

COMPARACIÓN PRODUCTIVA DE VACAS HOLSTEIN Y F1 BLANCO OREJINERO (BON) X HOLSTEIN 1. PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE

Jorge H. Quijano Bernal¹; Camilo Montoya Serna¹

RESUMEN

Se estimaron los porcentajes de heterosis para la producción de leche, duración de la lactancia y calidad de la leche (porcentaje de grasa y proteína), en vacas Holstein y F1 (BON x HOLSTEIN) del Centro Paysandú, propiedad de la Universidad Nacional de Colombia, situado en el corregimiento Santa Elena, municipio de Medellín, a 2600 m.s.n.m., con temperatura promedio de 12,5°C, correspondiendo a la formación bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB).

La producción de leche fue afectada significativamente ($P < 0,01$) por el grupo genético y el año de parto, pero no por la época de parto de la vaca. El porcentaje de grasa de la leche no fue afectado por el grupo genético. La época de parto y el contenido de sólidos no grasos pero sí por el potrero, el estado fisiológico, duración de la lactancia, nivel de concentrado consumido, producción de leche y edad al parto ($P < 0,01$). Los valores promedios ajustados fueron para la producción de leche (6154 y 3351 kg; $P < 0,01$), duración de la lactancia (330 y 259 días; $P < 0,01$), contenido de grasa (3,2 y 3,4%; $P > 0,01$) y proteína (2,8 y 2,9%; $P > 0,01$) para Holstein y F1 BON x Holstein respectivamente. En el BON estos valores fueron 278 kg, 114 días de lactancia, 4,6% de grasa y 3,9% de proteína en la leche.

Los porcentajes de heterosis con base en el promedio de razas fueron: 4,20%, 16,70%, -12,80% y -12,20% para producción de leche, duración de lactancia, porcentaje de grasa y porcentaje de proteína respectivamente, todos altamente significativos ($P < 0,01$). Los porcentajes de heterosis tomando como referencia la raza Holstein fueron: -45,20%, -21,50%, 6,25% y 5,35% en el mismo orden de las características anteriormente citadas. En general, los porcentajes de heterosis fueron menores a los reportados en la literatura. Se concluye que el F1 ha desempeñado un papel preponderante en el mejoramiento de la calidad de la leche en el Centro Paysandú, presentado porcentajes de heterosis medios para la calidad de la leche con referencia a la raza Holstein. Esto puede ser confirmado al analizar el porcentaje de grasa desde 1994, cuando parieron las primeras vacas F1, presentado coeficiente de regresión y correlación de 0,02 y 0,55 respectivamente. En la actualidad, el promedio para el porcentaje de grasa y proteína en el hato es de 3,45% y 3,03% respectivamente. Si sólo se tuviese la raza Holstein, estos porcentajes serían de 3,20% y 2,80%, significativamente menores.

¹ Profesores Asociados. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 568. Medellín.

Palabras claves: Cruzamiento, heterosis, producción, proteína y grasa de la leche.

ABSTRACT

PRODUCTIVE COMPARISON OF HOLSTEIN AND F1 BON X HOLSTEIN COWS IN CENTRO PAYSANDÚ. 1. MILK PRODUCTION AND QUALITY.

Percentages of heterosis for milk yield, lactation length and milk quality were estimated, in terms of fat and protein percentages, in F1 (BON x HOLSTEIN) cows of Centro Paysandú, which is owned by Universidad Nacional de Colombia. The Centro Paysandú is located in the ecological zone termed "low mountain very wet forest" (initials in Spanish:bmh-MB: Bosque muy húmedo Montano Bajo) at 2600 m.s.n.m. (metres above sea level), with an average temperature of 12.5°C, in village Santa Elena of the municipality of Medellín.

The adjusted means for genetic group ($P<0,01$), calving year ($P<0,01$) and calving season (N.S.) were for F1: 3351 Kg, 259 days, 3,4% and 2,9% for lactation milk yield, lactation length, fat and protein percentages, respectively.

Percentages of heterosis based of breeds averages were: 4,20%, 16,70%, -12,80% and -12,20% for milk yield, length of lactation, fat and protein percentages, respectively, all of them with high significance ($P<0,01$). Heterosis percentages, in reference to the Holstein breed, were: -45,2%, -21,5%, 6,25% and 5,35%, in the same order to the traits above already mentioned. In general, heterosis percentages were lower than those reported by other authors.

Finally, the F1 played a major role in milk quality improvement in the Centro Paysandú, showing medium heterosis percentages for milk quality in reference to the Holstein breed. This can be confirmed when analyzing fat percentage records since 1994 when the first calves F1 heifers, showing a regression coefficient and a correlation of 0,02 %/year and 0,55, respectively, currently, fat and protein percentage means for this herd are 3,45% and 3,03%, respectively. If the Holstein breed were analyzed alone, these percentages would be 3,20% and 2,80%, which are significantly lower.

Key Words: Cross breeding, heterosis, yield milk, protein and fat.

INTRODUCCION

Tradicionalmente el Programa de Ganado de leche de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, desarrollado en el Centro de Producción Paysandú se ha basado en la explotación de ganado especializado de la raza Holstein. No obstante, a partir de 1991 se introdujo en el Centro un hatillo de ganado de la raza nativa Blanco Orejinegro (BON) procedente en parte de la Granja Experimental El Nus de propiedad del

Instituto Agropecuario Colombiano (ICA) y a partir de algunos ejemplares procedentes de una ganadería de la zona cafetera con el fin de desarrollar un programa de cruzamiento con las vacas Holstein; en 1994 comenzaron a nacer las primeras crías del apareamiento de estas dos razas.

Es bien conocido que las razas criollas colombianas están en proceso de extinción; de acuerdo con Elzo *et al*

(1997) el número de animales puros es menor a 18000 y en cruces sólo llega a 50000 cabezas. Esta raza se caracteriza por su rusticidad, capacidad de aprovechamiento de forrajes toscos, alta natalidad, longevidad, resistencia a ectoparásitos y en la actualidad se estudia una posible resistencia genética natural a la brucelosis y la aftosa (Barrera *et al*, 1997).

En general en Colombia las razas criollas no han sido sometidas a

programas de mejoramiento genético animal, entre otros factores, por el bajo número de las poblaciones existentes; por lo tanto, sus parámetros productivos son bajos cuando son comparados con razas especializadas.

Inicialmente la raza BON fue aprovechada por la producción de leche en la Granja Experimental El Nus y posteriormente fue utilizada en cruces para la producción de carne con bovinos *Bos indicus* y leche con bovinos *Bos taurus* de las razas europeas y americanas Jersey y Holstein. Los resultados de la producción de leche y la duración de la lactancia para la raza BON, reportados por algunos autores, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Producción de leche en BON según resultados obtenidos por diferentes autores.

Autores	Sistema de ordeño	No. de lactancias	Producción Total (Kg)	Días en Lactancia	Promedio diario de leche (kg)
Melo (1945)	C.T	120	492,1	255	1,93
Melo (1945)	S.T	100	552,8	206	2,68
Salazar (1952)	C.T.	526	462,5	185	2,50
Acosta (1954)	S.T.	170	325,2	77	4,18
Acosta (1954)	C.T.	184	368,2	98	3,74
Pearson (1957)	S.T.	1457	220,0	73	3,01
Botero (1958)	S.T.	267	655,5	165	3,97
Botero <i>et al</i> (1966)	S.T.	150	491,4	124	3,96
Botero <i>et al</i> (1966)	C.T.	56	573,5	122	4,68
Otros (1968)	S.T.	-	634,3	242	2,60
Otros (1968)	C.T.	-	1129,0	246	4,60
Lemka (1973)	-	-	221,0	73	3,03
Promedio			510,4	155,5	3,40

C.T. : Ordeño con ternero; S.T.: Ordeño sin ternero.

Adaptado de Hernández *et al* (1976).

En el Centro de Producción Paysandú la raza BON se tiene como un ható de ganado de carne. Las hembras han demostrado excelente habilidad materna, reflejada en el peso al destete de sus crías (230 kg a los 240 días) y ganancia diaria posdestete de 300 g, considerada aceptable si se tiene en cuenta que las

condiciones de las praderas son bastante deficientes, ya que están sembradas con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) no fertilizado. Diversos autores han efectuado evaluaciones de la producción de leche en distintos cruces del BON con razas europeas como se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Producción de leche en diferentes cruces del BON con y sin ternero según varios investigadores.

Autor	Sistema de ordeño	Cruce	No de Lactancia	Producción (Kg)	Días	Promedio diario
Acosta (1954)	C.T.	1/4 Jersey	45	594,8	160,3	3,71
Acosta (1954)	S.T.	1/4 Jersey	58	432,1	103,8	4,16
Pearson (1967)	S.T.	1/4 Jersey	424	612,0	153,5	3,99
Botero (1968)	S.T.	1/4 Jersey	168	955,6	209,7	4,56
Botero (1966)	C.T.	1/4 Jersey	194	687,2	97,2	7,07
Botero (1966)	S.T.	1/4 Jersey	149	960,1	203,7	4,71
Botero (1966)	C.T.	5/8 Jersey	17	780,3	139,6	6,26
Botero (1966)	S.T.	5/8 Jersey	43	1307,0	226,0	5,78
Botero (1966)	C.T.	1/2 Holstein	9	1039,0	163,0	6,40
Hernández <i>et al</i> (1972)		5/8 Jersey	16	1374,0	272,0	5,00
Hernández <i>et al</i> (1973)		5/8 Jersey 5/8 Jersey	26	1005,0	136,0	7,30
Hernández <i>et al</i> (1973)		Jersey	27	1339,9	219,0	5,70
Hernández <i>et al</i> (1974)		5/8 Jersey	30	869,0	126,0	6,90
Hernández <i>et al</i> (1974)		5/8 Jersey	13	1307,3	226,0	5,20
Hernández <i>et al</i> (1975)		5/8 Jersey	22	1398,5	231,0	6,00
Hernández <i>et al</i> (1973)		1/2 Holstein	7	727,0	111,0	6,50
Hernández <i>et al</i> (1974)		1/2 Holstein	9	1039,1	163,0	6,40
Hernández <i>et al</i> (1975)		1/2 Holstein	18	1369,0	235,0	5,80

C.T.: Ordeño con ternero; S.T.: Ordeño sin ternero.

Adaptado de Hernández *et al* (1976).

Hernández y Martínez (1985), reportaron producciones de leche de 672,2 y 856,3 kg (en cruces F1 Holstein x BON)

para la primera y segunda lactancia en el Centro Experimental El Nus. El promedio de duración de la lactancia fue 213 y

246 días para primero y segundo parto respectivamente. Para los cruces 3/4 Holstein 1/4 BON la producción de leche para la primera lactancia fue 801,2 kg en 233 días, mientras que en la segunda lactancia la producción llegó a 903,7 kg en 252 días de lactancia. Los autores concluyeron que los híbridos Holstein x Criollo y Holstein x Cebú son tal vez los genotipos más eficientes para producir leche en condiciones tropicales no mejoradas, siendo los F1 superiores a los cruces 3/4 Holstein 1/4 BON cuando se analizaron simultáneamente los rendimientos productivos y reproductivos.

La heterosis para la producción de leche es importante en los cruzamientos entre las razas europeas y nativas; ésta se mide a través de la diferencia entre el rendimiento de los individuos cruzados y el promedio de las razas paternas y puede estar afectada por efectos maternos (Van Vleck, 1993).

McDowell (1985) en una revisión sobre los cruces lecheros en el trópico reportó que las desviaciones de las compañeras del ható de la F1 (nativo x europeo) con respecto a la raza nativa eran -27,6 para la edad al primer parto, +147,-1% para la producción de leche, +30,8% para la duración de la lactancia y -7,2% para el intervalo entre partos.

De Alba (1985), citado por Maltos (1986), reportó los siguientes porcentajes

Así mismo, Cunningham (1991) reportó los siguientes valores de heterosis, expresados con respecto a las medias paternas: -14% para la edad al primer parto, +28% para la producción de leche y -6% para el intervalo entre partos para los F1 de los cruces entre *Bos taurus* y *Bos indicus*.

Cunningham y Syrstad (1987), presentan valores de heterosis alrededor de 28% para la producción de leche. Por su parte Capriles *et al* (1982), no encontraron diferencias significativas entre los grupos Holstein-Criollo y Pardo Suizo-Criollo para producción de leche.

Con respecto a la calidad de la leche McDowell (1985), utilizó un índice de selección en el que incluyó la producción y la calidad de leche (% de grasa) y la reproducción para clasificar diferentes grupos genéticos; de acuerdo con éste el primer lugar fue ocupado por el grupo Holstein x Cebú, el segundo correspondió al grupo 3/4 Holstein 1/4 Ayrshire, el tercer al 3/4 Holstein 1/4 cebú, el cuatro al 1/2 Jersey 1/2 Ayrshire, el quinto al 1/2 Holstein 1/2 Ayrshire; el grupo conformado por el Cebú ocupó el sexto lugar mientras que la raza nativa Arsi ocupó la última posición.

de grasa en la leche para las razas criollas y algunos de sus cruces: para el criollo

4,57%, para el 1/2 criollo 1/2 Jersey 4,60%, para 1/2 Jersey 1/2 criollo 4,57% y para el Jersey 4,53%. En el Centro Paysandú, González y González (1998) reportaron 3,3% de grasa en la leche para la raza Holstein y 3,4% para el F1 BON x Holstein. Es de destacar que estos valores fueron ajustados por los efectos de la producción de leche, época del año, estado fisiológico de la vaca, potrero, duración de la lactancia, cantidad de concentrado, edad del animal y sólidos no grasos. El estudio demostró que no existió diferencia significativa entre estos grupos genéticos. En un muestreo realizado en marzo de 2000 en el mismo Centro se obtuvieron medias reales para la grasa de 4,15% y de 2,95% para la proteína de la leche en vacas F1 BON x Holstein. De Alba (1985), citado por Maltos (1986), para cruces entre razas de criollas latinoamericanas con Jersey reportó una heterosis de 21,2% para la producción de leche a 305 días, de 22,2% para leche corregida a 305 días y 4% de grasa, 9,1% para la duración de la lactancia y 8% para el porcentaje de grasa en la leche.

En la revisión de literatura se observa que los F1 producto del cruzamiento entre animales criollos por europeo fueron superiores al promedio de las razas, presentando niveles de heterosis para la producción y la calidad de la leche altamente significativos.

El objetivo de la presente investigación

fue comparar a través de la heterosis el comportamiento productivo de las vacas Holstein, BON y el cruce F1 BON x Holstein en cuanto a la producción y la calidad de la leche (porcentaje de grasa y proteínas).

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

Localización. Los datos que se utilizaron en esta investigación procedieron de los registros productivos de las vacas Holstein y F1 BON x Holstein del Centro de Producción Paysandú, propiedad de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. éste se localiza en el corregimiento Santa Elena, municipio de Medellín, el cual se encuentra situado a 2600 msnm, presenta 12,5°C de temperatura promedio anual y precipitación promedio anual de 2500 mm, con dos

épocas marcadas a saber: de lluvia (abril, mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre) y seca (diciembre, enero, febrero, marzo, julio y agosto). De acuerdo con Espinal (1985) el corregimiento está ubicado en la formación vegetal bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB).

DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información analizada estuvo constituida por 180 lactancias de vacas de la raza Holstein y 29 de vacas F1 BON x Holstein, paridas entre 1990 y 1999. El hato está constituido por 60 vacas Holstein de alto potencial genético para producción de leche y 15 vacas producto del cruce entre la raza BON y la Holstein. Se usa la inseminación artificial en todas las vacas.

Tabla 3. Descripción de las observaciones usadas para estimar el porcentaje de heterosis para leche y % de grasa en el Centro Paysandú.

Factores	Producción de leche (Número de lactancias)	% de Grasa (Número de muestras)
1. Grupo genético		
Holstein	180	504
F1 BON x Holstein	29	81
2. Año de parto		
1990	2	
1991	4	
1992	7	
1993	13	
1994	20	
1995	26	
1996	29	
1997	41	

El pasto predominante es el Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). En el momento del ordeño las vacas se suplementan con un concentrado comercial en niveles que varían entre 3 y 10 kg dependiendo de la producción, el grupo genético, estado reproductivo, días en lactancia, condición corporal y categoría del animal (novilla o vaca). La relación leche-concentrado usada depende de los días en lactancia y la categoría del animal, de acuerdo con las recomendaciones dadas en el subprograma de nutrición animal.

En la Tabla 3 se presenta la descripción de las características de la información utilizada.

1998	61	
1999	6	
3. Epoca de parto		
seca (meses 12, 1, 2, 3, 7, 8)	92	
Lluvias (meses 4, 5, 6, 9, 10, 11)	17	
4. Estado fisiológico de la vaca		
Preñada		289
Vacía		296
5. Potrero		
1, 2, 3, 4,19		585
Total	209	585

MÉTODOS

Para el estudio de la producción de leche se desarrolló el siguiente modelo según el método de los mínimos cuadrados descrito por Harvey (1988):

$$Y_{ijk} = \mu + GG_i + Ap_j + Ep_k + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Producción de leche ajustada a 305

La estimación de la producción de leche por lactancia del grupo genético BON, se hizo a través del análisis de 1200 datos de registros diarios del ordeño de la mañana entre el 27 de febrero de 1997 hasta el 27 de septiembre del mismo año.

Para el estudio del porcentaje de grasa se desarrolló el siguiente modelo:

$$Y_{ijklmnopq} = \mu + GG_i + Ep_j + Ef_k + P_l + DL_m + CC_n + PL_o + Ed_p + SNG_q + e_{ijklmnopq}$$

días de lactación y

GG_i = Grupo genético de la vaca, variando i de 1 a 2, siendo 1: vacas Holstein y 2: vacas F1 BON x Holstein.

Ap_j = Año de parto j , variando j de 1 a 10, siendo 1: 1990, 2:1991.....10: 1999.

Ep_k = Epoca de parto, variando k de 1 a 2, siendo 1: seca y 2: lluviosa.

e_{ijk} = Error experimental.

Donde:

$Y_{ijklmnopq}$ = Porcentaje de grasa.

GG_i = Grupo Genético de la vaca, variando i de 1 a 2, siendo 1:Holstein y 2: F1 BON x Holstein.

Ep_j = Epoca de parto, variando j de 1 a 2, siendo 1:seca y 2: lluviosa.

Ef_k = Estado fisiológico de la vaca, variando k de 1 a 2, siendo 1: preñado y 2: vacía.

P_l = Efecto del potrero, variando l de 1 a

19, siendo 1: Primer potrero19: último potrero.

DL_m = Duración de la lactancia, días.

CC_n = Consumo de concentrado, Kg.

PL_o = Producción de leche, Kg.

Ed_p = Edad al parto, días.

SNG_q = Sólidos no grasos, %.

$e_{ijklmnopq}$ = Error experimental.

El porcentaje de grasa de la leche entera se realizó por el método de Babcock de acuerdo con lo descrito por Bateman (1970). Los sólidos no grasos se determinaron por el método del re-

fractómetro y posteriormente se calcularon los sólidos totales a partir del contenido de grasa y de los sólidos no grasos. De acuerdo con Lasley (1970) existen dos formas de estimación de la heterosis: comparando el promedio de los F1 con el promedio de una de las razas progenitoras (superior o inferior) o comparando el promedio del F1 con el promedio de los progenitores puros según las siguientes

¡Error!

expresiones:

Donde:

\bar{F}_1 = Media ajustada de la generación F1.

¡Error!

\bar{P} = Promedio de los padres o razas paternas.

El porcentaje de proteina en la leche para los grupos genéticos F1 BON x Holstein y Blancorejinegro (BON) se estimó con base en 13 muestreos (uno semanal) procesados en el laboratorio de leche de COLANTA (Cooperativa Lechera de Antioquia). Para la estimación

del porcentaje de proteína del grupo (2000).
genético Holstein se tomó la información
del trabajo de investigación de Echeverry

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

para el estudio de la producción de leche
se presentan en la Tabla 4.

Los resultados del modelo propuesto

Tabla 4. Análisis de varianza para la producción de leche.

Fuentes de variación	G.L.	C.M.	Significancia
Grupo genético	1	253789898	**
Epoca de parto	1	2557950	NS
Año de parto	9	11549751	**
Error	197	1051860	

** P<0,01

NS: No significativa

Con excepción de la época de parto, los factores propuestos en el modelo tuvieron efecto significativo sobre la producción de leche. La media real para la producción de leche fue de 6781 ± 1026 kg, la cual incluyó a las vacas Holstein y a las procedentes del cruce

F1. El coeficiente de determinación del modelo fue 62%, con un coeficiente de variación del 15%.

Los resultados del modelo para el estudio del porcentaje de grasa se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Análisis de varianza para el porcentaje de grasa de la leche.

Fuentes de variación	G.L.	C.M.	Significancia
Grupo genético (GGi)	1	0,41	NS
Potrero (P1)	18	0,90	**
Epoca de parto (EPj)	1	0,06	NS
Estado fisiológico (Efk)	1	0,70	**
Duración de lactancia (DLm)	1	2,11	**
Cantidad de concentrado CCn)	1	3,10	**
Producción de leche (PLo)	1	3,47	**

Edad al parto (Edp)	1	7,67	**
Sólidos no grasos (SNGq)	1	0,02	NS
Error	558	0,24	

** P < 0,01 NS: no significativa

A excepción del grupo genético, época de parto y los sólidos no grasos las otras fuentes de variación tuvieron efecto significativo sobre el porcentaje de grasa. La media del porcentaje de grasa fue de 3,29%, con una desviación estándar de 0,49. El coeficiente de

variación fue del 15% y el de determinación del 34,9%.

Los promedios ajustados para la producción de leche, duración de la lactancia y porcentaje de proteína y grasa se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Promedios ajustados para la producción de leche por lactancia, duración de la lactancia y porcentaje de grasa y proteína de acuerdo con el grupo genético.

Grupo Genético	Media ajustada			
	Producción de leche	Duración lactancia	% grasa	% proteína
Holstein	6154 a	330 a	3,2 a	2,8 a
F1 BON x Holstein	3351 b	259 b	3,4 a	2,9 a

a,b Valores promedio con letras diferentes en la misma columna fueron diferentes estadísticamente (P < 0,01).

Para el BON las medias ajustadas fueron 279 kg de leche producida en 114 días de lactancia, 4,6% de grasa y 3,9% de proteína en la leche.

(1954), Botero *et al* (1966) y otros autores citados por Hernández *et al* (1976), que en promedio fue de 510 kg. Es de anotar que en el Centro Paysandú, este ganado sólo se ordeñó durante un año (1993) y luego se dejó para el amamantamiento del ternero tal como si fuera ganado de carne. Sin embargo, la pro-

ducción superó lo reportado por Pearson (1968) y Lemka *et al* (1973).

Con respecto a la producción del F1 BON x Holstein los valores registrados en el Centro Paysandú (3351 kg) superan ampliamente los reportados por Hernández y Martínez (1985) de 764 kg. Esta

diferencia posiblemente se explica por la selección realizada en Paysandú para producción de leche durante más de 40 años.

Los resultados para el porcentaje de heterosis se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Porcentaje de heterosis con base en el promedio de los padres (% Hp) y de la raza

Características	Valores promedio				
	F1	Padres	Raza Holstein	% Hp	% Hh
Producción de leche (kg)	3351	3216	6154	4,20 **	-45,50
Duración de la lactancia (días)	259	222	330	16,70	-21,50
% Grasa	3,40	3,90	3,20	-12,80**	6,26
% Proteína	2,95	3,36	2,80	-12,20**	5,35

** P < 0,01

Se puede observar en la Tabla anterior que el porcentaje de heterosis para la producción de leche es alto y negativo cuando se comparó con la raza Holstein pero es positivo y bajo cuando se calculó comparando el promedio del F1 con el promedio de los progenitores puros. Este valor es inferior al reportado por Cunningham y Syrstad (1981) y al de Cunningham (1991) del 28% teniendo como base los promedios paternos. Esto puede ser explicado por los altos rendimientos expresados por el F1, lo cual hace que la diferencia con el promedio de las razas no sea tan amplio dando una

heterosis inferior a las citadas anteriormente. Es conveniente anotar que debido al alto volumen de producción las hembras F1 son suplementadas con alimentos balanceados.

Para la calidad de la leche (porcentaje de grasa y proteína) el porcentaje de heterosis fue negativo (-12,80% y -12,20%) y significativo cuando se comparó con el promedio de los padres, pero positivo y bajo cuando se comparó con la raza Holstein. Este valor es inferior al reportado por De Alba (1985) citado por Maltos (1986), del 8% para el porcentaje

de grasa. Este bajo valor encontrado en la presente investigación puede ser explicado por los bajos contenidos de grasa y proteína en las hembras F1 (3,4 y 2,95%) debido al antagonismo genético con la producción de leche.

Con respecto a la duración de la lactancia el porcentaje de heterosis fue

Para el hato en estudio ha sido ventajoso el cruce entre estas dos razas, fundamentalmente para el mejoramiento de la calidad de la leche. En la actualidad, el promedio del hato para el porcentaje de grasa y proteína es de 3,45 y 3,03 respectivamente. En la Tabla 8

superior al reportado por De Alba (1985) citado por Maltos (1986). No obstante, se debe considerar que en las hembras F1 es corta la duración de lactancia (259 días), la cual se puede intentar corregir haciendo selección para esta característica.

se puede observar como ha evolucionado esta característica.

Tabla 8. Promedio anual del porcentaje de grasa en el Centro Paysandú (1985-1999).

Años	% de Grasa
1985	3,08
1986	3,14
1987	3,26
1988	3,24
1989	3,28
1990	3,31
1991	3,30
1992	3,31
1993	3,21
1994	3,37
1995	3,31
1996	3,28
1997	3,07
1998	3,35
1999	3,45

Como se observa en la Tabla anterior existe una tendencia a incrementarse el

porcentaje de grasa con los años, especialmente a partir de 1994, cuando comenzaron las vacas F1 a tener sus primeras lactancias, presentando un coeficiente de regresión entre los años (variable independiente) y el porcentaje de grasa (variable dependiente) de 0,02 y de correlación de 0,55.

CONCLUSIONES

- Los porcentajes de heterosis obtenidos con respecto al promedio de los padres son positivos y significativos para producción de leche (4,2%) y para la
- El promedio de producción de leche de las vacas cruzadas BON x Holstein (3351 kg) supera ampliamente lo reportado por varios autores de 764 kg.

BIBLIOGRAFÍA

BARRERA , J. *et al.* Genetic selection for natural disease resistance against brucellosis and foot and mouth disease virus in Colombia criollo cattle. Proyecto. Medellín: Universidad de Antioquia, 1997. 21p.

BATEMAN V., John. Nutrición animal. México: Herrero Hermanos, 1970. 468p. (Manual de Métodos Analíticos).

CAPRILES, M.; PAZ, M.; ROJAS, D. y RIVERO, A. Comportamiento productivo y reproductivo de mestizo Holstein x Criollo Perijanero, Pardo Suizo x Criollo Perijanero, bajo condiciones de trópico húmedo en Venezuela. Maracay, Venezuela: Universidad Central de Venezuela, Instituto de Producción Animal, 1982. 43p. (Informe

duración de la lactancia (16,7%). La heterosis expresada con referencia a la raza Holstein para el porcentaje de grasa y proteína fue de 6,25 y 5,35%, respectivamente.

- En la actualidad el promedio de grasa y proteína en la leche es 3,45% y 3,03 respectivamente. Lo anterior se considera como uno de los resultados ventajosos del cruce entre las dos razas para el mejoramiento de la calidad de la leche.

Annual).

CUNNINGHAM, E.P. Crossbreeding *Bos indicus* and *Bos taurus* for milk production in the tropics. *Err.* ITEA. Vol. 874, No. 3 (1991); p.255-262.

_____ and SYRSTARD, O. Crossbreeding *Bos indicus* and *Bos taurus* for milk production in the tropics. *Err.* Food Agriculture Organic Animal Production Health. No. 68 (1987); p.

ECHEVERRY, J.J. Estimación de algunos parámetros genéticos y ambientales para porcentaje de proteína en leche. Medellín. 2000. 73p. Trabajo de Grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

ELZO, M.A.; MANRIQUE, P.C. y OSSA, S.G. Genetic evaluation of criollo cattle and their crossbreds in Colombia. *Err.* Revista Corpoica. Vol. 2, No. 1 (1997); p.34-44.

ESPINAL T., L. Geografía ecológica del

departamento de Antioquia: zonas de vida, formaciones vegetales del departamento de Antioquia. *Err: Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*. Vol. 38, No. 1 (1985); 80p.

GONZÁLEZ, A.B. y GONZÁLEZ, C.M.R. Principales factores que afectan la variación del porcentaje de grasa en la leche del Centro Paysandú. Medellín. 1998. 36p. Informe final de Pasantía (Zootecnistas). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

HARVEY, W.R. User's guide for LSMLMW PC-1 version mixed model least squares and maximum likelihood computer program. Ohio: s.n., 1988. 59p.

HERNÁNDEZ, G. y MARTÍNEZ, G. McDOWELL, R.E. Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk, health and fitness. *Err: Journal of Animal Science*. Vol. 68, No. 9 (1985); p.2418-2435.

MALTOS, J. Perspectivas de la producción de leche y carne en el trópico mediante la utilización de ganado criollo. *Err: Memorias del Seminario sobre Ganadería de Doble Propósito. Panorama de la ganadería de doble propósito en la América Tropical*. Bogotá: s.n., 1986. 313p.

Producción de leche en clima medio con cruces de Holstein y Blanco Orejinegro. *Err: Revista ICA*. Vol. 20 (1985); p.197-202.

HERNÁNDEZ, G.; BOTERO, M.; GONZÁLEZ, F. y RUBIO, R. Razas criollas colombianas. *Err: Manual de Asistencia Técnica ICA*. No. 21 (may., 1976); 107p.

LASLEY, F.J. Genética del mejoramiento del ganado. México: UTEHA, 1970. 378p.

LEMKA, R.E. *et al.* Reproductive efficiency and viability in two *Bos indicus* and *Bos taurus* breeds in the tropics of India and Colombia. *Err: Journal of Animal Science*. Vol. 36, No. 4 (1973); p.645-652.

PEARSON, L. Milking performance of Blanco Orejinegro and Jersey crossbred cattle. *Err: Journal of Agricultural Science*. Vol. 70 (1968); p.65-72.

VAN VLECK, L.D. Selection index and introduction to mixed model method. Florida: CRC, 1993. 481p.