CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA SUBDIRECCION GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA PROGRAMA DE POSGRADO

EVALUACION DE BRAHMAN, SANTA GERTRUDIS, CHAROLAIS Y SUS CRUCES EN LA REGION SURESTE DE REPUBLICA DOMINICANA.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico del Programa de Posgrado en Ciencias Agricolas y de los Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

MAGISTER SCIENTIAE

Por

JOSE FAUSTINO TAVAREZ MOTA

Turrialba, Costa Rica

1989

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

COMITE ASESOR:

Jullop
Fernando Mujica Castillo, Ph.D.
Profesor Consejero
Asselve Duolde
Asseraw Zewolde Medhin, Ph.D.
Miembro del Comité

Danilo Pezo Quevedo, Ph.D.

Miembro del Comité

Miembro del Comité

Ramón Lastra Rodríguez, Ph.D.

Coordinador, Prógrama de Estudios de Posgrado

Dr. José Luis Parisí

Subdirector General Adjunto de Enseñanza

José Faustino Tavárez Mota

Candidato

DEDICATORIA

A mis padres, por darme la vida, cuidar de ella y hacer que la educación y conocimientos que hoy poseo, hayan llegado hasta mi.

A mís hermanos, por su aceptación, cariño y comprensión.

A Naomi Caceres, por su paciencia y cariño.

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su sincera gratitud:

Al Dr. Fernando Mujica, mi profesor consejero, por su conocimiento, tiempo, esfuerzo incondicional y buen humor al atender mis inquietudes con cariño.

A los miembros del comité asesor, Dr. Assefaw Tewolde, Dr. Danilo Pezo y Dr. Pedro Ferreira, por su amistad y valiosa colaboración durante la realización de la maestría.

Al M. Sc. Denis Salgado, por su colaboración, esfuerzo y amistad.

Al Gobierno de Holanda y al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría.

Al Dr. Héctor Luis Rodríguez y el personal técnico del Centro de Reproducción Ganadera de la UNPHU, por el apoyo suministrado en el trabajo de campo.

A mis compañeros de Mejoramiento Animal, Miguel Santiago Campos, José Luis Cardona, Alejandro Gallardo y Eduardo Casas por su amistad y momentos que pasamos juntos.

A los compañeros de promoción, en especial a mis hermanos compatriotas: Julio César Morrobel, Adolfo Lantigua, José Miguel Méndez, Maritza Castellanos y José Elías Vargas por su amistad y compañía en los momentos alegres, tristes y difíciles durante la realización de la maestría.

Al Instituto Superior de Agricultura (ISA), por ser la institución académica del país que me representó ante el CATIE.

A todas las personas que de una u otra manera se brindaron para la realización de esta tesis.

BIOGRAFIA

El autor nació el $1\underline{o}$ de marzo de 1965 en Santo Domingo, capital de República Dominicana.

Realizó sus estudios primarios en la Escuela Federico Augusto González, y el bachillerato en el Liceo Jaime Molina Mota.

En agosto de 1982 inició sus estudios universitarios en la Universidad Católica Madre y Maestra de Santiago, República Dominicana y adquirió el título de Ingeniero Agrónomo, concentración Producción Animal.

En septiembre de 1987 ingresó al Departamento de Producción Animal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, en Turrialba, Costa Rica, donde obtuvo el grado de Magister Scientiae el 4 de diciembre de 1989.

CONTENIDO

	RESU	MEN				<i></i>	* * * * * * *	i×
	SUMM	ARY						хi
	LIST	A DE C	UADROS		******		x	iii
	LIST	A DE F	IGURAS					×v
1	INTR	ODUCCI	ON					1
2	REVI	SION D	E LITERA	TURA				6
	2.1	Factor	es genét	icos				6
	:	2.1.1	Indice d	le herencia	o hereda	bilidad ((h ²²)	8
	;	2.1.2	Indice c	le constand	ia o repe	tibilidac	i (r)	10
	:	2.1.3	(r₁) ent	ciones gèné re caracte	erísticas e	de produc	ción de	11
	:	2.1.4	Heterosi	S				13
			2.1.4.1	Heterosis crecimient	•			15
				2.1.4.1.1	Peso al n	acer		15
				2.1.4.1.2	Habilidad	materna.		16
				2.1.4.1.3	Peso al d	estete		18
				2.1.4.1.4	Ganancias	post-des	stete	19
			2.1.4.2	Caracteris	sticas rep	roductiva	as	19
	2.2	Factor	es ambie	entales				20
		2.2.1	Efecto d	de la fecha	a de nacim	iento		21
		2.2.2	Edad de	la vaca a	l parto			22
		2.2.3	Sexo de	la cria		****		24
	2.3	Factor	es de aj	juste		* * * * * * * *		24
	2.4	Evalua	ación y s	selección d	de sementa	les		27
		2.4.1	Factores	s que infl	ıyen	* * * * * * * *		27
		2.4.2	Métodos	de evalua	ión			28
			2.4.2.1	Evaluación madre-hijo	n en base os	-		28
			2.4.2.2	Evaluació los hijos	n en base			29
3	MATE	RIALES	S Y METOI	oos				32
	3.1	Locali	ización.					32
	7 7	Deese	ralla dal	l bato				スつ

	3.3 Manejo y alimentación de los animales	36
	3.4 Descripción de los datos	38
	3.5 Procedimientos analíticos	48
	3.5.1 Estimación de factores de ajuste	48
	3.5.2 Estimación de parámetros genéticos	51
	3.5.2.1 Indice de herencia o heredabilidad.	51
	3.5.2.2 Correlaciónes genéticas entre las características estudiadas	53
	3.5.2.3 Indice de constancia o repetíbili- dad (r)	53
	3.5.3 Comparación de sementales de acuerdo a su procedencia	54
4	RESULTADOS Y DISCUSION	
	4.1 Estimación de factores de ajuste	
	4.2 Comparación entre grupos raciales	
	4.3 Indice de herencia o heredabilidad	
	4.3.1 Indice de herencia global	71
	4.3.2 Heredabilidades estimadas por sexo para las diferentes características estudiadas	75
	4.3.3 Indices de herencia por grupo racial para las diferentes características considera- das en este estudio	76
	4.4 Indice de constancia o repetibilidad (r)	81
	4.5 Correlaciones genéticas y fenotípicas	83
	4.6 Comparación entre Sementales por Procedencia	85
	4.6.1 Heredabilidades estimadas por procedencia en las diferentes características estu-	
	Gradas	87
	CONCLUSIONES	
	RECOMENDACIONES	
7	BIBLIOGRAFIA	
	APENDICE1	02

TAVAREZ M., JOSE F. 1989. Evaluación de Brahman, Santa Gertrudis, Charolais y sus cruces en la región sureste de República Dominicana. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 105p.

Palabras claves: Ganado de carne, comparación entre razas, características pre- y post-destete, parámetros genéticos, factores de ajuste,

EVALUACION DE BRAHMAN, SANTA GERTRUDIS, CHAROLAIS Y SUS CRUCES EN LA REGION SURESTE DE REPUBLICA DOMINICANA.

RESUMEN

Se analizaron 2613 registros de crias procedentes de Brahman, Charolais, Santa Gertrudis y sus cruces, colectados el hato de carne de la Universidad Nacional Henríquez Ureña (UNPHU), en República Dominicana, durante 15 siguientes objetivos: a) afros (1974-1989) con los comparaciones en las características de crecimiento entre los grupos raciales, b) estimar factores de ajustes y parámetros genéticos (correlaciónes genéticas y heredabilidad (h²) para cada característica en forma global, por grupo racial, por sexo y por procedencia de los sementales) y c) comparar los sementales de acuerdo a su procedencia. El manejo de estos Las características en base a pastoreo. animales es estudiadas fueron: peso al nacer (PNC), al destete ajustado a (P240) y al afto (P12M); ganacias pre- (GPRED) y los 240 días post-destete (GPOSTD). Todos los análisis fueron realizados empleando los procedimientos de cuadrados minimos y máxima (1987). verosimilitud propuesto por Harvey características pre-destete fueron ajustadas por edad de la vaca al parto y sexo de la cría en tanto que las de postdestete sólo por sexo. También, cada característica fue expresada como desviación de la media aritmética del año en que nació la cría. Los parámetros genéticos para las distintas características fueron estimados a través de correlación intraclase, a partir de un modelo de medios hermanos paternos que incluyó los efectos de grupo racial y padre anidado dentro de grupo racial. Las h∞ obtenidas para PNC. P240. GPRED, P12M y GPOSTD en forma global fueron: $0,24\pm0,06$; $0,49\pm0,13$; $0,44\pm0,13$; $0,64\pm0,19$ y $0,59\pm0,19$; por sexo varió desde 0,09 \pm 0,20 a 1,03 \pm 0,31 siendo mayores las h^{\pm} de las hembras; por procedencia fue desde 0,16±0,07 hasta $1,45\pm0,49$ y por grupo racial de $0,20\pm0,08$ a $0,84\pm0,31$ en Brahman; de $0,25\pm0,17$ a $0,47\pm0,45$ en Charolais y de $0,02\pm0,13$ a 0,71±0,41 en Santa Gertrudis. Las correlaciones genéticas obtenidas, variaron de 0,18±0,32 a 0,99±0,04. Los valores de h² y correlación genética entre las características fueron consideradas diferentes de cero por lo que se concluye que estas características pueden ser sometidas a selección con esperanza de adelanto genético por generación. En relación a los factores de ajuste considerados en el presente estudio, se destaca la necesidad de utilizarlos al seleccionar los futuros progenitores, ya que sus efectos son significativos. El cruces B x CH es el más ventajoso para crecimiento pre- y post- destete. Respecto a los sementales, no se detectaron diferencias significativas entre los valores de crias de sementales locales e importados.

TAVAREZ M., JOSE F. 1989. Evaluation of Brahman, Santa Gertrudis, Charolais and their crossbreedings in the southeast region of the Dominican Republic. Thesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 105 p.

Key words: Milk cow (livestock), race comparison, weaning pre- and post characterstics, genetic parameters, adjustment factors.

EVALUATION OF BRAHMAN, SANTA GERTRUDIS, CHAROLAIS AND THEIR CROSSBREEDINGS IN THE SOUTHEAST REGION OF THE DIMINICAN REPUBLIC

SUMMARY

Two thousand six hundred thirteen (2613)certificate belonging to Brahman, Charolais, Santa Gertrudis and their crossing were analized. These births certificotes were collected by the National University Pedro Henriquez Ureña campus cattle beef raising facilities, located in the Dominican Republic since 1974 up to date. The objetive of analysis were: a) Perform comparisons aforesaid different racial groups in terms of birth characteristics. b) Carry on estimations related to adjustment factors and parameters (genetic correlations and genetical heredity, for each characteristic in a qlobal form. racialgroup, by sex and the of origin of the sires. wav how these livestock is characteristicsstudied were:weight at birth (PNC), adjusted weaning at 240 days (P240), and adjusted a year (p12), preweaning weight gain (GPRED) and post-weaning weight gain (GPOSTD). All the analysis were done using quadratic coefficients and least squares and maximum likelihood program bу Harvey (1987). The pre-weaning characteristics were adjusted to the cow age at the time of parturition and the sex of the colf, while the post-weaning was just adjusted by sex. Moreover, each characteristic was

expressed as a deviation of the aritmetic mean of the day when parturition took place. The genetical parameters for the different characterstics were estimated using correlation, using a model based on half-paternal brothers which also includes the racial group effects and the father nested in the racial group. The heredity (ha) resulted or obtained for PNC, P240, GPRED, P12M and GPOSTD in global form were: $0,24\pm0,06$; $0,49\pm0,13$; $0,44\pm0,13$; $0,64\pm0,19$ ý $0,59\pm0,19$. The variation by sex exhibited the following results from the lowest to the highest: $0,09\pm0,20$ to $1,03\pm0,31$; the h^2 for the females were the highest. By the origin the results were (lowest to the highest), $0,16\pm0,07$ to $1,45\pm0,49$ and by racial group the figures were 0,20±0,08 to 0,84±0,31 (Brahman), the Charolais results went from 0,25±0,17 to 0,47±0,45 and for the Santa Gertrudis the results were 0,02±0,13 to 0,71±0,41. The genetical correlations obtained oscilated from 0,18±0,32 to 0,99±0,04. The h= weight and the genetical correlations between characteristics were considered different than zero, from this point of view we might conclude: that charactericts could be submitted to a selective process with a good chance of generate genetic improvement. In relation with the adjustment factors considered in this study, it is out the need to use them when future important to point sires are selected. Its effects have proven be significant. The crossbreeding between Brahman and Charolais is the most convenient in terms of the pre and post weaning aspects. With regard of sires none significant differences values were observed between the imported and breeding.

LISTA DE CUADROS

N	_

1	Grupos raciales nacidos en el hato de carne de la UNPHU durante el periodo 1974-1989	34
2	Número de sementales (NS), número de vacas (NV) y número de crías (NC) por el grupo racial en que se basó el presente estudio	41
3	Límites mínimos (LMI) y máximos (LMA) para PNC, P240, GPRED, P12M y GPOSTD por grupo racial antes de establecer las retricciones	43
4	Número de crías y de observaciones por caracterís- ticas antes (NRA) y después (NRD) de las restric- ciones en el hato de carne de la UNPHU, según la edad de la vaca al parto	44
5	Número de crías y de observaciones por caracterís- ticas, según el número de parto antes (NRA) y des- pués (NRD) de las restricciones en el hato de carne de la UNPHU	45
6	Número de cría y de observaciones por características y año de nacimiento de la cría (ANC) antes (NRA) y después (NRD) de las restricciones en el hato de carne de la UNPHU	47
7	Análisis de varianza de cuadrados mínimos sinteti- zados a partir de distintos modelos para PNC, P240, GPRED, P12M y GPOSTD	57
8	Medias de minimos cuadrados con sus respectivos errores estándar y factores de ajuste (F) por edad al parto (EDP) y grupo racial para PNC	59
9	Medias de mínimos cuadrados, sus respectivos erro- res estandar y factores de ajustes por edad al par- to (EDP) para las características P240, GPRED	60
10	Medias de mínimos cuadrados con sus respectivos errores estándar y factores de ajustes por sexo de la cría para las deferentes características de producción	61
11	Número de observaciones (N), medias de cuadrados mínimos (X) y sus respectívos errores estándar (ee) por grupo racial para las dístintas características estudiadas	65

12	Varianza genética (σ^2_G), fenotípica (σ^2_F) e índices de herencia (h^2) estimado de forma global, obtenidas a través de análisis de medios hermanos paternos, para cada una de las características consideradas en el estudio	72
13	Varianza genética (σ^2_{Θ}) y fenotípica (σ^2_{F}) por sexo de la cría, obtenidas a través de análisis de medios hermanos paternos, para cada una de las características consideradas en este estudio	75
14	Número de observaciones (N) e indice de herencia con su respectivo error estándar (hºtee) por sexo de la cría, obtenidas a través de análisis de medios hermanos paternos, para cada una de las caracteris- ticas consideradas en este estudio	76
15	Varianza genética (σ^2_Θ) y fenotípica (σ^2_F) por grupo racial de la cría, obtenidas a través de análisis de las características consideradas en este estudio	78
16	Número de observaciones (N) e índice de herencia con su respectivo error estándar (hª±ee) por grupo racial de la cría, obtenidas a través de análisis de medios hermanos paternos, para cada una de las características cosideradas en este estudio	79
17	Promedio de registros por vaca (PRV) e indices de constancia (r) con sus respectivos errores estándares (ee) para las diferentes caracteristicas evaluadas	82
18	Correlaciones genéticas y fenotípicas entre las diferentes características evaluadas en el hato de carne de la UNPHU ¹	83
19	Medias de cuadrados mínimos y sus respectivos erro- res estándar por procedencia de los padres de las crías, para cada una de las características estudia- das	86
20	Varianza genética (σ²Θ) y fenotípica (σ²Θ) por procedencia del padre de la cría, obtenidas a través de análisis de medios hermanos paternos, para cada una de las características consideradas en este estudio	88
21	Número de observaciones (N) e índice de herencia (h²) con su respectivo error estándar (ee) por procedencia del padre de la cría, obtenidas a través de análisis de medios hermanos paternos, para cada una de las características consideradas en este estudio	00

1A	Número de sementales por año de uso en el hato de carne de la UNPHU	105
	LISTA DE FIGURAS	
No.		
1	Promedio de precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas extremas por mes en la finca de la UNPHU	33
2	Distribución de los grupos raciales existente en el hato de carne de la UNPHU durante los años 1974-1989	35
3	Distribución en el estudio de los grupos raciales de crías existentes en el hato de carne de la UNPHU durante los años 1974-1989	41
4	Medias de cuadrados mínimos por edad de la vaca al parto para peso al destete (P240) y ganancia predestete (GPRED)	62
5	Medias de cuadrados mínimos por sexo para PNC, P240, GPRED, P12M y GPOSTD	63
6	Medias de mínimos cuadrados por grupo racial para PNC ajustadas por sexo de la cría y edad de la la vaca al parto	66
7	Medias de mínimos cuadrados por grupo racial para P240, ajustadas por sexo de la cría y edad de la vaca al parto	67
8	Medias de mínimos cuadrados por grupo racial para GPRED ajustadas por sexo de la cría y edad de la vaca al parto	86
9	Medias de mínimos cuadrados por grupo racial para P12M ajustadas por sexo de la cría	69
10	Medias de mínimos cuadrados por grupo racial para GPOSTD ajustadas por sexo de la cría.	70
11	Heredabilidades estimadas para PNC, P240, GPRED, P12M y GPOSTD para el Brahman, Charolaís y Santa Gertrudis	80
1A	Crecimiento de la población humana vs el de la Bovina en República Dominicana	103
2A	Crecimiento de la producción de carne total vs el de la producción bovina en República Dominicana	104

1. INTRODUCCION

La ganadería dominicana, especialmente la bovina, ha tenido en los últimos 30 años un aumento progresivo (Figura 1A), pero irregular en el número de animales. Según los censos agropecuarios 1950-1981, reportados por la Oficina Nacional de Estadística (1985), en el país existían 815,357 cabezas de ganado bovino en 1950, pasando a 839,037 en 1960. En la década del sesenta, el hato bovino nacional creció rápidamente, registrándose 1,711,744 cabezas según el censo del año 1971. En el último censo agropecuario, en 1981, solo se registraron 1,809,806 cabezas de ganado bovino, mientras que para 1986, la FAD (1987) estima 2,055,000 bovinos, similar a la población estimada por la Dirección General de Ganadería en 1987. Esta última informa la existencia de 1,991,990 cabezas de bovinos.

Por otra parte, la población humana en República Dominicana también ha aumentado en forma considerable (Figura 1A). De acuerdo a los censos 1950-1981 (Oficina Nacional de Estadística, 1985), la población dominicana creció de 2 millones en la década del cincuenta a más de 5 millones habitantes en la década del ochenta. Según recientes estimaciones de la FAO (1987), en 1986 habian 6.560,000 dominicanos. Al comparar, entonces, el crecimiento de la población humana con el de los bovinos (Figura 1A),

evidente que existe un desbalance. Esta situación ha ocasionado una demanda creciente de carne e inestabilidad en la disponibilidad de la misma.

En la República Dominicana la producción y la productividad de carne bovina es muy baja, no obstante el gran potencial que existe en el país, suficiente para abastecer el mercado local y exportar volúmenes por encima de los niveles actuales. Dos factores que contribuyen a esta situación son la productividad animal relativamente baja y un uso relativamente extensivo del terreno (0.61 ha/animal).

La FAD (1987) inidica que la producción total de carne más alta se obtuvo en el país en el año 1986, con 213,000 toneladas métricas. Esto indica que a cada persona le correspondía en promedio 15.17 kg de carne durante el año. Dicha producción hizo disponible en promedio 18.8 gramos de proteína y 314 calorías por persona por día. Estas producciones, deficitarias para cubrir las necesidades nacionales, han llevado a restringir en forma considerable la exportación de carne, con la consecuente disminución de divisas.

Los censos ya mencionados muestran que la producción total de carne ha tenido una mayor tasa de crecimiento que la de bovinos, ya que esta última se ha mantenido estable (Figura 2A). Esto indica, lógicamente, que el desarrollo en

otras especies se ha incrementado más que el de la bovina. No obstante ésto, en 1986, la producción bovina alcanzó el 30.5% (65,000 tm) de la producción total (213,000 tm) (FAD, 1987).

Todo lo anterior indica que el desarrollo ganadero del país debe activarse, pero existe el problema que no debe desarrollarse con base en extensión de terreno, pués casi se llegado а la frontera agricola. Según el censo agropecuario de 1981, el uso de la tierra en pastos para ganadería era de 1,201,361 ha, es decir un 24.8% del total del país (4,844,200 ha). De éstas, 50% está bajo pastos mejorados o introducidos y el otro 50% con pasto natural y terrenos baldíos. De las 4,844,200 ha, el país tiene solo 600,680 ha aptas para la producción intensiva, la que, sin embargo, en la mayoría de los casos, no utiliza los últimos avances tecnológicos (Tejada, 1986).

Esta situación, planteada sobre la frontera agrícola y las demandas de la población creciente, podría tener solución al aumentar la productividad pecuaria a través de un programa de mejoramiento genético, junto con el mejoramiento de los componentes de producción. Sin embargo. para establecimiento de programas de mejoramiento genético (selección О cruzamiento), **es** necesario conocer los parámetros genéticos de las características, que generalmente se consideran de importancia económica en las explotaciones de carne en el trópico (tasa reproductiva, peso al nacer y al

destete, ganancia de peso pre- y post- destete, calidad de la canal, conformación y eficiencia de utilización del alimento).

Los parámetros genéticos que podrían ser importantes, entre otros, es el índice de herencia o heredabilidad, el índice de constancia o repetibilidad y correlaciones genéticas, los cuales determinan cuál de las estrategias de mejoramiento genético utilizar, sea esta la selección o el cruzamiento.

A pesar de que estas metodologías han sido explotadas eficientemente en otros países, en República Dominicana no se ha formulado una Política Nacional de Mejoramiento que oriente los recursos del sector público y privado. La necesidad de hacer esto resulta ser importante, sobre todo cuando se considera la naturaleza dinámica de la ganadería del país y sus exigencias. Esto requiere de un proceso contínuo de investigación en aquellos componentes de relevancia.

Con base a lo dícho anteriormente, el presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

1- Generar factores de ajustes y estimadores de parámetros genéticos como índice de herencia (h²), índice de constancia (r) y correlaciones genéticas (r₀) para las características de crecimiento antes mencionadas.

- 2- Hacer comparaciones entre los grupos raciales Brahman, Charolais, Santa Gertrudis y sus cruces, con base en características de crecimiento (peso al nacer, al destete y ganancias pre- y post- destete) bajo las condiciones ambientales de manejo en la Finca Experimental Nigua, San Cristóbal, República Dominicana.
- 3- Hacer comparaciones entre los sementales importados y los locales con base a valores de crías en las características de crecimiento pre- y post- destete.

2. REVISION DE LITERATURA

En las explotaciones de carne, en el trópico, existen varias características de diferente importancia económica y que varían según las diversas condiciones de la región. Dentro de éstas se encuentran el peso al nacer y al destete, ganancias pre- y post- destete, calidad de la canal, reproducción, conformación del animal y eficiencia de utilización del alimento. Cada una de estas características puede estar influenciada por varios factores, los cuales se resumen en genéticos y ambientales (no genéticos).

2.1 Factores genéticos

El gen es considerado como la unidad de herencia y es uno de los responsable de influencias en la manifestación o no de uno o varios caracteres. Los caracteres cualitativos como color, pelaje, etc., están determinados por uno o pocos genes, mientras que los caracteres cuantitativos, que son los de producción, dependen de la acción e interacción de muchos genes (Plasse, 1969). La existencia y proporción de los genes, es lo que, en parte, determina las diferencias entre razas, dentro de razas (familias) y entre individuos.

La variabilidad entre razas, es conveniente conocerla, ya que raza tienen propiedades regularmente distintas a las

de las demás, que pueden ser susceptibles de encontrar mejor aplicación en sus condiciones particulares de explotación y especialmente dentro de los métodos particulares de reproducción.

La mejora genética de los animales es lenta y la demostración del éxito de estas mejoras radica precisamente en la capacidad que tienen determinados tipos de ganado para adaptarse a su medio ambiente.

Para lograr mejoramiento genético en los animales existen dos métodos: a) selección, que aumenta el potencial aditivo y b) cruzamiento, que influye sobre el potencial no aditivo (Plasse, 1974). Sin embargo, para aplicar cualquiera de estos métodos en un programa de mejoramiento genético es necesario conocer los parámetros genéticos de características a mejorar. Tales parámetros incluyen indice de herencia o heredabilidad (h²), indice de constancia o repetibilidad (r), correlaciones genéticas (r_e), ambientales (rma), fenotípicas (r_f) y heterosis (H). Estos parámetros son los responsables de determinar cuál estrategia mejoramiento es más conveniente utilizar. La utilización de la selección o el cruzamiento va a depender de la magnitud de estos parámetros, la cual estará dada por la proporción de los efectos genéticos y ambientales.

De acuerdo a la literatura revisada, en República Dominicana se utilizan diferentes sistemas de cruzamientos, pero no existe información sobre evaluaciones de los mismos y sobre estimaciones de estos parámetros genéticos.

2.1.1 Indice de herencia o heredabilidad (h²)

El adelanto genético en una característica depende de la variabilidad genética que muestra la característica y del indice de herencia o heredabilidad. Esta se define como la proporción de las diferencias entre individuos que puede ser transmitida a sus descendientes (Hohenboken, 1985). Turner y Young (1969) definen heredabilidad como la medida de la fracción de la varianza total atribuíble a diferencias genéticas aditivas entre animales. Dicho en otras palabras, la h² mide las diferencias en animales, la cual es causada por acción de los genes. Si se dice por ejemplo, que en un cierto hato, el índice de herencia de los pesos al nacer es 27 por ciento, se quiere expresar que alrededor del 30 por ciento de la variación o diferencias entre becerros es debida a diferencias causadas por genes, siendo estas transmisibles de padres a híjos.

La función principal de la h² en el estudio genético de los caracteres cuantitativos, es su papel predictivo, que expresa la confiabilidad del valor fenotípico como indicador del valor genético (Falconer, 1970). Además, es necesario

conocer su magnitud para el establecimiento de un plan de mejoramiento genético y para predecir respuestas de selección (Hohenboken, 1985). Cuanto más grande es la diferencia genética, más efectiva puede ser la selección. Cuando la hæ es alta, indica que los genes tienen una influencia relativamente alta en relación a la influencía ambiental. Caracteres de baja hæ están más influídos por el ambiente que por los genes.

En cada caracter de producción, aún cuando aparezca determinado por ambos efectos (genético y ambiental), la proporción de estos efectos puede ser diferente. Son varios los experimentos en los que se ha estimado la heredabilidad diferentes características de crecimiento para reproducción. Para peso al nacer, por ejemplo, Verde y Bodisco (1976), Hernández (1978), Cruz et al. (1986);Pariacote y Hahn (1986), Zarazua et al. (1986), dan valores de h^2 de 0,12 a 0,25; mientras que Tewolde (1988), Verde et <u>al</u>. (1983), Planas (1983) y Hoogesteijn <u>et al</u>. (1985) dan valores de h² que van de 0,32 a 0,41. Todos estos valores fueron estimados en poblaciones que incluían diferentes grupos raciales como cebuínos (Brahman e Indobrasil), Romosinuano, Pardo Suizo y cruces entre ellos.

La heredabilidad estimada para crecimiento pre-destete es alrededor de 0,18 a 0,21 (Hernández, 1978; Tewolde, 1988). En el caso de peso al destete, la literatura presenta valores

de heredabilidad que van desde 0,09 a 0,37 (Hernández, 1978; Molina et al., 1979; Plasse y Verde, 1980; Tewolde, 1988).

Para aumento de peso post-destete hasta el año de edad, Tewolde (1988) obtuvo una h^2 de 0,37 \pm 0,16, mientras que otros autores dan valores más bajos: 0,06 y 0,08, (Verde et al., 1983; Hernández, 1976, respectivamente).

2.1.2 Indice de constancia o repetibilidad (r)

Varias características en ganadería se pueden medir más de una vez durante la vida de un animal. La repetibilidad estima la inferioridad o superioridad esperada de un individuo al ser expresada en sus medidas futuras (Hohenboken, 1985). Según Pirchner (1969), este indice estima la proporción de la variación entre observaciones causadas por diferencias permanentes entre animales.

En mejoramiento animal es necesario conocer la repetibilidad, para predecir la habilidad de producción de individuos y el cambio en producción que podría resultar de individuos inferiores a la producción menor de una población (Hohenboken, 1985).

Los volares estimados de repetibilidad, para características de crecimiento y reproducción, han sido variables en diferentes estudios. Por ejemplo, para peso al

nacer, Verde et al. (1983) encontraron una repetibilidad de $0,18\pm0,02$ mientras que Tewolde (1988) obtuvo un valor de $0,38\pm0,19$, para la misma característica. Esto es debido a que una de las propiedades biométricas de este índice es que, en una misma característica, varía de población a población.

Para crecimiento pre-destete la repetibilidad alcanza valores de $0,40\pm0,05$, estimados por Tewolde (1988); para peso al destete presenta valores entre 0,29 y 0,38 (Verde et al., 1983; Tewolde, 1988, respectivamente).

2.1.3 Correlaciones genéticas (r_e) y fenotípicas (r_t) entre características de producción de carne.

Las causas que hacen que los valores de dos o más caracteres cuantitativos estén correlacionados, ya posítiva o negativamente, son de tipo genético o ambiental. La causa genética de correlación es principalmente pleitropía, la cual es definida por Falconer (1970) como la propiedad que posee un gen de afectar a dos o caracteres, de manera tal que si el gen se segrega causa una variación simultánea en los caracteres que afecte. Otra causa genética es el ligamiento, aunque este es una causa transitoria de correlación, particularmente en poblaciones derivadas de cruces. La correlación genética, expresa la magnitud por medio de la cual dos caracteres están influenciados por los mismos genes (Falconer, 1970).

La correlación fenotípica, por su parte, mide el grado de asociación entre dos caracteres que pueden ser observados directamente. En esta correlación intervienen las causas genéticas y ambientales. Es por esto, que si ambos caracteres tienen heredabilidades bajas, la correlación fenotípica estará determinada principalmente por la correlación ambiental, pero si tienen heredabilidades altas, entonces la correlación genética es la más importante.

Algunas características de importancia, generalmente están correlacionadas genéticamente. Es por esto que al seleccionar para o en contra de una característica, rara vez ésta no interfiere sobre otras características (incrementándolas o disminuyéndolas). La magnitud de esta respuesta correlacionada, ya sea directa o indirectamente, dependerá, en gran parte, de la correlación genética con la característica a seleccionar. El signo de la correlación es quien determinará la dirección del cambio.

Son varios los autores que han realizado trabajos tendientes a estimar correlaciones genéticas y fenotípicas entre las diferentes características de crecimiento en ganado de carne. Por ejemplo, Verde et al. (1983) estimaron, correlaciones genéticas y fenotípicas de 0,30±0,18 y 0,35, respectivamente, entre peso al nacer y peso al destete ajustado a 205 días. Mientras que Cruz et al. (1986)

estimaron r_0 y r_r de 0,50±0,30 y 0,16, respectivamente, entre peso al nacer y peso al destete ajustado a los 270 días.

Por otro lado, entre peso al destete y peso a los 12 meses, Plasse y Verde (1980), trabajando con Brahman, obtuvieron re y re iguales a 0,92±0,06 y 0,84, respectivamente. Ocando et al. (1978) obtuvieron en la misma raza, re entre peso al nacer y peso al destete de 0,39 y entre peso al nacer y ganancia pre-destete 0,43, mientras que entre peso al destete y ganancia pre-destete la re fue de 0,96.

2.1.4 Heterosis

La producción de carne en las regiones tropicales se ha basado en la explotación del ganado criollo, algunas razas de Cebú, razas europeas y en el cruzamiento entre ellos (Muñoz y Martín, 1969).

Cruzamiento se refiere al apareamiento de animales pertenecientes a dos razas distintas. Tal cruzamiento, puede estar basado en las razones siguientes: 1) reemplazo de una raza por otra, 2) combinación de genes favorables de dos o más razas diferentes y 3) producción de heterosis (Plasse, 1969).

Varias características de importancia económicas en las especies domésticas pueden ser mejoradas mediante sistemas de cruzamiento entre razas o líneas. La mejora es generalmente mayor, cuando los animales que se cruzan difieren mucho genotípicamente.

Al aparearse animales de diferentes grupos genéticos es posible que se produzca un efecto biológico denominado heterosis. Este consiste en la superioridad de las medias de los hijos con respecto al promedio de los padres. Su Cunnigham y Syrstad (1987),fundamento, según principalmente, la suma de los efectos de dominancia positiva de los loci individuales. La magnitud de la heterosis dependerà del arreglo de los genes dominantes que producen efectos favorables, así como de las variaciones ambientales, las cuales teóricamente influyen en la magnitud de heterosis explotable.

Estas variaciones dificultan la estimación del mérito genético de los cruces en forma precisa. A manera de ejemplo, el crecimiento de los animales puede ser afectado por las condiciones ambientales existente, ya sea limitando el consumo o disminuyendo el metabolismo de los animales (Bailon et al., 1977), lo que influye en la estimación del valor genético real.

En las razas europeas han sido evidentes los problemas de adaptación a condiciones adversas propias de las regiones tropicales (Muñoz y Martín, 1969). Una solución a ésto, ha sido generar cruces entre genotipos adaptados al trópico (Cebú) y europeos (Bauer et al., 1976).

La magnitud de heterosis bajo condiciones tropicales en cruces que involucran <u>Bos Indicus</u> y <u>Bos taurus</u>, ha sido evaluada para varias características de crecimiento y reproducción.

2.1.4.1 Heterosis para características de crecimiento

2.1.4.1.1 Peso al nacer

Plasse (1969) seffala que el peso al nacer está influenciado en grado relativamente alto por los genes, lo cual se puede observar al comparar grupos de becerros de padres distintos.

Las dificultades al parto y el vigor del becerro recién nacido guardan relación con el peso al nacer, el cual constituye una medida para crecimiento prenatal. Este peso es considerado de importancia en la producción ganadera, ya que los becerros con pesos al nacer marcadamente altos o bajos tienen menos posibilidades de sobrevivencia que aquellos con pesos medianos (Koger et al., 1967). Resultados obtenidos en

el trópico indican que el bajo peso al nacer de becerros Brahman y Criollo, comparados con los de razas europeas especializadas para carne, influye negativamente sobre la sobrevivencia y resistencia de los mismos a las condiciones ambientales severas en la primera parte de su vida (Peña de Borsotti et al., 1974). El apareamiento de individuos de diferentes razas es uno de los métodos genéticos utilizados para mejorar los pesos al nacer. Muñoz y Martín (1969) obtuvieron resultados en los que el peso al nacer de crías cruzadas son mayores que el promedio de Criollos y Brahman puros.

En el mismo orden, Plasse (1981) revisó la literatura de diferentes trabajos en el trópico de América Latina. El autor indica que en el cruzamiento recíproco entre Brahman y Criollo se produce un porcentaje de heterosis para peso al nacer del 5 al 9 por ciento. El mismo autor observó una ligera disminución de heterosis al tratarse de F. hijos de vacas Brahman y de una considerable superioridad de los F. hijos de madres Criollas.

2.1.4.1.2 Habilidad materna

La habilidad materna es toda aquella influencia de la madre (por su propio genotipo y los factores ambientales asociados a ella) sobre una característica medida en su cría. Su efecto está asociado al temperamento e instinto materno y

se refleja en la producción de leche, así como en la manera que la vaca cuida su becerro. Este carácter importante se mide mediante el peso al destete, el cual está parcialmente influído por ella.

La habilidad materna, también está influenciada por factores genéticos y ambientales. La misma puede ser mejorada a través del cruzamiento (Lamprin y Kennedy, 1965). Los efectos de heterosis en las madres están estrechamente asociados con mejores tasas de crecimiento pre-destete en sus crías y mayores pesos al destete. Una superioridad de 5 a 18.2 por ciento es mostrada por madres híbridas en el peso al destete de sus crías al ser comparadas con el promedio de razas puras (McDonald y Turner, 1972; Cundiff, 1970).

En un estudio realizado por Koger <u>et al</u>. (1967) se determinó que cuando vacas F₁ fueron apareadas con toros de cada raza parental, los terneros resultantes tuvieron una superioridad de 32 por ciento en el peso al destete, respecto al obtenido en cría de vacas pertenecientes a las razas parentales.

Por otra parte, la producción de leche y el ambiente materno para ganancias de peso desde el nacimiento al destete está influenciado negativamente por efectos maternos favorables expresados en la generación previa (Koch, 1972).

2.1.4.1.3 Peso al destete

El peso al destete es de gran importancia económica, ya que en los trópicos éste representa un 40 por ciento del peso adulto, y el mismo se logra en los primeros siete meses de edad. En condiciones tropicales estos pesos están, por lo normal, debajo de los valores deseables y posibles (Plasse, 1978), los cuales pueden ser genéticamente mejorados por selección y cruzamiento.

Una estimación del promedio de efecto de heterosis para peso al destete y ganancias post-destete, fue realizada por Muñoz y Martin (1969) en ganado Santa Gertrudis, Brahman, Criollo y sus cruces reciprocos. Estos autores, al comparar el promedio de los pesos al destete de todos los grupos de cruzas con el promedio de todos los grupos puros, encontraron diferencia de 15,79 kg (7,74% de heterosis), la cual resultó ser altamente significativa.

Según Peralta (1977), los becerros Criollos y Brahman presentan valores muy inferiores para peso al destete (155,6 y 161,2 kg, respectivamente) con respecto a los cruces (190-192 kg).

La heterosis de los recíprocos Cebú-Romo y Romo-Cebú sobre el promedio de la raza de los padres es, según Hernández (1978), de 13,1 por ciento para peso al destete.

Por otro lado, Plasse (1981) en una revisión de literatura encontró que los valores de heterosis para peso al destete variaban de 8 a 18 por ciento.

2.1.4.1.4 Ganancias post-destete.

De acuerdo a Hernández (1981), la heterosis o vigor híbrido se manifiesta con mayor intensidad en el aumento diario post-destete que en el peso al destete. Dicho autor afirma que el apareamiento inter-se de animales F_1 produce un F_2 con un comportamiento similar a la F_1 , y que no se ha observado segregación o disminución de la heterosis original al llevarse a cabo estos apareamientos.

En contraste a lo encontrado por Hernández (1981), cuando Muñoz y Martin (1969) estimaron los efectos de heterosis para características de crecimiento antes y depués del destete en Brahman, Santa Gertrudis, Criollos y sus cruces, encontraron que el efecto de heterosis fue más marcado en el crecimiento pre-destete que el post-destete.

2.1.4.2 Características reproductivas

Según Plasse (1981), en un ensayo realizado en Venezuela con cruzamiento recíproco entre las razas Brahman y Criolla, las novillas F_1 , las vacas F_1 de primera lactancia y las vacas F_1 de cuatro y más años tuvieron un porcentaje de

prefiez que superó en un 21 por ciento, 87% y 15%, respectivamente, los promedios de las criollas, y en un 23%, 62% y 5% a las Brahman.

Resultados de heterosis para porcentaje de parición y supervivencia en ganado Cebú, South Devon y sus cruces reciprocos fueron estimado por Iloeje (1985). El autor obtuvo un promedio de 6.6% de heterosis para parición y 9.5% para supervivencia.

Algunos autores destacan la eficiencia reproductiva de las hembras mestizas especialmente Brahman-Criollo, la cual es mayor en relación con las puras (Medina et al., 1974). De acuerdo a resultados revisados por Plasse (1981), las hembras F_1 (Brahman x Criollo) llegan a la pubertad a una edad inferior en un 11% al promedio de las dos razas puras.

2.2 Factores ambientales

Aparte de los efectos genéticos, se tiene un cúmulo de factores ambientales que influyen en diversos grados, la manifestación o expresión de un caracter. El ambiente incluye todos aquellos factores que no son determinados por el genotipo del animal, tales como: el clima, la alimentación, las enfermedades, el manejo, factores inherentes al animal como edad y sexo, y todo el complejo de factores socioeconómicos que se pueden presentar en los medios

ecológicos en que se cría el ganado. A continuación, se presentan algunos de estos factores ambientales, indicándose el grado de sus efectos en caracteres de producción de carne encontrados en trabajos realizados por diferentes autores.

2.2.1 Efecto de la fecha de nacimiento

El efecto del año de nacimiento sobre las características de producción de carne en los trópicos es consecuencia, según Cevallos et al. (1984), de la variación interanual en las condíciones climáticas, las que a su vez influyen en la calidad y cantidad de pasto disponibles y la frecuencia con que ocurren ciertas enfermedades. Sin embargo, Hoogesteijn et al. (1985) seffalan que las diferencias entre años pueden deberse a efectos genéticos, influencias ambientales o ambas. Con base en una revisión de literatura sobre crecimiento de <u>Bos índicus</u> en América Latina, Plasse (1979) señala que la mayoría de los autores observaron altos efectos del años sobre el crecimiento.

El mes de nacimiento, también es incluido en el análisis realizado a características de producción. El efecto causado por este factor, también ha sido encontrado significativo por diferentes autores (Cevallos et al., 1984; Peña de Borsotti et al., 1974; Plasse et al., 1975; Plasse, 1978; Plasse y Verde, 1980; Hoogesteijn et al., 1985). Las distintas manifestaciones de condiciones climáticas en diferentes años,

son las causan, principalmente, los efectos del mes de nacimiento en las características de producción de carne. Esto también pueden explicar la interacción entre año y mes que también resulta ser significativa (Cevallos et al., 1984).

Si la interacción año x mes de nacimiento resulta ser significativa, estos efectos no son independientes uno del otro. Esto es lógico, ya que ambos efectos dependen de la cantidad y distribución de las lluvias. Sin embargo, de acuerdo a lo expuesto por Plasse et al. (1983), esta interacción no influye en la validez de la toma de decisiones sobre los programas de manejo, ya que las constantes de los meses reflejan la tendencia en los años y las decisiones sobre los programas de un rebaño deben tomarse a largo plazo.

2.2.2 Edad de la vaca al parto

Hoogesteijn et al. (1985) señalaron que las vacas más jovenes y las más viejas tienden a parir los becerros más livianos. Señalan los mismos autores que esta influencia se debe a que en la fase prenatal, el crecimiento del feto depende del tamaño de la placenta, el cual está relacionado con la edad y el peso de la vaca. Los autores indican además, que en las vacas de edad avanzada el desgaste fisiológico general juega un papel importante, pués influye negativamente al crecimiento del feto.

En las vacas de primer parto y en las de nueve y más año, los pesos de los becerros son bajos. Sin embargo, la edad de la vaca al parto ejerse su efecto más grande en el crecimiento pre-destete durante su edad avanzada, mientras que las vacas de edades comprendidas entre cuatro y ocho años tienen hijos con peso más altos. Esta tendencia es similar a la presentada en varios trabajos con ganado <u>Bos indicus</u> en América Tropical, aún cuando existen, para este efecto, diferencias en distintos ambientes (Plasse, 1978).

Este efecto de la edad de la vaca, en condiciones de crecimiento sub óptimo, está aún presente a la edad de 18 meses y debe ser incluído en los análisis de varianzas respectivos (Cevallos et al., 1984). Trabajos realizados en zonas del Llano Venezolano (Hoogestijn et al., 1981; Plasse et al., 1983a) y en una región similar en Bolivia (Verde et al., 1981), mostraron efectos significativos de la edad de la vaca sobre el peso a los 18 meses. Esto puede significar o comprobar, que a la edad de 18 meses están todavía presentes influencias maternas, importantes en la fase pre-destete, especialmente debida a la producción de leche de la vaca, que está relacionada con su edad (Cevallos et al., 1984). Sin embargo, esto es contrario a lo encontrado por Plasse (1978 y 1979) en otros trabajos, en los cuales el efecto materno disminuye en los meses post-destete hasta desaparecer.

2.2.3 Sexo de la cria

El sexo de la cría aún estando determinado por el gen sexo se considera como factor ambiental, por no depender de ningún otro gen (Plasse, 1969).

En la mayoría de la literatura revisada (Martojo et al., 1972; Plasse y Verde, 1980; Peña de Borsotti et al., 1977; Ocando et al., 1977; Frómeta et al., 1974; Borgognon y Genes, 1976; Velasco et al., 1976), se encontró que los machos superan a las hembras en las características de producción, independientemente de la raza. Además, esta superioridad de los machos sobre las hembras tiende a hacerse mayor con la edad de la cría.

2.3 Factores de ajustes

Se ha visto, anteriormente, que diferentes factores no genéticos son causantes de variabilidad en las características de producción de carne. Los factores de ajuste tienen como finalidad reducir al mínimo estas variabilidades.

Estos factores de ajustes pueden ser aditivos o multiplicativos y, generalmente son utilizados en producción de carne para reducir la variabilidad causadas por edades al destete de las crías, edad de la vaca al parto, número de partos de la vaca y el sexo de la cría. El llevar a cabo

estos procedimientos de ajuste, permite una mejor estimación de la variabilidad genética, la cual es utilizada en la estimación de parámetros genéticos como son el índice de herencia (h^2) y las correlaciones genéticas (r_0) entre características (Tewolde y Crail, 1984).

Existen situaciones en la cuales el ajuste no logra su objetivo de disminuir las variabilidades sistemáticas. Tewolde y Crail (1984), citan a Kempthorne, quién indica que si la ecuación con la cual se estima el factor de ajuste no es la adecuada o verdadera, este podría estar sesgado, por lo que no siempre al ajustar se logrará disminuir las diferencias causadas por aquel o aquellos factores por los cuales se pretende ajustar una característica.

Antes de realizar un ajuste, de cualquier tipo, es necesario conocer la relación que guardan los factores involucrados (Tewolde y Crial, 1984), ya que si la correlación entre la característica a ajustar y el factor por el cual se ajusta es igual a cero, el efecto de ajuste será cero, por lo que no hay necesidad de ajustar. Si la correlación es positiva y se ajusta, la varianza fenotípica del caracter disminuye; entonces, la h² estimada al ajustar será mayor que la h² sin ajustar. Si por el contrario, la correlación es negativa, la varianza fenotípica del caracter ajustado aumentaría, por lo que la h² ajustada será menor que

la no ajustada. Si ocurre esto último, significa que el ajuste no fue apropiado (Tewolde y Crail, 1984).

Al hacer la corrección, por ejemplo para edad de la vaca, a una edad adulta, se estaría ajustando la producción al ser adulta, sin embargo, esto no predice lo que producirá la vaca cuando sea adulta (González, 1981).

Por todo lo expuesto en este capítulo, se ha de concluir que en el mejoramiento de la productividad ganadera tienen que intervenir todas las ramas del conocimiento agropecuario y no es una más importante que otra. Por ejemplo, si los logran producir animales con genetistas l a hereditaria de obtener aumentos superiores, estos animales también necesitan de una mejor alimentación, de un adecuado programa sanitario y de un manejo más apropiado, etc., para poder expresar sus genes en un mejor fenotipo, o sea en una mayor producción. Si, por el contrario, a un animal genotipo inferior se le proporcionan excelentes condiciones ambientales, con gastos elevados, el resultado la producción no será el aumento esperado, ya que el animal no el genotipo que pueda aprovechar el mejoramiento ambiental que se le ha brindado. Así es que, como indica Plasse (1974), en el trópico de América Latina, será posible llegar a más altos niveles de producción si se mejoran al mismo tiempo los genotipos y el ambiente.

2.4 Evaluación y selección de sementales

2.4.1 Factores que influyen

El potencial y superioridad genético que tiene un semental en comparación con otros sementales se destecta a través de programas de pruebas de progenies (Tewolde, 1986). Sin embargo, para lograr esto en la explotaciones ganaderas de carne, es necesario tomar en cuenta varios componentes ambientales, causantes de variaciones en la estimación de su potencial genético. Dentro de estos componentes ambientales se encuentran, edad de la vaca al parto, sexo de sus crías, diferencias entre años, épocas o estaciones del año, diferencias entre los hatos, donde se desarrollan los hijos de un semental en prueba y procedencia de los sementales.

Este último factor es muy importante, ya que si los sementales son introducidos de diferentes regiones o países, la estimación de su potencial genético puede estar influenciado por un efecto denominado interacción genotipo por medio ambiente. La particularidad de este efecto es que la superioridad de un semental en su región o país puede verse afectada negativa o positivamente al ser introducido éste en otra región o país. De manera que, este factor (interacción genotipo por medio ambiente) no permitirà

Es por esto que, si existen grandes diferencias entre procedencias o condiciones ambientales, no se debe hacer inferencias sobre otros ambientes en base a uno. Las clasificaciones de los sementales se deberá realizar dentro de cada ambiente (Falconer y Latyszewski, 1952).

2.4.2 Métodos de evaluación

La evaluación y selección de sementales se lleva a cabo a través de comparación de sementales mediante diferentes técnicas, basándose éstas, en la fuente de informaciones, ya sea de madre e hijos, promedios de los hijos de los sementales bajo prueba o comparación de compañeros de hatos.

2.4.2.1 Evaluación en base a registros de madrehijos

En esta prueba lo que se hace es que se obtiene una estimación de la habilidad estimada de transmisión (HET) del potencial y superioridad genética de cada uno de los sementales en pruebas, comparando los registros de los hijos con la de su madre. Esta se obtiene usando la siguiente fórmula propuesta por Van Vleck (1976):

HET =
$$\frac{n}{n + \frac{4 - h^2}{h^2}} \left[(\overline{X}_h - \overline{X}_{POD}) - \frac{1}{2} h^2 (\overline{X}_{mad} - \overline{X}_{POD}) \right]$$
donde;

n = número de hijos por semental bajo evaluación

h⁼ = indice de herencia de la caracteristica en cuestión

X_n = promedio de los hijos del semental a evaluar

X_{pob h} = promedio de población de hijos contemporáneos

 X_{mad} = promedio de las madres de los hijos del semental a evaluar

X_{POB mad} = promedio de la población de las madres de hijos contemporáneos.

En esta técnica, tanto los registros de los hijos como los de las madres deben ser corregidos por sexo, edad al parto y al destete, esto último en caso de peso al destete.

Algunos de las limitantes de esta prueba es que los componentes de manejo pueden ser diferentes en la generación de los hijos y madres debido a los cambios constantes que se dan en las técnicas de producción (Tewolde, 1986), y esta prueba supone que estos componentes tienen el mismo efecto. Otra limitante es que se requiere de los registros tanto de la madre como de los hijos.

2.4.2.2 Evaluación en base al promedio de los hijos

En esta técnica también se estima HET para los sementales, pero con base en los promedios de los hijos de cada semental. Para ello se utiliza la fórmula siguiente de VAn Vleck (1976):

HET =
$$\frac{N}{n + 4 - h^2}$$
 (X_{nijo} - X_{pob nijo})

Aquí, los registros de producción también deben ser ajustados. La limitante de esta técnica es que no toma en cuenta las diferencias entre hato y años, si este fuera el caso.

Se ha visto, en las fórmulas anteriores, que la estimación de los valores genéticos de los sementales está en función del número de crías del semental a evaluar y del indice de herencia o heredabilidad (h²) de la característica para la cual se evalúa el semental. Estos elementos deben ser considerados a la hora de establecer las bases para la comparación o prueba de los sementales.

A veces es difícil establecer el número de descendientes por toro a utilizar en estas pruebas, ya que el tamaño (números de animales) de las instalaciones de que se dispone es un factor limitante. Cuanto más crías se utilizan en la prueba, más segura será la misma (Davey y Pomeroy, 1969). Sin embargo, disminuye el número de toros que se pueden probar. Davey y Pomeroy (1969), señalan que si se prueban más toros y menos progenies, se podrá ejercer mejor selección sobre los primeros, pero la prueba será menos segura. El número óptimo de crías por toros (n) para la prueba, según Davey y Pomeroy

(1969), es posibles estimarlo a través de la siguiente fórmula:

$$n = 0,56 \left[\frac{T}{N*h^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

donde:

T = número total de descendiente sobre los cuales se basa la prueba,

N = número de toros que serán evaluados en la prueba

h²= indice de herencia del carácter en prueba.

A medida que disminuye h², mayor será el número de crías requerido para la prueba. Es importante indicar también, que los terneros no se deben separar en grupos de acuerdo al semental, ya que esto introducirá diferencias entre grupos, completamente desconectadas con cualquier diferencia genética entre los padres (Davey y Pomeroy, 1969).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

El estudio se llevó a cabo utilizando registros productivos y reproductivos del hato de carne de La Finca Experimental Nigua de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU) en República Dominicana. Dicha finca está localizada en la sección de Nigua, provincia San Cristóbal, en la región sureste del país, la cual ocupa el segundo lugar en términos del número total de explotaciones agropecuarias, después de la región del Cibao (27 y 52%, respectivamente).

La finca está ubicada a 18° 20" latitud norte, 70° 4" longitud oeste y a una altitud de 10 msnm. La temperatura media anual es de 26,5°C, con una media máxima de 34,7°C y una media mínima de 15,5°C. El promedio anual de la precipitación pluvial es de 1757 mm, existiendo un período de cinco meses (diciembre-abril) con las más bajas precipitaciones (Figura 1). La humedad relativa presenta un promedio anual de 70%.

3.2 Desarrollo del hato;

Los grupos raciales que actualmente, existen en el hato son: Brahman (B), Charolais (CH), Santa Gertrudis (SG) y los

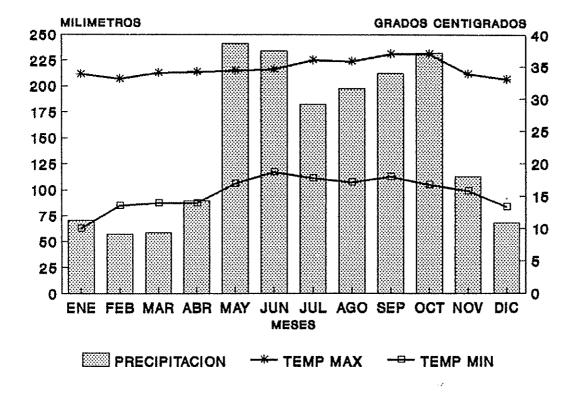


Figura 1. Promedio de precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas extremas por mes en la finca de la UNPHU.

cruces entre ellos en diferentes proporciones. El número de registros para cada grupo racial se presenta en el Cuadro 1. Sin embargo, los grupos raciales han variado a través del tiempo (Figura 2).

El hato comenzó en 1974 con las razas Brahman (B), Charolais (CH) y Santa Gertrudis (SG), siendo las primeras crias nacidas en el hato, de esta última raza (SG) y en el mismo año (1974). En el año 1975, nacen crias de las tres razas, pero no es sino hasta el año 1977 cuando nacen los primeros cruces: ½B x ½CH y 3/4B x ¼CH (en los cruces, el

grupo racial del semental se indica en el primer término). El primero de estos cruces (${^4\!B}$ x ${^4\!C\!H}$) es el de mayor frecuecia (Cuadro 1) y mayor persistencia a través de los affos (Figura 2).

Cuadro 1. Grupos raciales nacidos en el hato de carne de la UNPHU durante el período 1974-1989.

Grupo rac	=ial		N.*
Desconoci	î.do		329
Brahman ((B)		969
Charolais	s (CH)		295
Santa Ger	rtrudis	(SG)	610
'AB X 'A	éСН		136
%В X %	éSG		39
%В X %	4SG X	'4CH	6
%В X %	4SG X	½CH	19
4B Χ ½	ésg x	'4CH	2
3/4B X ½	4CH		32
3/4B X ½	4SG		17
%CH X %	&SG		47
3/4CH X %	45G		8
%CH X У	έΒ		30
½SG X ½	έB		45
3/4CH X %	4B		18
½SG X ½	&CH		9
3/45G X %	% СН		2
TOTAL			2613

Número de registros codificados originalmente.

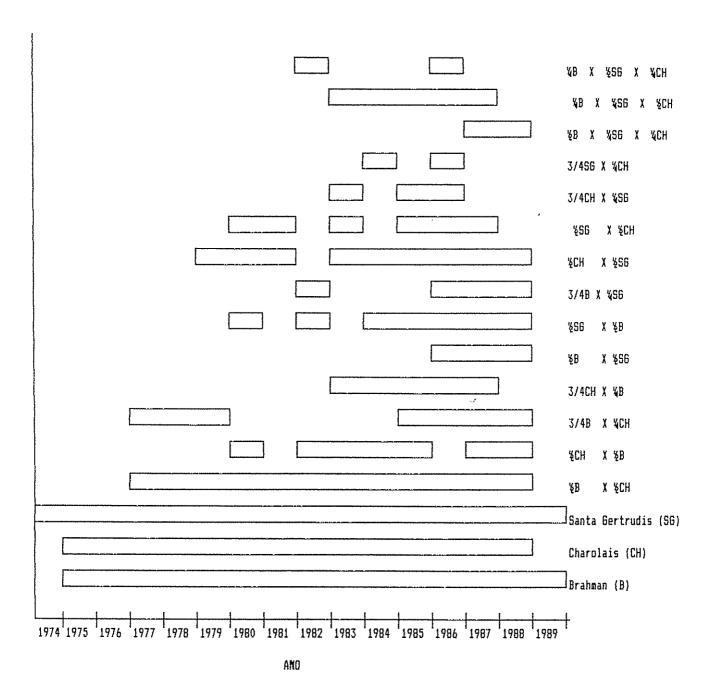


Figura 2. Distribución de los grupos raciales existentes en el hato de carne de la UNPHU durante los años 1974-1989.

Posteriormente, en 1979 se inició el cruce de ½CH x ½SG y en 1980, se llevaron a cabo cruces de ½CH x ½B, ½SG x ½B y ½SG x ½CH. En 1982 nacen las primeras crías cruzadas con sangre de las tres razas que dieron origen al hato (¼B x ½SG x ¼CH). En la Figura 2, se muestra claramente la distribución de los grupos raciales a través de los años para los genotipos de las crías en el hato de la UNPHU.

3.3 Manejo y alimentación de los animales

El manejo y alimentación de los animales no ha tenido ningun cambio significativo a través de los años. basada exclusivamente en pastoreo, alimentación es excepción de la segunda etapa de crecimiento (Post-destete). Los pastos existente en su mayoria son Guinea (Panicum Estrella (Cynodon nlemfluensis) y Pangola maximun). (Digitaria decumbens). La producción de los mismos es llevada a cabo en suelos pocos profundos y permeables, de textura franco-arenoso, no aptos para cultivos comerciales, pero sí buenos para pastos. Están ubicados dentro de la división geológica correspondiente a la llanura costera del Caribe y forman el complejo Matanzas-Jalonga (Tirado y Tio 1973). A estos suelos se le hace un análisis químico anual dependiendo de este análisis, el estado de los pastos y el precio del fertilizante, se le hace una aplicación anual.

El sistema de manejo de los potreros se basa en pastoreo rotacional con una carga animal de 2 UA/ha y un período de descanso de 20 a 30 días, dependiendo éste del estado de la pastura.

Al nacer los terneros se quedan con sus madres y reciben hasta el destete (8 meses aproximadamente) solo una suplementación con sales minerales. Una vez destetados reciben concentrado (16% proteína) con una ración de 5 kg/animal/día para becerros y 10-15 kg/animal/día para toretes de ventas. Los animales seleccionados para reproductotes, reciben concentrado mezclado con afrecho de trigo y melaza ad libitum, más la mezcla de sales minerales con macro y micro elementos.

Como criterio de selección, para ambos sexos se toma en cuenta el peso al destete y el peso al año. Además, también se considera el desarrollo, conformación y pedigree de los animales. La selección se realiza en dos etapas: la primera en el destete y la segunda al año de edad. Los animales no seleccionados son eliminados a través de la venta a mataderos.

Para aparear las hembras, se eligen aquellas que, además de haber sido seleccionadas anteriormente, tenga de 315 a 320 kg de peso vivo.

El período de monta es durante todo el affo y los servicios se llevan a cabo a través de monta natural e inseminación artificial, dando especial énfasis a las hembras destinadas a inseminación artificial. Cuando la hembra es inseminada servida tres veces y no queda prefiada, entonces pasa a monta natural con toros nacidos en el país. Si tampoco queda prefiada en la monta natural, entonces es desechada. La consanguinidad es evitada mediante el apareamiento entre individuos no cercanamente relacionados. Los toros utilizados para la inseminación artificial pueden ser importados o nacidos en el país. Estos últimos son utilizados en monta natural.

3.4 Descripción de los datos

Para lograr los objetivos planteados en el presente estudio se codificaron todos los registros productivos y reproductivos del hato de carne de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU). Los mismos fueron colectados entre 1974 y marzo de 1989, de los cuales se utilizaron las siguientes variables:

- Identificación de la madre de la cría
- Raza de la madre
- Fecha de nacimiento de la madre
- Origen de la madre
- Estado actual de la madre

- Número de parto
- Fecha de servicio efectivo
- Número de servicios por concepción
- Identificación de la cría
- Raza de la cría
- Sexo de la cria
- Identificación del padre
- Raza del padre
- Origen del padre
- Fecha de nacimiento
- Peso al nacer (PNC)
- Fecha del destete
- Peso al destete (PDC)
- Peso al año (P12M)

Basado en estas informaciones se generaron las variables edad de la vaca al parto (EDPT), edad de la cría al destete (ED), peso de la cría al destete ajustado a los 240 días (P240), ganancia pre-destete (GPRED) y ganancia post-destete (GPOSTD). Estas dos últimas fueron calculadas con las siguientes ecuaciones:

$$\frac{(PDC - PNC)}{GPRED} = \frac{(P12M - PDC)}{ED} \qquad (365 - ED)$$

Es importante aclarar que el peso considerado como a los 12 meses en realidad es una aproximación a esta edad, ya que a la hora de la codificación no se se pudo constatar la edad

- Número de parto
- Fecha de servicio efectivo
- Número de servicios por concepción
- Identificación de la cría
- Raza de la cría
- Sexo de la cria
- Identificación del padre
- Raza del padre
- Origen del padre
- Fecha de nacimiento
- Peso al nacer (PNC)
- Fecha del destete
- Peso al destete (PDC)
- Peso al año (P12M)

Basado en estas informaciones se generaron las variables edad de la vaca al parto (EDPT), edad de la cría al destete (ED), peso de la cría al destete ajustado a los 240 días (P240), ganancia pre-destete (GPRED) y ganancia post-destete (GPOSTD). Estas dos últimas fueron calculadas con las siguientes ecuaciones:

$$GPRED = \frac{(PDC - PNC)}{ED} \qquad Y \qquad GPOSTD = \frac{(P12M - PDC)}{(365 - ED)}$$

Es importante aclarar que el peso considerado como a los 12 meses en realidad es una aproximación a esta edad, ya que a la hora de la codificación no se se pudo constatar la edad exacta porque no estaba registrada la fecha en que se realizaban dichos pesos. Entonces, se confió en las personas que registran éste, quienes indican que el mismo se realiza a esta edad. La misma aclaración es válida para GPOSTD, pués su valor está en función de este peso.

El total de registros codificados fue de 2613, provenientes de 751 vacas y 92 sementales (Cuadro 2). La clasificación de los grupos raciales existentes durante el periodo de estudio y sus respectivas frecuecias se muestran en el Cuadro 1. En el mismo se puede observar que es muy baja la frecuencia de algunos genotipos (por ejemplo, 3/4SG x ¼CH, ¼B x ½SG x ¼CH, etc.) por lo que, para la realización del presente estudio, se decidió hacer la clasificación mostrada en el Cuadro 2, considerando el tipo de cruzamiento y la frecuencia de crías de cada uno de ellos (Cuadro 1). La distribución de los mismos, a través de los años, se muestra en la Figura 3.

La primera descripción consistió en establecer restricciones a las características peso al nacer de la cría (PNC), peso al destete ajustado a los 240 días (P240), peso a los 12 meses (P12M) y ganancias pre-deste (GPRED) y post-destete (GPOSTD) dentro de cada grupo racial (Brahman, Charolais, Santa Gertrudis y los cruces B x CH, B x SG, CH x SG y B x CH x SG).

Aquellos valores que estaban fuera de límites que se consideran fisiológicamente razonables, (Cuadro 3) fueron eliminados. Tales valores atípicos, podrían haber sidos mal tomados o registrados equivocadamente. Los límites fueron establecidos sumando y restando dos desviaciones estándar a su respectiva media.

segunda descripción y manejo de los consistió en eliminar aquellas crías cuyo grupo racíal era total, 12.6% los registros (329 de desconocido en originales). También, fueron eliminados aquellos animales a los que no se les conocía el PNC, P240 y P12M a la vez, ni sus respectivas fechas. Además, fueron eliminadas las crías a las cuales no se le conocía su sexo y aquellos registros considerados como abortos. Luego de esto, se eliminaron los registros procedentes de sementales desconocidos. El total de registros eliminados en esta segunda evaluación fue de 642, lo que equivale al 24.57% del total de los registros codificados.

Las frecuencias por edad de la vaca al parto, número de parto y año de nacimiento de la cría para las mismas características antes y después de las restricciones y eliminaciones, son dadas en los Cuadros 5, 6 y 7, respectivamente.

Cuadro 3. Limites minimos (LMI) y máximos (LMA) para PNC, P240, GPRED, P12M y GPOSTO por grupo racial antes de establecer las restricciones.

	PNC		p:	p240		PRED	P12H		GPOSTD		
Grupo racial	LHI	LHA	LHI	LMA	LHI	LHA	LMI	LHA	LMI	LMA	
Brahman (B)	16	50	113	402	0,3467	1,4667	175	425	-0,1190	2,6222	
Charolais (CH)	16	61	128	298	0,3784	1,0786	170	360	-0,2105	1,2424	
Santa Gertrudis (SG)	17	65	125	337	0,3576	1,2387	190	425	-0,6818	1,7208	
B X CH*	17	60	113	357	0,3022	1,3614	170	350	-0,2365	0,7746	
B X S6*	25	55	143	286	0,4648	1,0162	185	350	-0,1250	0,6273	
S6 X CH*	18	50	181	265	0,5863	0,9375	190	300	-0,2098	0,5857	
B X CH X 56*	30	50	184	311	0,5975	1,1297	210	305	-0,1984	0,1984	

[#] Grupo racial del semental es citado en primer término.

La edad de la vaca al parto varió entre dos y 16 años (Cuadro 4). Al realizar las restricciones, las vacas con edades al parto de 2 años fueron agrupadas con las de 3 años en todas las características. En las características PNC, P240 y P12M, las vacas con edades mayores o iguales a 11 años fueron agrupadas con las de 10, mientras que en el caso de GPOSTD Y GPRED las que tenían edades iguales a 10 ó más años se unieron a las de 9 años. Esto se hizo así debido al bajo número de observaciones comprendidas en estas edades (Cuadro 4) una vez hechas las restricciones y eliminaciones ya mencionadas.

Cuadro 4. Nomero de crias y de observaciones por características antes (NRA) y después (NRD) de las restricciones en el hato de carne de la UNPHU, según la edad de la vaca al parto.

EDAD No.		PNC		P2	40	GPR	ED	Pi	2M	6POSTD		
AL Parto		NRA	NRD	NRA	NRD	NRA	NRD	NRA	NRD	NRA	NRD	
2	135	118	60	22	15	22	15	10	5	6	3	
3	528	492	398	152	134	152	134	84	72	77	69	
4	375	326	270	99	84	99	85	51	49	44	41	
5	346	329	289	116	104	116	104	82	71	71	65	
6	304	282	254	114	104	114	105	74	69	72	64	
7	243	226	207	76	70	76	70	50	48	48	47	
8	193	180	145	62	59	62	58	.A2	40	39	38	
9	126	115	95	41	38	41	39	22	22	20	19	
10	81	66	59	33	31	33	31	13	13	13	12	
11	71	63	55	28	28	28	28	16	13	13	9	
12	31	30	25	17	11	17	12	13	12	11	10	
13	32	27	27	19	19	19	19	13	13	12	12	
14	21	19	19	7	7	7	7	10	10	6	5	
15	9	8	8	us .0 W	***	***	20 to 26	601 400 400	## VP VP	40 84 M		
16	2	2	2	1	1	1	1	w 10 44	W 80 - 47		***	
TOTAL	2497	2283	1913	787	705	787	708	480	437	432	394	

^{---:} No existia información.

El número de partos varió entre uno y trece (Cuadro 5), sin embargo, los que fueron mayores de diez partos se consideraron como si fueran del parto diez por su bajas frecuencias. Entre número y edad al parto se realizó análisis preliminares de correlación para verificar su relación. Esta correlación fue de 94%, razón por la cual fue tomada la edad al parto para estimar el efecto del estado de madurez de la madre de la cría al momento de evaluar las características relacionadas con sus crías.

Cuadro 5. Número de crias y de observaciones por características, según el número de parto antes (NRA) y después (NRD) de las restricciones en el hato de carne de la UNPHU.

NUMERO DE PARTO	NO.	PN	PNC		40	6PRED		P12M		6POSTD	
	DE CRIAS	NRA	NRD	NRA	NRD	NRA	NRD	NRA	NRD	NRA	NRD
1	751	682	499	210	180	210	181	117	100	103	90
3	437	498	408	160	139	160	140	111	94	95	84
4	316	413	351	167	147	167	146	103	95	100	91
5	229	292	257	86	78	86	78	59	53	56	52
6	141	211	169	62	59	62	59	33	33	31	31
7	89	125	92	43	38	43	39	24	22	22	18
8	46	79	64	38	30	38	31	17	15	14	11
9	26	40	36	21	19	21	19	14	12	10	8
10	13	26	23	10	10	10	10	9	9	5	5
11	4	11	10	4	3	4	3	3	2	3	2
12	2	4	3	3	2	3	2	3	2	3	2
13	1	2	1	1	ea olyess	AN 400 MM	Mr.M. VIII	***			
TOTAL	2613	2384	1913	804	705	804	708	493	437	442	394

^{---:} No existía información.

Para PNC, el presente estudio comprendió desde el afro 1974 hasta el 1989, mientras que para P240, GPRED, P12M Y GPOSTD el período considerado fue de 1982 a 1988 inclusive, ya que para estas características, solo en esos años existía (Cuadro 6). Para PNC, existian información muy registros en los años 1974, 1975, 1976 y 1989 después de realizar las restricciones y eliminaciones, razón por la cual los 3 primeros años se adicionaron al año 1977 y los de 1989 al año 1988. En cuanto a GPRED, P12M Y GPOSTD los registros correspondiente al año 1982 se anexaron a 1983 y en P12M y GPOSTD los del 1987, 1988 y 1989 al año 1986, debido al número reducido de observaciones en estos años. Por la misma razón, fueron unidos los años 1988 y 1989 a 1987 en P240 y GPRED.

Se establecieron dos épocas de parto tomando en cuenta las precipitaciones por mes durante 43 años (Figura 1), las condiciones de los pastos durante el año y el posible efecto de estos sobre las condiciones físicas de la madre de la cría a la hora del parto y el futuro desarrollo de su cría. Así, la época uno fue establecida desde el último mes (noviembre) del período en que hay más precipitación (mayores de 90 mm) hasta el penúltimo mes (marzo) del período en que existen menos presipitaciones (menores de 90 mm). La época dos se estableció desde el útimo mes de bajas precipitaciones (abril) hasta el penúltimo mes de más altas precipitaciones (octubre).

Cuadro 6. Número de cria y de observaciones por características y año de nacimiento de la cria (ANC) antes (NRA) y después (NRD) de las restricciones en el hato de carne de la UNPHU.

ANC	No. DE	Р	PNC		240	6PF	RED	Pi	2H	6POSTD	
HILL	CRIAS	NRA	NRD	NRA	NRD	NRA	NRD	NRA	NRD	NRA	NRD
1974	22	21	12								
1975	94	90	34	***		** A W					
1976	138	95	86		60 tt 26				W 14 W		
1977	104	100	92	=4.5	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·						
1978	145	137	123	***		*	***				***
1979	180	177	155		tot. Ab dis	****					
1980	254	229	142		****						
1981	90	81	40			** *** ***		₩##	.,,		
1982	219	201	173	131	114	131	114	5	5	5	2
1983	189	175	149	104	94	104	95	95	80	86	68
1984	113	108	67	67	53	67	54	57	51	54	50
1985	297	270	241	232	204	232	204	220	201	207	195
1986	280	261	224	120	105	120	105	114	99	90	79
1987	232	209	173	48	44	48	44	1	124. 400 VIII		
1988	243	219	193	102	91	102	92	1	1		
1989	13	11	9		vis 20 tm	W 80 10.	alle date sing		*****		
TOTAL	2613	2384	1913	804	705	804	708	493	437	442	394

^{---:} No existía información.

3.5 Procedimientos analiticos

Todos los análisis estadísticos realizados en el presente estudio fueron llevados a cabo utilizando el programa de Cuadrados Mínimos y Verosimilitud Máxima, descrito por Harvey (1987).

3.5.1 Estimación de factores de ajuste

Una vez generadas las distintas variables de interés y ajustado el peso al destete a 240 días, se procedió a estimar los factores de ajuste por sexo de las crías y por edad de la vaca al parto para cada una de las características evaluadas.

Antes de esto, fue necesario realizar análisis preliminares con el objetivo de detectar las interacciones importantes. Para tal fin se trató de evaluar un modelo lineal mixto que consideró conjuntamente efecto de grupo racial (GR), edad de la vaca al parto (ED), año de nacimiento de la cría (AN), época de parto (EP), sexo de la cría (SX) y las interacciones de GR con ED, GR con AN, GR con EP, ED con AN, ED con EP y AN con EP. Pero, debido al número excesivo de grados de libertad para los efectos fijos incluídos en este modelo, el mismo no pudo ser evaluado directamente. Por lo que la evaluación de las interacciones se hizo sintetizándolo a partir de diferentes modelos siguiendo el procedimiento descrito por Harvey (1970).

Las interacciones que fueron significativas se incluyeron en el modelo para estimar los factores de ajustes en cada una de las características. Es necesario enfatizar que sólo en PNC, la interacción GR*ED fue significativa. Como el número de grados de libertad de esta interacción, más el de los restante efectos no permitían estimar los factores de ajustes por edad de la vaca al parto en esta característica (PNC), entonces se generaron a partir de las medias de cuadrados mínimos dentro de grupo racial. Para esto se empleó el siguiente modelo fijo por grupo racial:

$$Y_{i,ikl} = \mu + A_i + ED_i + S_k + e_{i,jkl}$$
 (1)

donde:

 $Y_{4,1,k,1}$ = Peso al nacer

μ = Media general del conjunto de observaciones si existieran frecuencias iguales entre las subclases.

 A_{\pm} = Efecto fijo del i-ésimo año de parto (77,...,88)

 $ED_{J} = Efecto fijo de la j-ésima edad al parto (3,...,10)$

S_k = Efecto fijo del k-ésimo sexo (1, 2)

 e_{ijkl} = Error experimental aleatorio con media 0 y varianza σ^{2} .

Para la estimación de factores de ajustes por edad al parto y sexo de la cría en las características restantes (P240, GPRED, P12M y GPOSTD), se utilizó el siguiente modelo fijo:

 $Y_{ijklmno} = \mu + G_i + ED_j + E_k + S_1 + A_m + I_n + e_{ijklmno}$ (2)

donde:

Y_{13klmpo} = Se refiere a P240, GPRED, GPOSTD y P12M como variables de respuesta.

μ = Media general del conjunto de observaciones si existieran frecuencias iguales entre las subclases.

 G_i = efecto fijo del i-esimo grupo racial (1,...,7)

 ED_s = Efecto fijo de la j-ésima edad al parto (3,...,10)

E_k = Efecto fijo de la k-ésima época de parto (1, 2)

 S_1 = Efecto fijo del l-ésimo sexo (1, 2)

 A_m = Efecto fijo del i-esimo año de parto (77,...,88)

In = Interacción entre algunos de los efectos fíjos que haya dado significancia en el análisis previo, dependiendo de las variables de respuesta.

e_{11klmno} = Error experimental aleatorio asociado a cada observación con media O y varianza σ².

De este análisis (Modelo 2) se obtuvieron las medias de cuadrados mínimos con sus errores estándar y los factores de ajustes para sexo de la cría y edad de la vaca al parto en cada una de las características en la que estos efectos fueron significativos.

Una vez realizados los ajustes correspondientes en las diferentes características, se expresó cada registro como una desviación de la media aritmética correspondiente al año en que nació la cría. Esto se hizo únicamente en aquellas características en que este efecto resultó ser significativo.

Los procedimientos aquí utilizados fueron necesarios porque se pudo constatar la existencia de confusiones entre los efectos de semental y año, debido a que algunos sementales fueron utilizados varios años, mientras que otros fueron utilizados solo un año (Cuadro 1A). Además, por la distribución desigual y a veces no contemporánea de los grupos raciales a través de los años (Figura 3).

3.5.2 Estimación de parámetros genéticos

Una vez que las características de interés fueron ajustadas por efectos no genéticos (edad de la vaca y sexo de la cría) y desviados del año de nacimiento de la cría, se procedió a estimar el índice de herencia (h^2), la correlación genética (r_0) y el índice de constancia (r) para las distintas características consideradas.

3.5.2.1 Indice de herencia o heredabilidad

El índice de herencia fue estimado para cada característica considerando diferentes conjuntos de datos: global o sea con todo los datos, por sexo de la cría, por procedencia y por grupo racial. En los tres primeros casos se empleo el siguiente modelo lineal mixto de medios hermanos paternos:

donde:

Y_{15k} = Es la k-ésima observación de cualquiera de las características estudiadas (PNC, P240, GPRED, P12M o GPOSTD) correspondiente al j-ésimo semental dentro del i-ésimo grupo racial, ajustadas por edad de la vaca al parto y sexo de la cría.

μ = Promedio general del conjunto de observaciones si existieran frecuencias iguales en las subclases.

GR: = Efecto fijo del í-ésimo grupo racial

S_{J(1)} = Efecto aleatorio del j-ésimo semental dentro del iésimo grupo racial.

e_{ijk} = Error aleatorio asociado a cada observación con media O y varianza σ_e².

Asimismo, el índice de herencia dentro de grupo racial se obtuvo a partir del siguiente modelo:

$$Y_{\pm \pm} = \mu + S_{\pm} + \varepsilon_{\pm \pm} \tag{4}$$

en donde los términos tienen igual significado que antes.

A partir de los Modelos 3 y 4 se estimaron los componentes de varianza de semental (σ_{s}^{2}) y del error (σ_{\bullet}^{2}) para cada característica. Los mismos fueron utilizados para estimar el h² mediante la siguiente ecuación propuesta por Berker (1986):

$$h^{2} = \frac{4\sigma_{s}^{2}}{\sigma_{s}^{2} + \sigma_{\bullet}^{2}} = \frac{V(A)}{V(F)}$$

La misma representa técnicamente, la relación entre la varianza genética aditiva (V(A)) y la varianza fenotípica (V(F)).

3.5.2.2 Correlación genética entre las características estudiadas

Utilizando el mismo modelo empleado en la estimación de h^2 (Modelo 3), se obtuvieron los componentes de varianza y covarianza del semental (σ_8^2 y σ_8 , respectivamente) y del error (σ_8^2 y σ_8). Estos fueron utilizados para estimar la correlación genética (r_8) entre las características de interés usando la siguiente fórmula propuesta por Berker (1986):

$$r_{\Theta(1,1)} = \frac{Cov(A_1,A_1)}{[V_{(A1)}*V_{(A1)}]^{1/2}}$$

3.5.2.3 Indice de constancia o repetibilidad (r)

El índice de constancia o repetibilidad (r) fue estimado para cada una de las variables en estudio. Para su estimación fue utilizado el siguiente modelo lineal mixto:

$$Y_{\pm 1} = \mu + V_{\pm} + \epsilon_{\pm 1} \tag{5}$$

- Y₁ = Es la j-ésima observación de cualquiera de las características estudiadas (PNC, P240, GPRED, P12M o GPOSTD) correspondiente a la i-ésima vaca ajustadas por edad de la vaca al parto y sexo de la cría.
 - μ = Promedio general del conjunto de observaciones si existieran frecuencias iguales en las subclases.
 - V₁ = Efecto aleatorio de la i-ésima vaca.
- ϵ_{13} = Error aleatorio asociado a cada observación con media 0 y varianza σ_{\bullet}^{-2} .

A partir de este modelo se estimaron los componentes de varianza de la vaca (σ_*^2) y del error (σ_*^2) para cada característica. los mismos fueron utilizados para estimar el índice de constancia (r) mediante la siguiente ecuación:

$$r = \frac{\sigma^2}{\sigma^2 + \sigma^2}$$

La cual teóricamente representa la relación entre la suma de la varianza genética (V_Θ) más la varianza del medio ambiente permanente (V_{MAP}) sobre la varianza fenotípica (V_P) para cada característica: $r = (V_\Theta + V_{MAP}) / V_P$.

3.5.3 Comparación de sementales de acuerdo a su procedencia

La comparación entre procedencias (sementales nacidos en el país vá sementales importados) se hizo a partir de un modelo fijo que consideró los mismos efectos considerados en el Modelo (2), exceptuando aquellos para los cuales se efectuó ajustes (sexo y edad), más el efecto fijo de procedencia. El propósito de este análisis fue el obtener estimaciones de las constantes (o medias) de los sementales en base a sus crías para PNC, P240, GPRED, P12M y GPOSTD. Antes de estos, se hizo un cheqeo del número de animales por grupo racial dentro de cada procedencia, con el fin de verificar si existían todas las razas dentro de cada procedencia. Posterior a esto, se generaron valores de cría para cada una de las características en cada uno de los

sementales, utilizando la siguiente ecuación propuesta por Van Vleck <u>et al</u>. (1987):

$$VC_{13} = \frac{2n_{13}}{(n_{13} + (4 - h_{1}^{2})/h_{1}^{2}} (Xij - X_{1})$$

donde :

VC₁: Es el valor de cría para la i-ésima característica del semental j.

n_{1.1}: Número de registros del semental j en la i-ésima característica donde, i=1=PNC, 2=P240 3=GPRED 4=P12M y 5=GPOSTD.

X₁₃: Promedio del j-ésimo semental para la característica i.

X₁: Promedio de las crías de sementales contemporáneos para la característica i.

En esta parte del trabajo, solamente se consideraron sementales con más de tres hijos. Con los anteriores valores de cría se evaluó un modelo considerando la procedencia del semental como efecto fijo.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente trabajo fueron analizados los pesos al nacer (PNC), al destete ajustados a 240 días (P240) y al año (P12M) y las ganancias pre- (GPRED) y post-deste (GPOSTD) del hato de carne de la Universidad Nacional Pedro Henriquez Ureña (UNPHU). A continuación se presentan y discuten los resultados más relevantes del análisis.

4.1 Estimación de factores de ajuste.

Los factores no genéticos considerados, en el presente estudio, como fuente de variación para las características anteriormente mencionadas fueron: la época del parto, el año de parto, edad de la vaca al parto y sexo de la cría. En el Cuadro 7 se presentan los análisis de varianza de cuadrados mínimos sintetizados a partir de diferentes modelos, para todas las características evaluadas. En dicho cuadro se pueden observar los factores que tuvieron efectos significativos sobre las distintas características.

La edad de la vaca afectó significativamente el PNC, P240 y GPPED, mientras que el sexo afectó estas mismas variables de respuesta, así como el P12M y GPOSTD (Cuadro 7). Por ello, se estimaron factores de ajuste por edad de la vaca

Cuadro 7. Análisis de varianza de minimos cuadrados sintetizado a partir de distintos modelos para PNC, P240, GPRED, P12M y GPOSTD.

FUENTE	PNC			P240		GPRED		P12M	6POSTD	
DE VARIACION	6L	СН	6L	CH	6L	CM	GL	СН	6L	СН
GRUPO RACIAL (GR)	6	768,91##	6		6	0,1488##	6	10609,36##	Ь	0,2915**
EDAD PARTO (ED)	7	133,73##	7	1965,86\$	6	0,0429##	7	1901,76NS	6	0,1113NS
ANO DE PARTO (AP)	11	766,28‡‡	5	11496,17##	4	0,3338##	3	3052,95NS	3	1,3457##
EPOCA DE PARTO (EP)	i	46,36NB	1	319,71NS	1	0,0020NS	1	1,54N8	1	0.009BNB
SEXO DE LA CRIA (SX)	1	934,11##	1	46053,55##	1	0,6522##	1	157479,65##	i	1,7314**
GR‡ED	39	46,47\$\$	34	1100,06NS	30	0,0149NS	29	1275,48NS	24	0,0648NS
GR#AP	53	66,57##	23	2233,12##	20	0,0241#	11,	2266,62NS	9	0,1024#
GR#EP	6	9,62NS	6	1166,05NS	6	0,0127NS	6	283,22N8	6	0,0383N8
ED#AP	67	21,18NS	35	940,48NS	24	0,0184NS	21	1364,15NS	18	0,0468NS
ED#EP	7	14,32NS	7	28B,59NS	6	0,0071NB	7	1118,11NS	6	0,1654##
AP#EP	11	22,64NS	5	1631,11NS	4	0,0463##	3	4492,76\$	3	0,0310NB
ERROR	1703	19,93	574	776,92	599	0,0130	341	1291,89	310	0,0534

t = (P(0,05) t = (P(0,01)

NS = No significativo

y sexo en aquellas variables cuyo efecto alcanzo significancia estadisticamente. Las medias de cuadrados mínimos para ambos efectos (sexo y edad), de las cuales resultaron los factores de ajustes, son presentados junto a los mismos en los Cuadros 8, 9 y 10 para las características previamente mencionadas. El efecto de la edad sobre P240 y GPRED, por ejemplo, es posible observarlo más claramente en la Figura 4.

En la misma, se puede observar que a medida que va aumentando la edad de las vacas hasta los seis años, estas producen crías más pesadas y eficientes, ya que los P240 y GPRED van aumentando, pero una vez alcanzados los seis años, empiezan a decrecer dichos pesos y ganancias. Esta mísma tendencia fue encontrada en PNC, indistintamente del grupo racial en que se evaluó. Hoogesteijn et al. (1985) señalan, que esto se debe a que en la fase prenatal el crecimiento del feto depende del tamaño de la placenta, el cual está relacionado con la edad y el peso de la vaca. Como el PNC guarda cierta relación con peso al destete y las ganancias pre-destete (Ocando et al., 1978; Verde et al., 1983; Cruz et al., 1986), estos también se ven influenciados por la edad de la vaca. Además, Hoogesteijn <u>et al</u>. (1985) indican, que en las vacas de edad avanzada, el desgaste fisiológico general juega un papel importante, pues influye negativamente sobre el crecimiento del feto, pero además, podría afectar de la

Medias de minimos cuadrados con sus respectivos errores estándar y tactores de ajuste (F) por edad al parto (EDP) para PNC en los distintos grupos raciales. Cuadro 8,

EDAD	BRAHMAN (B)	8)	CHAROLAIS (CH)	(⊞)	SANTA GERTR. (SG)	(88)	B X CH		95 X 8		S X HO	/D	8 X CH X 86	98
AL Parto	+: +:	<u></u>	# #	LL.	THEE F X TEE F X TEE F X TEE F	4	* EE	11.	++	<u>u</u>	出 +i	L	₩ +1 1×<	14
13	32,7110,32 1,04	1,04	M	1,12	35,74±0,51	1,07	33,34±1,09	1,14	34,10±1,49	1,12	33,27±2,40	1,44	38,12±1,74	1,18
⋖ 7	33,18±0,39 1,03	1,03	35,58±1,18	1,04	35,58±1,18 1,04 35,78±0,61 1,06 38,12±1,41 1,00 32,44±2,35 1,18 31,03±3,70 1,54 39,11±3,13 1,15	1,06	38,12±1,41	1,00	32,44±2,35	1,18	31,03±3,70	1,54	39,11±3,13	1,15
'nΟ	33,88±0,38 1,01	1,01	36,96±1,03	1,00	36,96±1,03 1,00 36,40±0,62 1,05 35,33±1,13 1,08 35,88±1,93 1,06 39,94±2,48 1,20 34,04±3,25 1,32	1,05	35,33±1,13	1,08	35,88±1,93	1,06	39,9412,48	1,20	34,0413,25	1,32
۰,0	34,11±0,41 1,00	1,00	36,27±1,12 1,02 36,52±0,66 1,04 37,38±1,23 1,02 37,22±1,82 1,03 36,56±2,32 1,31 37,12±5,31 1,21	1,02	36,52±0,66	1:04	37,38±1,23	1,02	37,22±1,82	i,03	36,56±2,32	1,31	37,12±5,31	1,21
7	33,64±0,46 1,01	10,1	36,3811,02	1,18	34,3811,02 1,18 38,081,069 1,00 37,6311,81 1,01 34,3811,97 1,11 47,7913,86 1,00 45,0315,25 1,00	1,00	37,63±1,81	1,01	34,3811,97	1,1	47,79±3,86	1,00	45,03±5,25	1,00
ω	34,08±0,50	1,00	35,54±1,27	1,04	35,5411,27 1,04 36,53±0,92 1,04 38,06±2,78 1,00 36,42±3,16 1,05 37,79±2,15 1,26	1,04	38,06±2,78	1,00	36,42±3,16	1,05	37,7912,15	1,26	! ! !	1
0 ~	33,94±0,60 1,01	10,1	36,98±1,96	1,00	36,98±1,96 1,00 34,87±1,10 1,09 36,14±1,98 1,05 38,21±4,39 1,00 31,64±2,67 1,51	1,09	36,14±1,98	1,05	38,2114,39	1,00	31,6412,67	151	i i	1
510	33,63±0,46 1,01	1,01	34,75±1,06	1,28	34,75±1,06 1,26 34,71±0,71 1,10 36,78±1,50 1,04 36,38±1,99 1,05 39,65±2,99 1,21	1,10	36,78±1,50	1,04	36,38±1,99	1,05	39,65±2,99	1,21	4	-

Cuadro 9. Medias de mínimos cuadrados, sus respectivos errores estándar y factores de ajustes por edad al parto (EDP) para las características P240, GPRED.

EDAD AL	P240		GPRED
PARTO (ANOS)	X ± EE	F	X ± EE F
<3	218,07 ± 3,15	1,06	0,7563 ± 0,0131 1,0741
4	228,32 ± 3,72	1,02	0,8045 ± 0,0153 1,0096
5	229,90 ± 3,36	1,01	0,8079 ± 0,0139 1,0053
6	232,13 ± 3,38	1,00	0,8123 ± 0,0138 1,0000
7	229,98 ± 3,84	1,01	0,7882 ± 0,0176 1,0305
8	227,47 ± 4,25	1,02	0,7814 ± 0,0128 1,0395
9	231,23 ± 5,06	1,00	0,8079 ± 0,0139 1,0053
>10	219,78 ± 3,45	1,06	

misma manera el crecimiento pre-destete al haber una declinación en el potencial de producción de leche.

Estos resultados permitirán tomar decisiones sobre las vacas, en el sentido de que permite establecer la edad hasta la cual se puede dejar produciendo una determinada vaca para que no afecte la producción del hato.

Las tendencias de los valores encontrados en este trabajo para estos efectos de edad, coinciden con los de otros autores (Plas<u>se el</u> al., 1983; Cevall<u>os et</u> al., 1984; Hoogesteijn et al., 1985).

Cuadro 10: Medias de minimos cuadrados con sus respectivos errores estándar y factores de ajustes por sexo de la cría para las diferentes caracteristícas de produccíón.

SEXO	PNC		P240	GPRED	P12M		GPOSTD	
l×	X + EE	4	X + EE F	X + EE F	X EE	L.	× + EE	11
35,83		1,00	235,9	7±2,41 1,00 0,8257±,0100 1,0000 268,32±6,36 1,00 0,3569±,0276 1,0000	268,32±6,36	1,00	0,3569±,0276	1,0000
34,19		1,05	218,23±2,39 1,0	3±2,39 1,08 0,7634±,0099 1,0815 228,04±6,40 1,18 0,2217±,0290 1,6099	228,04±6,40	1,18	0,2217±,0290	1,6099

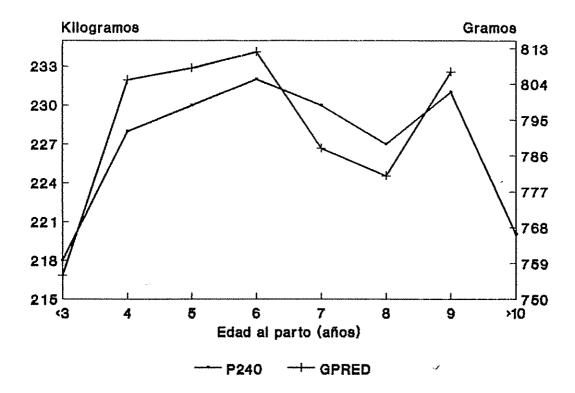


Figura 4. Medias de cuadrados mínimos por edad de la vaca al parto para peso al destete (P240) y ganancia predestete (GPRED)

Respecto al factor sexo, cuyo efecto se ilustra en la Figura 5, se puede observar que los machos son siempre superiores a las hembras en todas las características. Esto podría deberse, en parte, al hecho de que a los machos se le ejerce una mayor presión de selección. Sín embargo, esto indica hasta cierto punto, la existencia de variabilidad genética entre los sexos.

En la Figura 5, también es posible observar que a medida que aumenta el estado de madurez de los animales de ambos

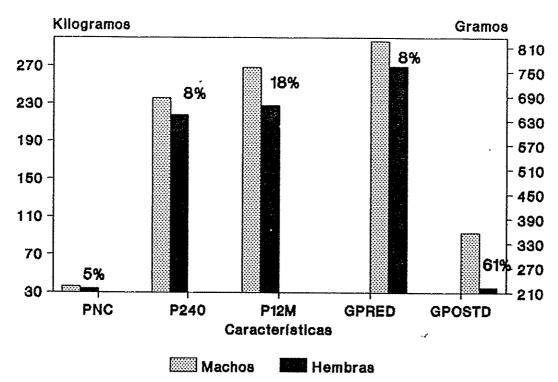


Figura 5. Medías de cuadrados mínimos por sexo para PNC, P240, GPRED, P12M y GPOSTD.

sexos, las diferencias entre ellos es aún mayor. Esto puede explicarse si consideramos que, además del efecto de los estrógenos que tienden a disminuir el crecimiento antes en las hembras que en los machos (Dukes, 1960), la selección de los animales se basa, principalmente, en el peso al destete y al año, siendo la selección de los machos más intensiva que la de las hembras.

4.2 Comparación entre grupos raciales

Las medias de cuadrados mínimos de todo el hato y por grupo racial para las características PNC, P240, GPRED, P12M

y GPOSTD, ajustadas por sexo de la cría y edad de la vaca al parto, en aquellos casos donde fue necesario, son presentadas en el Cuadro 11. En el mismo es posible observar que las medias de estas características en todo el hato fueron 41,2 ± $0,4, 242,7 \pm 3,4; 0,86 \pm 0,01; 269,8 \pm 6,6 y 0,36 \pm 0,04;$ respectivamente. Estos valores son superiores a encontrados por Plasse <u>et al</u>. (1983) en el peso al destete y Los autores citados, ganancias diarias predestete. evaluar el comportamiento productivo de <u>Bos</u> taurus y <u>Bos</u> indicus y sus cruces en el Clano Venezolano, encontraron valores de 160,5 y 0,65 Kg en el peso al destete ajustado a 205 días y ganancias diarias pre-destete, respectivamente. También, Muñoz y Martín (1969) encontraron valores inferiores a los encontrados en el presente trabajo para peso al nacer y peso al destete ajustado por edad al destete (30,7 y 210,7 kg, respectivamente).

Por otro lado, los medias de cuadrados mínimos ajustadas por los factores antes mencionados para cada característica evaluada por grupo racial se presentan, también, en las Figuras 6, 7, 8, 9 y 10, respectivamente. En estas figuras, es posible observar, más fácilmente, las diferencias entre los diferentes grupos raciales considerados como puros (Brahman, Charolais y Santa Gertrudis). Estas diferencias pueden indicar hasta cierto punto, que bajo las condiciones del hato, es posible la existencia de variabilidad genética entre estos grupos, ya que los mismos han estado en iguales

Cuadro 11. Número de observaciones (N), medias de cuadrados minimos (X) y su respectivos errores estándar (ee) por grupo racial para las distintas características estudiadas.

GRUPO		PNC*		P240±		6PRED*		P12M2		6POSTD2
RACIAL	N	₹ t ee	N	X ± ee	N	X ± ee	N	X i ee	N	X ± ee
BRAHHAN	904	34,81±0,19	360	236,07± 2,20	364	0,85±0,01	217	284,43± 5,51	200	0,52±0,03
CHAROLAIS	255	39,23±0,59	65	215,10± 6,52	64	0,73±0,03	44	242,57± 7,82	32	0,19±0,08
STA GERTRUDIS	474	38,86±0,28	174	250,05± 2,72	174	0,8910,01	116	290,48± 6,15	106	0,52±0,03
BR x CH	174	39,87±0,60	68	250,28± 5,53	68	0,8810,02	34	287,52± 8,59	34	0,41±0,09
BR x SB	57	39,40±1,40	20	245,71± 8,55	20	0,87±0,03	14	249,43±12,11	11	0,27±0,13
CH x 88	27	50,74±1,34	6	249,47±15,10	6	0,87±0,06	3	244,51±23,53	3	0,45±0,19
BxCHx88	22	45,3211,19	12	252,27± 9,85	12	0,90±0,04	9	284,71±14,24	8	0,18±0,12
GENERAL 1	.913	41,18±0,38	705	242,71± 3,38	70B	0,86±0,01	437/	269,81± 6,60	394	0,36±0,04

^{1/} Ajustado por sexo de la cria y edad de la vaca

condiciones ambientales. Diferencias encontradas entre estos grupos raciales (B, CH y SG) y con igual tendencias, también fueron encontradas por Muñoz y Martín, (1969) y Bailón et al. (1977). Mientras que, Ocando et al. (1978) encontraron para PNC, GPRED y GPOSTD valores superiores a los obsevados en este trabajo para Brahman.

El hecho, entonces, de que en los trabajos citados anteriormente coincidan con los resultados obtenidos en el presente, en relación con diferencias entre los grupos

^{2/} Ajustado por sexo de la cria

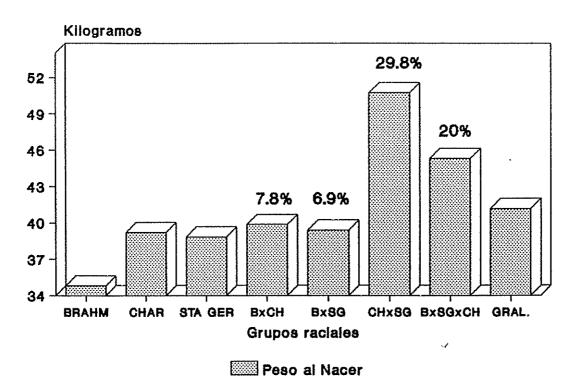


Figura 6. Medias de mínimos cuadrados por grupo racial para PNC ajustadas por sexo de la _{cria} y edad de la la vaca al parto.

raciales mencionados, confirma la existencia de variabilidad genética entre ellos.

Respecto a los cruces, las Figuras 6, 7, 8, 9 y 10 muestran las diferencias entre ellos y también con respecto a los puros. En las mismas figuras es posible observar que la superioridad de los cruces con respecto al promedio de sus padres va desde 6,9% hasta 29,8% en PNC, 1% a 10,9% en P240 y de 0 a 11,4 en GPRED. En las características de crecimiento postdeste (P12M y GPOSTD), aunque algunos cruces (B x CH y B x CH x SG en P12M y B x CH y SG x CH en GPOSTD) superaron el

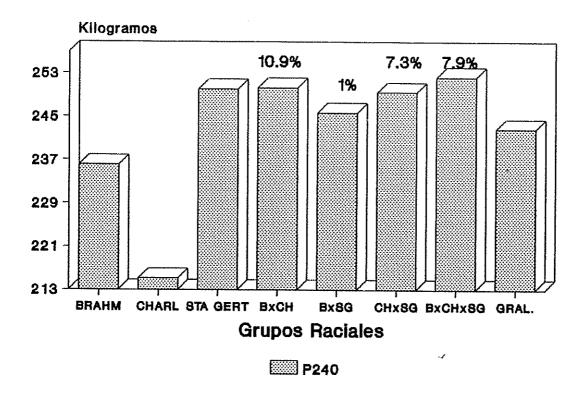


Figura 7. Medias de mínimos cuadrados por grupo racial para p240, ajustadas por sexo de la cría y edad de la vaca al parto.

promedio de sus padres, otros (B x SG y SG x CH en P12 meses y B x SG y B x CH x SG en POSTD) fueron inferiores.

En las mencionadas figuras, también se puede observar que el Brahman se ve beneficiado al incrementar PNC, GPRED, P240 y P12M cuando se combina con el CH, mientras que cuando se combina con el SG, este incremento solo se ve en características predestete (PNC, GPRED y P240); sin embargo, en las características postdestete (P12M y GPOSTO) disminuye.

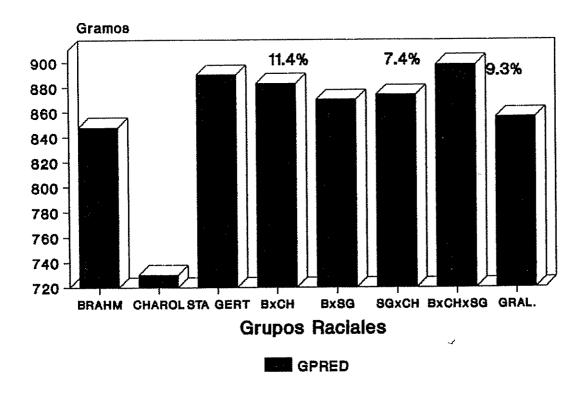


Figura 8. Medias de mínimos cuadrados por grupo racial para GPRED ajustadas por sexo de la cría y edad de la vaca al parto.

Por otra parte, en las Figuras 6 y 7 se puede apreciar las diferencias entre los grupos raciales en lo que refiere al crecimiento predestete (P240 y GPRED). En las figuras señaladas es posible observar que cuando el B y el CH son cruzados con el SG los valores de sus PNC, GPRED y P240 crecimiento incrementados, mientras que eυ el son postdestete, en el Brahmam ocurre lo contrario (Figuras 9 y 10). Esto coíncide con lo encontrado por Quevedo y Borgognon Según ellos, fue significativo el efecto del (1976). porcentaje de genes Santa Gertrudis sobre el peso al destete

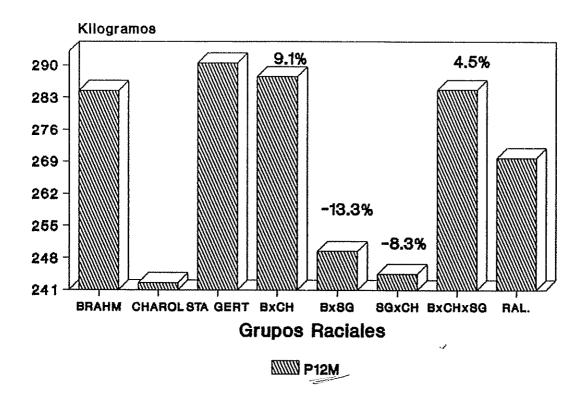


Figura 9. Medias de mínimos cuadrados por grupo racial para P12M ajustadas por sexo de la cría

ajustado a 254 días, presentando los cruces con mayores por centaje, los mayores pesos.

Las diferencias en las tasas de crecimiento entre estos grupos raciales permiten seleccionar el tipo de animal más adecuado, según el sistema de manejo adoptado. Esto quiere decir que animales precoces en crecimiento como B x CH x SG y B x CH serían las mejores cruces si, además, tienen buena capacidad reproductiva. Sin embargo, a no ser que el manejo del hato incluya un empadre o inseminación artificial a edad temprana, la utilización de estos grupos raciales precoces no

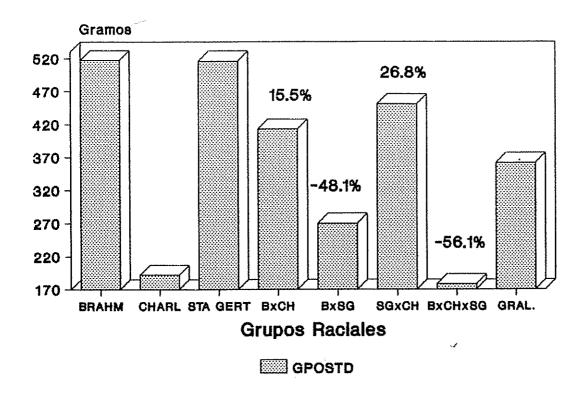


Figura 10. Medias de mínimos cuadrados por grupo racial para GPOSTD ajustadas por sexo de la cría.

resulta en una ventaja, más bien podría ser una desventaja debida al mayor consumo de alimento (Bailón <u>et al.</u>, 1977).

Los resultados anteriormente mencionados parecieran indicar que los cruces B x CH y B x CH x SG son los más indicados para las características predestete y el P12M. Sin embargo, sería interesante realizar estudios sobre las características de reproducción, con estos grupos raciales bajo las mismas condiciones. Esto daría una idea más precisa para indicar cuál de los grupos raciales sería el más idóneo para la producción de carne en esta finca.

Los resultados encontrados en cada grupo racíal cruzado indican la posible presencia de habilidad combinatoria específica en algunas de estas razas, ya que en general, las crias cruzadas mostraron un comportamiento superior en comparación con los puros.

4.3 Indice de herencia o heredabilidad

Como se describió anteriormente, la heredabilidad fue estimada a partir de correlación intraclase de medios hermanos paternos para PNC, P240, GPRED, P12M y GPOSTD en forma global, por sexo de la cría, por procedencia de los sementales y por grupo racial de las crías puras (Brahman, Charolais y Santa Gertrudis). Los factores genéticos considerados en este estudio incluyen los grupos raciales de las crías y padre anidado dentro de grupo racial. Para efectos de la discusión, se realizó la siguiente diferenciación:

4.3.1. Indice de herencia global

En el Cuadro 12 se pueden observar las varianzas genéticas y fenotípicas y el indice de herencia para cada una de las características estudiadas en el hato de carne de la UNPHU. En dicho Cuadro es evidente la existencia de variabilidad genética aditiva, tanto para las distintas características de crecimiento predestete como para las de

post-destete. Los indices de herencia estimados son indicadores de que bajo estas condiciones es posible ejercer selección sobre cualquiera de las características estudiadas, ya que los mismos son moderadamente altos.

Cuadro 12. Varianza genética (σ²e), fenotípica (σ²ε) e índices de herencia (h²) estimado de forma global, obtenidas a través de análisis de medios hermanos paternos, para cada una de las características consideradas en este estudio.

CARACT.	N	σ²a	α ² ⊨	h²±ee
PNC	1913	5,2424	22,0387	0,24±0,06
P240	705	482,4972	994,5957	0,49±0,13
GPRED	708	0,0072	0,0162	0,44±0,13
P12M	437	1.183,1908	1688,1683	0,64±0,19
GPOSTD	394	0,0608	0,1025	0,59±0,19

Además, es importante destacar que las h² obtenidas aumentan conforme al estado de madurez del animal (de 0,24±0,06 para PNC hasta 0,64±0,64 para P12M). Esto es posible que se deba a que en la variabilidad total de las características de crecimiento post-destete influyen menos factores ambientales (como el efecto materno por ejemplo), que en las características de crecimiento predestete, en los cuales esos factores si son responsables, en gran parte (14 a

66%), de la variabilidad total (Koch y Clark, 1955; Neville, 1962 y Koch, 1972). Si estos efectos desaparecen después del destete, la variabilidad total fenotípica disminuirá, haciendo esto que se incremente la proporción de la variabilidad genética sobre la variabilidad fenotípica (h²), pues como los genes se mantienen, su efecto sobre la variabilidad genética es el mísmo.

El aumento de h^2 conforme el estado de madurez de las crías, también puede deberse al consumo de alimento de los animales en la finca una vez destetados, el cual haría que los animales sean más uniforme, disminuyendo así la variabilidad total. De esta forma aumenta, la proporción de la variabilidad genética con respecto a la variabilidad fenotípica (h^2) .

La h² para PNC fue de 0,24±0,06, la cual coincide con la estimada por Verde y Bodisco (1976), Boada (1978), Hernández (1978), Verde et al. (1983), Cruz et al. (1986), Pariacote y Hahn (1986), Zarazúa et al. (1986), quienes obtuvieron valores de h² que van de 0,12 a 0,25; mientras que Bailón et al. (1977), Planas (1983), Hoogesteijn et al. (1985) y Tewolde (1988) estimaron valores superiores (h² de 0,32 a 0,41).

En P240, la h^2 estimada fue de 0,49 \pm 0,13, la cual es superior a la mayoría de los valores presentes en la

literatura, ya que estos varían entre 0,09 y 0,37 (Bersotti et al., 1978; Hernández, 1978; Molina et al., 1979; Plasse y Verde, 1980; Tewolde, 1988);. El valor de hº estimado para GPRED en el presente estudio fue de 0,44±0,13, en tanto que Boada (1978), Hernández (1978) y Tewolde (1988) obtuvieron valores inferiores de 0,18 a 0,28.

Un indice de herencia de 0,64±0,19 para P12M fue estimado en el presente trabajo, el cual es superior a los obtenidos por Berruecos et al. (1976); Plasse y Verde (1976); Barlow (1978); Hetzel y Seifert (1986) y Tewolde (1988).

La h^2 obtenida para GPOSTD en el presente trabajo fue de 0,59±0,19, valor muy superior a los obtenidos por Boada (1978) y Pariacote y Hahn (1986), quienes estimaron h^2 de 0,08 y 0,07, respectivamente. Sin embargo, un estimador similar al obtenido en este trabajo fue reportado por Berruecos et al. (1976), el cual fue de 0,40±0,17.

Al comparar los diferentes estimadores de h² obtenidos por distintos autores, es claro notar la gran discrepancia que existe. Esto puede ser explicado por las diferencias que hay en el procedimiento empleado en su estimación, la población utilizada y las condiciones ambientales en las que se generaron. Pero en general, concuerdan en el sentido de que estas características de crecimiento cuentan con

variabilidad genética suficiente para que merezcan una atención de selección.

4.3.2 Heredabilidades estimadas por sexo para las diferentes características estudiadas.

En el Cuadro 13 se presentan las varianzas genéticas y fenotípicas para las distintas características estudiadas obtenidas a través del análisis de medios hermanos paternos en cada sexo de la cría. En el mismo se aprecian diferencias entre las varianzas genéticas de los diferentes sexos, para cada una de las características.

Cuadro 13. Varianza genética ($\sigma^2_{\rm e}$) y fenotípica ($\sigma^2_{\rm r}$) por sexo de la cría , obtenidas a través de análisis de medios hermanos paternos, para cada una de las características consideradas en este estudio.

	MA	ACHOS	HE	MBRAS
CARACT.	αze	σ²F	σ²e	σ²F
PNC	5,7104	20,8559	9,0600	22,0035
P240	277,8656	1002,1811	611,9972	932,9375
GPRED	0,0036	0,0156	0,0084	0,0143
P12M	725,9452	1525,3502	762,6528	1179,4954
GPOSTD	0,0056	0,0643	0,0564	0,0547

En el Cuadro 14 se encuentran incluídas las heredabilidades por sexo de la cría estimadas a partir de estas varianzas. Las h^2 en machos para PNC, P240, GPRED, P12M

y GPOSTD fueron de $0,27\pm0,09$; $0,28\pm0,17$; $0,23\pm0,17$; $0,48\pm0,24$ y $0,09\pm0,20$, respectivamente; mientras que los valores respectivos en hembras fueron de $0,41\pm0,11$; $0,66\pm0,21$; $0,59\pm0,21$; $0,65\pm0,27$ y $1,03\pm0,31$.

Cuadro 14. Número de observaciones (N) e índice de herencia con su respectivo error estándar (h²±ee) por sexo de la cría, obtenidas a través de análisis de medios hermanos paternos, para cada una de las características consideradas en este estudio.

		MACHOS		HEMBRAS
CARACT.	N	h²±ee	N	h²±ee
PNC	962	0,27±0,09	951	0,41±0,11
P240	358	0,28±0,17	329	0,66±0,21
GPRED	358	0,23±0,17	330	0,59±0,21
P12M	222	0,48±0,24	202	0,65±0,27
GPOSTD	198	0,09±0,20	185	1,03±0,31

Se puede obsevar que las h² en las hembras son superiores a la de los machos en todas las características. Una explicación a esto es lo indicado por Carter y Kincaid (1757), quienes indican que las variaciones genéticas en hembras pueden expresarse mejor que en los machos, ya que al poseer las primeras menor potencial de crecimiento, menor tamaño y menores requerimientos diarios, tienen mayores probabilidades de expresar su potencial de crecimiento en cualquier ambiente.

Otro efecto que podría provocar disminución la varianza genética esperada es la selección y como a los machos generalmente se les aplica una mayor presión de selección que a las hembras, es lógico esperar una h₽ inferior en los machos con respecto a las hembras. Bajo las la varianza ambiental los trópicos, condiciones de incrementada por el estrés nutricional que los caracteriza. En el caso de los machos, estos son más sensibles a dicho estrés por tener mayores requerimientos nutricionales que lashembras. Esta es otra de las posibles causas que hacen que las h² de los machos, para características de crecimiento, sean menores que las de las hembras.

Valores semejantes a los estimados en este estudio fueron obtenidos por Cardona (1989) en ganado Romosinuano para GPRED y P12M en machos (0,25±0,10 y 0,56±0,24, respectivamente), mientras que en las hembras, los valores obtenidos por este autor son inferiores a los estimados en el presente estudio, para todas las características. Por otro lado, Aaron et al. (1987) encontraron que la h² de los machos fue 1,6 veces mayor que la de las hembras en peso al nacer (0,38±0,12 vs 0,24±0,10), mientras que en peso al destete las h² de las hembras fue 1,5 superior a la de los machos (0,45±0,12 vs 0,30±0,11). De toda forma, estos valores son indicadores de que entre los sexos exite variabilidad genética.

4.3.3. Indices de herencia por grupo racial para las diferentes características consideradas en este estudio.

Cuadro 15, se puede observar las varianzas Eπ e1 genéticas para PNC, P240, GPRED, P12M y GPOSTD en las razas Brahman, Charolais y Santa Gertrudis. En este cuadro, las características varianzas genéticas para todas las Brahman y Charolais mencionadas anteriormente en superiores a las de Santa Gertrudis, lo que se refleja en h². Esto implica que es posible ejercer selección con mayor eficiencia para mejorar las características de crecimiento en Brahman y Charolais en esta finca. La Santa Gertrudis como se vió anteriormente, es útil en sistemas de cruzamientos.

Cuadro 15. Varianza genetica (σ²_o) y fenotipica (σ²_F) por grupo racial de la cria, obtenidas a través de análisis de medios hermanos paternos, para cada una de las características consideradas en este estudio.

	BRA	HMAN	CHAI	ROLAIS	STA GEF	RTRUDIS
CARACT.	g ² e	0 ² F	Ŭ ² e	₫² _F	g²g	₹ ² F
PNC	3,2476	16,1259	7,4032	30,1517	0,8231	23,5287
P240	328,2820	783,3500	707,6908	1501,6971	24,6304	1085,4290
8PRED	0,0052	0,0133	0,0076	0,0233	0,0004	0,0182
P12H	1459,4288	1734,6184	0,0000	0,0000	1056,6972	1479,6117
GPOSTD	0,0884	0,0939	0,0104	0,1241	0,0000	0,0000

heredabilidades las En el Cuadro 1.6 se muestran estas varianzas para todas las obtenidas a partir de características en cada grupo racial. La Figura 11 muestra más claramente las diferencias de las heredabilidades dentro de una misma característica para los diferentes grupos raciales. La misma muestra que las h² estimadas en el grupo las características Gertrudis para todas Santa racial evaluadas son las más bajas comparadas con los demás grupos. Este parámetro indica que si se quiere mejorar características en los animales pertenecientes a este grupo racial es preferible utilizar una combinación de selección y cruzamiento o solamente este último con grupos raciales que presenten mejores valores para estas características, ya que como se pudo observar en el Cuadro 12, este grupo racial al cruzarce con el Brahman y el Charolais, disminuyeron sus valores en las diferentes características evaluadas.

Cuadro 16. Número de observaciones (N) e indice de herencia con su respectivo error estándar (h²tee) por grupo racial de la cría, obtenidas a través de análisis de medios hermanos paternos, para cada una de las características consideradas en este estudio.

	В	RAHMAN	СН	AROLAIS	STA.	GERTRUDIS
CARACT.	Ν	h²±ee	N	h ² ±ee	N	h ² ±ee
PNC	904	0,20±0,08	255	0,25±0,17	474	0,14±0,10
P240	360	0,42±0,18	65	0,47±0,45	174	0,02±0,13
GPRED	364	0,39±0,17	64	0,33±0,41	174	0,02±0,13
P12M	217	0,84±0,31	44	0,00±0,00	116	0,71±0,41
GPOSTD	200	0,94±0,33	32	0,08±0,51	106	0,00±0,00

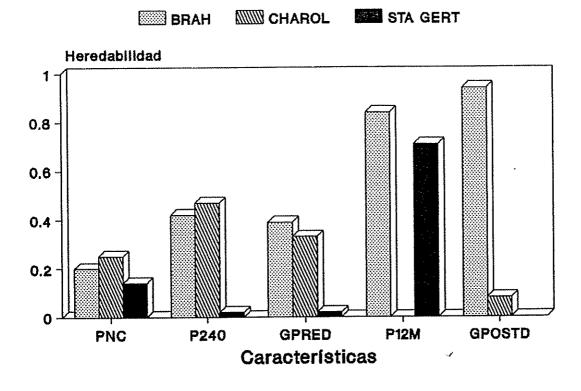


Figura 11. Heredabilidades estimadas para PNC, P240, GPRED, P12M y GPOSTD para el Brahman, Charolais y Santa Gertrudis

Por otra parte, para el Brahman y Charolais, sería conveniente aumentar aun más la presión de selección ya que como lo indican sus h^2 aún es posible ejercer selección sobre las distintas características.

Conociendose ya este parámetro genético para cada característica por grupo racial, bajo las condiciones de esta finca, es posible determinar qué estrategia de mejoramiento utilizar, si selección, cruzamiento o una combinación de ambas. Tomando en cuenta los valores de este parámetros en

cada características para tal fin, sería recomendable optar por una conbinación de ambas estrategias (cruzamiento y selección).

Por otra parte, h^2 inferiores a las obtenidas en este estudio para peso al destete y peso a los 12 meses de edad, fueron estimadas por Verde y Plasse (1976) y Plasse y Verde (1976). Ellos trabajando con Brahman estimaron h^2 de 0,28 \pm 0,10 para peso al destete y para peso a los 12 meses 0,50 \pm 0,20.

Rico y Planas (1986) tambien obtuvieron h² inferiores a las obtenidas en este estudio para peso al nacer, peso al destete y ganacias predestete. Al trabajar con Charolais estimaron valores de 0,10±0,03; 0,20±0,04 y 0,08±0,02 para las características mencionadas, respectivamente.

4.4 Indice de constancia o repetibilidad (r)

En el Cuadro 17 se pueden observar los valores de repetibilidad para cada una de las características evaluadas. En este cuadro se puede apreciar que los valores de repetibilidad son menores que los de heredabilidad (Cuadro 12), a excepción del peso al nacer. Los valores menores de r con respecto a las heredabilidades pueden ser explicados por el hecho de que el número de observaciones, en promedio por vaca, disponible para la estimación en estas características

(P240,GPRED, P12M y GPOSTD) es bajo. Este bajo número de observaciones disminuye la confiabilidad en la estimación de este parámetro.

Cuadro 17. Promedio de registros por vaca (PRV) e indíces de constancia (r) con sus respectivos errores estándares (ee) para las diferentes características evaluadas.

Características	PRV	r ± ee
PNC	2,9	0,29±0,03
P240	1,8	0,28±0,05
GPRED	1,8	0,28±0,05
P12M	1,5	0,21±0,09
GPOSTD	1,4	0,36±0,08

Sin embargo, esto valores se encuentran dentro del rango encontrdo en la literatura. Verde et al. (1983), por ejemplo, obtuvieron valores de repetibilidad igual 0,18±0,02 para peso al nacer, mientras que Tewolde (1988) da un valor de 0,38±0,19 para la misma característica. Para crecimiento pre-destete la repetibilidad alcanza valores de 0,40±0,05 según Tewolde (1988). Para peso al destete se han encontrado valores entre 0,29 y 0,38 (Verde et al., 1983; Plasse y Verde, 1980; Tewolde, 1988).

4.5 Correlaciones genéticas y fenotípicas

El Cuadro 18 muestra las correlaciones genéticas y evaluadas las características en el fenotípicas entre muestra que todas las Εl mismo presente estudio. fueron de moderadas a altas correlaciones genéticas positivas con un rango que varía de 0,18 a 0,99. valores son indicadores de que si se seleccionan los animales en base a cualquiera de estas características, las restantes pueden también ser afectadas en la misma dirección.

Cuadro 18. Correlaciones genéticas y fenotipicas entre las diferentes características evaluadas en el hato de carne de la UNPHU¹

Caracteristicas	PNC	P240	GPRED	P12H	6POST
PNC	04 00 MF	0,36 ± 0,21	0,28 ± 0,23	0,57 ± 0,25	0,29 ± 0,32
P240	0,26 (686)3	em -sit 446	0,99 ± 0,00°	0,59 ± 0,21	0,18 ± 0,32
GPRED	0,10 (686)	0,98 (686)		0,61 ± 0,22	0,20 ± 0,34
P12M	0,23 (369)	0,44 (369)	0,42 (369)	400 400	0,80 ± 0,11
GPOSTD	0,04 (356)	-0,21 (356)	-0,23 (356)	0,65 (356)	ME 20 0%

^{1/} Los valores encima de la diagonal son correlaciones genéticas y debajo de la misma, correlaciones fenotipicas.

Las r_q , así como las h^2 , aquí encontradas garantizan la posibilidad de ejercer selección en cualquier etapa de la vida del animal (hasta 12 meses de edad), con la esperanza de adelanto genético directo e indirecto. Sin embargo, esto debe

^{2/} El valor verdadero es 0,004.

^{3/} Número de oservación con la que se estimaron las correlaciones, tanto genéticas como fenotípicas

tomarse con cautela, pués al modificar positivamente crecimiento se podría estar cambiando peso corporal, con su consecuentes cambios en los requerimientos nutricionales. Por lo que si los recursos en la finca no son suficientes, las ganancias netas genéticas podrían llegar a ser hasta perjudiciales. Por otro lado, cambios en crecimiento puede traer como consecuencía cambios en peso al nacer, con la posibilidad de que puedan presentarse distocias, a menos de que las razas tengan mecanismos de auto control, como lo indica Tewolde (1988), en su trabajo con Romosinuano en el CATIE.

بر

Además, es importante considerar la maginitud del error estándar asociado a cada correlación genética, ya que en algunos casos estos errores son similares o mayores que los mismos parámetros, por ejemplo, las correlaciones genéticas que involucran PN, P240 y GPRED con GPOSTD. Esto probablemente se deba al número reducido de observaciones con que fueron estimadas las correlaciones (Cuadro 20), ya que su precisión depende directamente del número de observaciones (Kempthorne y Nordskog, 1959).

Los valores de correlación genética encontrados en el presente estudio, concuerdan con los valores reportados por Woldehawariat et al. (1977), Cardona (1989) y Tewolde (1988) en ganado Romosinuano, los cuales se encuentran entre 0,20 y 0,99. Valores inferiores de re a los encontrados en el

presente trabajo entre peso al nacer y peso al destete fueron estimados por Verde et al. (1983) quienes obtuvieron una correlación de $0,30\pm0,18$. Sin embargo Cruz et al. (1986) estimó para la mismas características valores superiores correlación $(0,50\pm0,30)$.

Por otro lado, Ocando (1978) obtuvo r, entre peso al nacer y ganancia predestete iguales a 0,43 la cual es muy superior a la obtenida en el presente trabajo. Además, estimo r, entre peso al destete y ganancias predestete siendo esta semejantes a las obtenidas en este estudio. Plasse y Verde (1980) estimaron r, para peso al desteté y peso a los 12 meses igual a 0,84, valor que es superior al estimado en el presente trabajo.

Verde et al. (1983) obtuvieron r_{\star} entre peso al nacer y al destete superior a las encontrads en el presente trabajo. Ellos trabajando con Brahman estimaron r_{\star} de 0,35. Mientras que Cruz et al. (1986) estimaron r_{\star} de 0,16 inferior a las obtenidas en el presente estudio.

4.5 Comparación entre Sementales por Procedencia.

Las medias de cuadrados mínimos y sus respectivos errores estandares por procedencia de los padres de las crías en cada una de las características evaluadas, se presentan en el Cuadro 19. En el mismo, se puede observar que los locales

tuvieron descendencias con crecimiento pre-destete y peso al destete ligeramente más altos que los importados, mientras que los importados fueron quienes obtuvieron valores, también ligeramente superiores para el crecimiento post destete (P12M y GPOSTD). Sin embargo, en ninguno de los casos las diferencias existentes fueron significativas. Esto significa que no se tendría ninguna ventaja al utilizar sementales importados y que al contrario se incurren en gastos al parecer innecesarios, ya que con sementales locales se podría tener resutaldos semejantes, además de que estos sementales locales pueden poseer genes adaptables a las condiciones locales en mayor porporción que los importados.

Cuadro 19. Medias de cuadrados mínimos y sus respectivos errores estándar por procedencia de los padres de las crías, para cada una de las características estudiadas

		LOCALES		IMPORTADOS
CARACTS.	N	X ± EE	N	X ± EE
P240*	191	240,98 ± 3.15	304	238,66 ± 2,86
GPRED*	192	0,8622 ± 0,0128	307	0,8424 ± 0,0122
P12M**	113	277,05 ± 5,92	176	283,21 ± 5,76
GPOSTD**	104	0,3049 ± 0,0457	159	0,3342 ± 0,0466

^{* :} Ajustada por sexo de la cria y edad de la vaca al parto.

**: Ajustada por sexo de la cría.

Basado en la hº de cada característica estimada de forma global se estimó valor de cría para cada semental en cada característica. Con este análisis, se pudo comprobar

también, que no existía diferencias significativas entre los sementales. Al agrupar estos valores de cría por procedencia de los sementales, los análisis corroboraron el hecho de que no existe diferencias significativas entre ellas.

4.5.1 Heredabilidades estimadas por procedencia en las diferentes características estudiadas.

Las varianzas genéticas (σ²,) y fenotípicas obtenidas a través del análisis de medios hermanos paternos de acuerdo a la procedencia de los padres de las crías, son dadas en el Cuadro 19. En el mismo, se puede observar que las varianzas genéticas estimadas en la población de crías son pertenecientes a sementales nacidos país, en el superiores a las estimadas a partír de las descendencias de sementales importados. Esto parece indicar que los locales han tenido mayor probabilidad de expresar su potencial genético para características de crecimiento en relación a los animales procedentes del extranjero. La razón de esto locales tienen radica, posiblemente, en que los proporción de genes adaptables a las condiciones ambientales lado, estas varianzas producen. Por otro donde ellos genéticas son indicadores de que se puede ejercer selección, tanto en la descendencia de sementales locales, como en la descendencía de sementales importados.

Cuadro 19. Varianza genética (σ^2_{Θ}) y fenotípica (σ^2_{F}) por procedencia del padre de la cría, obtenidas a través de análisis de medios hermanos paternos, para cada una de las características consideradas en este estudio.

	LOCALES		IMPORTADOS	
CARACTS	σ²œ	σ [⊋] F	σ ² e	σ²F
PNC	5,9648	22,1225	2,9020	18,6852
P240	767,5712	1130,2122	719,5064	867,2976
GPRED	0,0096	0,0180	0,0120	0,0144
P12M	2436,6740	1970,7741	1199,0952	1570,0939
GPOSTD	0,2080	0,1433	0,0420	0,0760

Respecto a las varianzas fenotípicas, los locales también mostraron valores superiores para todas las características. Sin embargo, al estimar la proporción de la varianza genética aditiva con respecto a la varianza total o fenotípica (h²), es posible notar que la de los locales, en algunas características, es inferior a la de los importados (Cuadro 20).

Al conocerse ya que entre los valores de cría de los existe las diferentes procedencias ΠO sementales de puede diferencias significativas y que aun ejercer 5e diferentes características sobre las por Selección procedencia, pués así lo indican sus h², es posible que si se aumenta la intensidad de selección sobre los locales, estos aumenten su valor de cría, con lo que podrán porporcionar mejores genes a sus crías y, entonces, disminuir la necesidad de seguir importando sementales. Esto traería como consecuencia ahorro de dinero a la institución y divisas al país.

Cuadro 20. Número de observaciones (N) e índice de herencia (h²) con su respectivo error estándar (ee) por procedencia del padre de la cría, obtenidas a través de análisis de medios hermanos paternos, para cada una de las características consideradas en este estudio.

CARACT.	LOCALES		IMPORTADOS	
	N	h ⁼ ±ee	N	h²±ee
PNC	437	0,27±0,13	1067	0,16±0,07
P240	193	0,68±0,28	305	0,83±0,25
GPRED	194	0,53±0,26	308	0,83±0,25
P12M	107	1,24±0,46	175	0,76±0,32
GPOSTD	99	1,45±0,49	149	0,55±0,31

5.CONCLUSIONES

En relación a los objetivos propuestos y con base en los análisis genéticos y no genéticos de los datos de crecimiento pre- y post-destete, bajo las condiciones deL estudio, se concluye lo siguiente:

- 1- En todas las características de crecimiento evaluadas, los machos siempre superaron a las hembras, variando esta superioridad entre características de 5 a 61%; sín embargo, las heredabilidades estimadas para estas características en los machos, siempre fueron inferiores a las de las hembras, por lo que se concluye que el efecto de la selección sobre los machos ha sido efectivo.
- 2- El efecto de la edad de la vaca al parto resulto ser significativo enlas características P240 y GPRED, independientemente del grupo racial. Para PNC, este efecto también fue significativo, pero guardando relación con el grupo racial, por lo que al llevar a cabo ajustes sobre este factor en PNC, se deben hacer dentro de cada grupo racial.
- 3- Se encontró diferencias significativas entre los grupos raciales en relación a las características de crecimiento pre- y post-destete, siendo el cruce Brahman por Charolais el que resultó ser superior a los demás grupos raciales.

- 4- Las heredabilidades para las características de crecimiento pre- y post-destete en Brahman fueron moderadamente altas (0,20 a 0,94), al igual que las de pre-destete en Charolais (0,25 a 0,47), por lo que se concluye que es factible dirigir la selección para estas características, siendo más eficiente en losgrupos raciales, mencionados.
- 5- Las correlaciones genéticas entre las características evaluadas fueron altas y positivas. Sin embargo, no se puede sacar una conclusión total sobre la utilidad de estas características hasta no estudiar la relación que éstas guardan con características de reproducción o en general de adaptabilidad.
- 6- No se detectaron diferencias significativas entre los valores de crías para las características de crecimieto pre- y post-destete de sementales locales e importados; sin embargo, se encontraron variabilidades genéticas dentro de las procedencias de los sementales, reflejadas a través de sus heredabilidades, lo que indica la existencia de posibles interacciones genotipo-ambiente.

6. RECOMENDACIONES

- 1- Para una mejor política de selección en el hato de la UNPHU, es necesario utilizar factores de ajuste por edad de la vaca al parto en las características de crecimiento pre-destete, ya que la edad de la vaca esta tiene efectos significativos sobre estas características. Asimismo, el sexo debe ser considerado tanto en características pre-destete como post-destete.
- 2- Debido a las relaciones genéticas existentes entre las características estudiadas, tanto en magnitud como en dirección, es necesario considerar, bajo las condiciones de producción del hato de carne de la UNPHU, más de una característica en un programa de selección.
- 3- Junto con estimar el valor de cría de los sementales con base en características productivas, como fue uno de los objetivos de este estudio, es necesario considerar además, el potencial reproductivo de estos sementales, antes de proceder a su definitiva selección.
- 4- Dado que se encontró variabilidad genética entre los sementales locales, y muchos de ellos van a otras fincas como sementales reproductores, se recomienda caracterizar las mismas y hacer un seguimiento sobre el comportamiento

productivo y reproductivo de estos sementales, para su mejor evaluación.

BIBLIOGRAFIA

- AARON, D. K.; THRIFT, F A.; PARISH, N.R. 1987. Estimation of genetic parameters for preweaning growth traits in Santa Gertrudis Cattle. Journal or Animal Science (EE. UU.) 65(1):4-5.
- BAILON, G.; MUNOZ, H.; VOHNOUT, K.; DEATON, O. W. 1977. Aspectos genético-fisiológicos del crecimiento de ganado de carne en el Trópico. Memoria. ALPA. (Méx.) 12:57-65.
- BAKER, R. D. 1976. Mejoramiento de la utilización de praderas para producción de carne. Memoria, ALPA. (Méx.). 11:147-153.
- BANCO CENTRAL DE LA REPUBLICA DOMINICANA. 1979. Boletín mensual. Santo Domingo, R.D. 32(12):211 p.
- BARLOW, R. 1978. Biological ramifications of selection for preweaning growth in cattle. A review Animal Breeding Abstracts (G.B.) 46:469-494.
- BAUER K., B.; PLASSE, D.; VERDE, O. 1976. Peso de canales de ganado Criollo, Cebú y sus cruces. Memoria. ALPA. (Méx). 11:157-162.
- BERKER, WALTER A. 1986. Manual of quantitative genetics. 4ta. 4ed. Washington, Academia Enterprises. 188 p.
- BERRUECOS, J.M.; BANDO, J.; LEAL, F. 1976. Parámetros genéticos para el crecimiento hasta los dos años en ganado Brahman. Memoria. ALPA (Méx). 11:41-42.
- BOADA, G. H. 1978. Heterosis, índices de herencia y correlación en ganado de carne tropical. Memoria. ALPA (Méx 13:146.
- BODISCO, V.; ABREU, O. 1981. Producción de leche por vacas criollas puras. <u>In</u> Recursos genéticos animales en América Latina. Eds.B. Muller Haje; y J. Gelman. FAO. Producción y sanidad animal No.22. Roma, Italia pp 17-39.
- CARDONA G., J.L. 1989. Efectos genéticos directos, maternos, correlación entre ellos, e indicadores de productividad total en ganado Romosinuano bajo condiciones de trópico húmedo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 128 p.

- CARTER, R.C.; KINCAID, C.M. 1959. Estimates of genetic and phenotypic parameters in beef cattle. 22. Heritability estimates from parent-offspring and half-sibs resemblances. Journal of Animal Science (EE.UU.) 18:323.
- CEVALLOS, E.; PLASSE, D.; GONZALES, M.; FROMETA, L.; VERDE, O.; CHICCO, C.; MULLER, H.; BORSOTTI, N. 1984. Comportamiento productivo de <u>Bos taurus</u> y <u>Bos indicus</u> y sus cruces en el Llano Venezolano 4. Crecimiento hasta 18 meses. Memoria ALPA (Méx.) 19:5-13.
- CRUZ,C.; TEWOLDE, A.; ORNELAS, T. 1986. Relaciones genéticas y no genéticas entre caracteres de tipo y crecimiento predestete en ganado Cebú. Memoria ALPA 21:11.
- CUNDIFF, F. V. 1970 Experimental results on crossbreeding cattle for beef production. Journal of Animal Science EE. u 30(5):694-705).
- CUNNIGHAN, E.P.; OBYRNE, T. M.; MESCAL, A. A. 1977. Genetic relationships between beef and dairy traits en Friesian cattle. Irish Journal of Sgricultural Research Irlanda. Agric. Res. 16:243-249.
- CUNNIGHAN, E. P.; SYSRSTAD, O. 1987. Crossbreeding Bos indicus and Bos taurus for milk production in the tropics. FAO Animal Production and Health Paper No. 68.
- DAVEY, B. H.; POMEROY, R. W. 1969. Producción de carne de vacuno. Trad. por Guillermo Aparicio Sánchez 2 ed. Madrid, Acribia. España. 111 p.
- DUARTE, A.; THORPE, W.; TEWOLDE, A. 1986. Comportamiento reproductivo de bovinos de razas puras y cruzadas en una región tropical de (Méx.). Memoria ALPA (Méx.) 21:9.
- DUKES, H.H. 1960. Fisiología de los animales domésticos. Trad. por Francisco J. Castejan C. Edit. Aguilar, Madrid, 962 p.
- FALCONER, D. S. LATYSZEWSDI, M. 1952. The environment in relation a selection for seze mice. J. Genet. 51:67-80.
- FALCONER, D. S. 1970. Introducción a genética cuantitativa. Trad. por Fidel Marquez Sanchez.2da ed. Editorial Continental. (Méx.).430p.
- FAO. 1987. Anuario FAO de comercio: 1986. Roma, Italia Vol. 40 375 p.

- FAO. 1987. Anuario FAO de producción: 1986. Roma, Italia Vol. 40 375 p.
- GARRONI, J.; VERDE, D. 1976. Producciones parciales y total en ganado Holstein puro. Memoria ALPA (Méx.). 11:171-179.
- GONZALEZ A., A. 1981. Selección de vacas por su producción en el hato del campo experimental "El Canada". Trabajo Práctico. Nuevo Leon, Méx., Universidad Autónoma de Nuevo Leon. Faculta de 59p.
- HARVEY, W. R. 1987. Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. User's guide for LSMLMW PC-1 Version. S.L.S.E 59 p.
- HARVEY, W.R. 1970. Estimation of variance and covariance components in the mixed model. Biometrics (E.E. U.U.) 26(3):485-504
- HERNANDEZ, B. G. 1976. Genetic factor in beef caattle cross in Colombia. Ph. D. Thesis. Fort Collins, Colorado, State University.
- HERNANDEZ, G. 1981. Las razas criollas colombianas para la producción de carne. <u>In</u> Recursos genéticos animales en América Latina. FAO. Estudio Producción y sanidad animal. No.22 p 52-77.
- HERNANDEZ, G. 1978. Heterosis, índice de herencía y correlaciones en ganado de carne tropical. Memoria ALPA (Méx. 13:146.
- HETZEL, D.; SEIFERT, G. 1986. Breeding objectives and selection traits for extensive beef cattle production in the tropics. <u>In</u> World Congress Genetics Applied to Livestock Production (3, 1986, Lincoln, Neb). Proceedings, Nebraska. p 245-258.
- HOHENBOKEN, W.D. 1985. Heritability and repeatability. <u>In</u> General and quantitative genetics. Ed. A.B. Chapman. New York, p. 94-408 Wold Animal Science)
- HOOGESTEIJN, R.; VERDE, D.; PLASSE, D.; BASTIDAS, P.; RODRIGUEZ, R. 1981. Peso al destete y a 18 meses de Brahman y sus cruces con Guzerá y Nelore (Compendio) Memoria. ALPA (Méx.) 16:149.
- HOOGESTEIJN, R.; PLASSE, D.; VERDE, O.; BASTIDAS, P. 1985. Factores genéticos y ambientales que influyen el crecimiento en un rebaño Cebú-Venezolano absorbido a Gyr. Memoria. ALPA (Méx.) 20:127-135.

- ILOEJE, M. U. 1985. Heterosis from crosses Zebu and South Devon beef cattle in south-eastern Nigeria.: <u>In</u> Fertility and calf performance to weaning. J. Anim. Res. 5(2):151-158.
- JOANDET, G. E.; VERDE, L. S,; BIDART, J. B.; PARODI, J. J.; SKIADARESSIS, R. M. 1977. Composición de la canal de novillos Aberdeen angus relacionado con el nivel nutricional y el padre. Memoria ALPA (Méx.). 12:39-43.
- KEMPTHORNE, O.; NORDSKOG, A. W. 1959. Restricted selection indeces. Biometrics (EE.UU) 15(1):10-19.
- KOCH, R. M.; CLARK, R. 1955. Genetic and environmental relationships among economic characters in beef cattle. 3 Evaluating maternal environment. Journal of Animal Science. (EE. UU) 14:979-996.
- KOCH, R. M. 1972. The role of maternal effects in animal breeding: V1. Maternal effects in beef cattle. Journal of Animal Science 35(6):1316-1323.
- KOGER, M.; MITCHELL, R.; BURNS, W. C.; HENTGES, J.F.; WARNICK, A. C. 1967. Factors influencing survival in beef calves. Journal. Animal Science. 26:205. (abstr.)
- LAMPRIN, G. H.; KENNEDY, J. F. 1965. Some observations on reproduction, weight change under lactation stress and mothering ability of British- Cebú crossbred cattle in the tropics. Journal of Agricultural Sciences. (G, B.) 64:407-412.
- LOIS M., J.E. 1979. Evolución, estructura y organización del subsector ganadero en la República Dom., Alfa Omega Santo Domingo, Rep. Dom. 174 p.
- McDONALD, R. P.; TURNER, J. W. 1972. Estimation of maternal heterosis in prewaning traits in beef cattle. Journal of Animal Science (E.E. U.U.) 35(6):1146~1154.
- McDOWELL, R. E.; WIGGANS, G. R.; CAMDENS, J. K.; VAN VLECK, L. D.; LOUIS, D. G. 1976. Sire comparisons for Holstein in (Méx.) versus the United States and Canada. Journal of Dairy Science (E.E. U.U.) 59(2):299-302.
- MEDINA, O.; MUNOZ, H.; DEATON, O. 1974. Productividad de ocho grupos raciales de vacas de carne Memoria (Méx.). 9:65 (resumen).
- MOLINA, R.; DEATON, O. W.; MUNOZ, H. 1979. Una evaluación de la raza Romosinuano y sus cruzamientos para ganado de carne. Memoria ALPA (Méx.) 14:132.

- MUJICA, F.; TEWOLDE, A. 1988. Estrategias de mejoramiento animal en los sistemas de producción bovina con énfasis en la utilización del criollo en sistemas de doble propósito (mimeografiado).
- MUJICA, F.; TEWOLDE, A. 1986. Uso del método BLUP en producción animal. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo Leon, Méx. 23 p.
- MUNOZ, H.; MARTIN, T. G. 1969. Crecimiento antes y después del destete en ganado Santa Gertrudis, Brahman y Criollo y sus cruces reciprocos. Memoria, ALPA. (Méx.). 4:7-28.
- NEVELLE, W. E. 1962. Influence of dam's milk production and other factors on 120- and 240-days weight of Hereford calves. Journal of Animal Science (EE. UU) 21:315.
- OCANDO, D.; PLASSE, D.; CEVALLOS, E.; VERDE, O. BORSOTTI, N.; AGUIRRE, L. 1978. Influencias ambientales sobre la variación de pesos en ganado Brahman Memoria. ALPA (Méx.) 13:142.
- OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA, R.D. 21985. República Dominicana en cifras 1984. Santo Domingo, R.D.
- PARIACOTE, F.; HAHN, M. 1986. Estimadores de parámetros genéticos en una población cruzada destinada a la producción simultánea de carne y leche. Memoria ALPA (Méx.) 21:30.
- PEARSON, L.; WAUGH, R. K.; SALAZAR, B.; BOTERO, F. M.; ACOSTA, A. 1968. Milking performance of Blanco Orejinegro and Jersey crossbreed cattle. Journal of Agricultural Sciences (G. B.). 70:65-72.
- PENA DE BORSOTTI, N.; MULLER-HAYE, B.; VERDE, O.; PLASSE, D.; RIOS, J.; GONZALEZ, M. 1974. Comportamiento productivo de Bos taurus y Bos Índicus y sus cruces en el Llano Venezolano 2. Peso al nacer. Memoria ALPA (Méx.) 9:303-311.
- PENA DE BORSOTTI, N.; VERDE, O.; BASTIDAS, P.; PLASSE, D. 1978. Influencias genéticas y ambientales sobre el peso al destete en <u>Bos indicus</u> Mem. ALPA. 13:141.
- PERALTA, A. 1977. Producción de carne en diferentes grupos raciales de bovinos. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, IICA. 57p.
- PERALTA, A.; MUNOZ, H.; DEATON, O. 1978.Producción de carne en diferentes grupos raciales de bovinos. Memoria ALPA (Méx.) 13:150.

- PLANAS, T. 1983. Comportamiento predestete de un rebaño bovino Criollo de Cuba. Memoria ALPA (Méx.) 18:158.
- PLASSE, D. 1969. Apareamiento y selección. <u>In</u> Ganadería de carne en Venezuela. Eds. Dieter Plasse y Rafael Salom. Caracas, Venezuela, Empresa el Cojo. 426 p.
- PLASSE, D.; BAUER, B.; VERDE, O.; ARAGUNDE, M. 1975. Influencias genéticas y ambientales sobre la eficiencia reproductiva de vacas criollas, Cebú y sus cruces. Memoria. ALPA. (Méx.) 10:57-73.
- PLASSE, D. 1978. Aspectos de crecimiento del *Bos indicus* en el Trópico Americano, 2 Animal Production. XIV 14:29-48.
- PLASSE, D. 1979. Aspectos de crecimiento del <u>Bos indicus</u> en el trópico americano. 1 World Rev. Anim. Prod. XV 15:21-39.
- PLASSE, D. 1980. Modelos genéticos basados en inseminación artificial en ganado de carne. Memoria ALPA (Méx.) 15:17-40.
- PLASSE, D. 1981. El uso del ganado Criollo en programas de cruzamientos para la producción de carne en América Latina. <u>In</u> genéticos animales en América Latina. FAO. Estudio Producción y sanidad animal. No. 22 p.77-107.
- PLASSE, D. 1983. Crossbreeding results from beef cattle in the Latin American tropics. Animal Breeding. 11:779-797.
- PLASSE, D.; FROMETA, L.; RIOS, J.; GONZALEZ, M.; VERDE, O.; GIL B., R.A.; CEVALLOS, E.; PENA de B., N. 1983. Comportamiento productivo de Bos taurus y Bos indicus y sus cruces en el llano Venezolano. 3 Crecimiento predestete. Memoria, ALPA, (Méx.). 18:187-198.
- PLASSE, D.; VERDE S, O. 1980. Influencias genéticas y ambientales sobre la variancia de cuatro pesos en ganado Brahman. Memoria ALPA, (Méx.). 15:41-50
- PLASSE, O.; VERDE, O. 1976. Influencias genéticas ambientales sobre la variación de tres pesos post-destetes en ganado Brahman. Memoria ALPA. 11:37-38.
- QUEVEDO, O.G.; BORGOGNON, J. A. 1976. Factores que afectan el peso al destete en Santa Gertrudis. Memoria. ALPA (Méx.) 11:33.
- RICO, C.; PLANAS, T. 1986. Comportamiento hasta el destete de terneros Charolais. Memoria. ALPA. 21:18.

- TEJADA C., F.A. 1986. La ganadería de leche en República Dominicana. Santo Domingo, Rep. Dom., Editorial La Palabra. 44 p.
- TEWOLDE, A. 1984. Interacción genotipo por medio ambiente y su importancia en producción de leche en el trópico. (mimeografiado) (Presentado durante la Reunión sobre Producción de Leche.
- TEWOLDE, A.; CRAIL C., C. 1984 Efecto de ajuste para peso al destete a una edad constante en bovinos para carne. Revista Mexicana Producción Animal (Méx.). 16:41-45.
- TEWOLDE, A. 1986. Selección de sementales reproductores en la explotación de lechería especializada (mimeografiado).(Presentado en: Seminario Internacional de Mejoramiento Genético MAG-UNA-GTZ. Barreal de Heredia, Costa Rica))
- TEWOLDE, A. 1988. Genetic analysis of Romosinuano cattle; selection posibilities for beef in the Latin American Tropics. <u>In</u>: Actas 3er Congreso Mundial de Genética de Ovinos y Bovinos para carne. 3:275-291.
- TIRADO, G.; TIO, R. 1973. Los suelos de la Hacienda Nígua. Informe técnico. Santo Domingo, R.D. Decanato de Agronomía (UNPHU).
- VAN VLECK, D. L. 1976. Sire evaluation from progeny testing: Past, present, future. In National Workshop on Genetic Improvement of Dairy Cattle 1976 St. Louis Missouri. Proceedin
- VAN VLEK, L. D.; POLLAK, E. J.; BRANFORD, E. A. 1987. Genetics for the animal sciences. 2ed. New Yord, Cornell University.
- VERDE, O.; BODISCO, V. 1976. Peso al nacer y a al nacer y al primer parto en ganado criollo lechero Río Limón Venezolano. Memoria ALPA. (Méx.). 11:181-188.
- VERDE, O.; PLASSE, D. 1976. Influencias genéticas y ambientales sobre la varianza del peso al destete en ganado Brahman Memoria ALPA (Méx.) 11:35.
- VERDE, O.; PLASSE, D., BAUER, B. 1981. Peso a 18 meses de catorce grupos raciales de bovinos de carne en el Beni, Bolivia. Memoria ALPA. (Méx.) 16:145.
- VERDE, O.; PLASSE, D.; BASTARDO, J.; HOOGESTEIJN, R.; BASTIDAS, P. 1983. Parámetros genéticos de tres pesos en un rebaño Brahman registrado bajo sección Memoria. ALPA (Méx.) 18:161.

- WOLDEHAWARIAT, G.; TALAMANTES, M.; PETTY, R.; CARTWRIGHT, T. 1977. A summary of genetic and environmental statistics for growth and conformation characters of young beef cattle. 2 ed. Texas A&M University. Technical Report No. 103. 25 p.
- ZARAZUA, J.; TEWOLDE, A.; CRUZ, C. 1986. Relaciones genéticas y no genéticas entre peso al nacer de la cría y período de gestación de la madre en ganado Cebú. Memoria ALPA (Méx.) 21:10.

APENDICE

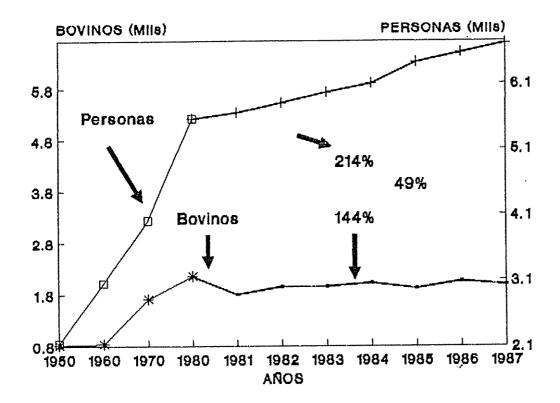


Figura 1A. Crecimiento de la población humana vs el de la Bovina en República Dominicana.

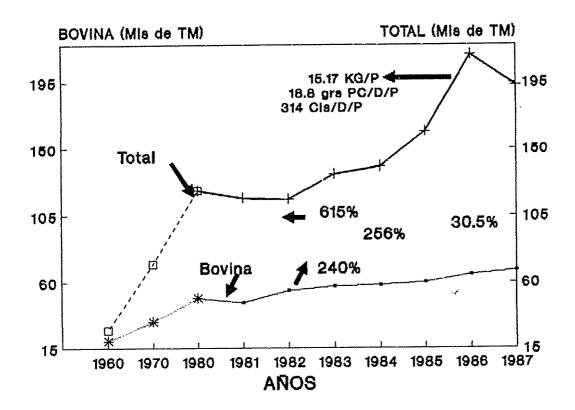


Figura 2A. Crecimiento de la producción de carne total vs el de la producción Bovina en República Dominicana.

Cuadro 1A. Número de sementales por años de uso en el hato de carne de la UNPHU*.

ANOS DE USO	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA %
1	30	32.6
2	25	27.2
3	16	17.4
4	5	5.4
5	6	6.5
6	3	3.3
7	3	3.3
8	1	1.1
9	····	-
10	1	1.1
11	1	1.1
12		_
13	-	_
14		_
15	1	1.1
TOTAL	92	100.0

^{*} Según registros originales.