the lactose content was positively correlated with the length of the teat (LT) ($p < 0.01$). In Nubian goats there is a close relationship between measures of the mammary gland and milk production but not with the quality of milk.

INTRODUCCIÓN

En ganado vacuno de leche en los programas de mejora genética deben de considerarse los aspectos referentes al morfotipo lechero (Gall, 1980). Diferentes niveles de coeficientes de correlación entre las medidas de la ubre y pezones han sido reportados en ganado lechero (Moore *et al.*, 1981). En ganado caprino lechero se han realizado controles al respecto, demostrando la existencia de correlaciones positivas entre producción de leche y diversos parámetros morfoestructurales como: peso corporal, tamaño del esqueleto, capacidad abdominal, y especialmente, volumen y forma de la ubre (Gall, 1980). En ovejas lecheras, Fernández *et al.* (1997) reportaron que el tamaño y forma de las ubres son determinadas genéticamente y que tienen una función importante en la frecuencia de la ordeña (Labussière, 1988). Los aspectos morfológicos de la ubre y los pezones en ovejas lecheras presentan una correlación positiva con la producción de leche (Rovai *et al.*, 1999).

Las medidas morfológicas de la ubre, su relación con la producción de leche y aptitud para el ordeño mecánico y su utilidad para el mejoramiento genético han sido estudiadas en ovejas de las razas Chios (Mavrogenis *et al.*, 1988), Churra (Fernández *et al.*, 1995), East Friesian (Mckusick *et al.*, 1999), Manchega y Lacaune (Rovai, 2001).

En ganado lechero han sido estudiadas también las correlaciones genotípicas y fenotípicas entre características de tipo y producción de leche (Meyer *et al.*, 1987), porcentajes de proteína y grasa (Brotherstone, 1994). Dichas características (conformación del cuerpo y de la ubre) se han incluido tradicionalmente en esquemas de selección en ganado lechero. Similarmente, productores de ovejas lecheras considerer relevante la inclusión de las características de tipo en programas de mejoramiento. De ahí, la necesidad de estudiar las características de tipo y su relación con la producción y composición de la leche de pequeños rumiantes.

Hipótesis

Las medidas de la glándula mamaria de cabras raza Nubia no afectan la producción y calidad de leche.

Objetivo

Efecto de medidas de la glándula mamaria de cabras raza Nubia en la producción y calidad de leche.

REVISIÓN DE LITERATURA

A partir de la importancia que tiene la morfoestructura corporal y de la glándula mamaria en la producción de leche en cabras (Gall, 1980). Se han realizado esfuerzos para que a través de estudios en las razas autóctonas españolas, se integren caracteres morfológicos en los esquemas de selección mediante un sistema de calificación objetivo, mensurable y con criterios fijos y uniformes (Sánchez *et al.*, 2002).

La relación entre producción de leche, peso corporal volumen abdominal, medidas del esqueleto y volumen de la ubre fueron estudiados en cabras de primera y tercera lactación durante tres etapas de la lactación. Todas las características individuales fueron positivamente relacionadas con la producción de leche. Los coeficientes de determinación (r^2) de la regresión múltiple de la leche producida sobre las medidas corporales variaron entre 0.47 a 0.56, incrementando con la inclusión de variables adicionales (Gall, 1963).

Horak (1971) evaluó la forma de la ubre de cabras. La producción de leche se correlacionó con lo largo 0.41, ancho 0.20, y circunferencia 0.43 de la ubre, así como lo largo del pezón 0.21 y circunferencia del pezón 0.43.

Das *et al.* (1975) tomó medidas de la ubre en cabras de la raza Barbari y Bengal. Las correlaciones de estas medidas con la producción de leche fueron positivas (0.46 a 0.80) en la raza Barbari y similares (0.37 a 0.86) en la raza Bengal. Las correlaciones múltiples con la producción de leche fueron 0.74 y 0.69 para las razas Barbary y Bengal, respectivamente.

Steine (1975) en cabras Noruegas, utilizando una ecuación de regresión múltiple de la producción de leche sobre el peso corporal, se presentó un coeficiente de regresión parcial de 1.25 ± 0.29 .

En cabras cruzadas de Alpina x Criolla, Nubia x Criolla y Granadina x Criolla, se encontraron coeficientes de correlación significativos entre el perímetro de la ubre y la producción de leche ($r= 0.81$; $p<0.01$) y el perímetro del pezón con la producción de leche ($r= 0.45$; $p<0.01$) Montaldo y Martínez (1993). Coeficientes de correlación entre el perímetro de ubre y la producción de leche han sido encontrados en por diversos trabajos en cabras (Gall, 1980; Mavrogenis *et al.*, 1989; Montaldo *et*

al., 1988). A su vez Mellado *et al.* (1991) encontraron un coeficiente de correlación inferior ($r = 0.21$).

En cabras nativas de primer parto las medidas de ubre en el primer y segundo período de muestreo, la mayor correlación con producción de leche ocurrió con el perímetro de ubre y su valor fue de 0.74 y 0.78 ($p < 0.01$) respectivamente. En el segundo período se encontró además una correlación de 0.56 ($p < 0.01$) entre la producción de leche y el tiempo de ordeño (Valencia *et al.*, 2004).

Se muestrearon la población de cabras de cinco razas; Malagueña, Florida, Murciana-Granadina, Payoya y Guadarrama. Los datos de la morfología de la ubre fueron: altura de inserción posterior de la ubre (cm) 5.91, 6.40, 5.98, 5.81, 6.15, 6.02; el ancho de la ubre (cm) 7.02, 7.29, 6.58, 7.08, 6.46, 6.14 ; diámetro del pezón (mm) 23.36, 23.01, 24.44, 23.28, 20.36, 23.48 y profundidad del pliegue del ligamiento suspensorio medio (cm) 2.76, 3.69, 3.11, 3.16, 3.61, 3.17 respectivamente (Muñoz *et al.*, 2005).

En cabras de la raza Alpina Francesa (3-4 años) se evaluaron las medidas de la ubre a través de ecografía en cabras y se estableció su relación con características de producción (aprox. 4 meses) y mantenidas en estabulación, Se encontró que el diámetro en cm fue: total 17.08 ± 1.41 , izquierdo 8.54 ± 1.25 y derecho 8.25 ± 1.07 ($P > 0.05$); el área total fue de 124.50 ± 27.23 ; izquierdo 64.87 ± 17.49 y derecho 59.59 ± 15.27 ($P > 0.05$). El área total de la ubre tuvo correlación significativa (0.319) con producción de leche, respecto a la evaluación de cada medio, el área del izquierdo fue la única con una correlación significativa (0.35) (Pérez *et al.*, 2007).

Varios factores influyen la morfología de la ubre, tales como: genotipo, prolificidad, número de lactancia (Chene *et al.*, 1988), etapa de lactancia (Gonzalo, 1984), peso, tamaño, condición corporal, estado sanitario del animal y de la ubre y sistema de crianza (Rovai, 2001). Las características de la ubre y pezón son moderadamente heredables (Carta *et al.*, 1999) y están positivamente relacionadas con la producción de leche (Rovai *et al.*, 1999).

En ovejas de tipo Merino el contenido de proteína de la leche fue afectado por el peso corporal de la oveja ($p < 0.01$). La producción de leche se relacionó negativamente con el contenido de proteína y sólidos totales ($r = -0.27$; $r = -0.51$) pero no hubo relación con el porcentaje de grasa ($r = 0.09$). El volumen de la ubre y el

total de leche producida se relacionaron positivamente ($r=0.71$) Bencini y Purvis (1990).

Izadifard y Zamiri (1997) en ovejas Ghezel a las dos semanas posparto, tomaron medidas de ubre como la profundidad ($r = 0.75$) y la circunferencia ($r = 0.72$) presentando altas correlaciones con la producción de leche. Sin embargo no se presentaron correlaciones significativas de la producción de leche con las medidas de la ubre a las dos semanas después del destete.

En cruce de oveja East Friesian se contrastaron las mediciones de la ubre con la producción comercial de leche. Las ovejas con ubres de circunferencias grandes y ubres más profundas (altura o volumen) tuvieron una mayor producción de leche comercial. Asimismo, la altura de la cisterna se relacionó positivamente con el porcentaje de grasa en la leche. En conclusión, las ovejas que tienen ubres más grandes con cisternas localizadas abajo del canal de salida del pezón son susceptibles de tener mayor producción de leche, mayores porcentajes de grasa en la leche y toman más tiempo para el ordeño a máquina (Mckusick *et al.*, 1999).

La circunferencia de la ubre y la altura, profundidad o volumen de la ubre previamente se han correlacionado positivamente con la producción de leche (Labussière *et al.*, 1981 Mavogenis *et al.*, 1988). En ovejas cruce de East Friesian, se estimó que por cada cm de incremento en la circunferencia de la ubre y altura de la ubre, hubo un incremento de 0.06 y 0.11 L respectivamente en la producción de leche comercial diaria. En este mismo trabajo, por cada cm de incremento en la longitud de la ubre, altura de la ubre y altura de la cisterna se obtuvo un incremento de 9.4, 4.8 y 15.1 segundos, respectivamente en el tiempo de la ordeña (Mckusick *et al.*, 1999).

En el trabajo con cruces de East Friesian, se presentó una relación significativa entre la altura de la cisterna y el porcentaje de grasa en la leche, el coeficiente de regresión fue de 0.12 (Mckusick *et al.*, 1999). Esto implicaría que las ovejas con cisternas profundas tienen la posibilidad de almacenar leche y grasa en la cisterna entre ordeños, y evitar los efectos dañinos de la leche residual sobre la secreción de los alvéolos en la ubre (Labussière *et al.*, 1978).

Los coeficientes de regresión negativos entre el ancho del pezón y los porcentajes de grasa (-0.57) y proteína (-0.25) en leche podría ser explicados por un efecto de dilución; es decir, conforme la producción de leche se incrementa, el

porcentaje de grasa y proteína en la leche disminuyen (Mckusick *et al.*, 1999). Sin embargo, Fernández *et al.* (1995), han demostrado que el ancho del pezón tiende a incrementarse con la producción de leche. En razas lecheras con baja altura de cisternas (Churra, Manxhega) no se encontraron correlaciones con la producción de leche. Sin embargo en razas altamente lecheras (Lacauna, Sarda) se han encontrado relaciones con la producción de leche.

En ovejas cruza de East Friesian y Lacaune las características de la ubre (profundidad, altura, ancho y circunferencia) se correlacionaron con la producción diaria de leche ($r= 0.21$ -a 0.50 ; $p < 0.1$). El área de la cisterna se correlacionó con la producción diaria de leche ($r=0.63$; $p < 0.0001$) el tamaño del pezón ($r=0.18$ a 0.25 ; $p < 0.01$) y altura de la ubre ($r= 0.20$; $p < 0.01$) (Thomas *et al.*, 2003)

En ovejas de la raza Bergamasca se evaluó la condición de la ubre y su correlación con la producción de leche en un sistema de producción de leche mixto. Las ovejas se ordeñaron por la mañana durante 60 días después del destete de los corderos (45 días). Las mediciones de la ubre se tomaron a los 30 y 60 días. Antes del destete, a los 30 días, todas las medidas de la ubre tuvieron bajos coeficientes de correlación y con la excepción de la profundidad de la ubre, todas fueron negativas. Después del destete, a los 60 días de lactación, las medidas de la circunferencia, profundidad y volumen de la ubre tuvieron correlación positiva con la producción de leche (Emediato *et al.*, 2008).

En vacas lecheras destacan correlaciones altas y negativas de la producción de leche con la profundidad y la inserción anterior de la ubre, lo que implica que al seleccionar ubres de gran profundidad o de inserción más adelantada, se produce una disminución en el valor productivo (Ayadi, 2003)

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área Experimental

El presente estudio se llevo a cabo en la unidad caprina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), ubicada en el ejido “Palma de la Cruz” Mpio. De Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., en el Km. 14.5 de la carretera San Luis – Matehuala. Se localiza en las coordenadas geográficas a 22° 12’ Latitud Norte y 100° 51’ Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich a 1835 msnm (INEGI, 1985). La clasificación del clima según Köppen corresponde a la fórmula B S kw”(w)(i’), que equivale a un clima seco estepario frio, con temperaturas medias anuales de 18°C siendo 7.5°C la mínima y 35°C la máxima, siendo los meses más calurosos mayo, junio y julio, presentando heladas desde principios de octubre hasta principios de abril. Las lluvias de mayor frecuencia se presentan en los meses de mayo y septiembre. La dirección de los vientos varia de NE a SE, los cuales son vientos moderados a débiles provenientes del Golfo de México (García, 1973).

Animales Utilizados

Se utilizaron 20 Hembras de la raza Nubia, manejadas bajo sistema de estabulación, entre dos y cinco partos, con un peso promedio de 48.13 kg \pm 10.81 kg en la fase inicial de lactancia. Las cabras se incorporaron al estudio a partir de la primera semana después del parto y permanecieron hasta la semana nueve de lactancia (ocho semanas de estudio).

Alimentación

Las cabras fueron alimentadas con alfalfa y avena fresca como forrajes base ad libitum, además se les proporcionó 0.600 kg de concentrado elaborado con sorgo, soya, gallinaza, paja de avena, minerales y sal. Para cubrir los requerimientos de materia seca (2.0 kg animal⁻¹ día⁻¹) y las necesidades de proteína cruda (16 % P.C.),

energía metabolizable (E.M. 2.0 Mcal kg⁻¹) para producción de 2.0 L de leche por animal⁻¹ día⁻¹.

Manejo General

Las cabras después del parto fueron mantenidas en confinamiento durante todo el estudio en corrales de malla ciclónica con una superficie de 7x7m² con disponibilidad de sombra, comederos donde recibieron la alimentación basada en forraje y concentrado, y libre acceso de agua limpia y fresca. El forraje se ofreció dos veces al día a las 10:00 y a las 14:00 hrs. Además del concentrado que se ofreció a las 8.00 hrs. Las medidas de la glándula mamaria se tomaron una vez por semana antes del ordeño. Durante el periodo experimental hubo previa separación de la cría desde la 16 horas del día anterior a la medición, al terminar de medir se regreso la cría con su madre.

Medidas de la Glándula Mamaria

Las seis medidas de la ubre se realizaron por cabra, cada siete días, previo ayuno y separación de sus crías desde un día anterior. Estas fueron: Perímetro de la glándula mamaria a nivel de separación de medios, perímetro de pezón, longitud de pezón, longitud del ligamento medio suspensorio, diámetro de pezón y diámetro de ubre.

Producción y Calidad de Leche

Para estimar la producción de leche se realizó un ordeño manual cada 7 días a las 8:00 hrs. durante ocho semanas, el volumen producido se midió con probetas (1 y 0.5 L), para este proceso, las crías se les restringió el amamantamiento un día antes del muestreo a partir de las 16:00 h. del día anterior, y se incorporaron con la madre al día siguiente al terminar el ordeño. El mismo día que se determinó la producción de leche, se tomaron muestras de 250 mL de leche por cabra. Las muestras se procesaron al momento que se colectaron, en el laboratorio de leche de la Facultad de Agronomía y Veterinaria para determinar la composición química de la leche (sólidos totales, grasa, proteína cruda, lactosa y sólidos no grasos) en porcentaje con un equipo MilkoScantm Minor tipo 78100.

Variables de Estudio

PGM: Perímetro de glándula mamaria, a nivel de separación de medios (cinta flexible, cm).

PP: Perímetro de pezón en su parte media (cinta flexible, cm).

LP: Longitud de pezón (cinta flexible, cm).

LLM: Longitud de ligamiento medio suspensorio (cinta flexible, cm).

DP: Diámetro de pezón en su parte media (compas de espesores, cm).

DU: Diámetro de la ubre en su parte media (compas de espesores, cm).

Figura 1. (Agraz, 1976; American Dairy Goat Association, 1997)

Producción de leche (L)

Calidad de leche (%)

Sólidos totales

Grasa

Proteína cruda

Lactosa

Sólidos no grasos

Análisis Estadístico

Los datos que se tomaron fueron analizados con el paquete de (SAS, 2001), Se efectuó un análisis de regresión lineal múltiple, así como correlación de Pearson. El modelo de regresión que se utilizó fue el siguiente.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \varepsilon_i$$

Donde:

Y_i : =Estimador de la producción de leche, y calidad de leche;

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$: parámetros de la ecuación de regresión

X_1 : Perímetro de la glándula mamaria (PGM)

X_2 : Perímetro de pezón (PP)

X_3 : Longitud de pezón (LP)

X_4 : Longitud del ligamento medio suspensorio (LLMS)

X_5 : Diámetro de pezón (DP)

X_6 : Diámetro de la ubre (DU)

ϵ_i : error aleatorio del i-ésimo individuo

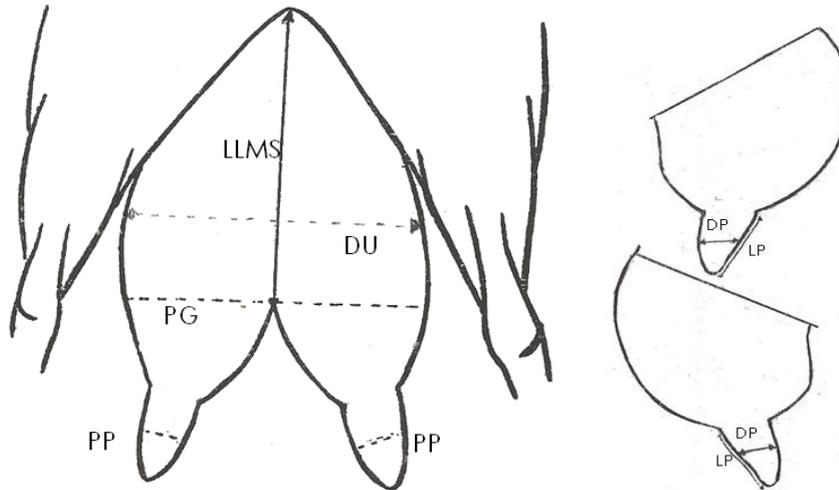


Figura 1. Medidas de la glándula mamaria que se tomaron en las cabras de raza Nubia en lactación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1, se describen las medias con su desviación estándar y coeficiente de variación de las variables de producción y composición de leche, peso corporal y medidas de la glándula mamaria de cabras de la raza Nubia en estabulación.

Las altas variaciones en la producción de leche y grasa cruda en la leche son datos que se dan con frecuencia, en el primer caso por las variaciones de alimentación, clima o manejo en general de las cabras y en el segundo caso, se ha observado que la grasa es el elemento más variable de los componentes de la leche.

Valencia *et al.* (2004) en cabras nativas las medidas de la ubre en dos años consecutivos (perímetro de ubre, 36 y 40.61cm; perímetro de pezón, 9.08 y 7.98 cm; y longitud de pezón, 5.45 y 5.85cm respectivamente) fueron menores pero la variabilidad fue igual de alta (14.06 y 15.44, 33.67 y 34.06, 24.2 y 39.03 % respectivamente) a los resultados obtenidos en este trabajo. Esta alta variabilidad concuerda con lo obtenido por Portillo (1994) en cabras Alpinas, Toggenburg y sus cruza con Saanen; y por Montalvo *et al.* (1988) en cabras Nativas y Mestizas.

En cabras de raza Alpina Francesa el diámetro total de la ubre fue de 17.08 ± 1.41 cm y el área total 124.50 ± 27.23 (cm²) Pérez *et al.* (2007). Aspecto, considerado como natural, debido a las características lecheras que tiene esta raza, comparada con la raza Nubia, que está considerada como animal de doble propósito.

En cabras de razas Malagueña, Florida, Murciana-Granadina, Payoya y Guadarrama, los datos de la morfología de la ubre fueron: altura de inserción posterior de la ubre (cm) 5.91, 6.40, 5.98, 5.81, 6.15, 6.02; el ancho de la ubre (cm) 7.02, 7.29, 6.58, 7.08, 6.46, 6.14 ; diámetro del pezón (mm) 23.36, 23.01, 24.44, 23.28, 20.36, 23.48 y profundidad del pliegue del ligamiento suspensorio medio (cm) 2.76, 3.69, 3.11, 3.16, 3.61, 3.17 respectivamente (Muñoz *et al.*, 2005).

Cuadro 1. Estadística descriptiva de la producción y composición de leche, peso vivo y medidas de la glándula mamaria de cabras de raza Nubia.

Variables	Media	D.E.	Máximo	Mínimo	C.V.
Producción de leche (L)	1.17	0.47	2.80	0.38	40.40
Sólidos totales (%)	12.77	1.54	17.51	8.86	12.08
Grasa cruda (%)	3.56	1.26	7.27	1.05	35.51
Proteína cruda (%)	3.80	0.58	6.92	3.02	15.37
Lactosa (%)	4.58	0.35	5.09	1.19	7.65
Sólidos no grasos (%)	9.25	0.56	12.00	8.39	6.00
Perímetro de glándula mamaria (cm.)	50.73	8.66	84.00	32.50	17.07
Perímetro de pezón (cm.)	9.97	2.67	18.50	5.00	26.80
Longitud de pezón (cm.)	6.64	1.48	11.50	3.50	22.22
Longitud del ligamento medio suspensorio (cm.)	19.24	2.72	26.00	11.00	14.16
Diámetro de pezón (cm.)	2.40	1.13	11.80	0.40	47.10
Diámetro de ubre (cm.)	16.88	2.52	23.50	12.00	14.94

En el cuadro 2 se describen los coeficiente de correlación entre la producción y calidad de la leche y las medidas de la ubre de las cabras de raza Nubia.

La producción de leche tuvo una alta correlación positiva con todas las medidas de la glándula mamaria ($p < 0.01$) excepto con diámetro del pezón ($p < 0.05$). Las medidas de la glándula mamaria con más altas correlaciones con la producción de leche fueron el perímetro de la glándula mamaria (PGM) y el diámetro de la ubre (DU). El perímetro del pezón (PP) y la longitud del ligamento suspensorio tuvieron coeficientes de correlación medios con la producción de leche. Los coeficientes de correlación más bajos correspondieron a la longitud del pezón (LP) y al diámetro del pezón (DP).

Con respecto a los componente químicos de la leche, los sólidos totales se correlacionaron negativamente con el diámetro de la ubre ($p < 0.05$), mientras que la grasa se correlacionó también negativamente con el perímetro de la glándula mamaria (PGM) y con el diámetro de la ubre (DU) ($p < 0.01$). Únicamente el contenido de lactosa se correlacionó positivamente con la longitud del pezón (LP) ($p < 0.01$). En todos los caso los coeficiente de correlación fueron bajos.

Cuadro 2. Coeficientes de Correlación de las variables de producción de leche y medidas de la glándula mamaria en cabras Nubia.

Variable	PGM	PP	LP	LLMS	DP	DU
Producción de leche	0.78**	0.54**	0.36**	0.63**	0.18*	0.76**
Sólidos totales	-0.13ns	-0.10ns	0.01ns	-0.23ns	-0.10ns	-0.19*
Proteína cruda	0.14ns	-0.03ns	0.08ns	-0.00ns	0.00ns	0.02ns
Grasa Cruda	-0.22**	0.12ns	0.04ns	-0.28**	-0.12ns	-0.22**
Lactosa	0.03ns	-0.06ns	0.20**	0.06ns	-0.14ns	0.05ns
Sólidos no grasos	0.17	-0.05ns	-0.02ns	0.03ns	-0.04ns	0.06ns

*Significancia ($p < 0.05$); **Significancia ($p < 0.01$).

PGM=Perímetro de glándula mamaria, PP=Perímetro de pezón, LP= Longitud de pezón, LLMS=Longitud de ligamento medio suspensorio, DP= Diámetro de pezón, DU= Diámetro de ubre.

Datos de correlaciones de la ubre y medidas de pezones con composición de la leche y características de calidad realmente son limitadas en la literatura.

Algunos trabajos muestran que la producción de leche en cabras lecheras está positivamente influenciada por el peso corporal (Gall, 1980) y las medidas de la ubre y el pezón (Linzell, 1966; Le Du y Benmederbel, 1984). Este último resultado coincide con lo encontrado en este trabajo.

Linzell (1966) y Gall (1980) observaron un coeficiente de correlación entre el volumen de la ubre y la producción de leche arriba de 0.50. Se ha demostrado en cabras de la raza Toggenburg correlaciones significativas de las características de la ubre con la producción de leche a los 180 días. Este aspecto podría ser importante para usarlo en las prácticas de cruzamiento (Wang, 1989). Aspecto es sustentado por otros resultados obtenidos con cabras lecheras de la raza Murciano-Granadina, dónde se obtuvo una correlación positiva y significativa ($p < 0.005$) entre la producción de leche y el volumen de la ubre ($p < 0.005$) Peris *et al.* (1999).

La alta correlación que se presentó entre la producción de leche con el perímetro de la glándula mamaria (PGM: $r = 0.78$) y el diámetro de la ubre (DU: $r = 0.78$) en este trabajo; coincide con lo mencionado en muestreos en dos años consecutivos en cabras Nativas, dónde la mayor correlación con producción de leche ocurrió con el perímetro de ubre con valores de 0.74 y 0.78 ($p < 0.01$) respectivamente (Valencia *et al.*, 2004).

En cabras Murciana-Granadina destacó la correlación positiva entre las medidas distancia vulva–inserción posterior de la ubre y profundidad de la ubre ($r = 0.20$) Arrebola *et al.* (2006). En ovejas lecheras la profundidad y volumen de la ubre se correlacionan positivamente con la producción de leche ($r = 0.60$) Gallego *et al.* (1994).

En cabras de raza Alpina Francesa el área total de la ubre tuvo una correlación significativa de 0.31 con la producción de leche (Pérez *et al.*, 2007). Este dato concuerda con lo encontrado por Mellado *et al.* (1991) en donde mencionan una correlación de 0.21 aunque difiere con lo reportado por otros autores (Montaldo *et al.*, 1988; Mavrogenis *et al.*, 1989), que mencionan correlaciones mayores de 0.81.

El perímetro del pezón se relacionó con la producción de leche en este trabajo ($r = 0.54$). Con respecto a esto, en razas ovinas lecheras tanto la circunferencia de la ubre como el ancho del pezón han sido correlacionadas significativamente con la producción de leche total y son considerados como buenos predictores de su conformación (Labussiére 1988, Fernández *et al.*, 1995). De las medidas de la glándula mamaria en ovejas de raza Awassi, la circunferencia de la ubre y el ancho del pezón tuvieron alta correlación con la producción total de leche ($r = 0.59$ a 0.73) y producción de leche total al día 70 ($r = 0.49$ a 0.80). Iñiguez *et al.* (2009). Sin embargo, Estos resultados difieren a los obtenidos por Mavrogenis *et al.* (1988) y

McKusick *et al.* (1999) los cuáles no obtuvieron correlación entre el ancho del pezón y la producción total de leche en ovejas Chios y ovejas cruzas de East Friesian.

En ovejas de la raza Churra, la profundidad de la ubre tuvo una correlación positiva para producción de leche ($r = 0.40$) y producción de proteína ($r = 0.38$) Fernández *et al.* (1997). Esta diferencia probablemente es debido a que la profundidad de ubre es una medida del tejido de la glándula mamaria y por lo tanto está directamente relacionada al potencial de producción de leche (Labussière, 1988). Los resultados obtenidos en este trabajo no muestran ninguna relación entre el contenido de proteína y las características de la ubre.

En ovejas de tipo Merino la producción de leche se relacionó negativamente con el contenido de proteína y sólidos totales ($r = -0.27$; $r = -0.51$) pero no hubo relación con el porcentaje de grasa ($r = 0.09$). El volumen de la ubre y el total de leche producida se relacionaron positivamente ($r = 0.71$) (Bencini y Purvis, 1990).

En ovejas East Friesian las correlaciones fenotípicas entre producción de leche y porcentajes de grasa, proteína y lactosa fueron -0.61 , -0.67 y 0.62 respectivamente (Scharch *et al.*, 2000).

Las ovejas cruce East Friesian con ubres de circunferencias grandes y ubres más profundas (altura o volumen) tuvieron una mayor producción de leche comercial. Asimismo, la altura de la cisterna se relacionó positivamente con el porcentaje de grasa en la leche. En conclusión, las ovejas que tienen ubres más grandes con cisternas localizadas abajo del canal de salida del pezón son susceptibles de tener mayor producción de leche, menores porcentajes de grasa en la leche y toman más tiempo para el ordeño a máquina (McKusick *et al.*, 1999).

Los coeficientes de regresión negativos entre el ancho del pezón y los porcentajes de grasa (-0.57) y proteína (-0.25) en leche podría ser explicados por un efecto de dilución; es decir, conforme la producción de leche se incrementa, el porcentaje de grasa y proteína en la leche disminuyen (McKusick *et al.*, 1999).

En el trabajo con cruzas de East Friesian, se presentó una relación significativa entre la altura de la cisterna y el porcentaje de grasa en la leche, el coeficiente de regresión fue de 0.12 (McKusick *et al.*, 1999). Esto implicaría que las ovejas con cisternas profundas tienen la posibilidad de almacenar leche y grasa en la cisterna entre ordeños, y evitar los efectos dañinos de la leche residual sobre la secreción de los alvéolos en la ubre (Labussière *et al.*, 1978).

En este trabajo el porcentaje de la grasa se correlacionó negativamente con el perímetro de la glándula mamaria ($r = -0.22$), diámetro de la ubre ($r = -0.19$) y la longitud del ligamento medio suspensorio ($r = -0.28$), a su vez, los sólidos totales se relacionaron negativamente con el diámetro de la ubre ($r = -0.19$). Ya sea demostrado que la producción de leche es influenciada por el tamaño de la glándula mamaria y la dimensión de las cisternas (Gallego *et al.*, 1983) y que conforme la producción de leche se incrementa, el porcentaje de grasa y proteína en la leche disminuyen (Mckusick *et al.*, 1999). Sin embargo, el porcentaje de lactosa estuvo relacionado con el largo del pezón ($r = 0.20$).

En la raza lechera Frizarta, ninguna de las medidas de la ubre o de los pezones se relacionó con los componentes de la leche (Kominakis, 2009). Sin embargo, Fernández *et al.* (1995), han demostrado que el ancho del pezón tiende a incrementarse con la producción de leche. En razas lecheras con baja altura de cisternas (Churra, Manxhega) no se encontraron correlaciones con la producción de leche. Sin embargo en razas altamente lecheras (Lacauna, Sarda) se han encontrado relaciones con la producción de leche.

Mediante el análisis de regresión lineal múltiple se obtuvieron ecuaciones para producción de leche considerando los coeficientes de regresión de los componentes de las características de la ubre (Cuadro 3). En estas ecuaciones la producción de leche, esta determinada por las medidas de la glándula mamaria en forma importante ($R^2: 0.74$).

Los coeficientes de regresión de las características de la glándula mamaria (perímetro de la glándula mamaria, longitud del ligamento medio suspensorio y diámetro de la ubre) no incidieron en el porcentaje de grasa en la leche, si consideramos el coeficiente de determinación de la ecuación ($R^2 = 0.12$).

En ovejas lecheras se han encontrado coeficientes de regresión negativos entre el ancho del pezón y los porcentajes de grasa (-0.57) y proteína (-0.25) en leche; lo cual podría ser explicados por un efecto de dilución; es decir, conforme la producción de leche se incrementa, el porcentaje de grasa y proteína en la leche disminuyen (Mckusick *et al.*, 1999).

Cuadro 3. Ecuaciones de predicción para la producción de leche y porcentajes de grasa a partir medidas de la ubre de cabras de raza Nubia.

Ecuación Regresión Lineal Múltiple	R ²
$Y_1 = -1.752 + 0.015(X^1) + 0.036(X^2) + 0.020(X^3) + 0.025(X^4) + (-0.054)(X^5) + 0.057(X^6)$	0.74
$Y_2 = 5.830 - 0.003(X^1) - 0.113(X^4) + 0.002(X^6)$	0.12

Y_1 = Producción de leche, Y_2 = Grasa cruda

CONCLUSIONES

En cabras de la raza Nubia las medidas de la glándula mamaria tienen una estrecha relación con la cantidad de leche producida, mostrando que a mayor volumen de la ubre habrá mayor cantidad de leche producida. Por otra parte este volumen de la glándula mamaria no mostró relación con la calidad de leche, a pesar de que debe existir relación calidad de leche: cantidad de leche producida. De acuerdo a que los sólidos y grasa en leche estarán más diluidos en mayor volumen de leche producida y viceversa.

LITERATURA CITADA

- Arrebola, F.A., B.J, González., M. Beltrán, M.J., Gil., M. Sánchez., A.M. Dueñas. 2006. Caracterización zoométrica mediante calificación morfológica lineal del caprino lechero de raza Murciano-Granadina en el valle de los pedroches. SEOC. Producción, Zamora.5:198-201.
- Ayadi, M. 2003. Evaluación de la estructura interna de la ubre mediante ecografía y efectos de la frecuencia de ordeño en vacas lecheras. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona, España.
- Bencini, R., I.W. Purvis. 1990. The yield and composition of milk from Merino sheep. *International Journal of Sheep and Wool Science*. 38:,71-73.
- Brotherstone, S. 1994. Genetic and phenotypic correlations between linear type traits and production traits in Holstein Friesian dairy cattle. *Anim. Prod.* 59:, 183-187
- Carta, A., S. Sanna., S. Ruda., S. Casu. 1999. Genetic aspects of udder morphology in Sarda primiparous ewes. In: *Milking and Milk Production of Dairy Sheep and Goats*. EAAP Publication no. 95, Wageningen Pers. pp. 363-368.
- Chene, N., J. Martal., J. Charrier. 1988. Ovine chorionic somatomam- motropin and fetal growth. *Reprod. Nutr. Dev.* 28:1707-1730.
- Das, D., N. S. Sidhu. 1975. Relation between udder and teat traits and milk yield in Barbari and Black Bengal breeds of goat, *Capra hircus*. *Indian J. Hered.* 7:,1.
- Emediato, R.M.S., E.R. Siqueira., M.M. Stradiotto., S.A. Maestía., S. Fernandes. 2008. Relationship between udder measurements and milk yield in Bergamasca ewes in Brazil. *Small Ruminant Research*. 75: 232-235.
- Fernández, G., P. Álvarez., F. San Primitivo., L.F. de La Fuente. 1995. Factors affecting variation of udder traits in dairy ewes. *J. dairy Sci.* 78:842-849.
- Fernández, G., J.A. Baro., L.F. de La Fuente., F. San Primitivo. 1997. Genetic parameters for linear udder trait of dairy ewes. *J. dairy Sci.* 78:842-849.
- Gall, C. 1963. Messungen an Milchziegen zur Darstellung von Beziehungen zwischen Koerperbau und Milchleistung. (Measurements on dairy goats for the determination of relationships between body type and milk production). *Inst. Tierzuecht. Vererb. Konstitutionsf. Monogr., Univ. Munich, West Germany*, No. 5.
- Gall, C. 1980. Relationship between body conformation and production in dairy goats. *J. Dairy Sci.* 63:1768-1781.
- Gallego, L., G., Caja, A. Torres. 1983. Estudio de la tipología y características morfológicas de las ubres de ovejas de raza Manchega desde el parto. *In: 3er*

- International Symposium on Machine Milking of Small Ruminants. Sever-Cuesta, Valladolid, Spain. pp., 100-116.
- Gallego, L., R. Bernabeu, P., Molina. 1994. Producción de leche: factores de variación. *In: Ganado Ovino. Raza Manchega.* L. Gallego, L., A. Torres, G. Caja (eds.). Mundi-Prensa, Madrid, 173-189.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246 p.
- Gonzalo, C. 1984. Contribución al estudio del ordeño manual y mecánico del ganado ovino en la región Castellano-Leonesa (study of the hand and machine milking of ewes from Castellano-Leonesa region). Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, 183 pp.
- Horák, F. 1971. Evaluation of the morphology of udder characters in the goat. *Hodnoceni tvarových vlastnosti yemen koz.* *Chovatel* 10:162.
- INEGI. 1985. Síntesis geográfica del estado de San Luis Potosí. México, D.F. 186 p
- Iñiguez, L., M. Hilali., D.L. Thomas., G. Jesry. 2009. Udder measurements and milk production in two Awassi sheep genotypes and their crosses. *J. Dairy Sci.* 92:4613-4620.
- Izadifard, J., M.J. Zamiri. 1997. Lactation performance of two Iranian fat-tailed sheep breeds. *Small Rumin. Res.* 24: 69-76.
- Labussière, J., J.F. Combaud., P. Pétrequin. 1978. Influence respective de la fréquence quotidienne des évacuations mammaires et des stimulations du pis sur l'entretien de la sécrétion lactée chez la brebis. *Ann. Zootech.* 27 :127-137.
- Labussière, J., D. Dotchewski, J.F., Combaud. 1981. Caractéristiques morphologiques de la mammelle des brebis Lacaune. Méthodologie pour l'obtention des données. Relations avec l'aptitude á la traite. *Ann. Zootech.* 30:115-136.
- Labussière, J. 1988. Review of physiological and anatomical factors influencing the milking ability of ewes and the organization of milking. *Livest. Prod. Sci.* 18:253-273.
- Le Du, J., B. Benmederbel. 1984. Aptitude des chèvres de race Saanen á la traite mécanique. Relations avec les caractéristiques physiques du trayon. (Machine milkability of Saanen breed. Relationships with teat physical traits). *Ann. Zootech.* 33: 375-384.
- Linzell, J.L. 1966. Measurement of udder volume in live goats as an index of mammary growth and function. *J. Dairy Sci.* 49:307-311.
- Kominakis, A.P., D. Papavasiliou, E. Rogdakis. 2009. Relationships among udder characteristics, milk yield and, non-yield traits in Frizarta dairy sheep. *Small Ruminant Research.* 84: 82-88

- McKusick, B.C., Y.M. Berger., D.L. Thomas. 1999. Preliminary results: Effects of udder morphology on commercial milk production of East Friesian crossbred ewes. P.49-60 in Proc. 5th Great Lakes Dairy Sheep Symp., University of Wisconsin-Madison, Dept. Anim. Sci., and University of Vermont, center for Sustainable Agriculture.
- Mavrogenis, A.P., C. Papachristoforou., P. Lysandrides., A. Roushias. 1988. Environmental and genetic factors affecting udder characters and milk production in Chios sheep. *Genet. Sel. Evol.* 20:477-488.
- Mavrogeni, P., C. Papachristoforou., P. Lysandrides., A. Roushias. 1989. Environmental and genetic effects on udder characteristics and milk production in Damascus goats. *Small Rumin. Res.* 2: 333-343.
- Mellado, M., R.H. Foote., E. Borrego. 1991. Lactational performance, prolificacy and relationship to parity and body weight in crossbred native goats in northern Mexico. *Small Rumin. Res.* 6: 167-174.
- Meyer, K., S. Brotherstone., W.G. Hill M.R. Edwards. 1987. Inheritance of linear type traits in dairy cattle and correlations with milk production. *Anim. Prod.* 44:1-12.
- Montaldo, V., H., M. Ochoa., J. J. López R. 1988. Relaciones fenotípicas entre tiempo de ordeña manual, flujo de leche, producción de leche y con formación de la ubre en cabras nativas y mestizas en México. En: *Memorias del Congreso Interamericano de Producción Caprina*. Torreón, Coah. México.
- Montaldo, H., F.J. Marínez-Lozano. 1993. Phenotypic relationships between udder and milking characteristics, milk production and California mastitis test in goats. *Small Ruminant Research.* 12:329-337.
- Moore, R.K., S. Higgins., B.W. Kennedy., E.B., Burnside. 1981. Relationships of teat conformation and udder height to milk flow rate and milk production in Holsteins. *Can. J. Anim. Sci.* 61: 493-501.
- Muñoz, E., G. Pérez., J. M. Micheo., O. González., A. Canals., J. Lozano., P. Díez de Tejada., R. Bolívar., M. Sánchez. 2005. Desarrollo de la metodología de calificación morfológica lineal en caprino de leche. *SEOC.* 390-393.
- Pérez, M, J. De Lucas., E. García., O. Salvador. 2007. Evaluación preliminar mediante el uso del ultrasonido de la relación área de la ubre con la producción de leche en cabras de la raza Alpina Francesa. *APPA - ALPA - Cusco, Perú.* p.1-3.
- Peris, S., G. Caja, X. Such. 1999. Relationships between udder and milking traits in Murciano-Granadina dairy goats. *Small Ruminant Research* 33:171-179.
- Portillo, L. J. J. 1994. Caracterización de la curva de lactancia en cabras

lecheras criadas en un sistema de producción semintensivo. Tesis Maestría. Facultad de Zootecnia. U. A. CH.

- Rovai, M., X. Such., J. Piedrafita., G. Caja., M.R. Pujol. 1999. Evolution of mammary morphology traits during lactation and its relationship with milk yield of Manchega and Lacaune dairy sheep. In: *Milking and Milk Production of Dairy Sheep and Goats*. EAAP Publication No. 95, Wageningen Pers, pp. 93-94.
- Rovai, M. 2001. Caracteres morfológicos y fisiológicos que afectan la aptitud al ordeno mecánico em ovejas de raza Manchega e Lacaune (Morphological and physiological traits that affect milk-ability in Manchega and Lacaune ewes). Tesis Doctoral, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona, 281 pp.
- SAS. 2001. *The SAS System for Windows, Release 9.00. SAS/STAT USER'S Guide*. Gary (INC) SAS Institute Inc. USA. 558 p.
- Sánchez, M., S. Vargas., D. López. 2002. Estudio para la caracterización del morfotipo lechero de la raza caprina Florida. XVII Jornadas Científicas de la SEOC, Valencia. *Producción Ovina y Caprina N° XXVII*: 933-939.
- Scharch, C., R. S. Rolf-DieterFahr. 2000. Factors affecting traits and udder health in East Friesian milk sheep. *Proceedings of the 6th Great Lakes Dairy Sheep Symposium*. Guelph, Ontario, Canada. p. 117-128.
- Steine, T. A. 1975. Factors affecting traits of economic importance in goats. *Meld. Norges Landbrukshøgsk.* 54:1.
- Thomas, D.L., Y.M. Berger., G. Caja. 2003. Udder traits of U.S. Dairy ewes and their effects on milking time and milk yield. *J. Anim. Sci.* Vol. 81, Suppl. 1/*J. Dairy Sci.* Vol. 86, Suppl.1. Joint Annual Meeting (Abstracts). Phoenix, Arizona. p.191.
- Valencia, C.C.M., J. Granados., C. A. Meza-Herrera., J. J. Quiñones-Vera. 2004. Medidas corporales, de ubre y ordeño en cabras Nativas. *Sistemas de Producción Agropecuaria - AGROFAZ Volumen 4 Número1*. pp. 459-463.
- Wang, P.Q. 1989. Udder characteristics in Toggenburg dairy goats. *Small Ruminant Research*. 2:181-190.