

68
201



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"**



V N A M

**COMPARACION ENTRE TRES METODOS PARA ESTI-
MAR LA PRODUCCION DE LECHE DE CABRA MEDI-
DA UNA VEZ AL MES DURANTE TODA LA LACTANCIA**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

PEDRO MORENO VIDAL

**Asesores: MVZ. MC. ARTURO A. TREJO GONZALEZ
MVZ. ANTONIO SANDOVAL VILLALPANDO**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
OBJETIVOS.....	5
METODOLOGIA.....	6
RESULTADOS Y DISCUSION.....	10
CONCLUSIONES.....	16
LITERATURA CITADA.....	17

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con datos del Centro de Capacitación Agropecuaria y Forestal A.C. de Apasco, utilizando 43 registros de dos razas caprinas Saanen y Toggenburg, comprendiendo la primera y segunda lactancias, siendo la primera de estas lactaciones en el año de 1986 y la segunda lactancia en el año de 1987.

Para la evaluación de la producción de lactancias se utilizaron los siguientes métodos:

- (1) Estimación por regresión lineal ajustada a 305 días.
- (2) Estimación simple ajustada a 305 días.
- (3) Estimación por el modelo de Gaines ajustada a 305 días.

Para el ajuste a 305 días se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Leche producida} \times \frac{305}{n + 80} \times 1.3$$

n = Número de días en leche

La correlación entre estimación simple ajustada y regresión lineal ajustada fue de $r=0.74$ y $r=0.82$ ($P<0.01$) para la primera y segunda lactancia respectivamente, con una diferencia de 55 a 60 litros.

La correlación entre la estimación simple ajustada y la estimación por el modelo de Gaines fue de $r=0.98$ y $r=0.99$ ($P<0.05$) para la primera y segunda lactancia respectivamente, con una diferencia de 149 a 203 litros.

La estimación por modelo de Gaines permitió una mejor estimación de la curva de lactación que la correlación lineal o la estimación directa cuando se midió la leche una vez por mes.

La raza Toggenburg produjo más leche que la Saanen en ambas lactaciones.

INTRODUCCION

Las cabras han sido parte del desarrollo del hombre desde tiempos ancestrales en los cuales fueron domesticadas; existen evidencias de que ya los nómadas del medio oriente, tenían rebaños de cabras miles de años antes de cristo (6,10).

La capacidad de las cabras como productoras de leche es bien conocida y por lo general mal explotada en la mayoría de los países. La leche es altamente digerible y de excelente calidad bromatológica (3).

Los investigadores que han tratado el tema, concuerdan en afirmar las excelentes virtudes nutritivas y hasta curativas de la leche de la cabra (3).

Hace 2500 años, Hipócrates ya hablaba de las propiedades de la leche de cabra y la recomendaba ampliamente; sin duda hoy a la luz de los conocimientos, se sabe que se exageró en cuanto a dichas virtudes ya que se llegó a considerar como una panacea (3).

Actualmente, la mayor parte de la producción caprina en el mundo se ha concentrado en zonas áridas o semiáridas y ha sido tradicionalmente en países pobres o subdesarrollados, en donde la cabra ha establecido su habitat (1,2,8,12).

El desarrollo caprino en México, se ha visto obstaculizado por diversos factores entre los que comprenden: la falta de crédito, la inseguridad de la tierra, falta de tecnología, la inexistencia de programas de fomento a la caprinocultura por parte de las dependencias del sector pecuario y las diferentes prácticas de alimentación de sanidad y manejo (5).

A pesar de esto se producen aproximadamente 270.000.000 de litros de leche de cabra al año, lo que equivale al 4.4% de la producción total de leche al año en México (15,17).

La producción de leche de cabra en México es la mayor de América Latina ya que el país produce alrededor del 54% del total de la leche de cabra de Latinoamérica y más de la mitad de ella se obtiene en zonas áridas. Esta leche constituye una excelente alternativa para la alimentación, principalmente de los infantes en las zonas donde la escasez de agua facilita el desarrollo de esta especie (5,6).

Las cabras producen también mayor cantidad de leche por unidad de peso vivo, el promedio de la producción de leche al día por kilogramo de peso vivo fue de 35.6gr (4).

La producción de leche relativamente más alta en cabras, se debe a la glándula mamaria más grande y al volumen de tejido secretor que constituye una gran producción del peso corporal total (4).

Las cabras se encuentran tanto en los sectores marginados como en la industria pecuaria por ser serviciales y productivas ya que estas sobreviven en áreas precarias que han sido seriamente sobrepastoreadas y erosionadas, las cabras son diferentes a otras especies animales por tener la capacidad de seleccionar su dieta de acuerdo a su fisiología gastrointestinal, esta diferencia explica el porque las cabras pueden satisfacer elevados requerimientos en condiciones ambientales adversas que otros animales no soportarían (4.11).

FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCION DE LECHE EN CABRAS.

La raza es un factor que afecta la producción lechera en cabras; razas especializadas como la Alpina, Toggenburg y Saanen producen más leche que cabras como la Nubia o la Granadina, sin embargo entre las tres primeras mencionadas y que son de origen alpino, existe una frecuencia génica semejante que hace que exista poca variación en cuanto a su capacidad lechera (13.18).

La edad de la cabra, tiene generalmente un efecto confundido con número de lactación por lo que en conjunto las hembras al primer parto tienen una producción menor que las adultas y esta aumenta conforme se incrementa la edad hasta el quinto o sexto parto (19.20).

La nutrición es muy importante, las diferentes dietas de las cabras lecheras tienen un efecto sobre el pico de producción y persistencia de la lactancia, se han estimado requerimientos adicionales de energía aproximadamente 1.4kg de equivalentes de almidón por cada 4.5 litros producidos y de proteína 227g de proteína digestible para la misma cantidad de leche (13).

Las cabras tienen partos estacionales, de acuerdo a la época de parición puede ser observado un efecto inicial sobre el pico de producción y su persistencia. En Inglaterra las pariciones de febrero a mayo alcanzan su pico de producción entre las 9 a 12 semanas de lactación, y en las pariciones de junio a enero alcanzan el pico de producción entre las 5 a 8 semanas de lactación (18).

Las cabras de parto gemelar producen más leche que las de parto único (22).

Durante el período de lactación, el pico de producción se presenta entre las once y doce semanas de producción, y decrece gradualmente entre las 16 a 32 semanas, el sexo de los cabritos únicos no afecta en la producción de leche (22).

La leche producida por cabras es significativamente afectada, debido a que la producción de leche es variable y que se modifica por tres factores que son; largo de la lactación, edad de la cabra y época del parto, es necesario establecer índices de corrección para dichos factores con el fin de poder

comparar las lactaciones ya que hay diferencias entre la primera y la segunda lactancia así como con la tercera que es mayor, sin embargo la lactación de una hembra en particular puede ser mayor o menor por lo que es necesario ajustarla a 305 días (16,21) y además con otros de los factores antes mencionados.

La curva de lactación por lo tanto ha sido sometida a una gran variedad de modelos matemáticos propuestos para su evaluación u análisis. Ciertos modelos determinísticos permiten buenos ajustes de la totalidad o parte de la curva de lactancia, así como también permiten la estimación de ciertas características clásicas de dichas curvas como: Fecha y nivel de máxima producción, persistencia durante la fase decreciente y producción total. Los modelos determinísticos de ajuste traducen la curva con bastante fidelidad por lo que suelen ser usados para la interpretación de los resultados de experimentos, sin embargo no son aptos para la interpretación lógica de variaciones a corto plazo del nivel de producción sobre la tendencia general(16).

Diversos modelos han sido propuestos, algunos lineales y otros no lineales. En los modelos de ajuste lineales se estima la combinación lineal del tiempo transcurrido después del parto y una función simple del mismo que suele ser exponencial, logarítmica o de otro tipo y utilizan modelos basados en la estimación de cuadrados mínimos. Destacan dentro de los modelos lineales y no lineales los siguientes propuestos por Gipson y Grossman (9) y Masselin et al. (14).

A.- MODELOS LINEALES.

5

A.1.- Gaines PL(t) = a - b.t

PL = Producción lactea.

t = Tiempo después de parto

a = Estimación de la producción inicial

b = Medida de la persistencia absoluta.

A.2.- Panicke y Bode PL(t) = 10^{-m} PLT (58B.2-1.612 t)

P(t) = Producción diaria en kilogramos.

t = Etapa de lactancia en días.

PLT = Nivel de producción total en kilos.

B.1.- POLINOMIOS DE GRADO IGUAL O MAYOR A DOS.

Modelo parabolico PL(t) = a + bt + ct²

a,b,c = Parámetros del modelo.

C.1.- POLINOMIOS DE GRADO TRES.

Sauvant-Fehr PL(t) = a + bt + ct² + dt³

a,b,c,d = Parámetros del modelo

Existen otras fórmulas más complicadas llegando hasta polinomios de grado cinco.

D.1.- Leroy y Poly PL(t) = a + bt⁻¹

D.2.- Decaen, Journet y Poutous PL(t) = a + b(t⁻¹) + c(t⁻²) + Ln(t)

Ln(t) = logaritmo natural de t.

E.- MODELOS DE AJUSTE NO LINEALES.

E.1.- MODELO EXPONENCIAL SIMPLE.

PL(t) = a e^{-bt}

e = Base del logaritmo natural.

E.2.- MODELO EXPONENCIAL PARABOLICO.

PL(t) = a e^{-(b+ct)²}

E.3.- FUNCION GAMMA INCOMPLETA.

PL(t) = a t^b e^{-ct}

OBJETIVOS:

EL OBJETIVO DEL PRESENTE TRABAJO ES COMPARAR EL GRADO DE CORRELACION ENTRE METODOS TRADICIONALES USADOS EN LAS EXPLOTACIONES Y METODOS ESTADISTICOS PARA ESTIMAR LA PRODUCCION TOTAL DE LECHE POR LACTANCIA EN CABRAS.

METODOLOGIA

UBICACION GEOGRAFICA.

El presente trabajo se realizó con datos del Centro de Capacitación Agropecuaria y Forestal A.C., de Apasco, Estado de México, situado entre los paralelos 19 grados 24 minutos a 20 grados 04 minutos de latitud norte y entre los meridianos 98 grados 35 minutos y 99 grados 31 minutos latitud oeste a 2400 metros sobre el nivel medio del mar (7).

Los datos obtenidos del Centro de Capacitación Agropecuaria y Forestal de Apasco se trabajaron en el Laboratorio de Reproducción de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán ubicada en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Se utilizan 43 registros de dos razas caprinas Saanen (32) y Toggenburg (11) comprendiendo la primera y segunda lactación, siendo la primera de estas lactaciones en el año de 1986 y la segunda lactación en el año de 1987, cada uno de los registros fue transferido a hojas de codificación, registrando en estas el número de cabra, raza, edad, tipo de parto (eutócico, distócico o aborto), número de crias (1.2 ó 3), duración de la lactación y leche producida por mes.

Las cabras fueron animales de primero y segundo parto, mantenidas en estabulación y alimentadas con heno de alfalfa a libre acceso además de 300g de concentrado con 16% de proteína en la sala al momento de la ordeña, las cabras al parir, son mantenidas con su cabrito durante la primera semana, después de la cual el cabrito pasa a recibir leche en mamila y la cabra es asignada al lote de ordeña.

Cada uno de los registros fue revisado para que tuviera por lo menos cinco meses de lecturas de producción para que estas sean incluidas en el análisis estadístico de producción.

INSTALACIONES.

El área caprina cuenta con ocho corrales con una superficie de 169 metros cuadrados cada uno con pisos de tierra, con techos de lámina que cubren un 50% del área total, teniendo un comedero lineal del largo de los corrales, con 50 centímetros de ancho y una altura de 10 centímetros y un bebedero de concreto con capacidad de 40 litros de agua con reposición automática.

Tiene una sala de ordeña con capacidad de ocho cabras simultáneamente.

Los animales del rebaño están lotificados por raza teniendo 20 cabras por corral.

ESTIMACIONES.

Para la evaluación de la leche producida en la lactación se ajustó a 305 días sin considerar época de parto ni número de crías y se utilizaron los siguientes métodos.

ESTIMACION POR REGRESION LINEAL.

Este método es mencionado en libros generales de producción caprina. La regresión lineal establece la utilización de dos variables donde Y es el valor de la leche producida y X son los días en que esta fue producida dando así la aproximación de la leche producida durante toda la lactación.

ESTIMACION SIMPLE.

Esta estimación simple es la que se realiza a partir de la producción registrada una vez al mes multiplicándola por el intervalo de días en que fue tomada esta, y realizando la suma total de toda la lactación. Esta estimación se utiliza en las explotaciones agropecuarias, para calcular su producción.

METODO DEL MODELO DE GAINES.

La estimación de valores usando el modelo de Gaines se obtuvo por la fórmula:

$$PL(t) = a - bt \text{ (figura 1)}.$$

Donde:

PL- Producción láctea.

t - Etapa de lactancia en días.

a - Estimación de la producción inicial.

b - Medida de la persistencia absoluta.

AJUSTE A 305 DIAS.

Para el ajuste de la leche producida por cabra por lactación se estandarizó a 305 días de lactación, mediante la siguiente ecuación (18).

$$\text{Leche producida} \times \frac{305}{n + 80} \times 1.3$$

n = Número de días en leche.

Los datos se analizaron estadísticamente mediante correlación y regresión lineal.

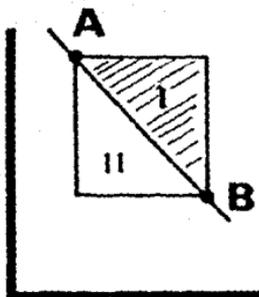
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

8

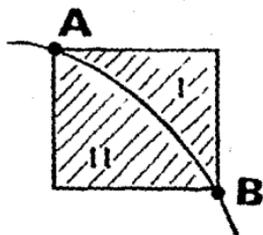
En este trabajo se utilizaran diversos metodos estadisticos, para comparar las correlaciones entre éstos y los métodos usados tradicionalmente en las explotaciones caprinas, para la estimación de la producción total de leche por lactancia.

FIGURA 1.

REPRESENTACION GRAFICA DE ERRORES Y AJUSTES EN LOS METODOS DE CORRELACION LINEAL Y MODELO DE GAINES.



CORRELACION LINEAL.



MODELO DE GAINES.

I. ERRORES DEL METODO QUE NO ESTIMA UNA LINEA CURVA.

I y II ERRORES AJUSTADOS POR EL METODO SOBRE UNA LINEA CURVA.

A = ESTIMACION PRECEDENTE.

B = ESTIMACION SIGUIENTE.

RESULTADOS Y DISCUSION.

En el Cuadro 1 y 2 se presentan los coeficientes de correlación y la diferencia de litros totales ajustada a 305 días en cabras Saanen y Toggenburg para la primera y segunda lactancias respectivamente y destaca que la estimación por el modelo de Gaines tuvo una correlación mayor y significativa que la estimación por regresión lineal ajustada siendo la diferencia de litros totales producidos de 149.26 y 60.34 para la primera lactancia y de 203.06 y 55.51 para la segunda lactancia y comparado con la producción total de leche la diferencia fue menor para la estimación por el modelo de Gaines ajustado. Cuadros 1, 2 y 3 lo que sugiere que el cálculo ajustado a partir del modelo de Gaines puede ser de mayor utilidad en las explotaciones lecheras, para estimar la producción total a partir de una sola pesada mensual.

En la gráfica uno se observa que la curva de lactancia de las cabras de raza Saanen en el primer mes tienen un inicio de producción de 0.9 litros y esta tiende a aumentar la producción hasta el tercer mes siendo este el pico máximo de la curva de lactancia con una producción de 1.4 litros, de este pico tiende a disminuir la producción en una forma continua hasta llegar al doceavo mes donde prácticamente termina su lactancia.

En la raza Toggenburg inicia su lactancia en un litro al primer mes tendiendo a aumentar su producción a los tres meses con 2.5 litros y esta tiende a disminuir en una forma estable hasta el séptimo mes de aquí tiene una baja drástica a 1.4 litros, al noveno mes y se mantuvo hasta el décimo mes para finalizar con una caída hasta el doceavo mes.

En la gráfica dos se muestra que la raza Saanen comienza su lactancia en aproximadamente un litro teniendo su punto máximo dentro de la curva de lactancia al segundo mes manteniendo su producción hasta el cuarto mes de aquí tiende a bajar lentamente hasta el séptimo mes teniendo una recuperación poco manifiesta y baja en forma continua al décimo mes tomando en cuenta que esta lactancia no está completa, tiene una caída drástica de producción al final de la lactancia.

En la raza Toggenburg inicia su segunda lactancia en un litro, teniendo su pico máximo a los dos meses manteniendo esta durante un mes y al tercer mes tiene una caída de producción hasta el cuarto mes y se mantiene durante dos meses, al sexto mes tiene otra caída, teniendo una recuperación hacia el mes ocho y medio de lactancia, de esta recuperación tiende a bajar al final de la producción en forma rápida, esta baja de producción hacia el décimo mes de lactancia se puede considerar normal ya que se analizó una lactancia incompleta.

En las gráficas 1 y 2 se muestra una mayor producción de leche de las cabras Toggenburg lo que no coincide con la literatura ya que las cabras Saanen están consideradas como las

de mejor producción, pero esto puede estar influenciado por factores como la época de parición, alimentación ya que al ser las Saanen de mayor tamaño, también requieren más alimento para lograr sus topes de producción.

En cuanto a la persistencia de la lactación, en Estados Unidos se informa en un estudio que analiza más de cien mil lactaciones de cabras lecheras encontrando que alrededor del 69% de éstas, alcanzaron una duración de 305 días en producción, siendo la Toggenburg la que registró el más alto porcentaje en 305 días de producción. (6)

En el cuadro 4 se anotan las ecuaciones de mejor ajuste, obtenidas por regresión para estimar modelo de Gaines de producción, ajustados a 305 días para la primera y segunda lactaciones.

CUADRO 1.
COEFICIENTE DE CORRELACION Y DIFERENCIA DE LITROS AJUSTADOS A
305 DIAS EN CABRAS SAANEN Y TOGGENBURG EN PRIMERA LACTANCIA.

CARACTERISTICAS	COEFICIENTE DE CORRELACION	DIFERENCIA DE LITROS TOTALES
ESTIMACION SIMPLE AJUSTADA REGRESION LINEAL AJUSTADA	0.74**	60.34 ± 129.49
ESTIMACION SIMPLE AJUSTADA ESTIMACION POR EL MODELO DE GAINES.	0.98**	149.26 ± 57.5
ESTIMACION REGRESION LINEAL AJUSTADA ESTIMACION POR EL MODELO DE GAINES.	0.74**	

** (P < 0.01).

CUADRO 2.
COEFICIENTE DE CORRELACION Y DIFERENCIA DE LITROS TOTALES
AJUSTADOS A 305 DIAS EN CABRAS SAANEN Y TOGGENBURG EN SEGUNDA
LACTANCIA.

CARACTERISTICAS	COEFICIENTE DE CORRELACION	DIFERENCIA DE LITROS TOTALES
ESTIMACION SIMPLE AJUSTADA REGRESION LINEAL AJUSTADA	0.82**	55.51 ± 119.08
ESTIMACION SIMPLE AJUSTADA ESTIMACION POR EL MODELO DE GAINES.	0.99**	203.06 ± 68.88
ESTIMACION REGRESION LINEAL AJUSTADA ESTIMACION POR EL MODELO DE GAINES.	0.83**	

 CUADRO 3.
 DIFERENCIA DE LECHE PRODUCIDA EN LITROS ENTRE LOS DIFERENTES
 METODOS UTILIZADOS Y LA PRODUCCION REAL.

PRIMERA LACTACION.

ESTIMACION SIMPLE AJUSTADA.....	- 78.54+63.12
CORRELACION LINEAL AJUSTADA.....	+ 35.49+26.18
MODELO DE GAINES.....	+ 27.73+12.00

 SEGUNDA LACTACION

ESTIMACION SIMPLE AJUSTADA.....	- 64.15+60.80
CORRELACION LINEAL AJUSTADA.....	+ 83.20+23.56
MODELO DE GAINES.....	+ 45.86+11.27

 CUADRO 4.

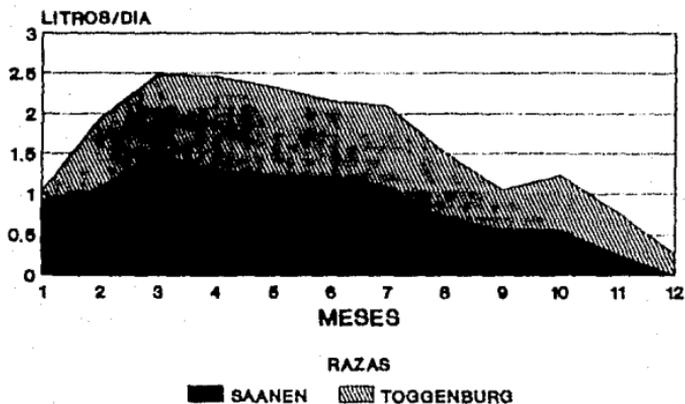
Ecuación de regresión para estimar los valores del modelo de
 Gains ajustados de producción a partir de la estimación simple
 ajustada para la primera lactancia.

$$Y = 16.98 + 0.99 X. \text{ Coeficiente de determinación} = 0.55$$

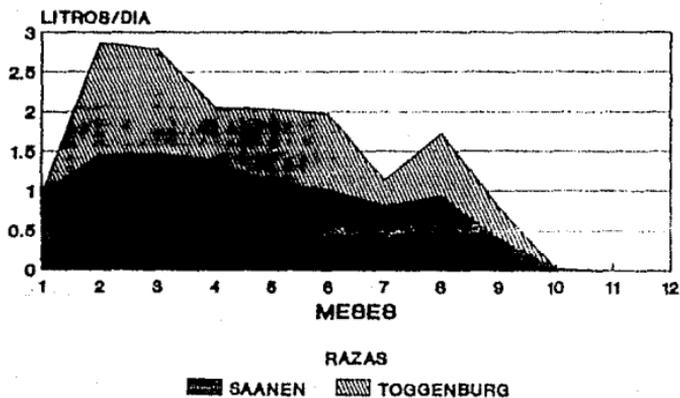
ECUACION de regresión para estimar valores del modelo lineal
 parabolico ajustados de producción a partir de la estimación
 simple ajustada para la segunda lactancia.

$$Y = 3.54 + 1.03X. \text{ Coeficiente de determinación} = 0.96$$

GRAFICA 1. CURVA DE LACTACION EN CABRAS. (PRIMERA LACTACION).



GRAFICA 2. CURVA DE LACTACION EN CABRAS. (SEGUNDA LACTACION).



16.- Mitall, J.P., Agrarwal, M.P. y Bist, K.S. Effect of breed, age, season and para on milk secreting capacity of goats. Indian Vet. J. 54:449-453.

17.- Peraza, C. Algunas consideraciones actuales sobre la nutrición y alimentación de la cabra lechera primer encuentro internacional para impulsar la producción de leche de cabra. Gomez Palacio Durango, México. 1980.

18.- Ricordeau, G. Genetics: Breeding plans. En: Goat Production. Academic Press.: 111-169. 1981.

19.- Subires J., Lara L., Ferrando G. y Boza J. Factores que condicionan la productividad lechera de la cabra. Número de lactación y tipo de parto. Archivos de Zootecnia 37(138):145-153 1988

20.- Subires J., Lara L., Ferrando G. y Boza J. Factores que condicionan la productividad lechera de la cabra. II. Efecto de la edad y del tipo de parto sobre la producción lechera. Archivos de Zootecnia 38(142):237-248. 1989.

21.- Trejo, G.A.A. Sistemas de selección en cabras lecheras. Ganadero 9(1):45-60. 1984.

22.- Zygoyiannis, D. y Katsacunis. Milk yield and milk composition of indigenous goats (*Capra prisca*) in Greece. Anim. Prod. 42:365-374. 1986.