

Análisis de un experimento de cruzamiento usando caprinos criollos e importados

I. Crecimiento de crías.

Analysis of a crossbreeding experiment using native and imported goats
I. Growth of kids.

Omar García B¹
Eduardo García B¹
Jorge Bravo¹
Brian Kennedy²

Resumen

Técnicas de modelo mixto se usaron para analizar caracteres relacionados con el crecimiento de crías caprinas mestizas, en un experimento realizado en el Campo Experimental "Loma de León", FONAIAP-Barquisimeto-Venezuela, durante el período 1969 a 1978. Para el análisis de peso corporal (kg), a distintas etapas de crecimiento, de 1.468 crías nacidas en el Campo Experimental, durante el período señalado, se formaron tres grupos contemporáneos. grupo I (1969 - 1974): 1/2 Nubian 1/2 Criollo (ND), 1/2 Alpino 1/2 Criollo (AD), 1/2 Toggenburg 1/2 Criollo (TD), 3/4 Nubian 1/4 Criollo (NND) y 3/4 Alpino 1/4 Criollo (AAD). grupo II (1971-1978): 3/4 Nubian 1/4 Criollo (NND) y 7/8 Nubian 1/8 Criollo (3ND). grupo III (1975-1978): 1/2 Alpino 1/4 Nubian 1/4 Criollo (AND), 1/2 Nubian 1/4 Alpino 1/4 Criollo (NAD) y 1/2 Nubian 1/4 Toggenburg 1/4 Criollo (NTD). Los pesos al nacer, destete (4 meses) y 6 meses para estos grupos raciales fueron: grupo I, ND: 3.2; 11.3 y 15.2; AD: 3.4; 11.8 y 17.0; TD: 2.9; 11.8 y 15.9; NND: 3.1; 12.1 y 15.3 y AAD: 3.4; 14.7 y 18.1; grupo II, NND: 3.1, 11.8 y 14.2 y 3ND: 3.1; 11.9 y 14.3 y grupo III, AND: 3.2; 11.8 y 14.8; NAD: 3.2; 12.6 y 14.6 y NTD: 2.9; 11.5 y 14.0 respectivamente. Las correlaciones fenotípicas entre pesos al nacer y destete, nacer y 6 meses y destete y 6 meses fueron: grupo I: 0.29; 0.30; 0.80; grupo II: 0.24; 0.27; 0.75 y grupo III: 0.28; 0.27; 0.84. Todas las correlaciones fueron altamente significantes. Los índices de heredabilidad, calculados por correlación entre medios hermanos, para peso al nacer, destete y 6 meses, utilizando la información acumulada de todos los grupos raciales fueron: 0.15; 0.08 y 0.22 respectivamente.

Palabras claves: Cabras, cruzamiento, crecimiento de cabritos, trópico seco.

Recibido el 19-07-95 • Aceptado el 28-11-95

1. FONAIAP-Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara. Apco. 592 Barquisimeto, Venezuela.

2. University of Guelph. Animal and Poultry Science Department. Ontario Canada.

Abstract

Mixed model techniques were used to analyze growth traits of cross-bred kids in an experiment carried out at Loma de Leon field Station FONAIAP-Barquisimeto-Venezuela, from 1969 to 1978. Three contemporary groups were formed for the analysis of body weights (kg) at successive ages of 1,468 kids born in the Station during the above period. group I (1969-1974) included: 1/2 Nubian 1/2 Native (ND), 1/2 Alpine 1/2 Native (AD), 1/2 Toggenburg 1/2 Native (TD), 3/4 Nubian 1/4 Native (NND) and 3/4 Alpine 1/4 Native (AAD). group II (1971-1978): 3/4 Nubian 1/4 Native (NND) and 7/8 Nubian 1/8 Native (3ND). group III (1975-1978): 1/2 Alpine 1/4 Nubian 1/4 Native (AND), 1/2 Nubian 1/4 Alpine 1/4 Native (NAD) and 1/2 Nubian 1/4 Toggenburg 1/4 Native (NTD). Birth, weaning (4 mo.) and 6 month weights, for above breed groups were: group I, ND: 3.2; 11.3; 15.2; AD: 3.4; 11.8; 17.0; TD: 2.9; 11.8; 15.9; NND: 3.1; 12.1; 15.3 and AAD: 3.4; 14.7; 18.1. group II, NND: 3.1; 11.8; 14.2; and 3ND: 3.1; 11.9; 14.3 and group III, AND: 3.2; 11.8; 14.8; NAD: 3.2; 12.6; 14.6 and NTD: 2.9; 11.5; 14.0; respectively. Phenotypic correlations between weights at birth and weaning, birth and 6 months, and weaning and 6 months were: group I: 0.29; 0.30; 0.80; group II: 0.24; 0.27; 0.75; and group III: 0.28; 0.27; 0.84. All correlations were highly significant. Heritability for birth, weaning, and 6 month weights, calculated by intrasire correlation, for the 3 groups were: 0.15; 0.08 and 0.22 respectively

Key words: Goats, crossbreeding, growth of kids, dry tropics.

Introducción

La cabra fue uno de los primeros animales en ser domesticados y ha permanecido con el hombre por un largo período de tiempo suministrándole carne, leche, fibras y pieles. Hasta hace algunos años, muy poca atención se había dado a la investigación en cabras y a los programas de mejoramiento caprino. La especie ha permanecido como un tipo marginal de ganadería, en manos de personas muy pobres y en las tierras más pobres del mundo. En general, en los trópicos, se han mantenido grandes poblaciones de cabras sin selección o sin la introducción de nuevos genes de otras

regiones. El bajo nivel económico de los criadores, conjuntamente con la manera sedentaria de vida y las barreras naturales han impedido en gran cantidad, el intercambio e introducción de nuevo material genético. Este hecho ha conducido a una degeneración continua de los rebaños los cuales se caracterizan actualmente, por bajos niveles de productividad en todos los caracteres.

La mayoría de las cabras en los trópicos están localizadas en las zonas áridas donde son criadas de manera extensiva, en terrenos públicos propiedad del gobierno o de las comunidades. Como una

regla, la carga animal sobre estas tierras es muy alta produciéndose graves daños por el sobre pastoreo. El hecho de que el 52.0 % de la población mundial de cabras se localizan en las áreas tropicales secas, comparados con solo 39.0 % de vacunos y 25.0 % de ovinos, refleja la importancia de la especie caprina para los habitantes de estas áreas (7).

En general, la producción caprina en los trópicos secos se caracteriza por su condición marginal y bajos niveles de ingresos. En los trópicos húmedos buena parte de las cabras es mantenida en pequeños grupos, como una parte del sistema de producción y viven principalmente de subproductos y de la utilización de recursos forrajeros al margen de las tierras agrícolas. En los trópicos secos las cabras se mantienen en grandes rebaños en tierras de pastoreo donde el forraje es tan escaso que solo las cabras pueden utilizarlo. Ellas son, en la mayoría de los casos, la única fuente de ingreso para sus propietarios.

En Venezuela, ochenta y cinco por ciento (85.0 %) de las cabras están localizadas en las zonas áridas del norte del país (9). La

crianza se efectúa principalmente como una actividad de subsistencia por parte de los criadores y muy pocos rebaños producen carne o leche (en forma de quesos o conservas) para el mercado. Los ingresos generados por aquellos rebaños que producen para el mercado son a veces tan bajos que no igualan al salario mínimo oficial. La situación en otros países tropicales es prácticamente la misma, las cabras son usadas donde otras especies domésticas no sobrevivirían y los criadores reciben muy poca asistencia para su desarrollo y mejoramiento.

El presente trabajo forma parte de un experimento en mejoramiento genético cuyos principales objetivos fueron:

1. Investigar diferencias entre la cabra Criolla de Venezuela y sus cruces con las razas Nubian, Alpino Francés y Toggenburg e intentar identificar y medir las fuentes genéticas de estas diferencias.

2. Estudiar el grado de importancia de efectos ambientales en los caracteres productivos y reproductivos de la raza local y sus cruces.

3. Hacer recomendaciones sobre la orientación para el Mejoramiento Genético de la cabra criolla en Venezuela.

Materiales y métodos

La información para este análisis se originó en un proyecto de investigación llevado a cabo en el Campo Experimental y de Producción de Caprinos Loma de León, una dependencia del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), del gobierno de

Venezuela. Este Campo esta localizado al suroeste de la ciudad de Barquisimeto, región semiárida de Venezuela a 10° 09' LN y 69° 18' LO.

La región es montañosa con una altitud máxima, en el área del Campo Experimental, de 1125 msnm. Los promedios de tempera-

tura, precipitación y humedad relativa son 21°C, 550 mm. y 75.0 % respectivamente. El Campo consta de 358.5 ha cercadas y divididas en siete potreros de área variable. Su vegetación es típica de regiones semiáridas, clasificada como Monte Espinoso Premontano (6).

La información pertenece a un experimento de 10 años de duración en el cual se utilizaron cabras Criollas y machos de las razas Nubian, Alpino Francés y Toggenburg provenientes de un rebaño importado por el FONAIAP para la Estación Experimental El Cují (actualmente Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara). Los criterios utilizados para seleccionar a las hembras fueron buena salud y preñez de primera gestación.

Manejo del rebaño: El experimento se basó en la división de cinco grupos etéreos: machos adultos, hembras en ordeño y/o amamantando, hembras secas, machos jóvenes destetados y hembras jóvenes destetadas.

Cada grupo tenía su propio corral y potrero cercado. Machos y hembras destetados permanecían en sus corrales y potreros hasta lograr un peso de 25.0 kg momento en el cual eran trasladados a los grupos de machos adultos o hembras secas. La mayoría de los machos eran vendidos, como reproductores a criadores tradicionales, antes de alcanzar los pesos de transferencia. Los dos potreros restantes fueron utilizados por los grupos de hembras adultas dejando descansar cada potrero por espacio de un año.

Paralelamente a los grupos principales ya descritos, se usaron dos pequeños potreros, con sus respectivos corrales, uno para animales enfermos y otro como paritorio. Los animales pastoreaban durante el día y volvían a sus corrales durante la tarde, donde se les ofrecía una pequeña cantidad de alimento concentrado (aproximadamente 200 g/animal), durante la época seca.

El programa de vacunación utilizado en el rebaño fue: Neumointeritis la primera semana de edad con revacunación ocho días después de la primera inoculación; Septicemia Hemorrágica, Carbón Sintomático y Edema Maligno, primera dosis al primer mes de edad, segunda dosis al segundo mes de edad y luego revacunación cada 10 meses y Carbón Bacteridiano al quinto mes de edad y revacunación cada 10 meses.

El tratamiento contra endoparásitos se realizó cada 6 semanas, incluyendo a las crías, después del primer mes de edad. El tratamiento para ectoparásitos se realizó dos veces al año, al comienzo y al final de las lluvias. Al nacer se cortaba el cordón umbilical a todas las crías, y se trataba con tintura de yodo.

Las crías permanecían con sus madres hasta las 16 semanas de edad, momento en el cual se efectuaba el destete. No se permitió la salida de las crías a pastoreo con sus madres, hasta que no estuviesen aptas para ello. Las crías que por alguna razón no pudieron ser amamantadas por sus madres, fueron criadas utilizando tiberones. Además del peso al nacer, las

crías fueron pesadas cada 4 semanas hasta el destete y luego cada 2 meses hasta el año de edad.

Análisis de la información:

Para el análisis de los pesos se crearon tres grupos contemporáneos, tomando en consideración su distribución a través de los años y las comparaciones genéticas de interés. Los grupos fueron los siguientes:

Grupo I: 1/2 Nubian 1/2 Criollo (ND), 1/2 Alpino 1/2 Criollo (AD), 1/2 Toggenburg 1/2 Criollo (TD), 3/4 Alpino 1/4 Criollo (AAD) y 3/4 Nubian 1/4 Criollo (NND).

Grupo II: 3/4 Nubian 1/4 Cri-

ollo (NND) y 7/8 Nubian 1/8 Criollo (3ND).

Grupo III: 1/2 Nubian 1/4 Alpino 1/4 Criollo (NAD), 1/2 Nubian 1/4 Toggenburg 1/4 Criollo (NTD) y 1/2 Alpino 1/4 Nubian 1/4 Criollo (AND).

Los análisis estadísticos fueron independientes para cada grupo, por lo tanto grupos raciales dentro de cada grupo fueron comparados entre sí, pero ninguna comparación fue hecha entre grupos.

El modelo general utilizado para el análisis de la información fue:

$$Y_{ijklmnopq} = \mu + B_i + Y_j + P_k + N_l + E_m + S_n + D_o + L_{op} + (INT) + e_{ijklmnopq}$$

donde:

$Y_{ijklmnopq}$ = una observación de registro de peso.

μ = media de la población

B_i = el efecto fijo del i^{avo} grupo racial de la cría (grupos raciales varían de acuerdo al grupo contemporáneo bajo estudio).

Y_j = el efecto fijo del j^{avo} año de nacimiento (año de nacimiento varía de acuerdo al grupo contemporáneo bajo estudio).

P_k = el efecto fijo del k^{avo} parto de la madre. $k = 1, \dots, 4$ (4^{o} parto incluye los partos posteriores).

N_l = el efecto fijo del l^{avo} tamaño de camada (sencillo o múltiple, para el análisis de peso al nacer y sencillo destetado sencillo, múltiple destetados sencillo y múltiple destetado múltiple, para el análisis de pesos al destete y 6 meses).

E_m = el efecto fijo de la m^{ava} época de nacimiento. $m = 1, 2$ (Diciembre-Mayo como época seca y Junio-Noviembre como época lluviosa).

S_n = el efecto fijo del n^{avo} sexo. $n = 1, 2$ (macho y hembra).

D_o = el efecto aleatorio de la o^{ava} madre. $\sim(0, I \sigma_D^2)$.

L_{op} = el efecto aleatorio de la P^{ava} camada dentro de la O^{ava} madre. $\sim(0, I \sigma_L^2)$.

(INT) = el efecto fijo de los términos de interacción que resultaron significantes en corridas preliminares de modelos fijos.

$e_{ijklmnopq}$ = el efecto aleatorio del error asociado con cada observación. $\sim(0, I \sigma_e^2)$.

Con el objeto de detectar interacciones significantes, se analizó, inicialmente, cada carácter utilizando un modelo de efectos fijos. En este modelo se incluyeron todos los efectos principales y todas aquellas interacciones que se pensaron eran de importancia para el análisis del carácter. Una vez detectadas las interacciones significantes e incorporados los efectos aleatorios, se llevó a cabo un análisis utilizando técnicas de modelo mixto para obtener los resultados finales. Los estimados de componentes de varianza, usados en el modelo mixto, habían sido, en todos los casos, obtenidos previamente utilizando el Método 3 de Henderson (14).

Los coeficientes de los componentes de varianza, fueron calculados usando el Programa KENVAR

3 disponible en la unidad de computación del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de California en Davis. El índice de heredabilidad (h^2) fue calculado usando estos componentes de varianza. Debido a limitaciones en la cantidad de información disponible, los coeficientes de heredabilidad (h^2) fueron calculados solamente para pesos al nacer, destete y 6 meses. En estos casos se calcularon dos componentes de varianza. Varianza de los padres ($S_{\frac{2}{S}}^2$) y varianza de la camada dentro del padre (s_{LS}^2) medida como la varianza dentro de camadas de un mismo padre.

$$h^2 = \frac{4S_{\frac{2}{S}}^2}{S_{SL}^2 + S_{\frac{2}{S}}^2}$$

Para el cálculo de h^2 se tomaron en consideración, en un solo

Cuadro 1. Análisis de crecimiento de crías, significancia estadística para efectos principales e interacciones.

Efecto	Grupo I			Grupo II			Grupo II		
	Nac.	Dest.	6 M.	Nac.	Dest.	6 M.	Nac.	Des.	6 M.
Raza de la cría	**	+	**	NS	+	NS	+	NS	NS
Año	*	NS	**	**	**	**	NS	*	*
N° del parto	**	+	*	NS	**	**	NS	NS	NS
Epoca	NS	**	NS	*	**	**	*	NS	NS
Sexo	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Tamaño camada	**	**	**	**	+	**	+	*	**
Interacciones	NS	**	NS	NS	**	NS	*	NS	NS

NS = No significativa

* = $P < 0.05$

** = $P < 0.01$

+ = Efectos involucrados en la interacción

grupo, todos los pesos, de todos los grupos raciales registrados. Esta estrategia fue utilizada con el objeto de aumentar el número de padres por raza y el número de observaciones por padre.

Los programas utilizados para el análisis de los modelos mixtos fueron:

1. Least Squares and Maximum Likelihood General Purpose Program (LSML/GP) (13). Este programa fue usado en modelos con un factor aleatorio.

2. Maximum Likelihood Variance Components Estimation (MLVAR II), disponible en el Centro de Computación del Depar-

Cuadro 2. Promedios ajustados de pesos (kg) al nacer, destete y seis meses en crías caprinas mestizas.

Raza de la cría	Etapa de crecimiento		
	Al nacer	Destete	6 meses
Grupo I			
1/2 N 1/2 Nubian 1/2 Criollo	3.2±0.04	11.3±0.29	15.2±0.31
1/2 Alpino 1/2 Criollo	3.4±0.06	11.8±0.37	17.0±0.44
1/2 Toggenburg 1/2 Criollo	2.9±0.06	11.8±0.35	15.9±0.44
3/4 Nubian 1/4 Criollo	3.1±0.06	12.1±0.29	15.3±0.41
3/4 Alpino 1/4 Criollo	3.4±0.11	14.7±0.71	18.1±0.79
Total	3.2±0.04	12.4±0.21	16.3±0.25
Grupo II			
3/4 Nubian 1/4 Criollo	3.1±0.07	11.8±0.28	14.2±0.43
7/8 Nubian 1/8 Criollo	3.1±0.07	11.9±0.35	14.3±0.48
Total	3.1±0.05	11.8±0.27	14.2±0.32
Grupo III			
1/2 Nubian 1/4 Alpino 1/4 Criollo	3.2±0.08	12.6±0.45	14.6±0.54
1/2 Alpino 1/4 Nubian 1/4 Criollo	3.2±0.05	11.8±0.32	14.8±0.39
1/2 Nubian 1/2 Toggenburg 1/4 Criollo	2.9±0.09	11.5±0.56	14.0±0.71
Total	3.1±0.05	12.0±0.27	14.5±0.34

Grupo I = Años 1969-1974

Grupo II = Años 1971-1978

Grupo III = Años 1975-1978

tamento de Ciencia Animal, de la Universidad de California, Davis. Este programa fue usado para

modelos que contenían dos factores aleatorios, uno anidado dentro del otro.

Resultados y discusión

El estudio sobre crecimiento de crías incluyó el análisis del peso corporal, en diferentes edades, de 1468 cabritos nacidos durante la duración del experimento. Las variables analizadas fueron: peso al nacer, peso al destete (4 meses) y peso a los seis meses. Además se hicieron cálculos de heredabilidad para estas tres variables y correlaciones fenotípicas entre ellas.

Los tres grupos contemporáneos, descritos en materiales y métodos, se usaron para el análisis de los caracteres arriba indicados. El mismo modelo mixto general fue usado para cada grupo. Los términos de interacción incluidos en el modelo mixto final, fueron aquellos que habían sido detectados significantes en corridas preliminares usando modelos fijos completos, para cada carácter, dentro de cada grupo. Las varianzas utilizadas en el análisis de modelo mixto, fueron estimadas de los registros disponibles.

El cuadro 1 indica aquellos efectos principales e interacciones que resultaron significantes en los análisis de pesos al nacer, destete y seis meses, para cada grupo contemporáneo. Los promedios ajustados de los pesos a las tres edades y para los diferentes grupos raciales bajo estudio, se muestran en el cuadro 2. Los pesos al nacer son similares a los reportados por Nath y Chawla (26) y más altos que

los reportados por Mahmud y Devendra (16), para cruces entre Nubian y Local en Malasia, por Mukundan y Bhat (25) para cruces entre Malabarí y Alpino en la India, por Gamboa *et al.* (8) en México y Verma *et al.* (37) para raza local en la India.

El peso al nacer de las crías es importante, tanto para la venta de crías jóvenes como para la producción de carne en el futuro. Información proveniente de áreas tropicales y subtropicales y señalan que las razas pequeñas, tales como la West African Dwarf o la Black Bengal, promedian menos de 1.5 kg al nacer, mientras que las razas de mayor porte, como la Jamunapari o Boer pueden promediar arriba de 4.0 kg (18). Los pesos al destete (4 meses) y seis meses, reportados en el cuadro 2, están dentro del rango de pesos reportados para crías de razas locales y mestizos en los trópicos (12, 19, 35) y son superiores al destete a los reportados por Singh *et al.* (36) en la India para crías Beetal x Black Bengal y Jamunapari x Black Bengal. Los pesos a los 6 meses son inferiores a los reportados por Salah *et al.* (33) para crías Aradi en Arabia Saudita y Mourad y Anous (24) para Alpino Francés en Egipto.

Los pesos al nacer, dentro del grupo contemporáneo I, muestran una tendencia de los mestizos de Alpino a ser más pesados que los

mestizos de Nubian y Toggenburg. En el grupo II, no se observaron diferencias, en peso al nacer, entre crías 1/2 Nubian 1/2 Criollo (ND) y 3/4 Nubian 1/4 Criollo (NND). En el grupo III, aquellas crías nacidas de madres 1/2 Nubian y 1/2 Alpino mostraron el mismo peso al nacer y tienden a ser más pesadas que las crías nacidas de madres 1/2 Toggenburg. Al analizar la información en los grupos I y III, se observa que las crías que poseen genes Alpino tienden a presentar un peso al nacer más alto que aquellas donde la raza Alpino está ausente.

Los pesos al destete son un

reflejo de la producción de leche de la madre y de la habilidad de la cría de crecer en un determinado ambiente. El grupo I del cuadro 2 muestra que las crías nacidas de madres mestizas son más pesadas al destete, que aquellas nacidas de madres Criollas. Mayor producción de leche de las madres podría ser la razón de esta diferencia. Por otra parte, crías cuyos padres son de la raza Alpino o Toggenburg y de madre Criolla, presentan mejores pesos al destete que aquella donde el padre es de raza Nubian.

La influencia de la raza del padre en los pesos de las crías, en

Cuadro 3. Efecto del número de parto, época de nacimiento, sexo y tamaño de la camada en el peso (kg) al nacer de crías caprinas mestizas.

N° del parto	Grupo		
	I	II	III
1°	3.1±0.04	3.0±0.07	3.0±0.08
2°	3.1±0.05	3.1±0.07	3.0±0.07
3°	3.3±0.06	3.2±0.09	3.1±0.09
4° +	3.2±0.07	3.1±0.09	3.2±0.03
Epoca de nacimiento			
Seca (diciembre-mayo)	3.1±0.04	3.0±0.06	3.0±0.07
Lluviosa (junio-noviembre)	3.2±0.04	3.2±0.06	3.2±0.05
Sexo			
Machos	3.3±0.06	3.2±0.06	3.3±0.05
Hembras	3.1±0.05	3.0±0.05	2.9±0.05
Tamaño de camada			
Sencillos	3.4±0.05	3.4±0.07	3.3±0.07
Múltiples	3.0±0.04	2.8±0.06	2.9±0.06

posteriores etapas de crecimiento, puede ser visto cuando se analizan los pesos a los seis meses para todos los grupos raciales, dentro de los grupos contemporáneos. Crías nacidas de machos Alpinos o Toggenburg en el grupo I y de machos Alpinos en el grupo III tienden a ser más pesadas que las crías de machos Nubian.

La superioridad en peso, a diferentes edades, por parte de los mestizos Alpinos puede deberse, en parte, al mayor peso adulto de esta

raza en comparación con la Nubian o Toggenburg o posiblemente a un efecto heterótico superior en los pesos de las crías mestizas de Alpino en comparación con las mestizas de las otras razas bajo estudio. Cálculos de heterosis no se llevaron a cabo por no tener a disponibilidad pesos de crías de las razas puras.

El encaste de 1/2 Alpino a 3/4 Alpino resultó en aumentos de peso, al destete y a los seis meses, de 24.5 % y 6.5 % respectivamente,

Cuadro 4. Efecto del número de parto, época de nacimiento, sexo y tamaño de la camada en el peso al destete de crías caprinas mestizas.

N° del parto	Grupo		
	I	II	III
1°	11.2±0.28	10.1±0.39	11.0±0.44
2°	12.5±0.36	12.2±0.40	12.1±0.40
3°	13.1±0.39	12.4±0.45	12.1±0.49
4° +	12.7±0.49	12.6±0.48	12.7±0.43
Epoca de nacimiento			
Seca (diciembre-mayo)	11.8±0.24	11.2±0.34	11.7±0.44
Lluviosa (junio-noviembre)	12.9±0.26	12.4±0.32	12.2±0.31
Sexo			
Machos	12.9±0.23	12.8±0.31	12.7±0.32
Hembras	11.8±0.23	10.8±0.29	11.2±0.31
Tamaño camada			
Sencillo destetado sencillo	14.0±0.27	13.7±0.28	14.0±0.35
Múltiple destetado sencillo	12.0±0.31	11.9±0.35	10.8±0.45
Múltiple destetado múltiple	11.1±0.25	13.7±0.36	11.1±0.35

mientras que pasar de 1/2 Nubian a 3/4 Nubian produjo aumentos de solo 6.8 % y 0.6 % respectivamente. Incrementos aún más pequeños, de 0.8 % y 0.7 %, se obtuvieron al comparar crías 7/8 Nubian contra crías 3/4 Nubian.

Los cuadros 3, 4 y 5 muestran el efecto del número de parto, época de nacimiento, sexo y tamaño de la camada en los pesos al nacer, destete y seis meses, para los tres grupos en estudio. En todas las etapas de crecimiento y en todos los

grupos, los pesos presentaron una tendencia al aumento a medida que aumentaba el número del parto. En el grupo I los máximos pesos, al destete, fueron observados al tercer parto. Este hecho podría ser una indicación de madurez temprana de las hembras Criollas, las cuales conformaron la mayoría de las madres en este grupo.

Los resultados muestran que las crías nacidas durante la época lluviosa (Junio-Noviembre) son más pesadas, en todas las etapas de

Cuadro 5. Efecto del número de parto, época de nacimiento, sexo y tamaño de la camada en el peso a los seis meses de crías caprinas mestizas.

Nº de parto	Grupo		
	I	II	III
1º	16.0±0.31	13.0±0.46	13.5±0.57
2º	16.8±0.33	14.7±0.47	14.3±0.52
3º	16.7±0.42	14.6±0.56	14.9±0.61
4º +	15.7±0.49	14.6±0.58	15.1±0.65
Epoca de nacimiento			
Seca (diciembre - mayo.)	16.1±0.28	13.7±0.40	14.4±0.52
Lluviosa (junio - noviembre)	16.5±0.32	14.8±0.38	14.5±0.41
Sexo			
Machos	17.1±0.28	15.6±0.39	15.5±0.41
Hembras	15.5±0.28	12.9±0.34	13.4±0.38
Tamaño camada			
Sencillo destetado sencillo	17.7±0.32	16.2±0.43	16.5±0.46
Múltiple destetado sencillo	16.0±0.39	13.5±0.54	13.2±0.60
Múltiple destetado múltiple	15.2±0.29	13.1±0.40	13.7±0.44

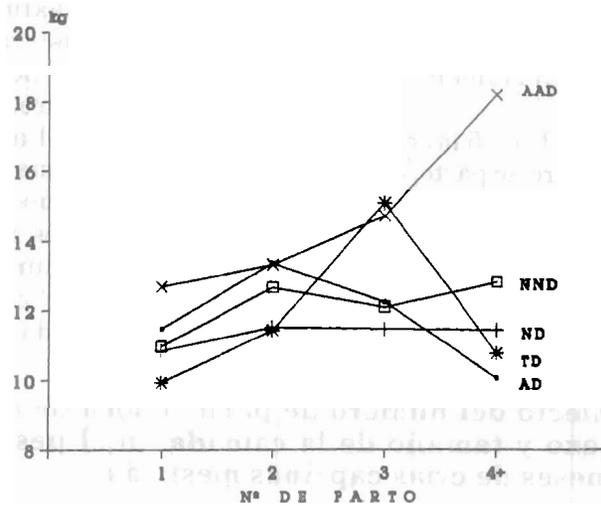


Figura 1. Interacción de grupo racial y Nº de parto para peso al destete. Grupo I.

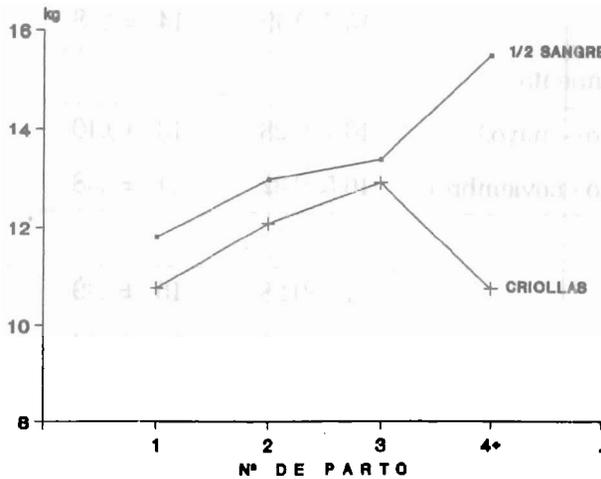


Figura 2. Relación entre grupo racial de la madre y Nº del parto para peso al destete. Grupo I.

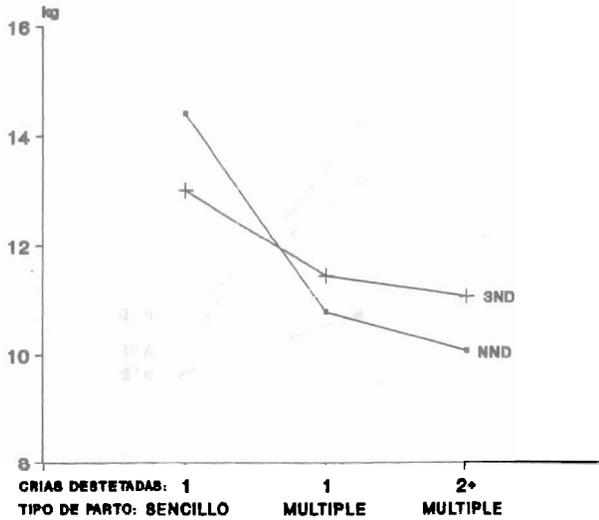


Figura 3. Interacción entre N° de crías y grupo racial para peso al destete. Grupo II.

crecimiento, que las nacidas durante la época seca (Diciembre-Mayo). Igualmente fueron más pesadas las crías machos y las nacidas de partos sencillos. Efectos similares, de la época de nacimiento, sexo y tamaño de la camada sobre los pesos de las crías han sido reportados (2, 4, 15, 19, 27, 29).

En el análisis de pesos se detectaron las siguientes interacciones: entre grupo racial y número del parto para peso al destete en el grupo I; entre grupo racial y número de crías destetadas para peso al destete en el grupo II y entre grupo racial y tamaño de la camada para peso al nacer en el grupo III.

La figura 1 ilustra la primera de estas interacciones. Las crías nacidas de cabras Criollas tienden a tener un peso máximo al segundo

o tercer parto declinando en partos sucesivos; por otro lado, las crías nacidas de madres 1/2 sangre, especialmente aquellas de madres 1/2 Alpino 1/2 Criollo, tienden a tener pesos al destete más altos a medida que aumenta el número del parto. Es importante señalar que sólo hubo disponible tres observaciones de cuarto parto, en el caso de crías 3/4 Alpino 1/4 Criollo (AAD).

La diferencia arriba señalada se refleja en la figura 2 la cual muestra la relación entre el grupo racial de la madre (Criolla o 1/2 sangre) y el número del parto para peso al destete en el grupo II. Se considera que las tendencias opuestas en el peso al destete, después del tercer parto para crías nacidas de cabras Criollas y 1/2 sangre,

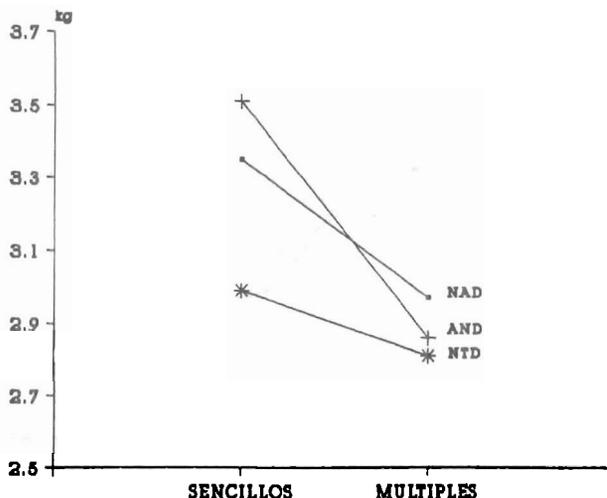


Figura 4. Interacción entre tamaño de la camada al nacer y grupo racial para peso al nacer. Grupo III.

contribuyó, en gran parte, a la manifestación de esta interacción. Lo anterior es consecuencia de una disminución en la producción de leche, después del tercer parto, en las cabras Criollas. Producciones máximas de leche, hasta la tercera lactancia, han sido reportadas para cabras nativas en Malasia (17), en India (28) y en el caso de razas europeas en los trópicos (10). El hecho de que las crías nacidas de machos Toggenburg con cabras Criollas alcancen mayores pesos al destete, al tercer parto, en comparación a sus contemporáneos nacidos de machos Alpinos o Nubian, puede ser debido al azar.

La figura 3 ilustra la interacción entre grupo racial y número de crías destetadas para peso al destete en el grupo II. Las crías 3/4

Nubian 1/4 Criollo (NND), nacidas sencillas fueron significativamente más pesadas ($P < 0.05$) al destete, que las crías sencillas 7/8 Nubian 1/8 Criollo (3ND). Por otro lado, las crías 3ND nacidas de partos múltiples y destetadas como sencillas y las nacidas múltiples y destetadas múltiples fueron más pesadas, pero no significativamente, que las crías NND en las mismas categorías.

Por alguna razón, las crías NND nacidas sencillas ganaron más peso, a razón de 98.4 g/día desde el nacimiento al destete, mientras que las crías 3ND ganaron solo 88.9 g/día. El promedio de ganancia diaria para crías nacidas múltiples fue de 66.8 g/día y 77.8 g/día para crías NND y 3ND respectivamente. No se observó diferencia significativa en los pesos al nacer

Cuadro 6. Correlaciones fenotípicas entre pesos ajustados a diferentes etapas de crecimiento en cabritos mestizos.

Grupos	Etapa de crecimiento		
	Nac. - destete	Nac. - 6 meses	Dest. - 6 meses
I	0.29	0.3	0.8
II	0.24	0.27	0.75
III	0.28	0.27	0.84

entre crías sencillas o entre crías nacidas de partos múltiples, de los grupos raciales NND y 3ND. No hubo diferencia significativa en la producción de leche de las madres de las crías involucradas en las comparaciones anteriores. Aunque la heterosis puede estar jugando un papel importante en estos resultados, la misma no pudo ser comprobada, en este caso, debido a la falta de consistencia en la superioridad de los pesos de las crías sencillas y múltiples pertenecientes al grupo racial NND. Algunos factores externos, asociados quizás con la habilidad de algunas crías de amamantarse en otras cabras, pueden estar ligados a los resultados obtenidos.

La figura 4 ilustra la interacción, entre grupos raciales y tamaño de la camada, para peso al nacer en el grupo III. Cabras 1/2 Nubian 1/2 Criolla, servidas por machos Alpinos son incapaces de mantener, para partos múltiples, el orden establecido para peso al nacer en partos sencillos. Peso al nacer es un carácter ampliamente influenciado por el peso de la madre. (20, 23, 32, 33, 35) y por supuesto, por la raza de la cría. Las

crías sencillas tienen más ventajas en el desarrollo intrauterino que las crías múltiples. En este caso, el resultado para crías sencillas fue como se esperaba. Las crías 1/2 Alpino 1/4 Nubian 1/4 Criollo (AND) nacidas de un padre de raza grande (Alpino) y de una madre de porte mediano (1/2 Nubian 1/2 Criollo) fueron más pesadas al nacer, aunque no significativamente, que las crías 1/2 Nubian 1/4 Alpino 1/4 Criollo (NAD) nacidas de un padre de raza de porte mediano (Nubian) y madre de raza grande (1/2 Alpino 1/2 Criollo). Igualmente fueron significativamente superiores en peso ($P < 0.01$) que las crías 1/2 Nubian 1/4 Toggenburg 1/4 Criollo (NTD) nacidas de machos Nubian en madres de pequeño porte (1/2 Toggenburg 1/2 Criollo). En el caso de partos múltiples, los resultados indican que el tamaño de la madre es el factor más importante. Las crías nacidas de madres 1/2 Alpino 1/2 Criollo son más pesadas que aquellas de madres 1/2 Nubian 1/2 Criollo y 1/2 Toggenburg 1/2 Criollo. Los pesos adultos, postparto, para hembras de estos grupos raciales fueron: 45.9; 42.1 y 38.6 kg respectivamente.

Las correlaciones fenotípicas, ajustadas por: grupo racial, año y época de nacimiento y tamaño de camada, entre pesos a diferentes etapas de crecimiento fueron altamente significantes ($P < 0.01$), en todos los casos (cuadro 6). Se observó una gran similitud entre los valores, de estas correlaciones, para los tres grupos contemporáneos. Similarmente se observa que dichos valores son más bajos que los reportados, en la literatura, para diferentes etapas de crecimiento por Ricordeau *et al.* (31) quien reporta para crías Saanen, correlaciones de 0.91 y 0.98 entre peso a

los 3 meses y peso a los 5 y 7 meses, respectivamente. En cabritos de la raza Maltesa, la correlación entre peso al nacer y peso a los 30 días fue de 0.83. (22). Correlaciones entre pesos a diferentes edades, en cabritos Blanck Bengal, variaron de 0.20 a 0.65 y de 0.21 a 0.68 reportadas por Guha *et al.* (25). Richetti e Intriери (30), por su parte, calcularon correlaciones de 0.79 y 0.91, entre peso al nacer y peso a los tres meses de edad, para crías nacidas de partos dobles de la raza Calabria y Toggenburg x Calabria respectivamente.

El cuadro 7 muestra los esti-

Cuadro 7. Componentes de varianza y heredabilidad para pesos de crías caprinas mestizas.

Carácter	Varianzas						
	s_D^2	s_L^2	s_e^2	s_s^2	s_L^2	s_e^2	h^2
Peso al nacer	0.04	0.14	0.11	0.01	0.17	0.1	0.15
Peso al destete	0.63	4.26	2.81	0.17	5.08	2.92	0.08
Peso a 6 meses	0.65	4.12	5	0.6	4.9	5.33	0.22

σ_D^2 = varianza de las madres

σ_L^2 = varianza debida al tamaño de la camada

σ_e^2 = varianza de los padres

σ_s^2 = varianza del error

mados de componentes de varianza y los índices de heredabilidad, como un carácter de la cría, para las tres etapas de crecimiento bajo estudio. El estimado de heredabilidad de peso al nacer, en el presente estudio, es más alto que el 7.0 % reportado por McDowell y Bove (18), 1.0 % por Moulick y Syrstrad (23), para cabras Black Bengal, y $h^2 < 1.0\%$ por Castillo *et al.* (4) para

razas Europeas en Venezuela. Es considerablemente menor que el valor de 75.0 % calculado por Ali y Hasnath (1) y el de Sing y Sengar (35) de 32.0 % a 56.0 % para cabras Jamunapari, Beetal y Black Bengal y el de 0.61 calculado por Silva *et al.* (34) para razas brasileñas así como también es inferior al de 0.46 reportado por Montaldo y Suarez (21) y Roy *et al.* (32) en trabajos

Cuadro 8. Promedios ajustados de ganancia diaria (kg) entre diferentes etapas de crecimiento para crías caprinas mestizas.

Raza del cabrito	Etapa de crecimiento	
	Nacim.-destete	Destete-6 meses
Grupo I		
1/2 Sangre	0.070±0.003	0.051±0.004
3/4 Sangre	0.080±0.004	0.073±0.005
Total	0.078±0.02	0.060±0.002
Grupo II		
3/4 Nubian 1/4 Criollo	0.080±0.004	0.036±0.004
7/8 Nubian 1/8 Criollo	0.086±0.004	0.037±0.004
Total	0.082±0.003	0.036±0.003
Grupo III		
1/2 Nubian 1/4 Alpino 1/4 Criollo	0.082±0.005	0.027±0.005
1/2 Alpino 1/4 Nubian 1/4 Criollo	0.087±0.005	0.040±0.003
1/2 Nubian 1/4 Toggenburg 1/4 Criollo	0.076±0.008	0.030±0.006
Total	0.082±0.004	0.032±0.003

Cuadro 9. Tendencia genética, fenotípica y ambiental para peso a los seis meses en crías caprinas mestizas.

Raza del macho	b_G	b_F	b_E
Nubian	0.02±0.04	-0.36±0.10**	-0.38±0.11**
Alpino	0.06±0.05	-0.38±0.18	-0.44±0.19*
Toggenburg	-0.42±0.07*	-0.46±0.43	-0.04±0.44
Total	0.13±0.09	-0.26±0.05**	-0.39±0.10**

* P<0.05

** P<0.01

independientes en México e India respectivamente. Por su parte Das *et al.* (5) reporta un valor de 0.33 para cabras Assam Hill en la India. El valor reportado en el presente trabajo está en concordancia con el valor de 13.0% calculado, para cabras Barbari (35). Los valores de heredabilidad para peso al destete y a los seis meses son más bajos que lo encontrados en la literatura para las diferentes razas tanto en zonas templadas como en el trópico. (3, 4, 25, 31). La heredabilidad para peso al destete resultó considerablemente más baja que la estimada para peso a los seis meses de edad. Aparentemente el ambiente materno y el hecho de que aquellas crías cuyas madres no produjeron leche y que fueron alimentadas con biberones, influyó en el estimado para peso al destete.

El cuadro 8 muestra los promedios de ganancia diaria, para los grupos raciales bajo estudio. En el grupo I, y debido a que no hubo diferencia entre grupos raciales dentro de las crías 1/2 sangre o 3/4 de sangre, solamente se muestran las medias ajustadas de estos dos grupos. Se puede observar que los promedios de ganancia diaria, del nacimiento al destete, son consistentes para los tres grupos contemporáneos. Sin embargo, las ganancias del destete a los seis meses de edad, son mayores para el grupo I en comparación con los grupos II y III. Esta reducción del promedio de ganancia diaria en el tiempo, se reflejó en los pesos a los seis meses, de los grupos contemporáneos II y III, los cuales son más bajos, en aproximadamente 2.0 kg que los del

grupo I (cuadro 2). En general, los promedios de ganancia diaria en este estudio caen dentro de los rangos reportados para cabras (18) y para cabras en los trópicos secos (11).

Con el objeto de investigar con más profundidad, las posibles causas de la caída en el peso a los seis meses referida anteriormente, se desarrolló un análisis para determinar las tendencias genéticas y ambientales en el rebaño total, a través de los años. El cuadro 9 muestra las tendencias calculadas para las tres razas de reproductores representadas en el experimento y para el rebaño total. Como puede observarse, las tendencias fenotípica y ambiental fueron negativas y significantes ($P < 0.01$).

La tendencia genética total no fue significativa como debería esperarse de una población no sujeta a selección. En el caso de los machos Toggenburg, se observó una tendencia genética negativa y significativa ($P < 0.05$). Esta tendencia puede ser debida a efectos de muestreo ya que el número de machos Toggenburg disponibles fue muy pequeño (6 ejemplares), comparado con 40 Nubian y 21 Alpinos. Las tendencias fenotípica y ambiental para los machos Toggenburg fueron no significantes y esto es razonable ya que la caída en los pesos, fue observada a partir del sexto año del experimento cuando los machos Toggenburg se usaron por última vez.

Debido a que las condiciones sanitarias del rebaño fueron mejoradas con los años, la información sugiere que la tendencia negativa

observada en los pesos, es el resultado de un deterioro progresivo de las áreas de pastoreo del Campo Experimental. Lo anterior fue debido, probablemente, a la alta carga animal (1.5 animales adultos por ha, aproximadamente) que se mantuvo durante todo el año, a lo largo del experimento. Es impor-

tante mencionar que en Venezuela no existen estudios previos disponibles, realizados con cabras, en este tipo de vegetación. Estos resultados se presentan como información muy importante en la planificación de investigaciones futuras y para la asistencia técnica a los criadores.

Literatura citada

1. Ali S. Z.; Hasnath, M. A. 1977. Heritability estimate of birth weight of Black Bengal kids at the Bangladesh Agricultural University Goat Breeding Project. *Ind. Vet. J.* 54(8):632-637.
2. Andrade, M. H.; Cabello, F. E.; Olmos, J. L. 1991 Some factors affecting the rearing of Anglo Nubian kids under extensive management in a semi arid climate. In *Memorias del VIII Congreso Nacional Azteca*. 111-115p.
3. Boullion, J.; Ricordeau, G. 1975. Genetic parameters of growth and milk production in the goat at a testing station. Estimates of direct and indirect responses to selection. In *1^{er} Jour. Rech. Ovine et Caprine. Tome 1: Espece caprine*. Paris, France.
4. Castillo, J.; García O.; Verde, O.; Peraza, F. 1976. Growth of kids of four imported goat breeds. *Res. ALPA Mem.* 11:29-30.
5. Das, A.; Das, D.; Goswami, R. N.; Gohain, S. C. 1993. Body weight and linear body measurements of Assam local goats their crosses with Beetal. *Assam Veterinary Council.* 3. 35-38.
6. Ewel, J. J.; Madriz, A.; Tosi, J. A. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. 2da. ed. Caracas, FONAIAP. 270 p.
7. Gamboa, V. J.; Portillo, L. J.; Valdez, M.; Estrada, B. E.; Borquez, G. J. 1990. Goats breeding in Sinaloa. In *memorias del VII Congreso Nacional Azteca*. 1-8 p.
8. FAO Production Yearbook 1979. Vol. 33. FAO statistics series N° 28. Roma, Italia. (1980).
9. García, O.; Castillo, J.; Peraza, F.; Osal, N. 1972. Situación actual de la ganadería caprina en Venezuela. *Agr. Trop.* 22(3):239-250.
10. García, O.; Castillo, J.; Verde, O.; Osal, N. 1976. Mortalidad de cabritos en cuatro razas caprinas importadas. *Res. ALPA Mem.* 11:27.
11. García, O.; Gall, C. 1981. Goats in the dry tropics. En *Goat Production Breeding and Management*. Ed. C. Gall. London, Academic Press. p. 515-551.
12. Guha, H.; Gupta, S.; Mukherjee, A. K; Moulik, S. K; Bhattacharya, S. 1968. Some causes of variations in the growth rates of Black Bengal goats. *Ind. J. Vet. Sci. (India).* 38:269-268.
13. Harvey, W. R. 1968. *Intrucciones for use of LSMLGP*. Ohio State University. Ohio. 26 p.
14. Henderson, C. R. 1953. Estimation of variance and covariance components. *Biometrics.* 9:226-252.

15. Katsigianis, T. S.; Wilson, L. L.; Cathopoulos, T. E.; Dorset, A. A. 1979. The performance of native and Anglo Nubians goats on North Andros Island. Final Report. Bahamas. 1979 Pennsylvania Livestock Day.
16. Mahmud, A. B.; Devendra, C. 1966. Repeatability of milk yield and birth weights of goats in Malaya. I. Milk Yield and Length of Lactation. *Expl. Agric.* 2:211-216.
17. Mahmud, A. B.; Devendra, C. 1970. Repeatability of milk yield and birth weights of goats in Malaya. II. Birth weight *Trop. Agric.(Tri)*. 47:215-220.
18. McDowell, R. E.; Bove, I. 1977. The goat as a producer of meat. *Cornell International Agriculture*. Cornell Univ. Ithaca. 40 p. (Mimeo 56).
19. Medeiros, L. F. D.; Coutinho, L. de S.; Sousa, J. C. D.; Liseu, L. C.; Batista, L. B. 1990. crescimento comparativo de cabritos comuns (Sen Raça Definida) e cruzados com Anglo Nubianos no Estado de Rio de Janeiro. *Arquivos de Universidade Rural de Rio de Janeiro*. 13(2):161-171.
20. Mittal, J. P. 1979. A study on the birth weight of Barbarian and Jamnapari kids. *Ind. J. Anim. Sci.* 49(1):45-47.
21. Montaldo, H.; Juarez, A. 1982. Genetic and environmental factors affecting birth weight in goats. *Tecnica Pecuaria en México*. # 43:20-25.
22. Montemurro, O. 1966. Growth of kids in the first 40 days of life. *Annali Fac. Agr. Univ. Bari*. (Italia) 20:1-17.
23. Moulick, S. K.; Systrad, O. 1970. Genetic and environmental causes of variation in birth weight of Black Bengal goats. *J. Agric. Sci. (Camb)*. 74:409-414.
24. Mourad, M.; Anous, M. R. 1991. Effect of herd importation on reproductive and growth traits of Alpine goats in Egipto. *Egyptian J. Anim. Prod.* 28(2):169-178.
25. Mukundan, G.; Bhat, P. N. 1978. Genetic parameters of production traits in Malabari goats and their crosses with Saanen and Alpine. *Anim. Breed. Absts* 47(6):3000.
26. Nath, J.; Chawla, D. 1978. Studies of birth weights of Beetal, Alpine, and Beetal X Exotic cross-bred kids. *Ind. Vet. J.* 55(4):306-309.
27. Oumara, A. D. 1989. Factors affecting weight for age of Maradi goats at a Niger Research Station. In *African Small Ruminant Research and Development*. Addis Ababa, Ethiopia; International Livestock Centre for Africa. 524-535.
28. Prakesh, C.; Khanna, R. S. 1972. Effect of order of lactation and lactation length on milk production in a closed herd of Beetal goats. *Ind. J. Anim. Prod.* 2(4):10-13.
29. Rana, Z. S. 1980. Genetic studies on the performance of Beetal and its crosses with French Alpine and Anglo Nubian breeds of goats. *Thesis Abstracts, Haryana Agricultural University*. (India). 6(1):4-5.
30. Richetti, F.; Intriati, F. 1976. Weight gain and dressing percentage in suckling and weaned Toggenburg X Calabrian kids born as twins. *Acta Med. Vet. (Italia)*. 22(3/4):159-173.
31. Ricordeau, G.; Poujardieu, B.; Boillion, J. 1972. Genetic parameters of growth in young Saanen female goats at a testing station. *Am. Genet. Sel. Anim.* 4(3):477-480.
32. Roy, R.; Prakash, B.; Khan, B. U. 1989. Genetic and non genetic sources of variation for growth in Jamnapari kids. *Indian J. Anim. Sci.* 59(7): 874-877.

33. Salah, M. S.; Bakkar, M. N.; Mogawer, H. H. 1989. Body weight of Aradi goat kids in Saudi Arabia at different ages and affecting factors. *J. Agric. Sci. King Saud University*. 1(1-2) 17-24.
34. Silva, F. L. R. DA; Figueiredo, E. A. P. DE; Simplicio, A. A.; Barbieri, M. S.; Arruda, F. DE A. V. 1993. Genetic and phenotypic parameters for body weight during the growing period of indigenous and exotic goats in North-Eastern Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. 22(2) 350-359.
35. Singh, D. K.; Singh, C. S. P.; Mishra, H. R. 1991. Factors affecting growth of Black Bengal and its crossbreed with Jarina- pari and Beetal goats. *Ind. J. Anim. Sci.* 61(10) 1101-1105.
36. Singh, S. N.; Sengar, O. P. S. 1981. Studies on the combining ability of desirable characters of important goat breeds for meat and milk separately and in combination. RBSU, College, Fichpuri, Agra, (India). Dept. An. Husb. and Dairying Final Tech. Report.
37. Verma, A. K.; Pandit, R. K.; Porwal, M. L. 1990. Observations on effects sex and type of kidding on gestation length and birth weight in goats. *Ind. Vet. J.* 67(9) 887-888.