

CARACTERIZACION DEL GANADO CRIOLLO COLOMBIANO BLANCO OREJINEGRO (BON). I. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y PARAMETROS GENETICOS DEL CRECIMIENTO PREDESTETE

Germán Martínez C.; Richard R. Frahm; Dave S. Buchanan; Rodney D. Geisert*

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue evaluar el comportamiento reproductivo y los parámetros genéticos de características de crecimiento hasta el destete del ganado criollo colombiano Blanco Orejinegro (Bon). Se analizaron los datos de 636 terneros nacidos de enero a abril, durante 1978 a 1983 en el Centro Regional de Investigaciones El Nus (Antioquia) a 1.200 m.s.n.m., 2200 mm de precipitación anual, 23°C de temperatura media y 87% de humedad relativa. El hato de 230 vacas aproximadamente fue manejado en pastoreo continuo en praderas de puntero (*Hyparrhenia rufa*) y con libre acceso a una mezcla mineral. Las vacas fueron asignadas al azar a grupos de apareamiento durante los meses de mayor precipitación (abril a julio), de (±) 22 vacas/toro, según su edad y estado reproductivo. Los porcentajes de natalidad, destete y sobrevivencia promediaron 63.9; 59.6 y 93.4%, respectivamente. Las características de crecimiento estudiadas y sus respectivos promedios fueron: peso al nacimiento (PN), 26.6 kg; ganancia diaria de nacimiento al destete (GND), 594 g/día; peso al destete (CD), 50.1. Las heredabilidades (h^2) estimadas para las anteriores características fueron PN: .275; GND, .091; PD, .091 y CD, .134. Las correlaciones genéticas (G) y fenotípicas (F) de PN con las restantes características fueron de baja magnitud; G y F entre GND y PD fueron elevada magnitud: .97 y .99, respectivamente. Los errores estándar para la mayoría de los parámetros genéticos fueron altos.

Palabras Claves Adicionales: Ganado de carne, heredabilidad; correlaciones genéticas.

ABSTRACT

Characterization of the Colombian Cattle Breed "Blanco Orejinegro" (Bon). I. Reproductive performance and Genetic Parameters of Prewaning growth Traits

This study was conducted from 1977 to 1983 in a tropical region of the north central Andes of Colombia, South America, to evaluate the native breed, BON. The herd of approximately 230 cows managed continuously on puntero grass (*Hyparrhenia rufa*) with a mineral mixture provided at libitum. Cows were randomly allotted to single sire breeding groups within age and physiological status categories. Calving, weaning and liveability rates averaged 63.9, 59.6 and 93.4%, respectively. The traits studied with their respective means were: birth weight (BW), 26.6 kg; daily gain from birth to weaning (WDG), 594 g/d; weaning weight adjusted to 240 days of age (WW), 169.2 kg; weaning conformation score (WC), 50.1. Heritabilities (h^2) estimates for

* M.V. Ph.D. Jefe Nacional Programa Doble Propósito ICA. A.A. 2011, Villavicencio (Meta). Ph.D. Department of Animal Science, Oklahoma State University Stillwater, OK. 74078 USA.

the above traits were: BW, .275; WDG, .091; WW, 0.91 and WC, .134. Genetic (G) and phenotypic (P) correlations of BW with preweaning traits were low and positive. Genetic and phenotypic correlations between WDG and WW were high, .97 and .99, respectively. Standard error for most genetic parameters were high.

Additional Index Words: Beef cattle, heritability, genetic correlation.

En América Latina el ganado criollo (*Bos taurus*) ha sido la base de la industria ganadera desde su introducción por los conquistadores españoles en el siglo XV. Actualmente, debido a la introducción de nuevas razas y al cruce absorbente e indiscriminado con ellas, especialmente con cebú (*Bos indicus*), el ganado criollo se halla en proceso de extinción. En la mayoría de las situaciones los ganados criollos han sido cruzados con razas especializadas europeas, sin ningún plan de mejoramiento genético con la esperanza de resolver los problemas de producción del trópico.

El alto porcentaje de heterosis, obtenido en las primeras generaciones del cruce con cebú, fue atribuido solamente al cebú, sin consideración del efecto no aditivo de los genes como fue probado recientemente (8). Los datos disponibles de investigación con ganados criollos en el trópico latinoamericano muestran la extraordinaria habilidad combinatoria con otras razas, especialmente con cebú (18; 29). Lo anterior hace necesaria una mayor evaluación no sólo de su potencial genético, sino de su uso racional en programas de cruzamiento.

El ICA, consciente de la importancia del germoplasma criollo para la producción de leche y carne, ha mantenido, desde 1940, en el Centro regional de Investigaciones CRI El Nus, un hato de ganado BON. Al principio esta raza fue seleccionada para producción de leche y usada en cruzamiento con Jersey. Desde 1968, la selección del BON ha sido orientada hacia la producción de carne y utilizada en cruzamientos con Cebú, Charolais y últimamente con Santa Gertrudis.

El presente estudio se planeó con el fin de proveer estimadores confiables de la heredabilidad y de las correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales de varias características de

crecimiento, así como de factores no genéticos, tales como edad de la vaca, sexo y época de nacimiento del ternero, los cuales son esenciales en la formulación de programas eficientes de mejoramiento genético.

MATERIALES Y METODOS

Fuente de los Datos

Los datos usados en este estudio fueron recolectados durante los años 1977 a 1983 en el CRI El Nus, como parte del experimento en proceso para evaluar el potencial genético en la producción de carne del ganado BON. Dicho Centro, localizado entre 800 y 1200 m.s.n.m., en el nordeste de Antioquia, San José del Nus (San Roque), se caracteriza por su abrupta topografía con suelos pobres y erosionables. La temperatura media es de 23°C y la humedad relativa de 87%; el promedio de precipitación anual, durante los años estudiados, fue de 2155 mm. El 70% de la precipitación anual se presenta de abril a junio y de agosto a octubre. La topografía de El Nus es variada: 64% ondulada, 32% abrupta y solamente 4% plana; los suelos son ácidos (pH = 4.5), deficientes en N, Ca, Zn, P y Cu, y con alto contenido de Mg, Fe y K (35).

Ganado

El ganado BON es una raza criolla colombiana que prosperó en las laderas de las cordilleras que atraviesan el país. Su nombre "Blanco Orejinegro" lo describe fenotípicamente en una forma precisa: su color básico es blanco, pero puede ser ligera o fuertemente manchado de negro, especial-

mente en la nuca y los flancos. La piel es fuertemente pigmentada; las orejas, hocico, parte distal de las extremidades, escroto, ubre, periné y mucosas son negras. Existe una variedad recesiva llamada "Blanco Orejimonio", en la cual las partes negras son remplazadas por un color rojizo "mono". El ganado BON se encuentra bien adaptado al clima medio húmedo de topografía quebrada del país (zona cafetera). Sobresale por su extraordinaria rusticidad, resistencia a *dermatobia hominis* (nuche), habilidad para transitar por terrenos abruptos y capacidad de pastorear y aprovechar forrajes toscos y de baja calidad nutritiva.

Manejo y Recolección de la Información

Para llevar a cabo este estudio se utilizaron los datos de un grupo de BON localizado en la parte alta del CRI El Nus, formado por 2 hatos previamente existentes en dicho centro (22). En 1977 los 2 hatos fueron unidos y el sistema de apareamiento continuo se cambió a estacional y con 90 días de duración. El ganado permaneció en potreros de puntero (*Hyparrhenia rufa*), con libre acceso a una mezcla mineral. En ningún caso los animales recibieron suplementación. Novillas y toros fueron seleccionados para apareamiento de acuerdo con el peso a 16 y 24 meses, con cierto énfasis en el peso al destete. Las novillas fueron apareadas a los 2 años para obtener su primer parto al rededor de los 3 años. Toros de 2 o más años fueron utilizados por dos años y en ocasiones hasta 3 años consecutivos, pero evitando apareamiento de animales emparentados: medios hermanos, madre e hijo padre e hija.

La política de remplazo de novillas se basó en la disponibilidad tanto de hembras como de forraje. En 1979 las novillas disponibles para apareamiento fueron utilizadas en otros experimentos. De 1980 a 1983, aproximadamente el 40% superior de las novillas fueron seleccionadas para remplazar las vacas eliminadas por edad o problemas reproductivos.

Los grupos de apareamiento, aproximadamente 22 hembras por toro, se conformaron al azar considerando edad y estado reproductivo (novillas, vacas secas y lactando). El diseño experimental se presenta en la Tabla 1. Las vacas, cuyas edades variaron entre 3 y 14 años, fueron apareadas por un período de 90 días, de mayo a julio (estación lluviosa); las novillas también fueron apareadas por 90 días, pero de abril a junio. La estación de nacimientos se extendió de enero a abril, época que corresponde a los meses más secos del año.

Todos los animales recibieron tratamientos curativos y preventivos contra las enfermedades comunes de la región y fueron descornados a los 3 meses de edad, aproximadamente. En ningún caso fueron descartados antes de los 16 meses de edad y ningún macho fue castrado antes de esta edad.

El peso al nacimiento (PN) se tomó dentro de las primeras 24 horas. Los terneros fueron destetados a una edad promedio de 8 meses. Se tomó su peso y el de la madre, y cada ternero, conforme Stonaker (36), recibió una calificación subjetiva, asignada por tres jueces, de la conformación de

TABLA 1. Diseño experimental.

Año de nacimiento	No. total de vacas	Número de vacas por estado reproductivo						Toros ^a
		Lactando	%	Secas	%	Novillas	%	
1978	55	44	80.0	7	12.7	4	7.3	3
1979	101	46	45.5	55	54.5	—	—	5 (2)
1980	166	81	48.8	50	30.1	35	21.1	8 (1)
1981	271	169	62.4	79	29.1	23	8.5	14 (7)
1982	219	160	73.1	56	25.6	3	1.3	14 (12)
1983	209	125	59.8	58	27.8	26	12.4	11 (6)
Totales	1,021	625	61.2	305	29.9	91	8.9	55 ^b

^a El primer número corresponde a los toros usados/año; entre paréntesis, el número de toros nuevos cada año.

^b Los datos analizados corresponden a 29 reproductores; pero algunos de ellos tuvieron 2 o más observaciones.

los cuartos posteriores (Figura 1). El rango de calificación fue previamente establecido entre 40% (mínimo) y 70% (máximo), por considerar que no había animales con valores inferiores o superiores a estos límites (23). El peso al destete (PD) fue ajustado a una edad constante de 240 días de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Peso 240 días} = \frac{\text{PD} - \text{PN}}{\text{Edad de destete}} \times 240 + \text{PN}$$

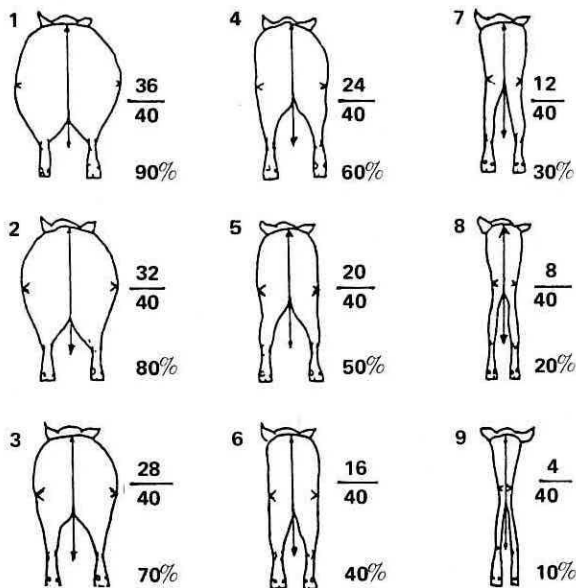


FIGURA 1. Muscularidad del tren posterior. Relación (%) de la anchura del calzón/longitud y el desprendimiento colacorvejones.

Fuente: Stonaker, H. H. (36).

Análisis Estadístico

- Características Reproductivas

Los datos de estado reproductivo se basan en una distribución binomial (preñadas vs no preñadas), antes que en una distribución normal; por tal razón se elaboraron tablas de distribución de frecuencia de dos vías para probar homogeneidad por medio de chi-cuadrado (33).

Las tablas fueron organizadas por parto (parió, no parió) y destete (destetó, no destetó), por año de nacimiento del ternero (AN) y por estado reproductivo de las hembras (lactando, secas y novillas). Tanto los partos como los destetes se basaron en el número de vacas expuestas. También se elaboraron tablas para porcentaje de sobrevivencia hasta el destete, basados en el número de animales nacidos.

Las características de crecimiento fueron analizadas por el método de cuadrados mínimos de modelos mixtos de Harvey (15, 16). Se estudiaron los efectos de: año y período de nacimiento, toro dentro de año, sexo del ternero, edad de la vaca y la interacción de año y período de nacimiento. El cuadrado medio de toro dentro de año se usó para determinar el efecto de toro y el cuadrado medio del error para determinar todos los demás efectos.

Para estudiar el efecto del período de nacimiento, la estación de partos se dividió en dos períodos: 1) enero 1o. a marzo 6; 2) marzo 6 a mayo 6. El primero corresponde a la parte media de la estación seca y comienzos de la lluviosa. Para estudiar el efecto de la edad de las vacas, éstas se agruparon en 4 clases de edades: 1) menores de 3.5 años, la mayoría de primer parto; 2) de 3.5 a 4.5 años, vacas de segundo parto; 3) de 4.5 a 9.5 años (3 a 6 partos) y 4) mayores de 9.5 años. Se analizaron los datos de 29 reproductores.

El modelo estadístico fue:

$$Y_{ijklm} = u + a_i + b_{ij} + c_K + d_e + f_m + (af)_{im} + e_{ijklm}$$

En el cual:

- u Es el promedio general.
- a_i Es el efecto fijo del año de nacimiento.
- b_{ij} Es el efecto al azar del toro dentro del año de nacimiento.
- c_K Es el efecto fijo del sexo.
- d_e Es el efecto fijo de la edad de la vaca.
- f_m Es el efecto fijo del período de nacimiento.
- (af)_{im} Es el efecto de la interacción del año por el período.
- e_{ijklm} Es el error experimental.

- Heredabilidades y Correlaciones

Las heredabilidades y correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales fueron estimadas de los componentes de varianza y covarianza de medios hermanos de acuerdo con los modelos mixtos de Harvey, cuando no se consideran interacciones entre efectos fijos y al azar (15).

RESULTADOS Y DISCUSION

Comportamiento Reproductivo

Los promedios de las características reproductivas, por año de nacimiento del ternero y estado reproductivo de las vacas, se presenta en la Tabla 2. los resultados generales de natalidad, destete y sobrevivencia para todos los años y estados reproductivos promediaron: 63.9, 59.6 y 93.4%, respectivamente; estos valores son superiores al promedio general de natalidad (53.0%) estimado para el país (34) y mayores que los obtenidos para el BON (58%), en tres estudios previos (4, 1, 18). Las diferencias para natalidad y destete entre años y sobrevivencia entre años y estados reproductivos de las vacas no difirieron ($P > .10$); sin embargo, natalidad y destete, entre estados reproductivos, difirieron estadísticamente ($P < .01$).

Las vacas secas durante la estación de monta, no sometidas al estrés de la lactancia, consistentemente produjeron el más alto porcentaje de terneros; el promedio de natalidad para este grupo fue 90.5%, valor que resultó 8.1 y 42.3% mayor ($P < .01$) que para novillas y vacas lactando, respectivamente. La baja probabilidad de que la vaca lactante sea preñada inmediatamente después del parto ha sido señalada en muchos estudios. En condiciones tropicales de los Llanos Orientales de Colombia, Stonaker et al (37) reportaron un 25% de incremento en el porcentaje de natalidad en vacas separadas de su ternero al pie (47.5%), durante la estación de monta. El porcentaje de natalidad de las novillas en este estudio (82.5%) es superior al reportado por Martínez y Laredo (21), 78.1% para dos grupos de novillas BON, en dos sistemas de suplementación mineral.

TABLA 2. Comportamiento reproductivo por año y estado reproductivo de las hembras. (Porcentajes).

Año	Estado reproductivo															
	Total				Lactando				Secas				Novillas			
	Nacidos ^c	Destetados ^c	Vivos ^d		Nacidos	Destetados	Vivos		Nacidos	Destetados	Vivos		Nacidos	Destetados	Vivos	
1978	69.1	67.3	97.4	63.6	61.4	96.4	100.0	100.0	75.0	75.0	100.0		75.0	75.0	100.0	
1979	65.3	57.4	87.9	32.6	28.3	86.7	81.8	88.2	-	-	88.2		-	-	-	
1980	88.1	62.7	92.0	46.9	44.4	94.7	84.0	93.3	85.7	74.3	93.3		85.7	74.3	86.7	
1981	62.7	58.7	93.5	46.2	43.2	93.6	87.3	93.2	78.3	73.9	93.2		78.3	73.9	94.4	
1982	58.4	55.3	94.5	47.5	44.4	93.4	85.7	96.0	66.7	66.7	96.0		66.7	66.7	100.0	
1983	65.6	62.2	94.9	52.8	49.6	93.9	82.8	98.0	84.6	84.0	98.0		84.6	84.0	100.0	
Media	63.9	59.6	93.4	48.2	45.1	93.7	84.9	90.5	82.4	76.9	93.9		82.4	76.9	93.3	
Chi-Cuadrado	5.2 ^a	4.6 ^a	5.3 ^a	169.06 ^{**b}			147.22 ^{**b}									0.026 ^b

a) Valor del Chi cuadrado entre años; b) Valor del Chi cuadrado entre estados reproductivos; c) Basado en el número de vacas expuestas a toro; d) Basado en el número de terneros nacidos.

** P < 0.01.

Productividad de la Vaca y Crecimiento del Ternero

Los valores de probabilidad de F para el análisis de varianza de las diferentes características de producción y crecimiento se presentan en la Tabla 3. Año de nacimiento del ternero, sexo de la cría y edad de la vaca fueron fuentes de variación estadísticamente significativas ($P < .01$) para casi todas las características, con excepción del efecto del sexo del ternero en el peso de la vaca al destete de su cría. El efecto de toro, anidado en año, resultó estadísticamente significativo al 5% de probabilidad para la relación peso de cría/peso de vaca y conformación al destete, y al 1% para el peso al nacimiento. La edad de la vaca tuvo efecto estadísticamente significativo ($p < .01$) sobre todas las características. El período de nacimiento fue significativo para ganancias predestete ($P < .01$) y peso al destete ($P < .05$). La interacción de año por período de nacimiento de la cría afectó significativamente ($P < .01$) las ganancias predestete, peso y conformación de la cría al destete y peso de la vaca al destete de la cría; la relación peso de cría/peso de vaca (al destete) se aproximó al nivel de significancia ($P < .07$).

Peso de la Vaca

Los promedios presentados en la Tabla 4 indican que el peso adulto (vacas mayores de 4.5

años) está alrededor de 422 kg. Vacas de primer parto, menores de 3.5, pesaron al destete de la cría 364.8 kg, lo que representó el 86% del peso adulto. Los valores correspondientes para vacas de 3.5 a 4.5 años (la mayoría de segundo parto) fueron 406.6 kg y 96.4%, respectivamente.

La relación peso de ternero/peso de vaca al destete frecuentemente ha sido usada como un estimador de eficiencia de producción (12, 13, 14 y 39). Basados en la relación de peso ajustado a los 240 días y peso de la vaca al destete de la cría, las vacas de primer parto destetaron la mayor proporción de su peso, .45, seguidas por vacas de segundo parto y adultas, .42. Vacas mayores de 9 años declinaron su producción y su promedio fue .41 unidades. La eficiencia de producción de la vaca fue afectada ($P < .01$) por año de nacimiento de la cría. La variación de peso de la vaca y peso de la cría al destete fue paralela a través de los años; consecuentemente la eficiencia de producción siguió el mismo patrón.

El sexo del ternero no afectó el peso de la vaca al destete de su cría ($P > .10$); sin embargo, como los machos fueron más pesados, la eficiencia de producción de la vaca fue significativamente ($p < .01$) afectada por el sexo de la cría (Tabla 3). Las vacas que amamantaron un macho (Tabla 4) destetaron la mayor proporción de su peso corporal, 45 unidades, 0.05 unidades más que las vacas que amamantaban una hembra. El período de nacimiento no fue significativo ($P > .10$) para peso de la vaca y su eficiencia de producción; la interacción de año por período fue

TABLA 3. Valores de probabilidad de encontrar un valor de F mayor al F_c ($Pr > F$) del análisis de varianza para peso de la vaca, relación peso de ternero/peso de vaca y de las características de crecimiento predestete de terneros Blanco Orejinegro.

F.V.	g.l.	Peso vaca	Peso cría/ peso vaca*	Características del ternero			
				Peso			
				Nacimiento	Destete	Ganancias predestete	Conformación al destete
Año	5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sexo	1	0,99	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Toro (año)	51	0,39	0,04	0,01	0,13	0,13	0,05
Edad vaca	3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Período	1	0,58	0,15	0,64	0,02	0,01	0,36
Año x período	5	0,01	0,07	0,36	0,01	0,01	0,01
Error	636						

* $\text{Peso cría/peso vaca al destete} = \text{Eficiencia de producción}$.

TABLA 4. Promedios ajustados \pm error estándar para medidas de productividad de la vaca, por año, sexo de la cría y edad de la vaca.

Variables	Número de vacas pesadas	Peso de la vaca (kg)	Peso cría/peso vacas (kg/kg)
Sexo de la cría:			
Machos	293	403,5 \pm 2,72	0,45 \pm 0,005 a
Hembras	300	403,7 \pm 2,63	0,40 \pm 0,005 b
Edad de las vacas (años):			
Menores de 3,5	71	364,8 \pm 4,64 c	0,45 \pm 0,008 b
3,5 - 4,5	53	406,6 \pm 5,12 b	0,42 \pm 0,008 a
4,5 - 9,0	346	421,3 \pm 2,34 a	0,42 \pm 0,004 a
Mayores de 9,0	123	421,7 \pm 3,52 a	0,41 \pm 0,006 c
Año:			
1978	26	386,8 \pm 7,05	0,43 \pm 0,013
1979	57	396,2 \pm 5,16	0,43 \pm 0,009
1980	103	400,4 \pm 5,16	0,43 \pm 0,009
1981	158	406,8 \pm 3,22	0,40 \pm 0,006
1982	121	408,9 \pm 3,90	0,41 \pm 0,007
1983	128	422,3 \pm 3,80	0,42 \pm 0,007
Perfodo:			
1*	415	404,6 \pm 2,61	0,43 \pm 0,005
2**	178	402,6 \pm 3,17	0,42 \pm 0,006
Total	593	403,6 \pm 2,21	0,42 \pm 0,004

a b c : Promedios en la misma columna, dentro de cada clasificación, con distinta letra difieren.

* Primera parte perfodo nacimiento.

** Segunda parte perfodo nacimiento.

significativa ($P < .01$) para peso de la vaca y se aproximó al nivel de significancia ($P < .07$) para eficiencia de producción (Tabla 3). El promedio de eficiencia de producción de la vaca BON .42 (Tabla 4) está muy por debajo del promedio (.55) reportado en tres estudios en Norte América con diferentes razas (12, 13 y 14), pero por encima del promedio (0.41) de un estudio con razas nativas de África (39).

Peso al Nacimiento

Los promedios de peso al nacimiento para los diferentes efectos estudiados se presentan en la Tabla 5. El promedio ajustado del PN de 637 machos y hembras BON, en este estudio fue de 26.6 kg. Este valor está dentro del rango de 25 a 29 kg de previos estudios con la misma raza y otros criollos (1, 4, 18, 22, 32 y 38).

Las diferencias encontradas entre años fueron significativas ($P < 0.1$). Este resultado no está de acuerdo con los previamente reportados para el mismo hato (22), cuando el manejo del apareamiento era continuo y por tanto los terneros nacían durante todo el año. Diferencias en PN debidas al año están asociadas con las condiciones nutricionales previas a la estación de nacimientos. Durante el último trimestre de gestación ocurre el 70% del crecimiento fetal; por tanto, la nutrición de la vaca durante dicho período es particularmente importante. Inadecuada nutrición prenatal incrementa la mortalidad del recién nacido, reduce el crecimiento del ternero y la actividad reproductiva de las vacas (10).

El período de nacimiento no afectó elPN ($P > .01$). Las condiciones ambientales, especialmente nutricionales, previas a los dos períodos (una estación) de nacimiento eran similares; los resultados fueron, por tanto, como estaban pre-

TABLA 5. Promedios ajustados \pm error estándar para características predestete por sexo de la cría, edad de la vaca y por año y período de nacimiento de la cría.

Variables	No. de terneros nacidos	Peso nacimiento (kg)	Ganancias diarias (g/d)	Peso al destete (kg)	Conformación al destete
Sexo:					
Machos	317	27,3 \pm 0,28 a	634 \pm 0,007 a	179,7 \pm 1,81 a	51,2 \pm 0,37 a
Hembras	320	25,8 \pm 0,27 b	554 \pm 0,007 b	158,8 \pm 1,74 b	48,9 \pm 0,36 b
Edad de las vacas (años):					
Menores de 3,5	74	25,1 \pm 0,42 b	573 \pm 0,012 c	162,8 \pm 3,00 b	48,9 \pm 0,60
3,5 — 4,5	56	26,8 \pm 0,46 a	593 \pm 0,013 b	169,3 \pm 3,28 b	49,8 \pm 0,65 b
4,5 — 9,0	372	27,4 \pm 0,25 a	615 \pm 0,006 ab	175,1 \pm 1,56 a	51,4 \pm 0,32 a
Mayores de 9,0	135	27,0 \pm 0,33 a	594 \pm 0,009 b	169,7 \pm 2,24 b	50,2 \pm 0,45 b
Año:					
1978	38	26,0 \pm 0,72	571 \pm 0,018	163,1 \pm 4,42	48,5 \pm 0,92
1979	66	26,0 \pm 0,58	604 \pm 0,014	171,2 \pm 3,61	51,6 \pm 0,75
1980	107	28,2 \pm 0,49	629 \pm 0,012	178,9 \pm 3,02	51,8 \pm 0,62
1981	169	27,5 \pm 0,37	562 \pm 0,010	162,5 \pm 2,26	49,6 \pm 0,47
1982	128	25,1 \pm 0,42	560 \pm 0,011	164,5 \pm 2,65	47,9 \pm 0,54
1983	129	26,6 \pm 0,44	619 \pm 0,011	175,2 \pm 2,67	51,2 \pm 0,55
Período:					
1*	440	26,5 \pm 0,27	608 \pm 0,008	171,9 \pm 1,75	50,3 \pm 0,36
2**	197	26,6 \pm 0,30	585 \pm 0,010	166,6 \pm 2,02	49,9 \pm 0,41
Total	637	26,6 \pm 0,24	594 \pm 0,006	169,2 \pm 1,50	50,1 \pm 0,31

a b c : Promedios en la misma columna en la misma clasificación con diferentes letras difieren ($P < 0.05$).

- * Primera parte estación de partos.
- ** Segunda parte estación de partos.

vistos y acordes con los reportados previamente para el mismo hato bajo apareamiento continuo (22). El efecto de la interacción del período por año de nacimiento en el PN (Tabla 6) no fue significativo ($P > .10$). Este resultado está en desacuerdo con los previamente reportados para BON (22); sin embargo, en este último estudio los nacimientos ocurrieron durante todo el año.

El sexo del ternero también afectó el PN ($P < .01$), resultados que concuerdan con todos los estudios consultados. Los machos pesaron 1.5 kg más que las hembras, resultado similar a la diferencia promedio (1.03 kg) de 4 investigaciones con la misma raza (1, 4, 22 y 32).

La edad de la vaca también tuvo un efecto significativo ($P < .01$) sobre el PN de los terneros, lo cual concuerda con la mayoría de los estudios en los cuales esta fuente de variación ha sido considerada. Se encontró un incremento gradual del PN, paralelo con la edad de la vaca, hasta el tercer grupo (27.4 kg) y un descenso en los hijos de vacas de más de 9.5 años (26.9 kg), pero

siendo más pesados que los hijos de vacas de primer parto (25.1 kg), resultado que concuerda con previos reportes para la misma raza (22).

El efecto de padre anidado dentro de año fue una fuente significativa ($P < .01$) de variación para PN de los terneros. Este resultado concuerda con la mayoría de estudios consultados (30, 31). Como el interés del estudio no fue la comparación del comportamiento individual de los reproductores (23), la ecuación de dichos resultados fue absorbida en el modelo utilizado (15); por tanto, los promedios para PN y demás variables dependientes estudiadas no se presentan en este artículo.

Ganancias Predestete

El promedio de ganancias diarias de nacimiento al destete (GND) para machos y hembras en este estudio fue de 594 g/d (Tabla 6). Este valor es superior en 11 g/d al reportado en un

TABLA 6. Promedios ajustados \pm error estándar para características predestete para la interacción de año por estación de nacimiento de la cría.

Año	Período de nacimiento	No. de terneros nacidos	Peso al nacimiento	Ganancia predestete	Peso al destete	Conformación al destete
1978	1*	14	25,7 \pm 0,99	569 \pm 0,027	162,2 \pm 6,63	51,1 \pm 1,34
	2**	24	26,3 \pm 0,76	573 \pm 0,020	163,9 \pm 4,96	45,9 \pm 1,00
1979	1	45	25,5 \pm 0,57	579 \pm 0,016	164,5 \pm 3,99	49,9 \pm 0,81
	2	21	26,5 \pm 0,82	628 \pm 0,022	177,9 \pm 5,52	53,3 \pm 1,12
1980	1	80	28,1 \pm 0,44	637 \pm 0,012	180,9 \pm 2,92	51,5 \pm 0,59
	2	27	28,3 \pm 0,72	620 \pm 0,020	176,9 \pm 4,88	52,0 \pm 0,99
1981	1	119	27,8 \pm 0,36	591 \pm 0,010	169,8 \pm 2,41	50,0 \pm 0,49
	2	50	27,2 \pm 0,54	533 \pm 0,014	155,3 \pm 3,58	49,2 \pm 0,73
1982	1	87	25,6 \pm 0,43	613 \pm 0,012	172,7 \pm 2,90	47,9 \pm 0,58
	2	41	24,7 \pm 0,58	547 \pm 0,016	156,3 \pm 3,96	47,8 \pm 0,80
1983	1	95	26,3 \pm 0,41	646 \pm 0,011	181,4 \pm 2,71	51,3 \pm 0,55
	2	34	26,8 \pm 0,64	592 \pm 0,017	168,9 \pm 4,20	51,2 \pm 0,85
Total		637	26,6 \pm 0,24	594 \pm 0,006	169,2 \pm 1,50	50,1 \pm 0,31

* Primera parte del período.

** Segunda parte del período.

estudio anterior (22), en el cual aproximadamente las mismas fuentes de variación fueron consideradas en el modelo estadístico.

El año de nacimiento tuvo un efecto significativo ($P < .01$), resultado que concuerda con la mayoría de estudios consultados (3, 17 y 22). La interpretación de la variación debida a los años es difícil, porque diversos efectos, como las enfermedades, disponibilidad de forraje, etc., pueden contribuir a tal variación.

El sexo del ternero fue significativo ($P < .01$). Los machos (634 g/d) ganaron 81 g más por día que las hembras (544 g/d). La diferencia entre sexos en este estudio es similar a la reportada en otro estudio (92 g/d) (22) con la misma raza, y superior a los 68 g/d reportados por Petty y Cartwright (27) en un resumen de estadísticas descriptivas de ganado de carne.

En la Tabla 5 se puede observar que la edad de la vaca ($P < .05$) indicó que las menores ganancias predestete fueron para terneros de vacas jóvenes (573 g/d), con un incremento en la habilidad materna (producción de leche) paralelo a la edad de las vacas hasta el grupo 3 (4.5 a 9.5 años) (615 g/d). En vacas del grupo 4 (mayores de 9 años) se presentó un descenso. Este resultado concuerda con estudios de otros investigadores (22, 30 y 31).

Los terneros nacidos al comienzo de la época de nacimiento (período seco) ganaron 608 g/d, 23 más que los nacidos al final de la misma época ($P < .01$), probablemente debido a mejores condiciones tanto antes del nacimiento (se beneficia el comportamiento de la vaca (10) como después del mismo, cuando el ternero está mamando y posteriormente pastoreando. De otra parte, los terneros nacidos al comienzo de la estación de nacimientos son destetados antes de la floración de los pastos, período en el cual la calidad nutritiva del pasto puntero declina (21); también parece ser que en El Nus, demasiada lluvia es un factor adverso para los animales, no sólo por el mayor gasto energético que requieren para caminar en las empinadas y resbaladizas cuestas, sino por el aumento de problemas relacionados con el incremento de enfermedades parasitarias, especialmente nuca (23).

La interacción del período por el año de nacimiento fue significativa ($P < .01$), resultado que podría explicarse por las diferencias en las condiciones ambientales entre y dentro de años (Tabla 6). Solamente para los dos primeros años las ganancias predestete de los terneros nacidos al comienzo del período de nacimiento fueron menores que la de los nacidos al final, hecho que estaría corroborando que la primera parte de la época de nacimientos es la mejor para el desempeño de los animales (Figura 2).

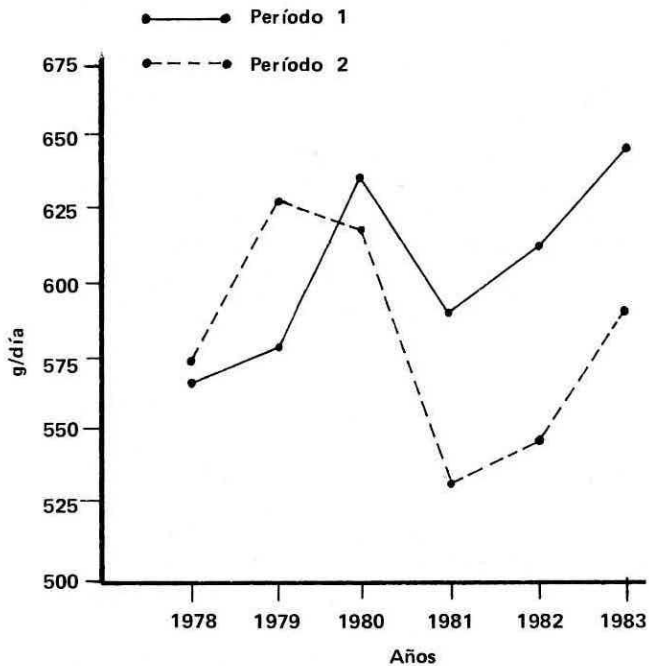


FIGURA 2. Efecto de la interacción del año por período de nacimiento de la cría en ganancias diarias (g/día) predestete.

Peso al Destete

El promedio ajustado a 240 días (PD) para machos y hembras fue de 169.2 kg. No se encontraron estudios similares hechos en el trópico, con destete a 240 días, para comparar con estos resultados. Martínez y Hernández (22) hallaron un peso de 183.3 kg a 270 días, para ambos sexos en el mismo hato. El PD depende directamente de GND; por tal razón, la variación entre años ($P < .01$) fue paralela (Tabla 5) a la encontrada para GND. Los terneros nacidos al comienzo de la época de nacimientos, como consecuencia de las mayores GND, fueron 5.31 kg ($P < .05$) más pesados al destete que los nacidos al final de dicha época.

Los machos pesaron 179.7 kg y fueron 20.9 kg más pesados que las hembras ($P < .01$); la edad de la vaca fue una fuente significativa ($P < .01$) de variación para PD, el cual se incrementó paralelamente con la edad de la vaca hasta los 9 años y luego descendió. El pico de producción para PD se presentó en el grupo 3, vacas de 4.5 a 9 años, resultado que concuerda con la mayoría de estudios consultados. Como se mencionó an-

teriormente, la primera parte del período de nacimiento fue el más apropiado para el nacimiento de las crías; sin embargo, el errático resultado en los 2 primeros años (los terneros nacidos al final de la época de nacimiento fueron más pesados) fue la causa de la interacción significativa ($P < 0.01$) (Tabla 6, Figura 3). Los factores responsables por la interacción son difíciles de identificar, debido principalmente a que el estado fisiológico y el número de vacas que parieron en cada período estaban confundidos.

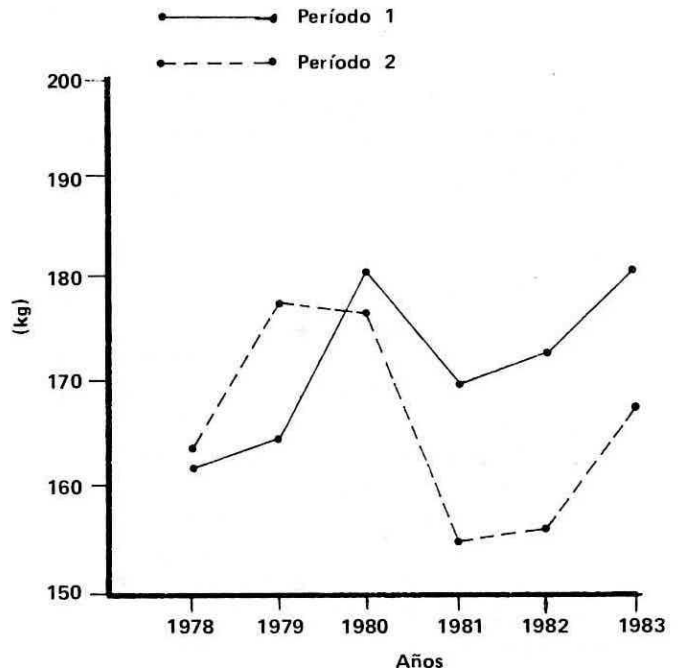


FIGURA 3. Efecto de la Interacción de año por período de nacimiento de la cría en peso (kg) al destete.

Calificación de la Conformación del Tren Posterior

El desarrollo muscular del ternero refleja no sólo su adaptabilidad sino la habilidad materna de la vaca; por tanto, los resultados (Tabla 5), con la sola excepción del período de nacimiento, resultaron afectados ($P < .01$) por las mismas fuentes de variación que afectaron PD.

Aunque el mismo método de calificación no se encontró en condiciones tropicales o de países con estaciones, se conceptúa generalmente (30, 31) que las medidas subjetivas de conformación

al destete son afectadas por las mismas fuentes de variación que afectan el PD. Así por ejemplo, los machos recibieron mayor puntaje que las hembras y los hijos de vacas adultas (4.5 – 9.0) mayor puntaje que hijos de vacas jóvenes y viejas ($P < .01$).

Heredabilidad y Correlaciones

Las heredabilidades (h^2) y correlaciones genéticas fenotípicas y ambientales obtenidas por los análisis de varianza de hermanos medios paternos se presentan en la Tabla 7. Los estimados de heredabilidad, combinados para ambos sexos, fueron inferiores al promedio no ponderado de varios estudios (5, 6, 7, 17, 20, 24, 25 y 26), los cuales son: PN, .28; GND, 0.22; PD, .26 y conformación al destete, .51.

La h^2 para PN fue la más alta (.275), solamente media unidad por debajo del promedio no ponderado previamente citado. Los otros estimados de h^2 fueron muy inferiores a los promedios reportados. Una de las posibles causas para los bajos estimados de h^2 en este estudio es el posible sesgo que resulta de la selección de los padres. Ambos padres fueron seleccionados con base en el peso a los 16 meses y con algún énfasis en el peso al destete. Cuando los padres son seleccionados por algún carácter cuya h^2 está siendo estimada en sus hijos con base en otras características correlacionadas, la varianza entre padres se reduce y consecuentemente, la covarianza entre medios hermanos (Falconer, 11).

Otra posible causa podría ser la reducida varianza genética que ocurre en poblaciones pequeñas y cerradas (2). El hato BON ha estado cerrado a influencia externa. Como el coeficiente de h^2 es una fracción, él varía con los cambios de numerador o denominador; por tanto, un tercer factor causante de los bajos estimados de h^2 podría estar asociado con las condiciones desfavorables, especialmente nutricionales, las cuales tienden a suprimir la expresión de diferencias genéticas para el potencial de crecimiento de los animales.

La mayoría de los errores estándar para correlaciones genéticas estuvieron por encima de 0.4, haciéndolas de poco uso como puntos de estimación. Las excepciones y por tanto, estimadores útiles, fueron las correlaciones entre GND y PD ($0.97 \pm .83$) y entre CD y GND ($1.2 \pm .27$) y PD ($1.1 \pm .25$). Las correlaciones genéticas entre PN y demás características fueron todas de baja magnitud y positivas. Los valores promedios para estas correlaciones, citadas en varios trabajos (5, 6, 7, 9, 17, 25), fueron positivos y de moderada a alta magnitud. Correlaciones fenotípicas y ambientales fueron todas positivas y de baja a moderada magnitud.

CONCLUSIONES

- No existen suficientes resultados de investigación con la misma raza en otros ambientes y sistemas de manejo para evaluar en una forma más precisa las características biológicas para

TABLA 7. Estimaciones de heredabilidad (h^2) \pm error estándar (ES) y correlaciones genéticas (G) \pm ES fenotípicas (F) y ambientales (A), entre las características de crecimiento predestete en ganado BON.

		Peso al nacimiento (PN)	Ganancia al predestete (GND)	Peso al destete (PD)	Conformación al destete (CD)
Heredabilidad		.275 \pm .113	.091 \pm .090	.091 \pm .090	.134 \pm .097
PN	G \pm ES	—	.057 \pm .49	.289 \pm .45	.026 \pm .43
	F	—	.231	.359	.243
	A	—	.273	.385	.300
	G	—	—	.972 \pm .83	1.169 \pm .27
GND	F	—	—	.991	.700
	A	—	—	.993	.644
	G	—	—	—	1.126 \pm .25
PD	F	—	—	—	.705
	A	—	—	—	.655
	G	—	—	—	—

la producción de carne hasta el destete del ganado BON; no obstante, los datos analizados en este estudio son suficientes para ayudar a determinar las debilidades y bondades del BON, con respecto a las características de reproducción y crecimiento hasta el destete.

- El ganado BON, por características reproductivas y de crecimiento hasta el destete, bajo las condiciones ambientales impuestas en este estudio, presenta un buen comportamiento, lo cual significa que, por su actual y futura contribución a la producción de carne en la inhóspita zona cafetera del país, la preservación de su germoplasma es necesaria.
- Los bajos estimados de heredabilidad significan que existe la imperiosa necesidad de ampliar la varianza genética del ganado BON, reducida como consecuencia del número crítico de hembras en el hato (menos de 750 hembras), y por haber permanecido cerrado a influencia externa durante muchos años.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Arboleda, O.** 1977. Efecto de algunos factores sobre el comportamiento del ganado Blanco Orejinegro, cebú y sus cruces. Tesis M.S. UNC-ICA, Bogotá (Colombia).
2. **Alderson, L.** 1985. The conservation of animal genetic resources in Great Britain. Animal genetic resources information. Rome, Italy, FAO 4:26.
3. **Baver, B.; Plasse, D.; Verde, O.** 1981. Pesos al destete de diecisiete grupos raciales de bovinos de carne en el Beni, Bolivia. Asoc. Lat. Prod. Anim. ALPA. G-6 (resúmenes).
4. **Botero, M.F.** 1976. Ganado Blanco Orejinegro. Razas criollas colombianas. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Manual de Asistencia Técnica No. 21:17.
5. **Brinks, J.S.; Clark, R.T.; Kiefer, N.M.; Urik, J.J.** 1964. Estimates of genetic, environmental and phenotypic parameters in range Hereford. J. Anim. Sci. 23:711.
6. **Buchanan, D.S.; Nielsen, M.K.; Koch, R.M.; Cundiff, L.V.** 1982. Selection for growth and muscling score in beef cattle. II. Genetic parameters and predicted response. J. Anim. Sci. 55:526.
7. **Burfening, P.J.; Kress, D.D.; Friedrich, R.L.; Vani-man, D.** 1978. Calving ease and growth rate of Simmental sired calves. II. Genetic parameters estimates. J. Anim. Sci. 46:930.
8. **Dickerson, G.E.** 1973. Inbreeding and heterosis in animals. In: Proc. Anim. Breed. and Genet. Symp. in honor of J.L. Lush. ASAS, DASA, Champaign, Ill. pp. 54-57.
9. **Dunn, R.J.; Magee, W.T.; Gregory, K.E.; Cundiff, L.V.; Koch, R.M.** 1970. Genetic parameters in straightbred and crossbred beef cattle. J. Anim. Sci. 31:656.
10. **Dunn, T.G.; Kaltenback, C.C.** 1980. Nutrition and the postpartum interval of the ewe, sow and cow. J. Anim. Sci. (Suppl. II):29.
11. **Falconer, D.F.** 1981. Cuantitative genetic. Longman Inc., New York. Second. Ed. 840 p.
12. **Frahm, R.R.; Marshall, D.M.** 1985. Comparisons among two-breed cross cow groups. I. Cow productivity and calf performance to weaning. J. Anim. Sci. 61:844.
13. **Gregory, K.E.; Trail, J.C.M.; Marples, H.J.S.; Kakonge, J.** 1985. Heterosis and breed effects on maternal and individual traits of *Bos indicus* breeds of cattle. J. Anim. Sci. 60:1175.
14. **Gregory, K.E.; Trail, J.C.M.; Marples, H.J.S.; Kakonge, J.** 1985. Characterization of breeds of *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle for maternal and individual traits. J. Anim. Sci. 60:1165.
15. **Harvey, W.R.** 1977. User's guide for LSML.76 Monogr. The Ohio State University.
16. **Harvey, W.R.** 1982. Mixed model capabilities of LSML.76 J. Anim. Sci. 54:1279.
17. **Hernández, B.G.** 1976. Genetic factors in beef cattle crosses in Colombia. Ph.D. Dissertation. Colorado State University, Fort Collins, Colorado USA.
18. **Hernández, B.G.** 1981. Las razas criollas colombianas para la producción de carne. Recursos genéticos animales en América Latina. Ganado criollo y especies de altura. Roma, Italia, FAO, 22:52.
19. **Laredo, M.A.; Martínez C., G.** 1984. Variación del contenido mineral del pasto puntero (*Hypharrenia rufa*, (Nees) Stapf) bajo pastoreo en zona de ladera. Rev. ICA (Colombia). v. 19:121.
20. **Ledic, I.L.; Silva, C.; Ferreira de Miranda, J.J.; Graca, C.** 1985. Estimativas de parámetros genéticos en características ponderais de animais Tabapua Arq. Bras. Med. Vet. 37:599.
21. **Martínez C, G.; Laredo, M.** 1983. Efecto de fósforo, cobre y zinc en la ganancia de peso y reproducción de hembras Blanco Orejinegro. Rev. Col. Cienc. Pec. Medellín (Col) 4:129.
22. **Martínez, C.G.; Hernández, G.** 1983. Factores ambientales que afectan el peso de los terneros Blanco Orejinegro. Rev. ICA (Col) 18:465.

23. **Martínez, C.G.** 1987. Estimates of genetic parameters of several productive traits in a colombian cattle breed, Blanco Orejinegro (BON) and its crosses with Zebú, Charolais and Santa Gertrudis. Ph.D. Dissertation. Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma USA.
24. **Miguel, C.; Cartwright, T.C.** 1983. Comparison of heritabilities in crossbred and purebred cattle. *J. Anim. Sci.* 22:821 (Abst.).
25. **Nelsen, T.C.; Kress, D.D.** 1979. Estimates of heritabilities and correlations for production characters of Angus and Hereford calves. *J. Anim. Sci.* 48:286.
26. **Oliveira, J.A. de; Lobo, E.R.B.** 1983. Estudio genético do peso ao nascimento em bovinos de raça Guzera. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* 12:575.
27. **Petty, R.r. Jr.; Cartwright, T.C.** 1986. A summary of genetic and environmental statistics for growth and conformation traits of young beef cattle. *Texas Agr. Exp. Sta. Dept. Tech. Rep. No. 5.*
28. **Plasse, D.** 1981. El uso del ganado criollo en programas de cruzamiento para la producción de carne en América Latina. Recursos genéticos animales en América Latina. Ganado criollo y especies de altura. Roma, Italia, FAO. 22:77.
29. **Plasse, D.** 1983. Crossbreeding result from beef cattle in the Latin American Tropics. *Animal Breeding Abstracts.* 51(11):779.
30. **Reynolds, W.L.; De Rouen, T.M.; Moin, S.; Koonce, K.L.** 1980. Factors influencing gestation length, birth weight and calf survival of Angus, Zebú and Zebú-crosses Cattle. *J. Anim. Sci.* 51:660.
31. **Roberson, R.L.; Sanders, J.O.; Cartright, T.T.** 1986. Direct and maternal genetic effects on preweaning characters of Brahman, hereford and Brahman-Hereford crossbred cattle. *J. Anim. Sci.* 63:438.
32. **Rodríguez, F.; Stonaker, H.H.; Parra, A.; Patiño, O.; Raun, N.** 1971. Comparaciones de pesos de terneros puros Blanco Orejinegro y cruzados con Cebú y Charolais. Memoria, Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 6:182.
33. **SAS.** 1985. User's guide: Statistical analysis system. Inc., Cary Nc.
34. **Salazar, J.J.** 1977. Eficiencia reproductiva del ganado vacuno en Colombia. Consulta de expertos para el mejoramiento de la eficiencia reproductiva del ganado vacuno en América Latina. Maracay Venezuela. FAO, 133.
35. **Staffe, A.I.** 1986. Granja Experimental Pecuaria El Nus. *Agric. trop. (Col.)* 7:471.
36. **Stonaker, H.H.** 1971. Animal breeding in the tropics of Latin America. *J. Anim. Sci.* 33:1.
37. **Stonaker, H.H.; Raun, N.S.; Gómez, J.** 1985. Beef cow-calf production experiments on the savannas of eastern Colombia. Winrock. International 125 p.
38. **Thrift, F.A.; Franke, D.E.; Aaron, D.K.** 1986. preweaning breed of sire comparisons involving the Senepol breed of cattle. *J. Anim. Sci.* 62:1247.
39. **Trail, J.C.M.; Gregory, K.E.** 1981. Characterization of the Boran and Sahival breeds of cattle for economic characters. *J. Anim. Sci.* 52:1286.