



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**RELACIÓN DE PESO Y MEDIDAS CORPORALES EN CABRAS DE RAZA
ALPINA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE**

Por:

Israel Almazán García

**Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista**

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Julio de 2012



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**RELACIÓN DE PESO Y MEDIDAS CORPORALES EN CABRAS DE RAZA
ALPINA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE**

Por:

Israel Almazán García

**Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista**

Asesores:

**Dra. Marta Olivia Díaz Gómez
Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero**

Revisor:


Ing. Beatriz Calderón Chávez

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Julio de 2012

El trabajo titulado **“Relación de peso y medidas corporales en cabras de raza alpina en la producción y calidad de leche”** fue realizado por: Israel Almazán García como requisito parcial para obtener el título de “Ingeniero Agrónomo Zootecnista”, fue revisado y aprobado por el suscrito comité de tesis.

Dra. Marta Olivia Díaz Gómez
Asesora



Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero
Asesor



Ing. Beatriz Calderón Chávez
Revisor



Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. a los 29 días del mes de Junio del 2012.

DEDICATORIA

A DIOS, Por darme la dicha de tener vida y ser una persona de bien.

A LA VIRGEN DE GUADALUPE, por protegerme y guiarme por el camino del bien.

A MIS PADRES CATALINA GARCÍA PINEDA Y FRANCISCO ALMAZÁN RUIZ
Por su enorme esfuerzo al darme la oportunidad de continuar estudiando y por su apoyo incondicional en todo lo que me propongo hacer.

A MIS HERMANAS MARIBEL, YULISA Y SONIA
Por sus sabios consejos. A Maribel por motivarme a terminar mis estudios y por su ayuda que siempre me brinda desinteresadamente.

A MIS TIOS MARICELA CRUZ Y GUILLERMO GARCÍA
Por el apoyo brindado durante mi formación profesional ya que sin su ayuda no hubiese sido posible este importante logro.

A MI ASESORA Dra. MARTA OLIVIA DÍAZ GÓMEZ
Por su paciencia, confianza, consejos y por motivarme para tener ese deseo de superación personal.

AL Dr. MANUEL ANTONIO OCHOA CORDERO E ING. BEATRIZ CALDERÓN
CHÁVEZ

Por su participación en la revisión de la presente.

AGRADECIMIENTOS

A MI UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, por darme la oportunidad de realizarme como profesionista.

A LA Dra. MARTA OLIVIA DÍAZ GÓMEZ, por su esfuerzo y dedicación para la realización del presente trabajo.

AL Dr. MANUEL ANTONIO OCHOA CORDERO E Ing. BEATRIZ CALDERÓN CHÁVEZ, por su participación en la revisión de la presente.

A MI FAMILIA, por el apoyo, confianza y consejos brindados durante mi realización como profesionista.

A MI TÍO JOSÉ REYES GARCÍA PINEDA, por su importante aportación para formarme como profesionista.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS, por brindarme su amistad y hacerme pasar buenos momentos dentro y fuera de las aulas, gracias; Félix, Omar, Alejandro, Javier, Efraín, Fernando, Roberto, Heriberto, Yarel, Salvador, Heriberto y Adalberto.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN	viii
SUMMARY	ix
INTRODUCCIÓN	1
Hipótesis	2
Objetivos	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Utilización de la Zoometría	3
Medidas Zoométricas y su Relación con el Peso Vivo	5
Mediciones Corporales como Indicadores de Producción de Leche	8
MATERIALES Y MÉTODOS	13
Descripción del Área Experimental	13
Animales Utilizados	13
Alimentación	13
Manejo General	13
Medidas Zoométricas	14
Peso de los Animales	14
Producción y Calidad de Leche	14
Medidas Corporales	14
Variables de Estudio	15
Análisis Estadístico	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
Estimadores Estadísticos de las Variables de Estudio	17
Correlaciones de la Producción y Composición de la Leche con Medidas Zoométricas	18

CONCLUSIÓN	22
LITERATURA CITADA	23

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Estadística descriptiva de la producción y composición de leche, peso vivo y medidas corporales de cabras de raza Alpina.....	18
2	Coefficientes de correlación Pearsons de la producción de leche y algunas medidas corporales de cabras de raza Alpina en producción de leche.	19
3	Ecuaciones de predicción de la producción y de algunos componentes de la leche a partir de varias medidas corporales de cabras de raza Alpina.....	21

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de peso y medidas corporales de cabras de raza Alpina en la producción y calidad de leche. Se analizaron los datos de peso corporal, altura a la cruz, longitud corporal, perímetro torácico, perímetro de vientre y ancho de grupa como variables independiente; producción de leche y calidad de leche (sólidos totales, grasa, proteína cruda, lactosa y sólidos no grasos %) como variables dependientes de 19 hembras caprinas de la raza Alpina, manejadas bajo sistema de estabulación, entre dos y cinco partos, con un peso promedio de 48 ± 10.8 Kg. en la fase inicial de lactancia. Los datos se analizaron a través de regresión lineal múltiple, así como correlación de Pearson. Las variables corporales que presentan una correlación media positiva y altamente significativa ($P < 0.01$) con la producción de leche son; el peso corporal, longitud corporal, altura a la cruz, perímetro torácico, ancho de grupa y perímetro abdominal y una R^2 de 0.635. La correlación más alta fue la de peso corporal. El contenido de sólidos totales de la leche presentó una correlación baja positiva (0.168) y significativa ($P < 0.05$) con perímetro abdominal únicamente, y un valor de R^2 de 0.181. La lactosa de la leche se observa una correlación baja, positiva y altamente significativa ($P < 0.01$) con peso corporal y perímetro torácico (< 0.05) y una R^2 de 0.197. El componente de sólidos no grasos de la leche mostró una correlación baja, positiva y significativa con peso corporal (< 0.05) y altamente significativa ($P < 0.01$) y positiva con perímetro torácico y ancho de grupa y un coeficiente de determinación de 0.207. De lo anterior se concluye que el peso y las medidas corporales (altura a la cruz, longitud corporal, perímetro torácico, perímetro abdominal y ancho de grupa) tuvieron una correlación con la producción de leche y la ecuación de predicción presentó un coeficiente de determinación de medio a alto. Lo que indica que puede ser usada como un criterio de selección para mejorar la producción de leche. Para el caso de sólidos totales, lactosa y sólidos no grasos estuvieron correlacionados con el peso y algunas medidas corporales. Sin embargo las ecuaciones de predicción presentaron coeficientes de determinación bajos. Lo que sugiere que se realicen otras investigaciones con las mismas medidas y un mayor número de observaciones.

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the effect of weight and body measurements Alpina breed goat production and milk quality. The data of body weight, height at withers, body length, heart girth, circumference of belly and rump width as independent variables, milk production and milk quality (total solids, fat, crude protein, lactose and solids-not fatty%) as dependent variables of 19 goats of the Alpine breed, managed under housing system, between two and five parity, with an average weight of 48 ± 10.8 kg in the initial phase of lactation were analyzed using multiple linear regression and Pearson correlation. The physical variables that have a positive correlation, highly significant ($P < 0.01$) with milk production are: body weight, body length, wither height, heart girth, hip width and waist circumference with an R^2 of 0.635. The highest correlation was body weight. The total solids content of milk showed a low positive correlation (0.168) and significant ($P < 0.05$) with waist circumference alone, and an R^2 value of 0.181. The lactose in milk shows a low correlation, positive and highly significant ($P < 0.01$) with body weight and chest circumference (< 0.05) and an R^2 of 0.197. The component of solid non-fat milk showed low correlation, positive and significant body weight (< 0.05) and highly significant ($P < 0.01$) and positive chest circumference and width of rump and an R^2 of 0.207. From the above it is concluded that the weight and body measurements (height at withers, body length, chest circumference, abdominal circumference and rump width) had a correlation with milk production and the prediction equation presented a coefficient of determination medium to high. Indicating that can be used as a selection criterion to improve milk production. In the case of total solids, lactose and solids non-fat were correlated with weight and some body measurements. However prediction equations had lower coefficients of determination. This suggests that additional research with the same measures and a greater number of observations were studied.

INTRODUCCIÓN

La crianza de cabras es una importante actividad económica de los granjeros que viven en áreas rurales donde no hay ningún otro medio de subsistencia. La cabra puede sobrevivir sobre arbustos y árboles, en medio ambiente adverso, en tierras con baja fertilidad alrededor del mundo. La cabra muestra mejor adaptación a la aridez que otros animales domésticos por su bajo recambio hídrico, adaptación a la salinidad y a las temperaturas elevadas, porque tiene un mayor reciclaje de nitrógeno endógeno y una población microbiana más estable a nivel de rumen (Boza, 1990).

Es por eso que el ganado caprino está presente en prácticamente todas las zonas áridas del mundo en que se mantiene una población animal doméstica, resultando que en muchos casos su uso ha sido considerado como una actividad marginal ejercida por grupos sociales en situación económica que a menudo no sobrepasaban los niveles de subsistencia (Paez, 2000).

El ganado caprino es hoy una de las alternativas más interesantes para el desarrollo de determinadas regiones del planeta. En general las principales producciones caprinas son la cárnica y la láctea, circunstancias que también se repiten en las zonas áridas y que condicionan totalmente los sistemas de explotación. Como es sabido los requerimientos nutricionales de la producción de carne por individuo, son inferiores a los de la producción láctea si bien los márgenes por cabeza de ganado se estiman como superiores en este último caso. Las zonas semiáridas del norte de México no son la excepción a lo que ocurre con la producción de cabras a nivel mundial.

Aunado a lo anterior esta la falta de técnicas de aplicación a las zonas rurales y a los sistemas de producción que permitan seleccionar animales que incidan en la producción de carne o leche. En este punto es importante realizar medidas morfológicas para evaluar las medidas corporales usadas para varios propósitos incluyendo predicción del índice de crecimiento, mejoramiento genético, condición corporal conformación y calidad de canal. Aunque el peso corporal es un rasgo económico importante en los animales para carne, rara vez se miden en las zonas rurales debido a la falta de escalas o algunas de las medidas del cuerpo se podrían utilizar para predecir la producción (Lambe *et al.*, 2008).

Además Carravilla *et al.* (1997) menciona la relación entre el tamaño de las ovejas adultas y la producción láctea es de gran interés, por la implicación que esta relación pueda tener en la eficiencia productiva de los animales y su posible repercusión sobre los programas de selección destinados a incrementar la producción láctea.

Hipótesis

El peso y las medidas corporales de cabras de raza Alpina no afectan la producción, ni la calidad de leche.

Objetivos

Efecto de peso y medidas corporales de cabras de raza Alpina en la producción y calidad de leche.

REVISIÓN DE LITERATURA

Utilización de la Zoometría

Los estudios etnológicos en caprinos son muy comunes en la literatura científica, lo que ha dado como resultado el desarrollo de métodos de caracterización racial y de la evaluación del comportamiento animal a partir de las medidas zoométricas que son fáciles de realizar (Mohammed y Amin, 1996; Zeuh *et al.*, 1997). En los estudios de clasificación, las medidas morfológicas corporales han servido para definir agrupaciones raciales (Herrera *et al.*, 1994; Bouchel *et al.*, 1997; Madubi *et al.*, 2000). Es decir mediante la zoometría se pueden determinar índices que permiten fijar patrones raciales a través de la obtención de diferentes medidas corporales y analizar sus relaciones. Por lo tanto, la zoometría, al incluir una serie de medidas e índices corporales, se considera como una herramienta valiosa para la clasificación de los animales en un biotipo determinado (Robledo, 1996) y al caracterizar la morfología de los caprinos, también se definen variables morfofuncionales que permiten la predicción del crecimiento y producción de carne (Vargas y Sánchez, 2001).

Debido a su objetividad, la metodología de control recomendada es la valoración morfológica lineal del animal (Luo *et al.*, 1997). El sistema de calificación lineal para caprinos lecheros lo ha desarrollado la American Dairy Goat Association (A.S.G.A.), basándose en el utilizado para vacuno Holstein, pero adaptado al caprino (Considine y Trimberger, 1985; A.D.G.A., 1997).

Las relaciones entre parámetros morfométricos y producción lechera en ganado caprino lechero, ha demostrado la existencia de correlaciones positivas entre producción de leche y peso corporal, tamaño del esqueleto, capacidad abdominal, volumen y forma y tamaño de la ubre, especialmente (Gall, 1980).

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

En cabras Criollas las características fenotípicas se pueden utilizar para determinar un patrón del tipo de animal que predomina en algún lugar. En cabras Criollas de Chile, distribuidas por edades (dientes de leche, 2 dientes, 4 dientes, 6 dientes y boca llena), los promedios de las medidas corporales para alzada a la cruz variaron de 55.9 ± 3.1 a 65.8 ± 2.8 cm; perímetro torácico de 61.3 ± 4.7 a 78.1 ± 11.4 cm; largo del cuerpo 88.8 ± 6.5 cm. Las medidas aumentan directamente con la edad de las cabras, especialmente al pasar de dientes de leche a cabras de 2 dientes. El perímetro torácico fue la medida de mayor variación lo cual puede estar relacionado con la condición corporal al momento del muestreo y el estado fisiológico de las cabras (Gallo y Wainwright, 1995).

Al respecto, los valores promedios obtenidos para la alzada en cabras adultas (entre 63,1 y 65,8 cm) son comparables a los obtenidos por Demanet *et al.* (1985) y por Cosio y Demanet (1984) (62,5 y 62,2 cm, respectivamente), en tanto que las cabras con dientes de leche solamente son más pequeñas. Devendra y Burns (1983) clasifican a las diferentes razas. según la alzada en grandes (> 65 cm), pequeñas (51-65 cm) y enanas (50 cm), de acuerdo a lo cual, la cabra criolla chilena cabría tanto en la primera como en la segunda clasificación, pudiendo hablarse de una alzada media.

Aunque las razas de cabras indígenas han sido clasificadas en dos grupos principales; cabras de orejas largas y cabras de orejas cortas (Mason y Maule, 1960), se requiere de una documentación más amplia sobre la cabra Tswana que se base en características corporales. En la cabra Tswana se tomaron medidas corporales (peso corporal (kg), diámetro torácico (cm), altura a la cruz (cm), altura a la cadera (cm), longitud del cuerpo (cm). La edad y sexo de las cabras Tswana influyeron en el peso corporal. Los machos fueron más pesados que las hembras después de los 12 meses de edad. Otras medidas corporales también se incrementaron con la edad en ambos sexos. Sin embargo, no existieron diferencias entre sexos debajo de los tres años de edad (Katongole *et al.*, 1996).

El peso vivo y otras características de conformación (altura a la cruz, diámetro torácico, altura a la cadera y longitud corporal) son semejantes a las obtenidas por otros investigadores (Mazumder *et al.*, 1983; Ruvuna *et al.*, 1988; Bhattacharya, 1989). Los machos crecieron más rápido y fueron más pesados; con medidas de conformación corporal superiores a las hembras. La edad de la cabra afectó significativamente las

características corporales. En base al tamaño corporal y altura a la cruz, la cabra Tswana puede clasificarse como una raza de tamaño medio de acuerdo a uno de los criterios de clasificación de cabras sugerido por Devendra y Mcleroy (1988).

Se tomaron medidas de todas las regiones corporales que el sistema de calificación lineal incluye como caracteres a evaluar en animales de la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Caprino de raza Murciano-granadina (311 cabras: de entre 30 y 150 días de lactación y 27 machos). Los datos fueron: altura a la cruz (65.59 cm); anchura de pecho (17.20 cm); ángulo de grupa (46.81°); anchura de grupa (15.17 cm) Arrebola *et al.* (2006).

Medidas Zoométricas y su Relación con el Peso Vivo

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

En Nigeria, las cabras se utilizan principalmente para producción de carne, siendo necesario obtener un peso adecuado de los animales al momento de la venta. Sin embargo, en muchas regiones debido a la pobreza de los ganaderos no tienen la viabilidad de tener una báscula; por lo cual, es adecuado utilizar estimaciones del peso de los animales mediante parámetros más sencillos de medir, como es diámetro torácico (Mayaka *et al.*, 1995).

Se utilizaron veinte ovejas y veinte cabras de tres diferentes localidades comerciales, y fueron evaluadas utilizando el peso y la circunferencia de pecho como los índices de mediciones. Hubo correlación (0.39-0.80) entre la circunferencia de pecho de las ovejas y el peso, con un índice predictivo de $W = (18.9 \pm 0.36) CG$ en donde más del 80% de la población se contabilizan y en el ganado caprino, la correlación de 0.40-0.76 y un índice predictivo $= (18.51 \pm 0.31) CG$ donde se encuentra más del 76% de la población. Por lo tanto, se llegó a la conclusión que la circunferencia de pecho es una herramienta útil en la predicción del peso vivo de las ovejas y cabras comerciales (Olatunji-Akioye y Adeyemo, 2009).

Se realizaron estudios para la predicción de la ecuación de peso por Ribeiro *et al.* (2004) en caprinos naturalizados, fue utilizado el peso corporal (PC), altura a la cruz (AC), longitud corporal (LC), perímetro torácico (PT), y longitud de las orejas (LO), de 750 hembras, siendo 62 del grupo genético Azul, y 25 del grupo genético Graúna, 347 de la raza Moxotó y 316 de la raza Cavindé, las evaluaciones fueron realizadas en animales adultos de más de dos años, las correlaciones entre las medidas fenotípicas estudiadas fueron bajas pero positivas y significativas ($P < 0.001$) y ($P < 0.005$) con excepciones para las características LO y AC en algunos grupos o razas. Se obtuvieron ecuaciones de regresión para estimar el peso a partir de LC y PT, que presentaron mayor coeficiente de determinación, las medidas PT y LC pueden ser útiles y servir como buen indicativo del peso corporal aunque con cierta limitación.

Se realizó un estudio en 21 rebaños localizados en la Mixteca Poblana para estimar características zoométricas en cabras criollas conocer sus interrelaciones y los efectos del tipo genético y edad sobre el peso corporal de los animales, los resultados indicaron un mayor peso de la cruce Nubia x Criolla en comparación con los criollos (31.2 vs 29.7 kg), existió un incremento en el peso con la edad la cual se estabiliza a partir de los tres años de edad, el peso corporal tuvo una correlación positiva alta ($P < 0.01$) con longitud corporal, perímetro torácico y abdominal además existieron correlaciones significativas entre las características corporales medidas (Herrera *et al.*, 1994).

El peso corporal tuvo una correlación más alta ($P < 0.01$) con longitud corporal, perímetro torácico y perímetro abdominal ($P < 0.01$), así mismo entre altura a la cadera con perímetro abdominal y longitud del cuerpo y finalmente entre peso corporal y perímetro abdominal, esto indica que a una mayor longitud del cuerpo, perímetro torácico o abdominal se espera un mayor peso del animal, independientemente de la edad (Herrera *et al.*, 1994).

Así mismo Resende *et al.* (2001) realizaron un estudio para estimar el peso vivo de hembras caprinas de la raza Saneen, a través de su correlación con el perímetro torácico, altura a la cruz y longitud corporal, se utilizaron 71 hembras de diferentes fases: cría, recria y adulta, las correlaciones entre el peso vivo y el perímetro torácico, altura a la cruz y longitud del cuerpo fueron 0.95, 0.43 y 0.91, respectivamente. Cuando los animales fueron divididos por edad (0-7 meses, 8-18 meses y más de 19 meses), las

correlaciones fueron 0.98, 0.75 y 0.90 para el perímetro torácico; 0.94, 0.56 y 0.58 para la altura a la cruz; y 0.94, 0.60 y 0.68 para la longitud corporal, respectivamente. Por lo que concluyen que el perímetro torácico fue la medida que tuvo la más alta correlación con el peso del animal, no siendo necesaria la utilización de las tres medidas.

Las medidas corporales importantes por su relación con la producción cárnica son la alzada a la cruz (65.76 cm. en hembras y 72.72 cm. en machos), el perímetro torácico (77.42 en hembras y 82.22 cm. en machos), la longitud escapulo-isquiática 97.99 cm. en hembras y 102.29 cm. en machos (Vargas *et al.*, 2001).

Al correlacionar el peso vivo de la población de caprinos con otras medidas zoométricas, se encontró que la correlación fue alta con perímetro abdominal (0.85), perímetro torácico (0.83), longitud escápulo-isquiática (0.75) y longitud del cuello (0.75), lo que indica que a una mayor longitud de cuerpo, perímetro torácico y abdominal se espera un mayor peso del animal (Vargas *et al.*, 2001), independientemente de la edad, como lo menciona Herrera *et al.* (1994).

En un estudio realizado por Mellado *et al.* (2004) encontraron que el peso de las cabras con más de un feto se empezó a incrementar a los 52 días de gestación, mientras que aquellas con un solo feto el peso corporal empezó a cambiar a los 59 días, presentándose un incremento de peso menor en estas últimas, comparadas con las cabras con dos fetos, así mismo se detectó también una mayor asociación entre la circunferencia abdominal total de las cabras con los días de gestación en comparación con la circunferencia parcial. Entre los días 91 y 114 de gestación el incremento de la circunferencia abdominal identificó 2/3 de las cabras con fetos múltiples, este método parece ser el más adecuado entre los métodos probados, porque esta medición es fácil y rápida (Mellado *et al.*, 2004). En este periodo de gestación el incremento en la circunferencia abdominal para cabras con uno o dos fetos fue de 5.8 ± 2.6 cm. y 6.5 ± 2.8 , respectivamente.

En un estudio realizado en vacas de doble propósito por Khalil *et al.* (2001) encontraron que todas las medidas tuvieron una relación considerable con el peso vivo, pero el perímetro torácico, como medida individual, resultó ser el mejor indicador del peso con coeficientes de correlación de 0.90 a 0.93. De las combinaciones dobles, el perímetro torácico junto con el largo corporal tuvieron las correlaciones más elevadas

con peso, independientemente del grupo racial y los valores no fueron separados cuando se incluyeron las tres medidas simultáneamente.

Estudios realizados por Fernández, (1971) reporta que hay una correlación positiva y altamente significativa entre el peso corporal y el perímetro torácico, se han encontrado coeficientes de correlación de 0.98 y 0.92 entre estas dos variables, lo que indica que a un incremento de peso corresponde un incremento del perímetro torácico.

Dzib-Can *et al.* (2006) encontraron que las medidas zoométricas y el peso vivo de machos y hembras aumentaron con la edad ($P \leq 0.05$). Machos y hembras de 1 año de edad solamente difirieron en la longitud cruz-grupa, siendo más largos los machos; a los dos años de edad los machos superaron a las hembras ($P \leq 0.05$) en peso vivo, altura a la cruz, altura a la grupa, perímetro torácico, profundidad del pecho y longitud cruz-grupa.

Las mediciones corporales se correlacionaron entre sí ($P \leq 0.01$) en machos y en hembras, lo que sugiere un crecimiento armónico y de dependencia entre estas medidas, lo que en conjunto puede medirse como el peso vivo, las correlaciones más grandes ($P \leq 0.01$) se obtuvieron entre el peso vivo y el perímetro torácico (Machos $r=0.77$, Hembras $r=0.82$), entre el peso y la altura a la cruz (Machos $r=0.70$, Hembras $r=0.60$), lo que indica que al aumentar el peso, tanto en machos como en hembras son más altos y anchos, lo que podría indicar que su tendencia como animales adultos es hacia un animal productor de carne; la longitud cruz-grupa no estuvo correlacionada ($P \geq 0.05$) con el peso vivo ($r=0.15$), mientras que en las hembras esa correlación ($r=0.29$) si fue significativa ($P \leq 0.01$); esto nos dice que los machos a la vez que aumentan de peso también son más altos y anchos, pero se mantienen cortos a diferencia de las hembras que al aumentar de peso son más altas, anchas y largas (Dzib-Can *et al.*, 2006).

Por lo cual Dzib-Can *et al.* (2006) concluyen que de acuerdo con las correlaciones fenotípicas entre las variables analizadas se observa que al aumentar de peso vivo los animales de ambos sexos son también más altos y anchos, lo que podría indicar que su tendencia como animales adultos es hacia un animal productor de carne.

Mahecha *et al.* (2002) trabajaron con bovinos de la raza Lucerna encontrando una alta correlación entre el peso vivo y cada una de las medidas corporales analizadas, sin embargo el perímetro torácico fue la medida bovinométrica que, a través de los años

conservó la tendencia más ajustada con respecto al peso vivo con coeficientes de correlación significativos ($P \leq 0.05$).

Mediciones Corporales como Indicadores de Producción de Leche

Los programas de selección intentan, entre otros aspectos, establecer correlaciones de la productividad láctea y algunas características corporales específicas, tomando en cuenta además que estos últimos permitan una mejor adaptación tanto a la función como a las condiciones ambientales.

Uno de los intentos de relacionar características corporales y habilidades productivas lácteas se refiere al peso vivo o tamaño corporal que mejor se adecuó. Así Lampeter (1976), encuentra una correlación de 0.28 entre producción de leche y peso vivo al nacimiento y de 0.24 respecto del peso vivo a la quinta semana de vida. Por su parte Sand y Mc Dowell (1978), obtienen una correlación de 0.39 y de 0.43 entre peso corporal, primera y segunda lactación respectivamente en ganado Saanen.

La sobrealimentación, como forma de aumentar rápidamente el peso vivo, no parece una vía para lograr mejores rendimientos lácteos, puesto que Gall (1981), en cabras sobrealimentadas encuentra correlaciones negativas entre grasa corporal, peso muscular y producción de leche, por lo que se concluye que no solo el volumen de alimento suministrado es importante, si no que más bien es el grado de utilización del mismo lo que hace la diferencia entre animales buenos y malos productores.

Medidas corporales parciales también han sido correlacionadas con la habilidad productiva láctea. Gall (1981) establece un valor de $r=0.13$ al considerar simultáneamente largo de lomo, largo de cabeza, profundidad de abdomen, amplitud de abdomen y producción de leche. Sand y Mc Dowell (1978) elevan este valor a 0.20 cuando consideran además de los señalados el peso corporal de los animales.

La velocidad de crecimiento puede influir negativamente en la producción de leche, puesto que Ricordeau y Mocquot (1967) encuentran un valor de $r = 0.14$ entre velocidades de crecimiento entre los 3 y 7 meses de edad y la producción láctea en los primeros 100 días.

La relación entre la medida lineal del cuerpo y los rasgos de la producción de leche de cabras Beetal mostró que la mayoría de las correlaciones fueron positivas y altas, la

relación entre las medidas corporales y la producción de leche se puede utilizar para predecir la producción de leche (Waheed *et al.*, 2011). De la relación entre la producción de leche y las medidas del cuerpo se puede inferir que las cabras con mejor cuerpo, peso y tamaño en general la leche producida es más (Waheed *et al.*, 2011).

Así mismo, Ronningen (1964) encontró que el peso de la cabra tiene una correlación significativa de 0.379 con la producción de leche. Similares resultados confirmaron esta relación (Mishra *et al.*, 1980) en cabras Sirohi con una correlación de 0.323. Similar conclusión obtuvo García (1981) al observar que la producción de leche y la duración de la lactancia están relacionadas positivamente con el peso del animal.

En la literatura es mencionado que el peso corporal es responsable de aproximadamente un 30 % de la variación de la producción de leche, las diferencias entre el tamaño de las razas han sido documentada al comparar los animales mestizos con las cabras lecheras puras. En estos estudios se manejan pesos adultos entre 30 y 40 kg. La diferencia en tamaño tiene una marcada influencia en la producción de leche en estabulación (Gall, 1980), como en cabras criollas en pastoreo (Mellado *et al.*, 1997) o en cruza de criollas y especializadas (García, 1981).

En los trabajos de investigación el tamaño corporal ha sido comúnmente utilizado como indicador de la capacidad de ingestión de los animales, fenómeno que favorece la condición nutricional de las cabras, aunque para la producción de leche influyan otros factores (Gall, 1980). Otro grupo de trabajos han buscado correlacionar medidas corporales con la producción de leche, encontrándose valores de 0.695 para la circunferencia del tórax y de 0.589 para la circunferencia del abdomen (Mishra *et al.* 1980). En esta línea Songjia *et al.* (1992), encontraron correlaciones con la circunferencia de tórax de 0.421 en cabras Saanen-Guanzhong y 0.377 para Guanzhong, una raza nativa de China en condiciones de estabulación, indicando mayor correlación entre tamaño corporal y producción de leche para la raza Saanen y su cruce y menor para la cabra nativa.

En un estudio realizado por Valencia *et al.* (2001) en cabras Nativas observó que las variables corporales que presentan una mayor correlación positiva y altamente significativa con la producción de leche para el primero y segundo año de estudio son; El perímetro torácico 0.78 y 0.62 el perímetro abdominal 0.67 y 0.64, seguidas por el

peso corporal 0.64 y 0.69 y ancho de grupa con valores altamente significativos de 0.62 y 0.60 respectivamente. En el primer año de estudio el primer componente que explica el 45.0 % de las variaciones totales una combinación lineal con una aportación proporcional de un gran número de variables, entre las que destacan las variables corporales como el peso, perímetro abdominal y ancho de la grupa (Valencia *et al.*, 2001). Lo mismo se presentó en el segundo año, en el que destaca la participación del peso, perímetro de tórax, perímetro abdominal y producción de leche.

El segundo componente en el primer periodo es un contraste entre la alzada, la longitud de pezones y tiempo de ordeña que presentan coeficientes altos (> 0.37) y negativos con valores como longitud corporal y producción de leche con coeficientes positivos (Valencia *et al.*, 2001). En este caso un valor alto y negativo del componente indica cabras con gran alzada y tiempos de ordeña altos, pero también de baja longitud corporal y menor producción de leche. Por el contrario, un valor alto y positivo de este componente está asociado con cabras largas y de buena producción de leche (Valencia *et al.*, 2001).

El tercer componente en el primer año explica el 11 por ciento de la variación total, y se interpreta como un contraste entre profundidad de tórax y la producción de leche, finalmente el cuarto componente del primer año contrasta el perímetro torácico y altura de la ubre explicando el 7.4 por ciento de la variación total (Valencia *et al.*, 2001).

Concluyendo así que las variables más importantes con relación a la producción de leche en las cabras son en orden de importancia el perímetro torácico, el perímetro abdominal, el ancho de la grupa, el perímetro de la ubre y el perímetro del pezón. Los resultados de los dos años mostraron gran consistencia en lo que se refiere a la relación entre las variables estudiadas y la producción de leche (Valencia *et al.*, 2001).

En un estudio realizado en Llamas por Leyva *et al.* (2007) se encontró que el volumen de producción de leche fue similar en las primeras 7 semanas de lactación (252 ± 85 ml por el periodo de 4 horas de producción). Las correlaciones entre la variable de producción de leche y las medidas corporales de las madres no tuvieron significancia estadística con excepción de las correlaciones con perímetro de vientre ($p < 0.001$) y con perímetro de tórax ($p < 0.1$).

Por otra parte estudios realizados por Rodríguez *et al.* (2005) en borregas de la raza Churra, encontraron correlaciones fenotípicas y genéticas entre la producción de leche y el peso corporal de 0.09 y - 0.42 respectivamente, se encontró una muy pequeña correlación genética positiva (0.08) en borregas de raza Chios, y ligeramente negativa en cabras de raza Damasco (-0.08), entre el peso vivo al momento de la cubrición y la producción lechera estandarizada a 90 días (Mavrogenesis y Papachristoforou, 2000).

Así mismo en una investigación realizada en vacas lecheras de la raza Kenana se determinó la producción de leche, la relación entre las medidas corporales lineales, la edad y la producción de leche, las variables estudiadas fueron la producción de leche diaria (PLD), días en leche (DL), altura a la cruz (AC), perímetro torácico (PT), perímetro abdominal (PA), y la longitud del cuerpo (LC). Los coeficientes de correlación entre la producción de leche y las medidas lineales del cuerpo fue de 0.36, 0.20, 0.54 y 0.28 para el perímetro torácico, perímetro abdominal, longitud del cuerpo, y altura a la cruz, respectivamente (Musa *et al.*, 2011).

Por lo general, no quedó una correlación positiva entre producción de leche y todas las medidas corporales lineales, la correlación entre las medidas corporales lineales y el rendimiento de leche por día fueron estadísticamente significativas ($P < 0.01$), la mejor correlación con la producción de leche en el ganado Kenana es la longitud del cuerpo ($r=0.767$) seguido por la circunferencia abdominal ($r=0.72$) y la altura a la cruz ($r=0.124$) (Musa *et al.*, 2011).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área Experimental

El presente estudio se llevó 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 frío, 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 varía de NE a SE, los cuales son vientos moderados a débiles provenientes del Golfo de México (García, 1973).

Animales Utilizados

Se utilizaron 19 Hembras de la raza Alpina, manejadas bajo sistema de estabulación, entre dos y cinco partos, con un peso promedio de 48 ± 10.8 kg. en la fase inicial de lactancia. Las cabras se incorporaron al estudio a partir de la primera semana después del parto y permanecieron en éste hasta la semana ocho de lactancia.

Alimentación

Las cabras fueron alimentadas con alfalfa y avena fresca como forrajes base a libertad, además se les proporciono 0.600 kg de concentrado elaborado con sorgo, soya, gallinaza, paja de avena, minerales y sal. El cual confería 16 % P.C.

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 alfalfa 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.

Medidas Zoométricas

Las cinco medidas corporales se realizaron por cabra, cada siete días, previo ayuno y separación de sus crías desde un día anterior.

Peso de los Animales

El peso de las cabras fue medido con una báscula (eléctrica marca eziweight tru-test, con capacidad de 1000 kg), al empadre, al inicio del último tercio de la gestación, antes del parto, al parto, y posteriormente cada semana, previo ayuno de 12 hrs.

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, a las crías se les restringió el amamantamiento un día antes del muestreo a partir de las 16:00 hrs. 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 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.

Medidas Corporales

AC: Altura a la cruz, es la distancia desde el punto más elevado de la línea media de la cruz al suelo (escuadra ajustable, cm.).

LC: Longitud de las regiones dorsal que comprende la unión con el cuello en la línea media superior, hasta la unión con la primera vértebra coccígea (nacimiento de la cola, cinta flexible, cm.)

PT: Contorno alrededor del tórax, debiendo pasar por el hueco subesternal y la apófisis dorsal de la 5ª vértebra dorsal (cinta flexible, cm.)

PA: Perímetro abdominal en su parte media, pasando por el ombligo y en línea recta hacia arriba, en el límite de la de la región dorsal y lumbar (cinta flexible, cm.)

AG: Anchura de la grupa, de una articulación coxofemoral a la otra (compás de espesores, cm.) (Agraz, 1976; American Dairy Goat Association, 1997)

Variables de Estudio

Variables independientes:

Peso corporal (kg.)

Altura a la cruz (cm.)

Longitud corporal (cm.)

Perímetro torácico (cm.)

Perímetro abdominal (cm.)

Ancho de grupa (cm.)

Variables dependientes:

Producción de leche

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; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4,$

β_5, β_6 : parámetros de la ecuación de regresión

X_1 : Peso corporal (PV_1)

X_2 : Altura a la cruz (AC_2)

X_3 : Longitud corporal ($LRDC_3$)

X_4 : Perímetro torácico (PT_4)

X_5 : Perímetro abdominal (PV_5)

X_6 : Ancho de grupa (AC_6)

ε_i : error aleatorio del i-ésimo individuo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estimadores Estadísticos de las Variables de Estudio

Los estimadores estadísticos de las variables analizadas en el periodo de muestreo se presentan en el Cuadro 1. Se puede apreciar que la producción y la composición de la leche muestran una mayor variabilidad, con excepción de lactosa y sólidos no grasos. De las medidas corporales el peso corporal y el perímetro abdominal son las que destacan por su alta variación, siendo estas mayores de lo que menciona Valencia *et al.* (2001). Sin embargo altura a la cruz, longitud corporal, perímetro torácico y ancho de grupa tienen menor variación a lo reportado por el mismo investigador.

El porcentaje de materia grasa de este trabajo presenta una variabilidad mayor a los demás componentes de la leche, pero ésta es ligeramente menor a lo reportado por Alsina *et al.* (2002). Mencionan que la variación puede atribuirse a los cambios que experimento la grasa durante el periodo de lactancia. En segundo lugar por su variabilidad (16.07 %) se encuentra la proteína cruda con un contenido de 2.26 a 5.16 % que es muy similar a lo reportado por Alsina *et al.* (2002).

La misma tendencia con una variabilidad alta de 35 y 22 % la grasa y proteína cruda de la leche respectivamente, es publicado por Peris *et al.* (2002). Los contenidos de los principales nutrientes (grasa y proteína) así, como de sólidos totales de la leche analizada en este trabajo están dentro de los rangos que reportan otros investigadores (Albanell *et al.*, 1999: 3.10 – 9.30% de grasa, 2.45 – 5.22% para proteína y 10.41 – 19.53% para sólidos totales; Salvador *et al.*, 2006: 3.34 – 4.58% de grasa, 2.79 – 4.25% de proteína y 11.17 -13.47% de sólidos totales; Park *et al.*, 2007: 3 – 3.6% de grasa, 2.7 - 3.5% de proteína cruda 11.3 – 12.7% de sólidos totales; Carnicella *et al.*, 2008: 3.5 % de grasa, 3.4 % proteína y 4.6% de lactosa, en cabras de raza Maltesa).

Las diferencias en los porcentajes de los componentes podrían adjudicarse a factores como la raza, alimentación, nivel de producción, estado de la lactación (semanas postparto) efecto del año, número de lactación, sistemas de producción, etc. (Rodríguez *et al.*, 2005). Así mismo se menciona que las variaciones en la composición química de la leche pueden deberse a: La alimentación, el periodo de lactancia, la edad del animal, la estación del año, la cantidad de leche producida y la fisiología individual del animal,

sin embargo, las principales diferencias se encuentran en los tenores de proteína y materia grasa los que se modifican particularmente por el régimen alimenticio (Grappin *et al.*, 1981).

Cuadro 1. Estadística descriptiva de la producción y composición de leche, peso vivo y medidas corporales de cabras de raza Alpina.

Variables	Media	D.E.	Mínimo	Máximo	C. V.
Producción de leche (L)	1.359	0.516	0.300	2.650	37.969
Sólidos totales (%)	11.415	1.496	8.580	16.780	12.869
Grasa cruda (%)	3.080	1.076	0.980	6.550	34.935
Proteína cruda (%)	3.105	0.499	2.260	5.160	16.070
Lactosa (%)	4.248	0.278	3.020	4.800	6.544
Sólidos no grasos (%)	8.313	0.528	7.440	10.510	6.351
Peso corporal (kg.)	44.629	9.198	27.440	66.000	20.609
Altura a la cruz (cm.)	68.082	4.202	49.000	79.000	6.171
Longitud corporal (cm.)	70.049	5.527	56.000	86.000	7.890
Perímetro torácico (cm.)	85.743	6.416	63.000	99.000	7.482
Perím. abdominal(cm.)	97.700	8.660	80.000	115.000	8.863
Ancho de grupa (cm.)	16.503	1.308	13.000	19.500	7.925

Correlaciones de la Producción y Composición de la Leche con Medidas Zootécnicas

En el cuadro 2 se observan los resultados de las correlaciones de las variables de estudio, los resultados indican que las variables corporales que presentan una correlación media positiva y altamente significativa con la producción de leche son; el peso corporal, longitud corporal, altura a la cruz, perímetro torácico, ancho de grupa y perímetro abdominal. La correlación más alta fue la de peso corporal, la cual es coherente con la reportada (0.62 a 0.78) por Valencia *et al.* (2001), pero las medidas corporales presentaron una correlación menor a lo reportado por estos mismos investigadores. Por su parte Sans y Mc Dowell (1981), obtienen una correlación de 0.39 y de 0.43 entre peso corporal, primera y segunda lactación respectivamente en ganado Saanen.

De la relación entre la producción de leche y las medidas del cuerpo se puede inferir que las cabras con mejor cuerpo, peso y tamaño en general producen más leche (Waheed *et al.*, 2011). En la literatura es mencionado que el peso corporal es responsable de aproximadamente un 30 % de la variación de la producción de leche, la diferencia entre el tamaño de las razas ha sido documentada al comparar los animales mestizos con las cabras lecheras puras. En estos estudios se manejan pesos adultos entre 30 y 40 kg. La diferencia en tamaño tiene una marcada influencia en la producción de leche en estabulación (Gall, 1980), como en cabras criollas en pastoreo (Mellado *et al.*, 1991) o en cruza de criollas y especializadas (García, 1981).

Cuadro 2. Coeficientes de correlación Pearsons de la producción de leche y algunas medidas corporales de cabras de raza Alpina en producción de leche.

Variable	PC	AC	LC	PT	PA	AG
Producción de leche	0.669**	0.392**	0.439**	0.380**	0.210**	0.361**
Sólidos totales	0.095ns	-0.039ns	0.030ns	0.168*	-0.140ns	0.141ns
Grasa Cruda	0.050ns	-0.025ns	-0.010ns	0.128ns	0.085ns	0.108ns
Proteína Cruda	0.079ns	-0.050ns	0.037ns	0.080ns	-0.049ns	0.156ns
Lactosa	0.249**	0.033ns	0.124ns	0.196*	-0.106ns	0.132ns
Sólidos no grasos	0.157*	-0.038ns	0.101ns	0.225**	-0.074ns	0.208**

*Significancia (P<0.05), **Significancia (P<0.01).

PC= Peso corporal, AC= Altura a la cruz, LC= Longitud corporal, PT= Perímetro torácico, PA= Perímetro abdominal, AG= Ancho de grupa.

Los coeficientes de correlación de las medidas corporales de perímetro torácico, perímetro abdominal, longitud del cuerpo y altura a la cruz de este trabajo son mayores a los logrados por Musa *et al.* (2011). Los cuales publican coeficientes de correlación entre la producción de leche y las medidas lineales del cuerpo de 0.36, 0.20, 0.54 y 0.28 para el perímetro torácico, perímetro abdominal, longitud del cuerpo, y altura a la cruz, respectivamente. La excepción fue la longitud corporal que tiene una correlación menor en este trabajo a los mencionados anteriormente.

Sin embargo otro grupo de investigadores han encontrado correlaciones mayores a las de este trabajo en las medidas de perímetro torácico y circunferencia de abdomen con

la producción de leche, con valores de 0.695 para la circunferencia del tórax y de 0.589 para la circunferencia del abdomen (Mishra *et al.* 1980). En esta línea Songjia *et al.* (1992), encontraron correlaciones con la circunferencia de tórax de 0.421 en cabras Saanen-Guanzhong y 0.377 para Guanzhong, una raza nativa de China en condiciones de estabulación, indicando mayor correlación entre tamaño corporal y producción de leche para la raza Saanen y su cruce y menor para la cabra nativa. Aunque la correlación para la raza Guanzhong es muy parecida a la encontrada con las cabras de raza Alpina de este trabajo.

El contenido de sólidos totales (cuadro 2) de la leche presentó una correlación baja positiva (0.168) y significativa ($P < 0.05$) con perímetro abdominal únicamente, y un valor de R^2 de 0.181 (Cuadro 3). Es importante mencionar que de los componentes de la leche los que se consideran importantes, mayores o de interés económico en la industrialización de la leche son la grasa y la proteína cruda (Peris *et al.*, 1997; Macciotta *et al.*, 2005). Pero Guo *et al.* (2003) menciona además que el contenido de sólidos totales de la leche como predicción del rendimiento quesero, además de la proteína cruda, de esta última se considera que la caseína es la que determina la formación del cuajo, el coeficiente de recuperación de los sólidos totales de la leche, aumenta o disminuye de acuerdo al contenido de caseína de la leche (Lenoir y Scneid, 1987, Martini *et al.*, 2008) Es importante mencionar que de los tipos de caseínas la β es una proteína coagulable y es responsable de la producción de queso Sampelayo *et al.* (1998). La grasa de la leche es otro compuesto químico involucrado en el rendimiento de queso, incrementos en el porcentaje de glóbulos de grasa con diámetros mayores a 5 μm están relacionados con una pobre aptitud en producción de queso (Martini *et al.*, 2008). Sin embargo en este trabajo, los componentes de la leche de tipo económico como lo son el contenido de grasa y proteína cruda de la leche, presentaron un coeficiente de correlación no significativo con el peso corporal y medidas lineales de las cabras Alpinas. La posible causa es el bajo peso corporal de los animales que conduce a una menor disponibilidad de reservas corporales para la síntesis de componentes de la leche.

Para el caso de la lactosa de la leche (cuadro 2) se observa una correlación baja, positiva y altamente significativa ($P < 0.01$) con peso corporal y perímetro torácico (< 0.05). El componente de sólidos no grasos de la leche mostró una correlación baja,

positiva y significativa con peso corporal (<0.05) y altamente significativa (P<0.01) y positiva con perímetro torácico y ancho de grupa.

Los análisis de regresión lineal simple y múltiples fueron usados para obtener las ecuaciones de predicción de la producción y composición de la leche a partir del peso corporal y medidas lineales corporales, que se aprecian en el Cuadro 3. Se obtuvieron ecuaciones de predicción para producción de leche, sólidos totales, lactosa y sólidos no grasos basadas en el peso corporal y diferentes medidas corporales. Considerando el valor del coeficiente de determinación (R^2) para las ecuaciones de los componentes de la leche son bajos lo que nos indica que hay otros factores (raza, alimentación, manejo, etc.) que determinan el contenido de estos nutrientes en la leche. Sin embargo el valor de R^2 para la producción de leche es alto y se considera el peso corporal y las medidas corporales (altura a la cruz, longitud corporal, perímetro torácico, perímetro abdominal, ancho de grupa) como buenos predictores de la producción. En el caso de cabras son pocos los trabajos que se han desarrollado para estimar la producción y composición de leche a partir de medidas lineales. Sin embargo, las medidas morfométricas son muy utilizadas como herramienta para hacer estimación del peso corporal (Cam *et al.*, 2010; Ojedapo *et al.*, 2007; Khan *et al.*, 2006).

Cuadro 3. Ecuaciones de predicción de la producción y de algunos componentes de la leche a partir de varias medidas corporales de cabras de raza Alpina.

Ecuación	R^2
Regresión lineal simple	
$Y_1=9.024 +0.053(X_4)$	0.181
Regresión lineal múltiple	
$Y_2=0.64+0.049(X_1)+0.009(X_2)+0.015(X_3)+-0.020(X_4)+0.00(X_5) +0.091(X_6)$	0.635
$Y_3=4.42+0.009(X_1)+0.002(X_4)$	0.197
$Y_4=7.11+-0.003(X_1)0.022(X_4)+0.073(X_5)$	0.207

Y_1 = Sólidos totales; Y_2 = Producción de leche, Y_3 = Lactosa, Y_4 = Sólidos no grasos.

CONCLUSIÓN

El peso y las medidas corporales (altura a la cruz, longitud corporal, perímetro torácico, perímetro abdominal y ancho de grupa) tuvieron una correlación con la producción de leche y la ecuación de predicción presentó un coeficiente de determinación de medio a alto. Lo que indica que puede ser usada como un criterio de selección para mejorar la producción de leche. Para el caso de sólidos totales, lactosa y sólidos no grasos estuvieron correlacionados con el peso y algunas medidas corporales. Sin embargo las ecuaciones de predicción presentaron coeficientes de determinación bajos. Lo que sugiere que se realicen otras investigaciones con las mismas medidas y un mayor número de observaciones.

LITERATURA CITADA

- ADGA. 1997. American Dairy Goat Association: linear appraisal program guidebook. POBOX 865. Spindale, NC 28160.
- Agraz, G.A.A.1976. Estudio zoométrico de tres razas caprinas. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina, 210 pp.
- Albanell, E., Peris, S., Rovai, M., Caja, G., Such, X. 1999. Análisis de leche de cabra mediante técnica de espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRs). *ITEA*, España, 20 (1): 161-163.
- Alia Robledo, M.J. 1996. La base animal en el ganado caprino. En: Buxadé, C. (Ed.). *Zootecnia. Bases de producción animal. Producción caprina*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid España.
- Alsina, D.A., Althaus, R.L.; Santini, Z.G. Freyre, M.; Meinardi, C.A. Díaz, J.R. 2002. Variación de la composición química de la leche de cabra criolla a lo largo de la lactación. XXVII Jornadas Científicas y VI Jornadas Internacionales de Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. 214 – 223 p.
- Aparicio, S.G. 1960. *Zootecnia especial, Etnología compendiada*. Imprenta Moderna, Córdoba, España, pp. 150-179.
- Arrebola, F. A., González, B.J., Beltrán, M., Gil, M.J., Sánchez, M., Dueñas, A.M. 2006. Caracterización zoométrica mediante calificación morfológica lineal del caprino lechero de raza murciano-granadina en el valle de los pedroches. *SEOC. Zamora-5. Producción*. p. 198-201.
- Bhattacharya, A.N. 1989. Characteristics of Ardhi goats in Saudi Arabia. *Small Ruminant Research* 2(3): 217-224.
- Bouchel, D., J.J. Luvergne, E. Guibert y F. Minvielle.1997. Etude morphobiométrique de la chèvre du Rove. I. Hauteur au garrot (HG), profondeur du tórax (PT), vide sous-sternal (vss) et índice de gracilité sous-sternale (lgs) chez les femelles. *Revue Méd. Vét.*, 148: 37-46.
- Boza, J.1990. Sistemas de producción caprina en las zonas áridas del sureste de la península Ibérica. Simposio Internacional de Explotación caprina en Zonas Áridas. *Terra Arida*, 23-35.
- Cam, M.A.; Olfaz, M.; Soydan, E. 2010 Possibilities of using morphometrics characteristics as a tool for body weight prediction in Turkish hair goats (Kilkeci). *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 5 (1): 52-59.
- Carnicella, D., M. Darío, A.M.C. Caribe, B. Laudadio, C. Darío. 2008. The effect of diet, parity, year and number of kids on milk yield and milk composition in Maltes goats. *Small Rumin. Res.* 77: 71-74.
- Carravilla, S., de la Fuente, L.F., San Primitivo, F. 1997. Factores de variación del peso vivo en ovejas de la raza Churra. *ITEA* 18(01): 339-341.

- Considine, H., Trimberger, G.W. 1985. Dairy Goat Judging Techniques. Dairy Goat Journal Publishing Corporation.
- Cosio, F., Demanet, R. 1984. Estudio. Análisis de los sistemas caprinos de la zona mediterránea semiárida de Chile. Quillota y Llay. V Región No.1.
- Demanet, E., Cosio, F., Gastó, J. 1985. Estudio. Operaciones de desarrollo para predios caprinos ecosistemas pastorales de la zona mediterránea árida y semiárida de Chile. Vol. II No. 1 Universidad Católica de Chile. Escuela de Agronomía, Departamento de Producción Animal, Valparaíso, Chile.
- Devendra, C., Burns, M. 1983. Goat production in the tropics. Commonwealth Agricultural Bureaux, Unwin Brothers Ltd., Surrey, England.
- Devendra, C., McLeroy, G.B. 1988. Goat and Sheep Production in the Tropics ELBS/longman, London, UK.
- Dzib, C.A., Ortiz de Montellano A., Torres H.G. 2006. Variabilidad Morfoestructural de Ovinos Blackbelly en Campeche México. Arch. Zootec. 60 (232): 1291-1301.
- Fernandez, B.S. 1971. La Alpaca, Reproducción y crianza, Instituto veterinario de investigaciones tropicales y de altura. Boletín de divulgación No. 7. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú.
- Gall, C. 1981. Milk production in goats. Gall, C. Ed. Academic Press. 309.
- Gall, C., W. Pauckner y H. Phillppen. 1980. Perspectives on the utilization of goats. Anim. Res. Dev. 14: 7-16.
- Gallo, S.C., Wainwright, C.I. 1995. Algunas características fenotípicas de rebaños de cabras criollas de la IX y X regiones de Chile y peso al nacimiento de sus crías. Avances de Medicina Veterinaria. 10 (1) Sitio desarrollado por SISIB: Universidad de Chile.
- García, D. 1981. Genetic analysis of a crossbreeding experiment using improved dairy goat breeds and native goats in a dry tropical environment. Tesis Ph. D. University of California USA.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen UNAM. P 246.
- Grappin. R., R. Jennet, R. Pillet, A. Toquin. 1981. A study of goat's milk. I, Contents of fat, protein and nitrogenous fractions. Lait. 61. pp. 117-133.
- Guo, R. M., Park, Y. W., Dixon, P. H., Guilmore, J. A. y Kindstedt, P. S. 2003. Relationship between the yield of chesse (Chevré) and chemical composition of goat milk. Small Rumin. Res. 52: 103-107.
- Hernández, Z.J.S. 2000. Caracterización etnológica de las cabras criollas del sur de Puebla (México). Tesis de doctorado. Universidad de Córdoba. Córdoba, España, 260 p.
- Herrera, H. J. G., Vargas, L.S., Castro, R.D. 1994. Interrelaciones entre características zoométricas de las cabras criollas en las Cordillera del Tentzo, México. Memorias IX Reunión nacional sobre caprinocultura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz B.C. México, pp. 175-178.
- INEGI. 1985. Síntesis geográfica del estado de San Luis Potosí. México D.F. p 186.

- Katongole, J.B.D., Sebolai, B., Madimabe, M.J. 1996. Morphological characterisation of the Tswana goat. In: Lebbie S.H.B. and Kagwini E. Small Ruminant Research and Development in Africa. Proceeding of the third Biennial Conference of African Small Ruminant Research Network. UICC, Kampala; Uganda 5-9 December 1994. ILRI (International Livestock Research Institute) Nairobi, Kenya. 326 pp.
- Khalil, R. y Vaccaro, L. 2001. Peso y mediciones corporales en vacas de doble propósito: su interrelación y asociación con valor genético para tres características productivas. *Zootecnia Trop.*, 20 (1): 11-30.
- Khan, H.; Muhammad, F.; Ahmad, R.; Nawaz, G.; Rahimullah; Zubair, M. 2006. Relationship of body weight with linear body measurements in goats. *Journal of Agricultural and Biological Science*. Vol1, No. 3. 51- 54.
- Lambe, N.R., Navajas, E.A., Schofield, C.P., Fisher, A.V., Simmen, G., Roche, R. and Bunger, L. 2008. The use of various live animal measurements to predict carcass and meat quality in two divergent breeds. *Meat Sci.*, 80:1138-1149.
- Lampeter, W. 1976. Relationship of age and live weight with milk yield in German improved fawn does. *Anim. Breed. Abstr.* 40:436.
- Lenoir, J. y Schneid, N. 1987. L'aptitude du lait a la coagulation par la pression. *In: Le fromage* (Eck A de). 2 ed. Tec et Doc. París. pp. 139-150.
- Leyva, V.V. y Falcón, P.N. 2007. Evaluación de Medidas Corporales para la Selección de Llamas Madres Crias. *Rev. Investig. Vet. Perú*, Vol. 18 No. 1. p.18-29.
- Luo, M.F., Wiggans, G.R., Hubbard, S.M. 1997. Variance component estimation and multitrait genetic evaluation for type traits of dairy goats. *J. Dairy Sci.*, 80 (3):594-600.
- Macciota, N. P., Fresi, P., Usai, G., Cappio-Borlino, A. 2005. Lactation curves of Sarda breed goats estimated with test day models. *J. Dairy Res.* 72 (4): 470-475.
- Madubi, M.A., Kifaro, G.C., Peterson, P.H. 2000. Phenotypic characterization of three strains of indigenous goats in Tanzania. *Anim. Gen. Res. Inf.*, 28: 43-51.
- Mahecha, L., Angulo, J., Manrique, P.L. 2002. Estudio Bovinométrico y Relaciones entre Medicas Corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. *Rev. Col. Cienc. Pec.* Vol. 15: 1.
- Martíni, M., Scolozzi, C., Cecchi, F., Mele, M. y Salari, F. 2008. Relationship between morphometric characteristics of milk fat globules and cheese making aptitude of sheep's milk. *Small. Rumin. Res.* 74: 194-201.
- Mason, I.L., Maule, J.P. 1960. The indigenous Livestock of Eastern and Northern Africa Technical Communication 14. CAB (Commonwealth Agricultural Bureaux), Farnham Royal, UK.
- Mavrogenis, A.P. y Papachristoforou, C. 2000. Genetic and phenotypic relationships between milk production and body weight in Chios sheep and Damascus goats. *Livestock Production Science*, 67 (1-2), pp. 81-87.
- Mayaka, T.B., Tchoumboe, J., Manyeli, Y., Tegua, A. 1995. Estimation of live body weight in West African Dwarf goats from heart girth measurement. *Trop. Anim. Hlth. Prod.*, 25:126.

- Mazumder, N.K., Muzumder, A. 1983. Breed characteristics of some Indian Pashmina goats. *Indian Journal of Animal Sciences* 53(7):779-782.
- Mellado, M., García, J.E., Herrera, M.C., Mellado, J., Pastor, F. 2004. Predicción del tamaño de la camada de las cabras usando mediciones corporales. *Memorias de la XIX Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. AMPCA. Acapulco, Guerrero.
- Mellado, M. 1997. La cabra criolla en México. *Veterinaria México*, 28: 333-343.
- Mishra, R., Gour, D., Arora, C., Rawat, P. 1980. Note on post-parturient body weight and linear dimensions on lactational yield in Sirohi goats. *Indian J. Anim. Sci.* 50 (7): 571-573.
- Mohamed, I.D. y Amin, J.D. 1996. Estimating body weight from morphometric measurement of Sahel (Borno White) goats. *Small Rumin. Res.*, 24: 1-5.
- Musa, A.M., Mohammed, S.A., Abdalla, A.D. y Elamin, K.M. 2011. Liner Body Measurements as an Indicator ok Kenana cattle milk production. *Online Journal of Animal and Feed Research.*, Volume 1, Issue 6: 259:262.
- Ojedapo, L.O.; Adedeji, T.A.; Olayeni, T.B., Adedeji, O.S.; Abdullah, A.R.; Ojebiyi, O.O. 2007. Influence of age and sex on body weight and some body linear measurements of extensively Reared Wad Goats in Derived Savannah zone of Nigeria. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 6(1):114-117.
- Olantuji-Akioye, A. O., Adeyemo, O.K. 2009. Liveweight and chest girth correlation in commercial sheep and goat herds in Southwestern Nigeria. *Int. J. Morphol.* 27(1):49-52.
- Paez, J., 2000. Futuro optimista para el ganado caprino. *Diario UNO*. Mendoza Argentina.
- Park, Y. W., M. Juárez, J. F. W Haenlein. 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small. Rumin. Res.* 68: 88-113.
- Peña, F., Sánchez, M., Herrera, M., Vega, J., García, A. y Domenech, V. 1999. Raza caprina Florida. *Analistas Económicos de Andalucía*, Málaga, España, 92 p.
- Peris, C., Segura, C., Palomares, J.L., Rodríguez, M., Díaz, J.R., Fernández, N. 2002 La calidad de leche de cabra producida en las comunidades autónomas de Valencia y Marcia. *XXVII Jornadas Científicas y VI Jornadas Internacionales de Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*. 356- 366p.
- Peris, S., Caja, G., Such, X. S. y Casals, R. 1997. Influence of kid rearing systems on milk composition and yield of Murciano-Granadina dairy goats. *J. Dairy. Sci.* 80: 3249-3255.
- Resende, K.T., Medeiros, A.N., Calegari, A. y Yáñez, E.A. 2001. Utilización de medidas corporales para estimar el peso vivo de caprinos Saanen. *XXVI Jornadas científicas y V internacionales de la sociedad española de ovinotecnia y caprinotecnia*. Sevilla, España. pp. 340-344.
- Ribeiro, M.N., da Silva J.V., Pimenta Filho, E.C., Sereno, J.R. 2004. Estudio de las correlaciones entre características fenotípicas de caprinos naturalizados. *Arch. Zootec.* 53:337-340.

- Ricordeau, G. y Mocquot, G. 1967. Influence des variations saisonnières de la composition du lait de chèvre sur le rendement en fromage. Consequences pratiques pour la sécrétion. *Ann. Zootech.* 16: 165-181.
- Rodríguez, A.R., De la fuente Crespo, L.F., El-Saied, U.M., Othmane, M.H. y San Primitivo, T.F. 2005. La correlación genética entre el peso corporal y la producción láctea en ganado ovino de la raza Churra. Dep. De Producción Animal I. Universidad de León. Campus Vegazana.
- Rodríguez, P.L., Tovar, J.J., Rota, A.M., Rojas, A. y Martín, L. 1990. El exterior de la cabra Verata. *Arch. Zootec.*, pp. 43-53.
- Ronningen, K. 1964. Causes of variation in milk yield in goat. *Meld. Norg. Landbr Hoqsk.* 43 (18):20.
- Ruvuna, F., Cartwright, T.C., Blackburn, H., Okeyo, M., Chema, S. 1988. The gestation length, birth weight and growth rates of pure-bred indigenous goats and their crosses in Kenya. *Journal of Agricultural Science* 3(2): 363-368.
- Salvador, A., G. Martínez, C. Alvarado, M. Haun. 2006. Composición de la leche de Cabras Mestizas Canarias en condiciones tropicales. *Rev. Zoot. Trop.* V. 24. N° 3.
- Sampelayo, S. M. R., Pérez, L., Boza, J. y Amigo, L. 1998. Forage of different physical forms in diets of lactating Granadina goats. Nutrient digestibility and milk production and composition. *J. Dairy Sci.* 81: 492-498.
- Sand, M. y Mc Dowell, R. 1978. The potencial of goat for milk production in the tropics. *Cornell international Agriculture. Mineo.* 22: 60 pp.
- SAS. 2001. The SAS System for Windows. Release 9.0 SAS/STAT User 's Guide. Cary (INC) SAS Institute inc. USA.
- Serrano, R.E., de la Haba, M.R., Zamorano, M.J., Rodero, A. y González, A. 1992. Study of the genetic variability of the Negra Serrana goat breed. *Arch. Zootec.*, 41, 537-542.
- Sierra, A., Molina, A., Delgado, J., Hernández, J.S. y Rivera, M. 1997. Zootechnical description of the Creole goat of the Oaxaca region (México). *Anim. Gen. Res.inf.*, 21: 61-70.
- Songjia, L., Xiangmo, L., Gangyi y Shenou, C. 1992. Relationship between physical traits, litter size and milk yield in Saanen, Guanzhong and crossbred goats. Recent advance in Goat production. *Proceeding of v international conference on Goats.* New Delhi, India 2-8 march. pp 671-674.
- Valencia, C.M., García, J.G., Herrera, C.M. y Vera, J.Q. 2001. Medidas corporales, de ubre y ordeño en cabras nativas. *Agrofaz, publicación semestral de investigación científica.* Vol.4 No.1. Universidad Juárez del Estado de Durango. Venecia Durango, México. pp 459-453.
- Vargas, L.S., Sánchez, R.M. 2001. La cabra criolla como componente del sistema agrosilvopastoril de subsistencia en Puebla, México. XXVI Jornadas científicas y V Jornadas nacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Sevilla, España, pp 903-908.

- Waheed, A., Khlan, M.S. 2011. Genetic parameters of body measurements and their association with milk production in Beetal goats. *Advances in Agricultural Biotechnology*. pp. 34-42.
- Zeuh, V., Lauvergne, J.J., Bourzat, D. y Minvielle, F. 1997. Cartographie des ressources génétiques caprines du Tchad du Sud-Ouest. I. Hauteur au garrot (HG), profondeur de thorax (PT) et indice de gracilité sous-sternale (lgs). *Revue Elev. Méd. Pays Trop.*, 50: 250-260.