

01673 N-6
2 Ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

División de Estudios de Posgrado

PRODUCCION Y COMPONENTES DE LECHE EN VACAS
Bos indicus Y Bos taurus x Bos indicus

T E S I S
Que para obtener el Grado de
MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL
A R E A : G E N E T I C A
p r e s e n t a

JORGE QUIROZ VALIENTE

Asesor: Dr. Moisés Montaña Bermúdez

México, D. F.

TESIS CON
FALJA DE ORIGEN

1994





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**PRODUCCION Y COMPONENTES DE LECHE EN VACAS Bos indicus Y
Bos taurus x Bos indicus**

Tesis presentada para la obtención del grado de

MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL

Area: GENETICA

**Ante la División de Estudios de Posgrado
de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la
Universidad Nacional Autónoma de México
por**

JORGE QUIROZ VALIENTE

Asesor:

M.V.Z. M.Sc. Ph.D. Moisés Montaña Bermúdez.

México, D.F., 1994.

DEDICATORIA

A Mildred por haber sido
copartícipe en la realización
de este sueño. Te amo.

A mis padres:
Jorge Quiroz Vazquez y
Yolanda Valiente de Quiroz
por su valioso ejemplo
y su apoyo incondicional.
Gracias.

A mis hermanos:
Yolanda
Fernando +
Susana
Adriana
Gabriela
Ricardo
Por ser como son.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer al CONACyT y al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, por su apoyo para la realización de mis estudios y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, por haber otorgado parte del financiamiento del trabajo de tesis. Agradezco también, al personal que labora en el Campo Experimental "Las Margaritas", particularmente al M.V.Z. Juvencio Lagunes y a mis colegas Angel Ríos Utrera y Vicente Vega Munguia, por su valiosa colaboración, en la realización de este trabajo.

A los miembros del jurado Dr Felipe de J. Ruiz López, Dr Rafael Nuñez Dominguez, Dr Carlos Sosa Ferreyra y M.P.A. Marcelino E. Rosas García por sus valiosos comentarios, que enriquecieron el trabajo de tesis. En particular a mi asesor Moisés Montaña Bermúdez por su paciencia y buenos consejos.

A la Química Soledad Marmolejo y a Gilberto Villalobos por su ayuda en el trabajo de laboratorio.

En forma muy especial quiero agradecer a la Dra. Hilda Castro Gamez por haber compartido sus conocimientos y con su estima, hizo que fuera un verdadero placer mi estancia en la Facultad, gracias.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	iv
RESUMEN	vi
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
Método de medición de la producción de leche.....	3
Método de obtención de leche para medir sus componentes.....	8
Estimación de la curva de lactancia.....	9
Producción de leche.....	11
Componentes de leche.....	15
Correlaciones.....	17
MATERIAL Y METODOS	21
Estimación de la producción de leche.....	22
Determinación de la composición de la leche.....	23
Análisis estadístico.....	24
RESULTADOS Y DISCUSION	28
Producción de leche.....	28
Componentes de leche.....	33
Peso al destete.....	36
Correlaciones.....	37
Discusión general.....	40
Conclusiones.....	43
LITERATURA CITADA	44

LISTA DE CUADROS.

Cuadro	Página
1. Producción de leche (kg/día) por grupo genético y método de estimación.....	49
2. Raíces características de la matriz $E^{-1} \cdot H$ y matriz H del porcentaje de grasa para el efecto de grupo genético y significancia estadística....	50
3. Raíces características de la matriz $E^{-1} \cdot H$ y matriz H del porcentaje de proteína para el efecto de grupo genético y significancia estadística....	50
4. Raíces características de la matriz $E^{-1} \cdot H$ y matriz H del porcentaje de sólidos totales para el efecto de grupo genético y significancia estadística.....	51
5. Correlaciones parciales entre las muestras de porcentajes de grasa, proteína y sólidos totales.	52
6. Medias aritméticas y desviaciones estándar de los estimadores de la función de Jenkins, características de la curva de lactancia y peso ajustado a 210 días por grupo genético.....	53
7. Medias aritméticas y desviaciones estándar de los porcentajes de grasa, proteína y sólidos totales por grupo genético.....	54
8. Medias aritméticas y desviaciones estándar de los porcentajes promedio y kilogramos por lactancia de grasa, proteína y sólidos totales por grupo genético.....	55
9. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar de los parámetros de la curva de lactancia por grupo genético.....	56
10. Cuadrados medios del análisis de varianza de día de máxima producción y producción máxima en la lactancia.....	57
11. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar de día de máxima producción y producción máxima en la lactancia por grupo genético.....	57
12. Cuadrados medios del análisis de varianza de producción total por lactancia, producción diaria de leche y persistencia.....	58

13. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar de Producción total por lactancia, producción diaria de leche y persistencia por grupo genético.....	58
14. Cuadrados medios del análisis de varianza de los componentes de leche.....	59
15. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar de los porcentajes de grasa, proteína y sólidos totales por grupo genético en tres días de la lactancia.....	60
16. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar de % promedio por lactancia de grasa proteína y sólidos totales por grupo genético.....	61
17. Cuadrados medios del análisis de varianza de los kilogramos por lactancia de grasa, proteína y sólidos totales.....	61
18. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar de kilogramos por lactancia de grasa proteína y sólidos totales por grupo genético.....	62
19. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso al destete ajustado a 210 días y ganancia diaria predestete.....	62
20. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar de peso al destete ajustado a 210 días y ganancia de peso predestete por grupo genético.....	63
21. Correlaciones residuales entre características de la leche y peso del becerro ajustado a 210 días..	63
22. Correlaciones residuales entre producción de leche y sus componentes.....	63
23. Cuadrados medios y significancia estadística de peso al destete ajustado.....	64
Apéndice I. Derivación de el día de máxima producción a partir de la función de Jenkins.....	65

LISTA DE FIGURAS.

Figura	Página
1. Curvas de lactancia por grupo genético.....	66

RESUMEN

Jorge Quiroz Valiente. Producción y componentes de leche en vacas *Bos indicus* y *Bos taurus* x *Bos indicus* (bajo la dirección del Ph. D. Moisés Montaña Bermudez).

Se estimó la producción de leche y sus componentes en vacas de 4 a 12 años de edad ($n = 57$) Brahman y cuatro cruza *Bos taurus* x *Bos indicus* pertenecientes al Campo Experimental "Las Margaritas", INIFAP. Las vacas y sus crías pastorearon en potreros con gramas nativas (*Axonopus spp* y *Papalum spp*), se suplementaron con sales minerales y agua a libertad. El destete de las crías se realizó aproximadamente a los 7 meses de edad. La producción de leche se estimó utilizando la técnica de pesaje-amamantamiento-pesaje, a los 56, 84, 112, 139, 168 y 196 días posparto. Se colectaron muestras de leche por ordeño manual, previa inyección de oxitocina, para determinar grasa, proteína y sólidos totales a los 97, 153 y 201 días posparto. Con el modelo $Y(n) = n/ae^{kn}$ (Jenkins) por el procedimiento NLIN de SAS se estimaron: $1/k$, día de máxima producción (DMP); $1/(ake)$, producción máxima (PM); la integración de la curva, producción total por lactancia de 210 días (PTL); $PTL/210$, el promedio de producción diaria (PPD), y PTL/EM , la persistencia (PER). Las características de la curva generados por el modelo de Jenkins y los componentes de leche se analizaron por el método de cuadrados mínimos utilizando el procedimiento GLM del SAS. Los efectos considerados en los modelos de los estimadores de la lactancia y peso al destete fueron: grupo genético, número de parto y sexo de la cría; para kilogramos por lactancia de grasa, proteína y sólidos totales no se incluyó el sexo de la cría. Los componentes expresados en porcentaje se analizaron en cada punto muestral con un modelo que incluyó los efectos de grupo genético y número de parto; la interacción y la edad de la cría como covariable solo se incluyeron cuando fueron significativas ($P < .25$) en análisis preliminares. Se calcularon correlaciones simples de los residuales obtenidos a partir de los modelos para cada variable. Grupo genético fue una fuente de variación significativa para PM ($P < .01$), PPD, PTL, ($P < .001$), kilogramos por lactancia de grasa, proteína y sólidos totales y porcentaje de proteína al día 67 de lactancia ($P < .05$). El PPD fue de $6.9 \pm .4$, $6.0 \pm .3$, $4.8 \pm .3$, $4.8 \pm .2$ y $4.3 \pm .3$ para Angus x Cebú, Suizo Pardo x Cebú, Hereford x Cebú, Charolais x Cebú y Brahman, respectivamente. Los pesos de las crías al destete ajustados a 210 días fueron mayores ($P < .05$) para Angus x Cebú, Suizo Pardo x Cebú y Charolais x Cebú, intermedio para Hereford x Cebú y menor para Brahman (191, 185, 178, 164 y 113 kg, respectivamente). Los coeficientes de correlación residual entre el peso al destete de los becerros ajustado y PTL, grasa, proteína y sólidos totales fueron de .45, .27, .47 y .36, respectivamente ($P < .01$). Las cruza Angus x Cebú y Suizo Pardo x Cebú fueron las mas sobresalientes.

INTRODUCCION

En los sistemas de producción de ganado de carne la sobrevivencia y desarrollo de los becerros están estrechamente relacionados con el ambiente materno; el componente más importante, de este ambiente, es el de la nutrición a través de la producción lechera de la vaca. Las diferencias en producción de leche tienen una fuerte influencia sobre la velocidad de crecimiento predestete (Boggs y col., 1980), el peso al sacrificio y el peso de la canal (Neville y col., 1962; Clutter y Nielsen, 1987). Por otra parte, la cantidad y los componentes de la leche, tienen una alta correlación con la ganancia de peso predestete (Neville, 1962; Melton y col., 1967; Beal y col., 1990).

La utilización de hembras cruzadas *Bos taurus* x *Bos indicus* en la producción de becerros es cada vez más frecuente en las regiones tropicales. Daley y col. (1987) encontraron diferencias en producción de leche y sus componentes entre vacas puras *Bos taurus* y cruza F1 *Bos indicus* x *Bos taurus*. Por otro lado, Reynolds y col. (1978) observaron que las vacas Brangus produjeron más leche que las Angus, Africander-Angus y Brahman. Los resultados obtenidos con ganado Brahman seleccionado (Neidhardt y col., 1979) sugieren que utilizando cruza F1, se podría mejorar la producción lechera y con ello aumentar los pesos al destete. Varios autores (Koger y col., 1975; Crockett y col., 1978; Peacock y col., 1981), han observado heterosis tanto individual como materna en las

características productivas hasta el destete, entre cruzas de razas europeas y cebuinas.

Existen algunos trabajos sobre la producción de leche de cruzas de razas europeas y cebuinas; sin embargo, aquellos en los que se compara la producción de leche se han realizado en regiones de clima templado y son pocos los que hacen comparaciones con razas cebuinas. Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue comparar la producción de leche y el contenido de grasa, proteína y sólidos totales en leche, de cruzas F1 *Bos taurus* x *Bos indicus* y cebú Brahman.

REVISION DE LITERATURA.

METODO DE MEDICION DE LA PRODUCCION DE LECHE.- Aún cuando se sabe que la producción de leche de las vacas manejadas en explotaciones de carne, es un factor importante en el crecimiento predestete del becerro, se han desarrollado pocos métodos para medirla y se han utilizado principalmente dos: el pesaje del becerro antes y después del amamantamiento (PAP) y el ordeño. No obstante, existen variaciones en estos métodos de medición, incluyendo desde el ordeño a mano con amamantamiento simultaneo del becerro (Totusek y col., 1973), la canulación de la teta (Lamond y col., 1969), hasta la ordeña mecánica previa inyección de oxitocina (Beal y col., 1990). Intentando mantener condiciones similares en las que el becerro consume leche, se han utilizado algunas variaciones en el método pesado-amamantamiento-pesado, sobre todo en el tiempo de separación del becerro antes de tomar la muestra y en el número de muestras tomadas por día (Clutter y Nielsen, 1987; Freking y Marshall, 1992; Buskirk y col., 1992). En términos generales, esta técnica involucra la separación del becerro durante un tiempo determinado y el pesaje individual del becerro antes y después del amamantamiento. La diferencia en los dos pesos es la medición de la producción de leche para ese período.

Totusek y col. (1973) diseñaron un experimento para comparar el PAP y el ordeño a mano. Las mismas vacas fueron sometidas a los dos procedimientos durante 30 semanas de lactancia. Durante seis días de la semana las vacas amamantaron

a sus crías dos veces al día (6am y 6pm) y un día a la semana fueron ordeñadas en forma manual. Cuando se hizo el ordeño manual, solo se ordeñó la mitad de la ubre mientras el becerro amamantaba la otra mitad. La mitad ordeñada se alternó cada semana. Las vacas se mantuvieron estabuladas con alimentación controlada. Los resultados mostraron que las estimaciones a los 210 días fueron 29% mayores con el PAP que con la del ordeño manual. Los coeficientes de variación con el amamantamiento fueron 19.3, 19.7 y 22.5% en los días de lactancia 70, 112 y 210 y para el ordeño manual de 31.4, 30.1 y 32.0%, respectivamente. Las correlaciones simples entre los dos métodos fueron de .92, .95, y .95 ($P < .01$) en los días de lactancia 70, 112 y 210, respectivamente. La evaluación del mejor intervalo de muestreo mostró que las correlaciones de producción de leche acumulada a los 210 días con las estimaciones semanales o mensuales fue de .99 y .94 ($P < .01$).

En un estudio realizado por Wistrand y Riggs (1966) con vacas Santa Gertrudis, se comparó el PAP con el ordeño mecánico para estimar la producción de leche. Las vacas se muestrearon cada mes y se utilizaron las mitades derecha e izquierda de la ubre como unidades experimentales, en cada fecha de muestreo se realizaron dos mediciones. En la medición por la mañana, a cada vaca se le aplicaron 40 UI de oxitocina antes de ordeñar la porción de la ubre correspondiente al tratamiento de ordeña mecánica, registrándose la producción láctea obtenida. Posteriormente, se utilizó el PAP con la porción restante de la ubre. Doce horas después se realizó la otra medición alternando

las mitades de la ubre a los tratamientos. Los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas entre los dos métodos.

En otro estudio (Neidhardt y col., 1979), utilizando vacas Brahman, se compararon el PAP y el ordeño manual previa inyección de oxitocina, se separaron vacas y becerros 6 horas antes de cada medición; la producción de leche estimada con el PAP fue 29% mayor a la estimada con el ordeño manual ($P < .05$). Los autores lo atribuyen a que debido al nerviosismo provocado en las vacas por el ordeño, no se extrajo el total de leche de la ubre durante el tiempo que tiene efecto la oxitocina. En este mismo estudio, se incluyó en un modelo lineal el efecto de si el becerro orinó y/o defecó entre los pesajes; se calculó que por este efecto, se subestima la producción de leche en 0.224 kg.

En otro estudio realizado por Somerville y Lowman (1980), se comparó la producción de leche con ordeño mecánico dos veces al día sin el uso de oxitocina y el PAP. Se utilizaron 36 vacas Hereford x Holstein de primera lactancia y 14 de segunda, divididas en dos grupos iguales. En el grupo de animales de ordeño mecánico las mediciones se realizaron a diario y los becerros solo estuvieron con su madre las primeras 12 horas posparto; en el grupo de PAP las mediciones se realizaron de forma mensual. El ordeño mecánico incrementó el número de vacas secas dentro de los 150 días posparto ($P < .05$) y redujo significativamente los rendimientos de leche comparado con el PAP ($P < .01$); los días en lactancia en el ordeño mecánico y en

el PAP fueron 84 vs 150 días, respectivamente en las vacas de segundo parto. Las diferencias en producción no solo fueron atribuibles a los días de lactancia, debido a que los promedios de producción diaria durante los primeros 80 días fueron de 8.31 kg utilizando el PAP y 2.65 kg con el ordeño mecánico. La producción de leche acumulada en 150 días de las vacas de primer parto no se afectó significativamente por el método, pero el coeficiente de variación de la producción de leche, fue significativamente superior en el grupo de ordeña mecánica (11.2 vs 27.2%). En este trabajo, también se determinó que utilizando el PAP, la subestimación de la producción de leche en los becerros que orinan y/o defecan entre los pesajes, únicamente, representa un problema durante la primera semana de edad.

Por otro lado, Beal y col. (1990) compararon el PAP y el ordeño mecánico. Las diferencias en el PAP con el realizado por Totusek y col. (1973) fueron principalmente, el tiempo que las vacas estuvieron separadas de sus crías (19.9 ± 1.6 horas), las crías tuvieron acceso a agua durante la separación y los muestreos se hicieron en los días de lactancia 50, 95, 136 y 179. El segundo método consistió en utilizar una ordeñadora en los días de lactancia 66, 123 y 189. Las vacas se separaron de sus crías a las 16:00 hrs. y al día siguiente, se ordeñaron entre las 8:00 y las 13:00 hrs. previa inyección de 20 UI de oxitocina por vía endovenosa. Los muestreos en ambos métodos se repitieron tres días después y la precisión se determinó por una correlación simple entre los dos muestreos. Las

correlaciones calculadas fueron de .35 con el PAP y .97 con el ordeño mecánico. Aunque la precisión del PAP es baja, concluyen que la eficiencia se mejora controlando el tiempo de separación antes del pesaje, debido a que fue muy amplio (5 horas). Por otra parte, las estimaciones promedio de la producción de leche con ambos métodos fueron similares $5.2 \pm .5$ kg/día con el PAP y $5.1 \pm .2$ kg/día con la ordeña mecánica.

Williams y col. (1979), con vacas Hereford y utilizando el PAP, encontraron que el intervalo de separación de la vaca y su becerro influye en la estimación de la producción; evaluaron intervalos de 4, 8 y 16 horas de separación y los resultados fueron de 9.2, 7.6 y 5.9 kg de leche/día, respectivamente. Uno de los criterios utilizados para escoger el mejor intervalo de separación fue la correlación entre la cantidad de leche estimada y la ganancia de peso del becerro. Obtuvieron la mejor correlación de la producción de leche (.46) con la ganancia de peso del becerro con el intervalo de separación de 8 horas. Observaron también, que el grupo de vacas que se mantuvo separado por 16 horas se mostró visiblemente molesto. Los autores concluyen que un intervalo de 16 horas de separación no es recomendable, sobre todo durante los primeros dos meses de lactación, debido a que frecuentemente resulta en una fuerte distensión de la ubre.

En un trabajo realizado por Mondragón y col. (1983) en el que utilizaron vacas puras y cruzadas de distintas razas, en las que midieron la producción de leche a las 6, 14 y 22 semanas posparto, compararon el PAP y el ordeño mecánico, el

tiempo de separación previo a cada prueba fue de 6 horas. Obtuvieron estimaciones de la producción de leche más altas con el PAP que con ordeña mecánica, aunque fueron mayores también los errores estándar, los autores lo atribuyen a que pudo haber errores de medición en los pesajes de los becerros. Los errores estándar en los animales de primer parto fueron más altos que en las vacas de segundo y tercer parto.

Respecto al horario en el que se recomendaría hacer la medición de leche, Day y col. (1987) en un estudio donde compararon la conducta de amamantamiento del becerro en vacas con distinto potencial de producción lechero, encontraron que los becerros tienden a mamar con mayor frecuencia durante la mañana entre las 5 y 8 am y por la tarde entre las 6 y 8 pm.

En general, parece ser que el PAP puede ser un método apropiado para medir la producción de leche en forma natural y poder cuantificar diferencias entre grupos genéticos. En la mayoría de los casos con el PAP se obtienen estimaciones mayores que con el ordeño y la inyección de oxitocina, esto probablemente se debe al menor nerviosismo de las vacas. Las subestimaciones obtenidas en la producción de leche si el becerro orina y/o defeca parecen no ser una desventaja del PAP. El mejor horario para hacer las mediciones y asegurar que los becerros consuman toda la leche disponible, parece ser en las primeras horas de la mañana y antes de anochecer.

METODO DE OBTENCION DE LECHE PARA MEDIR SUS COMPONENTES.-

Debido a que si se utiliza el PAP no se obtienen muestras de

leche para la determinación de sus componentes, existen trabajos en los cuales la estimación se realizó ordeñando a mano la mitad de la ubre mientras el becerro se amamantaba (Totusek y col., 1973), o el ordeño a mano, previa inyección de oxitocina con un intervalo de separación de vacas y becerros de 4.5 a 7 horas (Daley y col., 1987). En ambos métodos se obtuvieron coeficientes de variación similares (41.2 y 42.8). Chenette y Frahm (1981) observaron que conforme el tiempo de separación se incrementó (6, 9 y 12 horas), hubo un decremento en la estimación del porcentaje de grasa pero no en los porcentajes de proteína y sólidos totales ($P > .05$).

En resumen, la obtención de leche para determinar sus componentes se puede realizar con ordeño manual previa inyección de oxitocina con un tiempo de separación de la cría entre 9 y 12 horas.

ESTIMACION DE LA CURVA DE LACTANCIA. Las curvas de lactancia son importantes puesto que los requerimientos de energía de la vaca cambian conforme transcurre la lactación y también debido a su potencial genético lechero (Montaño-Bermudez y col., 1990). Varios autores han investigado las curvas de lactancia desde el punto de vista algebraico (Wood, 1967; Rowlands y col., 1982). La función que más se ha utilizado en ganado de carne es la propuesta por Jenkins y Ferrell (1982), la cual compararon con: 1) la gamma $Y_t = At^b \exp(ct)$; 2) Inversa polinomial $Y_t = t(b_0 + b_1t + b_2t)^{-1}$; 3) Parabólica exponencial $Y_t = t \exp(b_0 + b_1t + b^2t)$ y 4) Jenkins y

Ferrell $Y_t = t/(a \exp(kt))$. La número cuatro fue la que obtuvo el mas alto coeficiente de determinación y con ella se pueden estimar la producción total, la producción máxima en la lactancia, el día de máxima producción y la persistencia de la lactancia.

Algunas ecuaciones se han comparado para estimar la producción total de leche por lactancia en ganado productor de carne. Se han obtenido resultados similares utilizando las ecuaciones de Wood, Wood ponderada, Morant y Jenkins (Hohenboken y col., 1992). El mismo estudio indica que la estimación del pico de producción fue más variable cuando se utilizó la ecuación de Wood y fue menos variable cuando se utilizaron las ecuaciones de Jenkins o Morant. Las estimaciones del día de máxima producción en las cuatro ecuaciones evaluadas estuvieron muy poco asociadas, se calcularon correlaciones entre .06 y .37. Las correlaciones estimadas entre las cuatro ecuaciones en las estimaciones de máxima producción se encontraron entre .51 y .87; el rango menor en las estimaciones de la producción máxima, se obtuvo con la ecuación de Jenkins (12.4 kg). En las cuatro ecuaciones evaluadas, el promedio de la producción máxima en la lactancia fue mayor que la producción máxima en la lactancia estimada a partir de los parámetros de la curva calculados simultáneamente con todas las lactancias.

Sin embargo, Mallinckrodt y col. (1993) sugieren que debe hacerse más investigación al respecto, debido a que se han utilizado diferentes transformaciones de la ecuación de Jenkins con resultados variables.

PRODUCCION DE LECHE.- La producción de leche en ganado de carne ha sido estimada principalmente en ganado *Bos taurus* y sus cruzas (Gleddie y Berg, 1968; Gaskins y Anderson, 1980; Mondragón y col., 1983; McMorris y Wilton, 1986; Dearborn y col. 1987; Jenkins y Ferrell, 1992). Jeffery y col. (1971b) utilizando Hereford, Angus y Galloway, encontraron que el efecto de raza explica hasta el 32% de la producción de leche de la vaca y existen diferencias entre las razas puras y el ganado cruzado. En el cuadro 1 se presenta un resumen de la producción diaria de leche por grupo genético y el método de estimación utilizado.

Mondragón y col. (1983) utilizaron varias razas y cruzas manejadas en un sistema de producción de carne, con el objeto de tener gran variabilidad de pesos de las vacas y producciones de leche. Encontraron que las cruzas que incluían razas lecheras como Holstein o Suizo Pardo produjeron más leche, sin importar el peso y la condición de las vacas. En el trabajo de Gaskins y Anderson (1980), utilizando el PAP, se comparó la producción de leche de las cruzas Angus x Hereford, Jersey x Angus y Simmental x Angus, las medias de cuadrados mínimos fueron 5.8, 7.7 y 7.7 kg, respectivamente ($P < .01$). Además, indican que la forma de la curva de lactancia fue convexa en las vacas que tuvieron mayor producción de leche y tendió a ser lineal en las que tuvieron baja producción.

Dearborn y col. (1987) con un diseño dialéctico, evaluaron Suizo Pardo, Hereford y Angus; las producciones de leche las estimaron utilizando el PAP tres veces durante la lactancia y

encontraron que las cruzas de Suizo Pardo produjeron más leche que las cruzas de Hereford y Angus. Observaron también que la heterosis materna promedio para la producción de leche no fue significativa ($P > .05$). Sin embargo, en la craza Hereford x Angus la heterosis fue de .56 kg ($P < .01$).

Chenette y Frahm (1981) evaluaron 8 cruzas de *Bos taurus*, en las que la obtención de leche se realizó por ordeño mecánico con inyección de oxitocina. El promedio de producción de leche de las cruzas de Jersey (7.95 kg) y las de Suizo Pardo (7.73 kg) fue mayor que el de las Angus x Hereford (6.52 kg), aunque mencionan que en los últimos tres meses de lactancia no encontraron diferencias entre grupos.

Kress y col. (1990), con vacas Hereford, Angus x Hereford, 1/4 Simmental x 3/4 Hereford, Simmental x Hereford y 3/4 Simmental x 1/4 Hereford de 4 años de edad, utilizaron el PAP y encontraron que al día 40 de lactancia las vacas 1/4 Simmental x 3/4 Hereford fueron las que más leche produjeron, con 12.4 kg, ($P < .05$), pero a los 140 días las 3/4 Simmental x 1/4 Hereford tuvieron mayor producción con 11.1 kg. Las Hereford puras y Hereford x Angus fueron las que menos leche produjeron en los dos muestreos ($P < .05$).

Los trabajos sobre producción de leche de las vacas *Bos indicus* y sus cruzas manejados en sistemas de producción de carne son escasos. Daley y col. (1987) encontraron que las cruzas de *Bos indicus* x *Bos taurus* produjeron menos leche en el día 60 de lactación ($P < .01$) que las cruzas de *Bos taurus*, aunque no encontraron diferencias en el día 150 de la lactancia

($P > .05$). En la producción promedio, todas las cruzas fueron superiores a Hereford. En el cuadro 1 se presenta el promedio de la producción de leche obtenida por los autores en los tres muestreos.

Green y col. (1991) compararon vacas F1 de madres Angus y Hereford con padre Brahman, Sahiwal, Pinzgauer, Angus y Hereford todas apareadas con sementales Charolais; utilizando el PAP, realizaron 4 mediciones durante un período de 126 días de la lactancia. Las cruzas de Brahman fueron las que tuvieron mejor producción de leche en 126 días con 928.4 kg seguidas de las de Pinzgauer y Sahiwal con 917.5 y 897.9 kg, respectivamente. Las que incluyeron *Bos indicus* tuvieron mayor producción que las Hereford x Angus (913.5 vs 802.3 kg).

McCarter y col. (1991) estimaron la producción de leche utilizando el PAP, en vacas con distinto porcentaje de Brahman (0, 25 ó 50%). La proporción de Brahman no afectó la producción de leche por día. La producción diaria promedio varió de 5.3 kg para vacas Hereford x Angus a 6.2 kg para Brahman x Hereford. Las vacas Brahman x Angus tuvieron una producción diaria promedio de 5.82 kg.

En los trabajos donde se han comparado a razas cebuinas con sus cruzas con razas europeas, se ha encontrado una superioridad de las cruzas respecto a la raza cebuina. Todd y col. (1968) realizaron tres muestreos durante la lactancia de 93 vacas. Las medias de producción de leche de 24 horas en los grupos utilizados fue en Hereford 3.36 kg, Brahman 3.45 kg, Brahman x Hereford 6.08 y Angus x (Brahman x Hereford) 5.81 kg

($P < .01$), destacando la mayor producción de leche de las vacas cruzadas (cuadro 1). Las diferencias encontradas no pueden atribuirse completamente a la heterosis, debido a que en el diseño no incluyeron la cruce Hereford x Brahman.

En otro estudio, Reynolds y col. (1978) produjeron becerros puros y cruzados por apareamiento de toros Angus y Brahman con hembras Angus, Brahman, Brangus y Africander-Angus. Para efecto de comparación se produjeron algunos becerros de raza pura por la monta de toros Brangus y Africander-Angus en hembras de su misma raza. Utilizaron el PAP con el objeto de cuantificar diferencias en la producción de leche. El tiempo de separación de vacas y becerros fue de 16 horas antes de cada muestreo. Se realizaron dos a los 83 y 106 días de la lactancia. La producción de leche en 16 horas promedio de los dos muestreos fue de 3.8, 3.3, 3.2 y 2.8 kg para las vacas Brangus, Angus, Africander-Angus y Brahman, respectivamente, amamantando becerros de la misma raza. La producción de leche en las vacas Brangus fue mayor a la de los otros grupos ($P < .01$). Angus y Africander-Angus no difirieron entre si, pero su producción fue mayor ($P < .05$) a Brahman (Cuadro 1). Las vacas Angus y Brahman que amamantaron becerros cruzados produjeron .5 kg más de leche que las vacas que amamantaron becerros de raza pura ($P < .05$). No se encontró diferencia en la producción de hembras Brangus y Africander-Angus amamantando becerros puros ó cruzados ($P > .05$). La diferencia encontrada en el amamantamiento de becerros puros o cruzados, los autores lo atribuyen a que los becerros cruzados maman mas frecuentemente que los puros.

En general, se puede observar que las hembras cruzadas producen mayor cantidad de leche que las puras y existen resultados variables dentro de los mismos grupos genéticos, probablemente debido a diferencias en la metodología para la estimación de la producción y al diferente manejo de los animales. Sin embargo, se aprecia que las vacas cebuinas puras tienden a producir menos leche que sus cruza. Por otro lado, en la literatura revisada se utiliza con mayor frecuencia el PAP para estimar la producción de leche (cuadro 1). Aunque no se ha estandarizado el tiempo de separación previo a la toma de datos, se han logrado detectar diferencias en el consumo de leche por los becerros y entre grupos genéticos.

COMPONENTES DE LECHE.- Existen algunos estudios en los que se han medido los componentes de la leche en ganado productor de carne. En cuanto a porcentaje de grasa, Lamond y col., (1969) encontraron una variación entre vacas Hereford de 3.4 a 7.4%; sin embargo, la variación encontrada dentro de vaca fue de 1.8 puntos porcentuales; esto indica una gran variación individual dentro de grupo genético. Utilizando razas puras, Melton y col (1967) compararon vacas Angus, Hereford y Charolais. Las vacas Charolais produjeron mayor cantidad de sólidos totales en lactancias de 175 días que Angus y Hereford ($P < .01$) con 91.71, 74.89 y 68.36 kg, respectivamente. Sin embargo, al evaluar los sólidos totales como porcentaje, no encontraron diferencias estadísticas entre grupos genéticos ($P > .05$), 11.31, 11.73 y 11.76% en Angus, Charolais y Hereford,

respectivamente; así como tampoco en los porcentajes de grasa que fueron de 2.68, 2.87 y 2.82% para Angus, Charolais y Hereford, respectivamente. Gleddie y Berg (1968), utilizando vacas de 5 años de edad, Hereford y Angus, mantenidas en pastoreo, no encontraron diferencias entre los porcentajes de grasa, proteína y sólidos totales. Los valores que obtuvieron fueron de 3.9, 3.4 y 13.0% y 4, 3.4 y 13.1% para Hereford y Angus, respectivamente. Martin y Franke (1982) midieron los componentes de leche de un cruzamiento rotacional de 3 razas (Angus, Hereford y Brahman), utilizando ordeña mecánica previa inyección de 10 UI de oxitocina, obteniendo porcentajes de grasa y proteína promedio de 5.3 y 2.9%, respectivamente. Por otro lado, Chenette y Frahm (1981) obtuvieron vacas F1 utilizando hembras Angus y Hereford y sementales Angus, Hereford, Suizo Pardo, Simmental y Jersey. La medición de leche la realizaron por ordeña mecánica previa inyección de oxitocina y no encontraron diferencias en porcentaje ni en producción diaria de grasa en las cruzas evaluadas ($P > .05$). Sin embargo, si encontraron diferencias en proteína y sólidos totales tanto en porcentaje como en producción. En cuanto a la producción diaria de proteína las cruzas en las que se incluyó Jersey ó Suizo Pardo tuvieron mayores promedios que las que incluyeron Simmental ó Angus (.27 vs .22 kg). En sólidos totales las cruzas que contenían Jersey ó Suizo Pardo fueron superiores a las otras (1.04 vs 0.90 kg).

Existen pocos estudios relacionados a la composición de la leche en el ganado Cebú y sus cruzas. Esta información es

importante para desarrollar estrategias de cruzamiento óptimas en los hatos comerciales. Daley y col. (1987) compararon razas y cruzas *Bos taurus* con cruzas *Bos indicus* x *Bos taurus* en tres puntos de la lactancia (60, 105 y 150 días). En el día 60 encontraron que las producciones de grasa y proteína por día, fueron menores en las *Bos indicus* x *Bos taurus* (0.47, 0.24 kg de grasa y proteína) que en las *Bos taurus* (0.57, 0.27 kg de grasa y proteína); en estas mismas características, no encontraron diferencias entre estos grupos a los días 105 y 150 de lactancia ($P > .05$). Respecto al porcentaje de proteína las *Bos taurus* fueron superiores a los 60 y 105 días de lactancia ($P < .05$); en el porcentaje de grasa, no encontraron diferencias en ninguno de los días de lactancia evaluados. Estos mismos autores encontraron que la cruce de Brahman x Angus produjo significativamente menos kg de grasa al inicio de la lactancia, que Brahman x Hereford ($P < .01$).

En general se aprecia que no son muy evidentes las diferencias entre grupos genéticos en los componentes de leche cuando se expresan en porcentaje, asimismo, sí se detectan diferencias, cuando los componentes de leche se expresan en kilogramos. Por otro lado, hacen falta estudios para determinar diferencias entre Cebú y sus cruzas con razas europeas.

CORRELACIONES.- Se han reportado en la literatura correlaciones entre la producción de leche y la ganancia de peso predestete entre .58 y .88, utilizando animales *Bos taurus* y sus cruzas (Neville, 1962; Gleddie y Berg, 1968; Jeffery y

Berg, 1971; Totusek y col., 1973; Beal y col., 1990; Ansotegui y col., 1991 y Freking y Marshall, 1992). Estos resultados sugieren que la producción de leche es uno de los factores más importantes sobre la ganancia de peso predestete. En otros trabajos, se obtuvieron correlaciones más bajas que las anteriores de .29 a .47 entre la producción de leche y la ganancia de peso predestete (Chenette y Frahm, 1981; Marston y col., 1992 y Mallinckrodt y col., 1993). Cuando las correlaciones entre la producción de leche y la ganancia de peso predestete son bajas generalmente se asocia a que los becerros no dependen exclusivamente de la leche materna.

Por otra parte, Melton y col. (1967) encontraron correlaciones entre el promedio de la producción diaria de leche y el promedio de ganancia diaria de peso predestete en distintas etapas de la lactación. En el primer mes de lactancia reportan una correlación de .58 y va disminuyendo paulatinamente hasta el sexto mes (.03), en donde ya no es significativa ($P > .10$). Rutledge y col. (1971) encontraron correlaciones entre el promedio de producción de leche mensual y el peso al destete que van decreciendo del primero al séptimo mes de .49 a .25.

Daley y col. (1987) con cruza *Bos indicus* x *Bos taurus* obtuvieron correlaciones entre la ganancia de peso predestete y la producción de leche entre .36 y .45.

Respecto a los componentes de la leche en general, se obtienen correlaciones altas con la ganancia diaria de peso predestete, cuando se expresan en gr/l. Jeffery y Berg (1971)

obtuvieron correlaciones de .67 y .70 entre total de proteína y sólidos totales, respectivamente con la ganancia de peso. Chenette y Frahm (1981) calcularon correlaciones de peso ajustado a 205 días con proteína de .12 y con sólidos totales de .16. Sin embargo, Mondragón y col. (1983) no encontraron correlaciones significativas entre los porcentajes de grasa y proteína con el peso al destete. Por otro lado, Rutledge y col (1971) obtuvieron correlaciones entre el peso al destete y los porcentajes de grasa y proteína de -.20 y -.13, respectivamente. Esto podría estar relacionado con la correlación negativa que también se observó entre porcentaje de grasa y kg de leche.

Melton y col. (1966) utilizaron el ordeño manual y el PAP para medir la producción de leche en vacas Angus, Charolais y Hereford, para evaluar la relación de la leche y sus componentes con la ganancia de peso del becerro. Las correlaciones encontradas entre la producción de leche por día y el promedio de ganancia diaria dentro de raza, edad de la madre y sexo fueron de .58, .38, .01, .19, .27 y .03 del primero al sexto mes de lactancia, respectivamente. La estimación del total de leche consumida con la ganancia total del becerro tuvo una correlación de .40. Sin embargo, las correlaciones entre los porcentajes de grasa, proteína y sólidos no grasos, fueron cercanas a cero. Estos resultados sugieren que las correlaciones mas altas se obtienen cuando los becerros son mas dependientes de la leche materna y que

aparentemente, los componentes de leche expresados en porcentaje, son poco importantes en la ganancia predestete.

En general, las correlaciones obtenidas entre la leche y sus componentes con el peso al destete, tienen a ser positivas y significativas. La magnitud de la correlación parece depender del estado de lactación, de los niveles de producción de la vaca y del manejo predestete del becerro.

En resumen, la técnica del PAP no ofrece dificultades para medir la producción de leche, cuando se controla el tiempo de separación de vacas y becerros y permite detectar diferencias entre grupos genéticos. La toma de muestras de leche para determinar sus componentes, se puede realizar por medio de el ordeño manual, previa inyección de oxitocina. Aún cuando existen varias ecuaciones para describir la curva de lactancia, la función de Jenkins estima algunos aspectos importantes de la lactancia como: el día de máxima producción, la producción máxima en la lactancia, la persistencia y la producción total de leche. Las correlaciones encontradas en la literatura entre la leche y sus componentes y el peso al destete, tiene diferente magnitud pero depende del manejo de cada explotación. Se han realizado estudios en los que se compara la producción de leche y sus componentes entre grupos genéticos; sin embargo, no existe mucha información de *Bos indicus* y sus cruza con *Bos taurus*.

MATERIAL Y METODOS.

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental "Las Margaritas", perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, ubicado en el Km 9.5 de la carretera Hueytamalco-Tenampulco, Hueytamalco, Puebla, a los 19°45' latitud norte y 97°27' longitud oeste, a 450-500 msnm. El clima de la región es subtropical húmedo Af(c) con una precipitación promedio anual de 3000 mm, temperatura media anual de 21 C y humedad relativa de 90%.

Se utilizaron vacas F1 y Brahman, de 4 a 12 años de edad, que parieron entre el 21 de enero y el 19 de marzo de 1993. Se consideraron en el estudio 57 vacas con sus crías, divididas por grupo genético en 7 Angus x Cebú, 16 Charolais x Cebú, 13 Hereford x Cebú, 10 Suizo Pardo (tipo europeo) x Cebú y 11 Brahman. Las vacas F1 se obtuvieron de la cruce de vacas cebú comercial con 3 toros Angus, 7 Pardo Suizo, 7 Hereford y 7 Charolais; las hembras Brahman con 8 sementales de la misma raza. Todas las vacas del estudio se aparearon con toros de la raza paterna correspondiente.

Las vacas con sus crías se mantuvieron en potreros con gramas nativas de los géneros *Axonopus* spp y *Paspalum* spp y pequeñas extensiones de Estrella de Africa (*Cynodon plectostachyus*) y Gordura (*Melinis minutiflora*); se suplementaron con sales minerales y agua a libertad.

ESTIMACION DE LA PRODUCCION DE LECHE.- La medición de la producción de leche se realizó utilizando la técnica de PAP. Con el propósito de que el tiempo de acumulación de leche fuera igual para todas las vacas y de que los becerros tuvieran el mismo tiempo de ayuno, el día anterior a la medición, a las 2:00 pm se separaron los becerros de sus madres en corrales sin agua ni alimento, a las 6:00 pm se permitió que las vacas amamantaran a sus crías, por un periodo de aproximadamente, 20 minutos y se volvieron a separar, hasta el día siguiente. A la mañana siguiente, los becerros antes de ser amamantados fueron pesados individualmente. Posteriormente, cada vaca amamanto a su cría aproximadamente 20 minutos y se peso a los becerros nuevamente para medir la leche consumida. Los becerros se mantuvieron separados de sus madres hasta las 2:00 pm, para repetir la medición del consumo de leche. Durante el tiempo en el que el becerro estuvo mamando se anotó si el becerro orinó y/o defecó; en estos casos a la producción de leche estimada se le sumaron 0.224 kg que fue la cantidad estimada por Neidhardt y col. (1979) en un estudio similar. Los cambios de peso del becerro en las dos estimaciones se sumaron para calcular la producción de leche en 20 horas y se multiplicó por 24/20 para estimar la producción de leche en 24 horas. Para facilitar el manejo al momento de la medición, las vacas se dividieron en tres lotes de acuerdo a su año de nacimiento, quedando lotes de 20, 19 y 18 vacas. En cada punto muestral, cada lote se muestreo en un día, en tres días consecutivos. La producción de leche se estimó una vez por mes, de abril a septiembre de 1993

cuando los días en lactancia de las vacas en estudio fueron en promedio de 56, 84, 112, 139, 168 y 196 \pm 15.6, respectivamente.

Con las producciones de leche obtenidas en cada uno de los seis puntos de muestreo, a la lactancia de cada vaca, se ajustó la función propuesta por Jenkins y Ferrell (1984) que consiste en describir la curva de con el siguiente modelo:

$$Y(n) = n/ae^{kn},$$

en donde, $Y(n)$ =Producción de leche (Kg) en el n -ésimo día de lactación, n =día de lactación, a y k =parámetros de la curva y e =logaritmo natural. El día de máxima producción (DMP) se estimó como $1/k$; la producción máxima en la lactancia (PML) como $1/(ake)$; la producción total por lactancia (PTL) como la integración matemática de la curva sobre 210 días de lactación; la producción diaria promedio de leche (PDL) como PTL sobre el número de días de lactancia y la persistencia de la lactancia (PER) como PTL/PML . La derivación de DMP y PML se presentan en el apéndice 1.

DETERMINACION DE LA COMPOSICION DE LA LECHE.- El manejo de los animales para la toma de muestras de componentes de leche, fue como se describió en la medición de la producción de leche, excepto que, solo se muestreó por la mañana, haciéndose un ordeño manual completo del cuarto anterior izquierdo después de una inyección intramuscular de 30 UI de oxitocina. Después del ordeño se realizaron las determinaciones de proteína y densidad, posteriormente, las muestras de leche se mantuvieron

en congelación y posteriormente se homogeneizaron para hacer la determinación de grasa. Los componentes de la leche (grasa, proteína, y sólidos totales) se determinaron tomando una muestra de leche en los meses de mayo, julio y septiembre cuando las vacas del estudio tenían en promedio 97, 153 y 201 \pm 15.6 días posparto, respectivamente. La determinación de grasa se realizó utilizando el método de Gerber, la de proteína por el método del formol y sólidos totales por medio de la ecuación de Fleischmann, la cual considera el porcentaje de grasa y la densidad para hacer los cálculos (FAO, 1980). La estimación de sólidos totales en el segundo muestreo no se llevo a cabo debido a que no se pudo medir la densidad de la leche.

Los porcentajes de grasa, proteína y sólidos totales obtenidos en los tres muestreos (dos en el caso de sólidos totales), se utilizaron para obtener el porcentaje promedio de cada componente de leche por lactancia. Los kilogramos por lactancia de grasa, proteína y sólidos totales se calcularon con base en el total de leche estimado, utilizando el porcentaje promedio de cada componente.

ANALISIS ESTADISTICO.- Para ajustar el modelo de Jenkins a cada lactación, se utilizó el método iterativo DUD del procedimiento para modelos no lineales (NLIN) del paquete de análisis estadístico SAS (1990). Con el fin de verificar que la convergencia de los modelos se logró en los máximos globales y no en máximos locales, se utilizaron tres valores iniciales diferentes de a y k y la convergencia se logró en los mismos

valores. A los estimadores de los parámetros y las características de la lactancia obtenidos a partir de la función de Jenkins se les realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks con el procedimiento UNIVARIATE del paquete SAS (1990), únicamente el estimador k , no se distribuyó normalmente. El estimador de k se analizó por medio de la prueba de Kruskal-Wallis con el procedimiento NPAR1WAY del paquete SAS (1990), para determinar si había diferencias entre razas.

El estimador a y las características de la lactancia se analizaron por el método de cuadrados mínimos con el procedimiento de modelos lineales generales (GLM) del paquete SAS (1990). El modelo incluyó los efectos de grupo genético de la vaca (Angus x Cebú, Suizo Pardo x Cebú, Hereford x Cebú, Charolais x Cebú y Brahman), número de parto (1 a 6) y sexo de la cría (macho y hembra); las interacciones de primer orden no se consideraron en el modelo porque no resultaron significativas ($P > .25$) en análisis preliminares. La gráfica de las curvas de lactancia se realizó con las medias de cuadrados mínimos de los estimadores a y k , el estimador de k se analizó con el mismo modelo descrito para el estimador de a .

Con los porcentajes de los componentes de leche de los tres muestreos se realizó un análisis de varianza multivariado, para considerar la correlación de las mediciones realizadas en la misma. El modelo de los tres componentes incluyó los efectos de grupo genético y número de parto. Al no encontrarse efecto de grupo genético en ninguno de los tres componentes (cuadros

2, 3 y 4) y determinar que las que las correlaciones parciales entre muestreos de cada componente, en general fueron bajas (cuadro 5), se determinó hacer un análisis de cada punto muestral por separado, por el método de cuadrados mínimos con el procedimiento de modelos lineales generales (GLM) del paquete SAS (1990). El modelo incluyó los efectos de grupo genético (Angus x Cebú, Suizo Pardo x Cebú, Hereford x Cebú, Charolais x Cebú y Brahman) y número de parto (1 a 6); la interacción y la covariable edad del becerro sólo se consideraron cuando resultaron significativas ($P < .25$) en análisis preliminares. Los kilogramos de componentes por lactancia y su porcentaje promedio se analizaron con un modelo que incluyó los efectos de grupo genético y número de parto.

La ganancia diaria de peso (GDP) se calculó como:

$$GDP = (\text{Peso al destete} - \text{peso al nacimiento}) / \text{días al destete}.$$

El peso al destete ajustado a 210 días (PA210) se calculó como:

$$PA210 = \text{Peso al nacimiento} + (GDP * 210)$$

El peso al destete ajustado a 210 días y la ganancia diaria de peso se analizaron por el método de cuadrados mínimos utilizando un modelo que incluyó los efectos de grupo genético, número de parto y sexo de la cría. Debido al bajo número de observaciones y con el fin de tener una mejor estimación de la varianza del error, no se incluyeron interacciones en los modelos de estas características.

Con objeto de conocer el efecto del consumo de leche sobre la ganancia diaria predestete, se realizó un análisis de covarianza a la variable PA210 utilizando un modelo que incluyó

los efectos de grupo genético, producción total de leche como covariable y la interacción. Se estimaron correlaciones simples de los residuales obtenidos a partir de los modelos de cada variable, entre la producción total por lactancia y los componentes de la leche expresados en kg, con el peso ajustado a 210 días.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Las medias aritméticas y desviaciones estándar de las variables estudiadas, se presentan en los cuadros 6, 7 y 8.

PRODUCCION DE LECHE.- Para ajustar el modelo de Jenkins a la información de cada animal el número de iteraciones necesarias varió de 6 a 17 y los coeficientes de determinación variaron entre .76 y .99. El análisis de varianza de los estimadores de a no mostró efectos significativos ($P > .05$) de ninguno de los factores considerados en el modelo (grupo genético, número de parto y sexo de la cría). El estimador de k se analizó con la prueba de Kruskal-Wallis y no mostró efecto de el grupo genético (aproximación de $X^2 = 7.22$ $P > .10$). En el cuadro 9 se presentan las medias de cuadrados mínimos y errores estándar de los estimadores de a y k con los cuales se elaboró la curva promedio de cada grupo genético (Figura 1). Respecto a la curva de lactancia, se aprecia que las formas de las curvas son similares, aunque probablemente debido a la distribución que presentan a y k , el análisis de varianza no detecto efecto de grupos genéticos, los grupos Hereford x Cebú y Brahman, alcanzan el día de máxima producción antes que los otros grupos y tiende a disminuir la producción a través de la lactancia en forma más acelerada. Las formas de las curvas son similares a las reportadas por otros autores en cruzas de razas europeas con Cebú (Green y col., 1991; McCarter y col. 1991), donde se distingue el día de máxima producción entre los 60 y 90 días de lactancia. Gaskins y Anderson (1980) no encontraron pico de lactancia, lo que significa que la producción de leche fue

mayor al principio de la lactancia y disminuyó paulatinamente a partir de ese momento.

Los cuadrados medios y la significancia estadística de las fuentes de variación para día de máxima producción y producción máxima en la lactancia se muestran en el cuadro 10. El efecto de grupo genético resultó altamente significativo para producción máxima en la lactancia ($P < .01$) y no significativo para el día de máxima producción ($P > .05$); número de parto y sexo de la cría no mostraron efectos significativos en estas dos características. En el cuadro 11 se presentan las medias de cuadrados mínimos y errores estándar de día de máxima producción y producción máxima en la lactancia por grupo genético. Ninguno de los efectos estudiados fue significativo para el día de máxima producción, el cual, se presentó en promedio al día 81 posparto. En razas europeas y sus cruzas, se ha observado el día de máxima producción entre 60 y 80 días (Marston y col., 1992; Jenkins y Ferrell 1992; Mallinckrodt y col., 1993). Green y col. (1991) calcularon el día de máxima producción para cruzas de Brahman en 68 días. Neidhardt y col. (1979) con vacas Brahman, obtuvieron el día de máxima producción al día 63. Por otra parte, Totusek y col. (1973) observaron que el día de máxima producción se presentó a las 7 semanas. McCarter y col. (1991) determinaron el día de máxima producción al segundo mes de lactancia en Brahman x Angus y al tercer mes en Brahman x Hereford. La gran variación que existe en los resultados de los trabajos citados, puede deberse a los distintos métodos de estimación utilizados; sin embargo, no se

observan diferencias consistentes entre las cruzas de *Bos indicus* con *Bos taurus* y las razas *Bos taurus*. Clutter y Nielsen (1987) observaron que el día de máxima producción ocurre más tarde en las cruzas con mayor potencial para producir leche en 205 días; sin embargo, esto no concuerda con los resultados obtenidos en este estudio.

La producción máxima en la lactancia obtenida en la craza Angus x Cebú es similar a la obtenida en Angus por Jenkins y Ferrell (1992); por otro lado, la producción máxima en la lactancia en Hereford por esos autores, fue mayor a la obtenida en este trabajo con Hereford x Cebú. En cruzas de razas europeas con Cebú, Sacco y col. (1987) no encontraron diferencias ($P > .05$) entre Angus x Brahman, Brahman x Hereford y Brahman, que obtuvieron 6.3, 5.4 y 5.1 kg, respectivamente; sin embargo, el orden de las cruzas tiende a ser similar. Green y col. (1991) encontraron una producción máxima en la lactancia en las cruzas de Brahman con razas europeas de 8.89 kg, similar a las obtenidas en Angus x Cebú y Suizo Pardo x Cebú en este trabajo.

En el cuadro 12 se presentan los cuadrados medios y la significancia estadística de las fuentes de variación para producción total por lactancia, producción diaria de leche y persistencia. En cuanto a producción total por lactancia y producción diaria, grupo genético resultó altamente significativo ($P < .001$); número de parto y sexo de la cría, no mostraron efectos significativos ($P > .05$). En cuanto a

persistencia los efectos de grupo genético y número de parto tienden a ser significativos ($P < .10$).

En el cuadro 13 se muestran las medias de cuadrados mínimos y errores estándar de producción total por lactancia, producción diaria de leche y persistencia por grupo genético.

La producción total por lactancia de Angus x Cebú y Suizo Pardo x Cebú resultó mayor a la de los otros grupos genéticos evaluados ($P < .05$). La producción total por lactancia de Angus x Cebú es similar a la observada por Jenkins y Ferrell (1992) en Angus (1426 kg). Sacco y col. (1987), en lactaciones de 175 días encontraron que Brahman produjo cantidades similares a Brahman x Hereford (737 ± 187 vs 646 ± 124 kg) y la producción de Angus x Brahman (812 ± 115 kg) fue mayor a la de ambas, lo que es similar a lo encontrado en este estudio. Los grupos genéticos que tuvieron una mayor producción total en la lactancia también tuvieron una mayor producción máxima en la lactancia, este resultado es similar a lo encontrado por Jenkins y Ferrell (1984).

La producción diaria de leche de Angus x Cebú y Suizo Pardo x Cebú resultó mayor a los otros grupos genéticos ($P < .05$); las estimaciones fueron inferiores a las obtenidas por Green y col. (1991) en cruzas de Brahman con razas europeas (7.4 kg). La producción diaria de leche obtenida por Daley y col. (1987), con vacas Brahman x Hereford y Brahman x Angus fue de 7.3 kg y 8.3 kg, respectivamente. McCarter y col. (1991), no encontraron diferencias en la producción diaria de leche en lactancias de 6 meses en las cruzas Brahman x Angus (5.82 kg) y

Brahman x Hereford (6.22 kg), aunque el orden de las cruzas fue diferente al encontrado en este estudio. La producción diaria de leche en vacas Brahman obtenida por Reynolds y col. (1978) fue de 2.8 kg y por Neidhardt y col. (1979) de 6.2 kg. De acuerdo con los resultados, la superioridad de las cruzas respecto a Brahman, en producción de leche, no es consistente y existen en la literatura diferencias en el orden de los grupos evaluados.

Por otro lado, se esperaba que por las características lecheras de Suizo Pardo, la craza Suizo Pardo x Cebú produjera mayor cantidad de leche que los otros grupos; sin embargo, no fue diferente a la craza Angus x Cebú ($P > .05$). Por otro lado, la producción total de leche de Suizo Pardo x Cebú fue mayor a la obtenida en algunas explotaciones del trópico manejadas en sistemas de doble propósito; en estos sistemas, Quiroz y col. (1987) obtuvieron 869.2 kg en lactaciones de 208 días y Zamudio y col. (1992), 1185 kg en 216 días, ambas con vacas F1 Suizo Pardo x Cebú. Por estos resultados, parecería que las vacas Angus x Cebú podrían ser una alternativa en estos sistemas de producción; sin embargo, hace falta mayor investigación al respecto.

En la persistencia de la lactancia, no se encontraron diferencias entre grupos genéticos ($P > .05$), probablemente debido a la gran variabilidad que hubo dentro de grupo, aunque las diferencias numéricas entre Hereford x Cebú y los otros grupos son grandes como se aprecia en el cuadro 13. Jenkins y Ferrell (1992) encontraron que la persistencia en la lactancia

de vacas Hereford (147.1) es similar a la de Angus (151.4). Por otra parte, Green y col. (1991), observaron una persistencia de 104.3 en las cruzas de Brahman y concluyen que la persistencia en la lactancia es mayor en vacas que tuvieron una mayor producción máxima en la lactancia, lo que no concuerda con las tendencias resultantes de este estudio.

COMPONENTES DE LECHE.- En el cuadro 14 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza y la significancia estadística de las fuentes de variación para los componentes de leche expresados en porcentaje.

Las medias de cuadrados mínimos y errores estándar de los componentes de leche obtenidos en los tres muestreos y el promedio por grupo genético, se presentan en el cuadro 15.

En porcentaje de grasa no se encontraron diferencias entre grupos genéticos ($P > .10$). El promedio general fue de 3.75%. Beal y col. (1990) con vacas Angus y Angus x Holstein, obtuvieron en promedio 4.1%. Daley y col. (1987) no encontraron diferencia entre Brahman x Hereford y Brahman x Angus ($P < .05$). Chenette y Frahm (1981) no encontraron diferencia entre cruzas de Hereford x Angus y Suizo Pardo x Angus. El porcentaje de grasa promedio encontrado por estos autores en Hereford x Angus y Suizo Pardo x Angus fue de 4.97 y 4.65%, respectivamente, el cual es mayor al obtenido en este estudio en las cruzas Hereford x Cebú y Suizo Pardo x Cebú, que fue de 3.54 y 3.75%, respectivamente. Algunos autores, han obtenido resultados similares en el porcentaje de grasa de ganado mantenido en

pastoreo (Melton y col., 1967; Gleddie y Berg, 1968; Lamond y col., 1969; Totusek y col., 1973).

En porcentaje de proteína (cuadro 15), solo se encontraron diferencias entre grupos genéticos al día 97 de lactancia. No hubo diferencias entre las cruzas Angus x Cebú, Charolais x Cebú y Hereford x Cebú y Hereford x Cebú fue similar a Suizo Pardo x Cebú y Brahman ($P < .05$). Daley y col. (1987) tampoco encontraron diferencias al comparar las cruzas Brahman x Angus y Brahman x Hereford ($P > .05$). Chenette y Frahm (1981) encontraron que el porcentaje de proteína en la crusa Hereford x Angus fue mayor ($P < .05$) al de Suizo Pardo x Angus (3.44% vs 2.75%). Los porcentajes de proteína obtenidos en este trabajo, son menores a los reportados por otros autores (Gleddie y Berg, 1968; Jeffery y Berg, 1971; Mondragón y col., 1983) y mayores a los obtenidos por Martin y Franke (1982).

En porcentaje de sólidos totales no se encontró ningún efecto significativo ($P > .05$). El promedio general fue de 11.91%, similar al obtenido con varias cruzas por Totusek y col. (1973). Otros autores han observado resultados mayores (Gleddie y Berg, 1968; Todd y col., 1968), aunque tampoco encontraron diferencias entre grupos genéticos. La variación de los sólidos totales esta muy relacionada con la variación de la grasa, lo cual, pudo ser la causa de no encontrar diferencias entre grupos.

El análisis de varianza de los porcentajes promedio de grasa, proteína y sólidos totales, no mostró efectos

significativos. Las medias de cuadrados mínimos se presentan en el cuadro 16.

En el cuadro 17 se presentan los cuadrados medios y la significancia estadística de los efectos para los kilogramos por lactancia de los componentes de leche. En los tres componentes estudiados (grasa, proteína y sólidos totales) el efecto de grupo genético fue el único significativo. En el cuadro 18 se presentan las medias de cuadrados mínimos de los componentes de leche expresados en kilogramos por lactancia por grupo genético.

En el cuadro 18 se aprecia que las cruzas que mayor cantidad de grasa produjeron fueron Angus x Cebú y Suizo Pardo x Cebú ($P < .05$). Los resultados son mayores a los encontrados por Totusek y col. (1973) quienes encontraron 30.1 kg por lactancia. A partir de la producción de grasa por día reportada por Daley y col. (1987), se estimó la producción en 210 días de lactancia de las cruzas Brahman x Hereford y Brahman x Angus, que obtuvieron 104.3 y 102.9, kg, respectivamente, casi el doble de lo obtenido en este estudio.

En kilogramos de proteína por lactancia, la craza Angus x Cebú fue la que produjo más, seguida de la Suizo Pardo x Cebú y por último los otros tres grupos evaluados (cuadro 18). El resultado de Angus x Cebú es similar al encontrado por Daley y col. (1987) en Brahman x Angus (56.7 kg). En el trabajo de Chenette y Frahm (1981) Suizo Pardo x Angus fue superior a Hereford x Angus ($P < .05$).

Las cruzas Angus x Cebú y Suizo Pardo x Cebú obtuvieron las mayores producciones por lactancia de sólidos totales y fueron diferentes de Brahman ($P < .05$). Estos resultados son diferentes a los obtenidos por Gleddie y Berg (1968), quiénes no encontraron diferencias entre Angus y Hereford. La cantidad de sólidos totales obtenida por Totusek y col. (1973) es similar a la obtenida en Hereford x Cebú, Charolais x Cebú y Brahman, pero inferior a Angus x Cebú y Suizo Pardo x Cebú. Chenette y Frahm (1981) no encontraron diferencia entre Hereford x Angus y Suizo Pardo x Angus, lo cual es similar al resultado de este estudio con las cruzas Hereford x Cebú y Suizo Pardo x Cebú.

PESO AL DESTETE. En el cuadro 19 se presentan los cuadrados medios y la significancia de los efectos del análisis de varianza para el peso al destete ajustado a 210 días y ganancia de peso predestete de las crías, en donde grupo genético resultó altamente significativo para las dos características ($P < .01$), los otros factores no fueron significativos ($P > .10$).

Las medias de cuadrados mínimos de peso ajustado a 210 días y la ganancia diaria de peso de las crías por grupo genético se presentan en el cuadro 20. Las crías de las vacas Angus x Cebú, Suizo Pardo x Cebú y Charolais x Cebú fueron las que obtuvieron los mayores pesos al destete y la mayor ganancia diaria de peso; sin embargo, todas las cruzas fueron superiores a Brahman aún cuando la cantidad de leche y los componentes no

siempre fueron superiores a Brahman. Melton y col. (1967) observaron ganancias diarias de peso mayores ($P < .05$) en Charolais (.911 kg) respecto a Angus y Hereford .702 y .724 kg, respectivamente. Bailey y col. (1988) encontraron pesos al destete mayores ($P < .01$) en la cruce Brahman x Hereford (210.2 kg) respecto a la Brahman x Angus (204.5 kg). Neidhardt y col. (1979) reportan en becerros Brahman peso al destete de 178 kg. Varios autores han encontrado que el factor más importante en la ganancia de peso predestete es la cantidad de leche que el becerro consume (Jeffery y col., 1971a; Boggs y col., 1980; Ansotegui y col., 1991); sin embargo, las diferencias encontradas entre los grupos genéticos evaluados, aparentemente no estuvieron relacionados solamente con el consumo de leche.

CORRELACIONES.- Las correlaciones obtenidas entre cantidad y composición de la leche con el peso ajustado a 210 días se muestran en el cuadro 21. La correlación obtenida entre peso ajustado a 210 días y producción total por lactancia fue de .42 ($P < .0001$) inferior a la obtenida por Totusek y col. (1973) pero similar a la encontrada por otros autores (Daley y col., 1987; McCarter, y col., 1991; Marston y col., 1992). También se han calculado correlaciones más bajas (Todd y col., 1968; Chenette y Frahm, 1981; Mallinckrodt y col., 1993). La correlación obtenida puede deberse a que los becerros no recibieron ningún suplemento alimenticio, por lo que la leche materna fue el factor más importante en la ganancia de peso predestete.

Las correlaciones entre los componentes de leche expresados en porcentaje y el peso al destete ajustado a 210 días, no fueron significativas. Totusek y col. (1973) obtuvieron una correlación entre porcentaje de grasa y peso al destete de .27. Por otro lado, varios autores (Todd y col., 1967; Rutledge y col. 1971; Daley y col., 1987) obtuvieron correlaciones no significativas entre los porcentaje de grasa y proteína con el peso al destete. Chenette y Frahm (1981) calcularon una correlación negativa entre porcentaje de proteína y peso al destete, lo cual podría indicar que las vacas con alto porcentaje de proteína producen menos leche.

La correlación entre kilogramos de grasa y el peso al destete ajustado es similar a la encontrada por otros autores (Daley y col., 1987), pero inferior a la obtenida por Beal y col. (1990); Chenette y Frahm (1981) obtuvieron una correlación no significativa ($P > .10$). La correlación obtenida entre los kilogramos de proteína y el peso al destete fue mayor a la encontrada por otros autores (Jeffery y Berg, 1971; Chenette y Frahm, 1981; Daley y col., 1987) y menor al .77 encontrado por Beal y col. (1990). Las correlaciones altas entre los componentes de leche y el peso al destete ajustado, probablemente están asociadas a la cantidad de leche que consumieron los becerros, puesto que las correlaciones entre los componentes de leche expresados en kilogramos y la producción total de leche resultaron altas (cuadro 22), todas superiores a .60. Las correlaciones entre la leche y sus componentes expresados en porcentaje no fueron significativas

($P > .10$). Chenette y Frahm (1981) encontraron correlaciones entre producción de leche y porcentaje de grasa y proteína de .23 y .22, respectivamente ($P < .10$).

Los resultados del análisis de covarianza de peso al destete ajustado a 210 días, con producción total por lactancia como covariable, se muestran en el cuadro 23. De acuerdo al coeficiente de regresión (.031), por cada 32.2 kg más de leche por lactancia, se produce un kilogramo de becerro destetado. Clutter y Nielsen (1987) en vacas con mediano y bajo potencial lechero obtuvieron 31.2 y 18.8 kg, respectivamente. Los resultados son similares a los obtenidos en otros estudios (Wistrand y Riggs, 1966).

DISCUSION GENERAL.

Las formas de la curva de lactancia son similares y con ello se podría explicar el hecho, de que no se encontraron efectos significativos en los estimadores de los parámetros de la curva; sin embargo, probablemente por ser el estimador k , una variable con distribución diferente a la normal, en algunas de las características de la lactancia derivadas de la función de Jenkins, si se detectaron efectos del grupo genético. Con los estimadores a y k con los que se generaron las curvas de lactancia, no se obtuvieron los mismos estimadores de las características de la lactancia, que utilizando el promedio de las características de la lactancia estimadas en cada lactancia. Hace falta mayor investigación en el ajuste de curvas de lactancia en ganado de carne. Aunque no se encontraron diferencias entre las curvas de los grupos genéticos estudiados, la ecuación de Jenkins permitió encontrar diferencias entre grupos genéticos de algunas de las características de la lactancia.

Por otra parte, las estimaciones del día de máxima producción resultaron muy variables (c.v. 34%) y no se detectaron efectos significativos, probablemente a que su estimación es a partir del inverso de k .

La producción de leche por lactancia parece ser el factor más relevante en la ganancia de peso predestete, sin embargo, la diferencia entre cruza podría estimarse con más confiabilidad, si las vacas F1, se cruzaran con sementales de una misma raza, debido a que existe evidencia de que las vacas

que amamantan becerros cruzados producen mayor cantidad de leche que las que amamantan becerros puros (Reynolds y col., 1978).

Aún cuando la ganancia de peso predestete o el peso al destete son indicadores indirectos de la producción de leche de las vacas, conocer la cantidad de leche, permitiría utilizar becerros con alto potencial de crecimiento en sistemas de cruzamiento terminales que aprovechen las diferencias en potencial lechero de las vacas F1. Los componentes de leche parecen ser poco importantes en el desarrollo e estrategias de cruzamiento cuya finalidad sea mejorar los pesos al destete.

En los sistemas de producción de bovinos de carne que existen en el trópico mexicano, la edad al destete es de 7 a 11 meses, por lo que con la información generada se puede afirmar, que los pesos al destete a 210 días de becerros en pastoreo, están aún fuertemente ligados a la producción de leche de sus madres, sin embargo, no es posible determinar el tiempo óptimo al destete.

Los componentes de leche mostraron errores estándar muy grandes esto probablemente se debió a los métodos de laboratorio utilizados para su obtención; es necesaria una buena homogeneización de la leche, al utilizar el método de Gerber en la determinación de grasa de leche congelada y esto pudo haber influido en la variación que se encontró en el muestreo a los 153 días de lactancia (cuadro 16); sin embargo, por las correlaciones presentadas entre los kilogramos por lactancia de los componentes con el peso ajustado a 210 días se

observó que los kilogramos de proteína por lactancia tienen una fuerte influencia en la ganancia predestete, aunque con fines prácticos, basta con medir la cantidad de leche. Las diferencias entre grupos genéticos en kilogramos por lactancia de los componentes, están ligadas a la cantidad de leche más que al porcentaje. Por otra parte, el hecho de que los kilogramos de proteína estuvieron muy asociados con la ganancia predestete, sugiere que se podrían obtener pesos al destete mayores, si se suplementa a los becerros con alimentos con proteína de alta calidad.

A pesar del incremento de vacas F1 en las regiones tropicales de México, hacen falta evaluaciones completas de su comportamiento productivo, manejadas en sistemas de producción de carne. Las vacas F1 Angus x Cebú y Suizo Pardo x Cebú tienen un gran potencial en los sistemas de producción de becerros.

CONCLUSIONES

Los efectos sexo del becerro y número de parto no influyeron en las variables día de máxima producción, producción máxima en la lactancia, producción total por lactancia, producción diaria de leche ni persistencia ($P > .05$).

Los grupos Angus x Cebú y Suizo Pardo x Cebú obtuvieron las mayores valores en producción máxima en la lactancia, total de leche producida, producción diaria de leche, kilogramos de grasa y sólidos totales por lactancia. ($P < .05$). Angus x Cebú produjo más kilogramos de proteína que Suizo Pardo por Cebú pero ésta fue superior a las demás cruza.

El peso al destete ajustado a 210 días y la ganancia diaria de peso predestete fueron similares en Angus x Cebú, Suizo Pardo x Cebú y Charolais x Cebú.

Las correlaciones residuales mayores se obtuvieron entre kilogramos de proteína y total de leche por lactancia con el peso al destete ajustado a 210 días. Las correlaciones entre los componentes expresados en porcentaje y peso al destete ajustado a 210 días no fueron significativas. Se obtuvieron las mayores correlaciones residuales entre leche y kilogramos de proteína y sólidos totales.

LITERATURA CITADA.

- Ansotegui, R.P., Havstad, K.M., Wallace, J.D. y Hallford, D.M. 1991. Effects of milk intake on forage intake and performance of suckling range calves. *J. Anim. Sci.* 69:899.
- Beal, W.E., Notter, D.R. y Akers, R.M. 1990. Techniques for estimation of milk yield in beef cows and relationships of milk yield to calf weight gain and postpartum reproduction. *J. Anim. Sci.* 68:937.
- Boggs, D.L., Smith, E.F., Scalles, R.R., Brent, B.E., Corah, L.R. y Pruitt, R.J. 1980. Effects of milk and forage intake on calf performance. *J. Anim. Sci.* 51:550.
- Buskirk, D.D., Lemenager, R.P. y Horstman, L.A. 1992. Estimation of net energy requirements (NE_m and NE_x) of lactating beef cows. *J. Anim. Sci.* 70:3867.
- Chenette, C.G. y Frahm, R.R. 1981. Yield and composition of milk from various two-breed cross cows. *J. Anim. Sci.* 52:483.
- Clutter, A.C. y Nielsen, M.K. 1987. Effect of level of beef cow milk production on pre and postweaning calf growth. *J. Anim. Sci.* 64:1313.
- Crockett, J.R., Koger, M. y Franke, D.E. 1978. Rotational crossbreeding of beef cattle: preweaning traits by generation. *J. Anim. Sci.* 46:1170.
- Daley, D.R., McCuskey, A. y Curtiss, M.B. 1987. Composition and yield of milk from beef type *Bos taurus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* dams. *J. Anim. Sci.* 64:373.
- Day, M.L., Imakawa, K., Clutter, A.C., Wolfe, P.L., Zalesky, D.D., Nielsen, M.K. y Kinder, J.E. 1987. Suckling behavior of calves with dams varying in milk production. *J. Anim. Sci.* 65:1207.
- Dearborn, D.D., Gregory, K.E., Cundiff, L.V. y Koch, R.M. 1987. Maternal heterosis and grandmaternal effects in beef cattle: preweaning traits. *J. Anim. Sci.* 65:33.
- FAO. 1980. Métodos de Análisis Químicos. Manual correspondiente al módulo I. Ed. Santiago de Chile. 4.1.
- Freking, B.A. y Marshall, D.M. 1992. Interrelationships of heifer milk production and other biological traits with production efficiency to weaning. *J. Anim. Sci.* 70:646.

- Gaskins, C.T. y Anderson, D.C. 1980. Comparison of lactation curves in Angus-Hereford, Jersey-Angus and Simmental-Angus cows. *J. Anim. Sci.* 50:828.
- Gleddie, V.M. y Berg, R.T. 1968. Milk production in range cows and its relationship to calf gains. *Can J. Anim. Sci.* 48:323.
- Green, R.D., Cundiff, L.V. Dickerson, G.E. y Jenkins, T.G. 1991. Output/input differences among nonpregnant, lactating *Bos indicus*-*Bos taurus* and *Bos taurus*-*Bos taurus* F1 cross cows. *J. Anim. Sci.* 69:3156.
- Hohenboken, W.D., Dudley, A. y Moody, D.E. 1992. A comparison among equations to characterize lactation curves in beef cows. *Anim. Prod.* 55:23.
- Jeffery, H.B. y Berg, R.T. 1971. Evaluation of milk variables as measures of milk effect on preweaning performance of beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 51:21.
- Jeffery, H.B., Berg, R.T. y Hardin, R.T. 1971a. Factors affecting preweaning performance in beef cattle. *Can J. Anim. Sci.* 51:561.
- Jeffery, H.B., Berg, R.T. y Hardin, R.T. 1971b. Factors influencing milk yield of beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 51:551.
- Jenkins, T.G. y Ferrell, C.L. 1982. Lactation curves of mature crossbred cows: Comparison of four estimating functions. *J. Anim. Sci.* 54: suplemento, 189. (Resumen).
- Jenkins, T.G. y Ferrell, C.L. 1984. A note on lactation curves of crossbred cows. *Anim. Prod.* 39:479.
- Jenkins, T.G. y Ferrell, C.L. 1992. Lactation characteristics of nine breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. *J. Anim. Sci.* 70:1652.
- Koger, M., Peacock, F.M., Kirk, W.G. y Crockett, J.R. 1975. Heterosis effects on weaning performance of Brahman-Shorthorn calves. *J. Anim. Sci.* 40:826.
- Kress, D.D., Doombos, D.E. y Anderson, D.C. 1990. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding: V. Calf production, milk production and reproduction of three to eight year old dams. *J. Anim. Sci.* 68:1910.
- Lamond, D.R., Holmes, J.H.G. y Haydock, K.P. 1969. Estimation of yield and composition of milk produced by grazing beef cows. *J. Anim. Sci.* 29:606.

- Mallinckrodt, C.H., Bourdon, R.M., Golden, B.L., Schalles, R.R. y Odde, K.G. 1993. Relationship of maternal milk expected progeny differences to actual milk yield and calf weaning weight. *J. Anim. Sci.* 71:355.
- Marston, T.T., Simms, D.D., Scalles, R.R., Zoellner, K.O., Martin, L.C. y Fink, G.M. 1992. Relationship of milk production, milk expected progeny difference, and calf weaning weight in Angus and Simmental cow-calf pairs. *J. Anim. Sci.* 70:3304.
- Martin, S.E. y Franke, D.E. 1982. Milk yields, compositions and production effects in straightbred and crossbred beef cows. *J. Anim. Sci.* 55(supl. 1):3 (Resumen).
- McCarter, M.N., Buchanan, D.S. y Frahm, R.R. 1991. Comparison of crossbred cows containing various proportions of Brahman in spring or fall calving systems: II. Milk production. *J. Anim. Sci.* 69:77.
- McMorris, M.R. y Wilton, J.W. 1986. Breeding system, cow weight and milk yield effects on various biological variables in beef production. *J. Anim. Sci.* 63:1361.
- Melton, A.A., Riggs, L.A., Nelson, L.A. y Cartwright, T.C. 1967. Milk production, composition and calf gains of Angus, Charolais and Hereford cows. *J. Anim. Sci.* 26:804.
- Mondragón, I., Wilton, J.W., Allen, O.B. y Song, H. 1983. Stage of lactation effects, repeatabilities and influences on weaning weights of yield and composition of milk in beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 63:751.
- Montaño-Bermudez, M., Nielsen, M.K. y Deutscher, G.H. 1990. Energy requirements for maintenance of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. *J. Anim. Sci.* 68:2279.
- Neidhardt, R., Plasse, D., Weniger, J.H., Verde, O., Beltran, J. y Benavides, A. 1979. Milk yield of Brahman cows in a tropical beef production system. *J. Anim. Sci.* 48:1.
- Neville, W.E. 1962. Influence of dams milk production and other factors on 120 and 240 day weight of Hereford calves. *J. Anim. Sci.* 21:315.
- Neville, W.E., Baird, D.M., McCampbell, H.C., y Sell, O.E. 1962. Influence of dam's milk production and other factors on postweaning performance and carcass characteristics of Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 21:943.

- Peacock, F.M., Koger, M., Olson, T.A. y Crockett, J.R. 1981. Additive genetic and heterosis effects in crosses among cattle breeds of british, european and zebu origin. *J. Anim. Sci.* 52:1007.
- Quiroz, V.J., Casas, C.E., Zamudio, N.A. y Vázquez, P.C. 1987. Estimación de efectos ambientales que influyen en la producción de leche en ganado F1 en condiciones tropicales. Reunión de Investigación Pecuaria en México. México, D.F. p.416.
- Reynolds, W.L., DeRouen, T.M. y Bellows, R.A. 1978. Relationships of milk yield of dam to early growth rate of straightbred and crossbred calves. *J. Anim. Sci.* 47:584.
- Rowlands, G.J., Lucey, S. y Russell, A.M. 1982. A comparison of different models of the lactation curve in dairy cattle. *Anim. Prod.* 35:135.
- Rutledge, J.J., Robison, O.W., Ahlschwede, W.T. y Legates, J.E. 1971. Milk yield and its influence on 205-day weight of beef calves. *J. Anim. Sci.* 33:563.
- Sacco, R.E., Backer, J.F. y Cartwright, T.C. 1987. Production characters of primiparous females of a five-breed diallel. *J. Anim. Sci.* 64:1612.
- SAS. 1990. SAS/STAT User's Guide (4th Ed.). SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Somerville, S.H. y Lowman, B.G. 1980. A comparison of machine-milking and the calf-suckling technique as methods of measuring the yield of beef cows. *Anim. Prod.* 30:365.
- Todd, J.C., Riggs, J.K. y Smith, J.C. 1968. Milk yield and calf weights from Brahman, Hereford and crossbred cows in the gulf coast prairie. *J. Anim. Sci.* 27:286 (Resumen).
- Totusek, R., Arnett, D.W., Holland, G.L. y Whitemer, J.V. 1973. Relation of estimation method, sampling interval and milk composition to milk yield of beef cows and calf gain. *J. Anim. Sci.* 37:1.
- Williams, J.H., Anderson, D.C. y Kress, D.D. 1979. Milk production in Hereford cattle. I. Effects of separation interval on weigh-suckle-weigh milk production estimates. *J. Anim. Sci.* 49:1438.
- Wistrand, G.C. y Riggs, J.K. 1966. Milk production of Santa Gertrudis cows as measured by calf nursing and machine milking methods. *J. Anim. Sci.* 25:263 (Resumen).
- Wood, P.D.P. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature, Lond.* 216:164.

Zamudio, N.A., Mejia E.F. y Herrera, H.J.G. 1992. Curvas de lactancia en cruza de ganado Holstein, Pardo Suizo y Simmental, por cebú, en el trópico húmedo. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Chihuahua, México. p.115.

Cuadro 1. Producción de leche (kg/día) por grupo genético y método de estimación.

Grupo genético	Método	Producción de leche (kg/día)	Autores
Sta.Ger	PAP y OME	6.75	Wistrand y Riggs, 1966.
HR	PAP	6.2	Gleddie y Berg, 1968.
AN	PAP	7.8	
HR	OME	5.2	
AN	OME	8.4	
BR	*	3.45	Todd y col., 1968.
BRxHR	*	6.08	
HR	*	3.36	
AN	PAP	3.3	Reynolds y col., 1978.
BR	PAP	2.8	
Brangus	PAP	3.8	
BR	PAP	6.2	Neidhardt y col., 1979.
ANxHR	PAP	5.8	Gaskins y Anderson, 1980.
ANxHR	OME	6.35	Chenette y Frahm, 1981.
SPxAN	OME	7.94	
SPxHR	OME	7.53	
ANxCH	PAP	9.33	Daley y col., 1987.
ANxHR	PAP	8.61	
BRxAN	PAP	8.38	
BRxHR	PAP	7.29	
HR	PAP	7.23	
HRxAN	PAP	6.37	Green y col., 1991.
BRxANóHR	PAP	7.40	
SWxANóHR	PAP	7.15	
BRxAN	PAP	5.82	McCarter y col., 1991.
BRxHR	PAP	6.22	
HRxAN	PAP	5.33	

AN=Angus, BR=Brahman, SP=Suizo Pardo, HR=Hereford, CH=Charolais, SW=Sahiwal, Sta Ger= Santa Gertrudis. PAP=Pesaje-amamantamiento-pesaje, OME= Ordeña mecánica, *=no lo definió el autor.

Cuadro 2. Raíces características de la matriz $E^{-1} * H$ y matriz H del porcentaje de grasa para el efecto de grupo genético y significancia estadística.

Raíces Características		Matriz H			
días		97	Grasa 153	201	
0.1348	97	1.7515	-0.6837	-2.0637	
0.0238	153	-0.6837	0.3913	0.8967	
0.0014	201	-2.0637	0.8967	8.7160	
		S=3	M=0	N=19	
Estadístico	Valor		F	g.l.	P>F
Lambda de wilks	.8594		.5212	12	0.8969
Traza de Pillai	.1435		.5277	12	0.8934
Traza de Hotelling-Lawle	.1601		.5160	12	0.9008
Raíz mayor de Roy	.1348		1.4154	4	0.2455

Cuadro 3. Raíces características de la matriz $E^{-1} * H$ y matriz H del porcentaje de proteína para el efecto de grupo genético y significancia estadística.

Raíces Características		Matriz H			
días		97	proteína 153	201	
0.1990	97	0.4897	0.0457	0.3072	
0.1063	153	0.0457	0.2340	0.0024	
0.0032	201	0.3072	0.0024	0.2097	
		S=3	M=0	N=18	
Estadístico	Valor		F	g.l.	P>F
Lambda de wilks	.7513		.9590	12	0.4928
Traza de Pillai	.2654		.9708	12	0.4805
Traza de Hotelling-Lawle	.3087		.9434	12	0.5071
Raíz mayor de Roy	.1990		1.9906	4	0.1145

Cuadro 4. Raíces características de la matriz $E^{-1} \cdot H$ y matriz H del porcentaje de sólidos totales para el efecto de grupo genético y significancia estadística.

Raíces Características		Matriz H			
		proteína			
días		97	201		
0.1347	97	15.9883	-6.0705		
0.0427	201	-6.0705	11.1249		
		S=2	M=0.5	N=20.5	
Estadístico		Valor	F	g.l.	P>F
Lambda de wilks		.8451	.9436	8	0.4854
Traza de Pillai		.1597	.9549	8	0.4764
Traza de Hotelling-Lawle		.1775	.9319	8	0.4948
Raíz mayor de Roy		.1347	1.4824	4	0.2238

Cuadro 5. Correlaciones parciales entre las muestras de porcentajes de grasa, proteína y sólidos totales

Grasa			
	g1	g2	g3
g1	1.0	.03 (.82)	.12 (.41)
g2		1.0	.02 (.89)
g3			1.0
Proteína			
	p1	p2	p3
p1	1.0	.23 (.13)	.44 (.004)
p2		1.0	.28 (.07)
p3			1.0
Sólidos totales			
	st1	st3	
st1	1.0	-.16 (.27)	
st3		1.0	

g1, p1, st1 = muestreos de grasa, proteína y sólidos totales, respectivamente, a los 91 días de lactación.

g2, p2 = muestreos de grasa y proteína, respectivamente, a los 153 días de lactación.

g3, p3, st3 = muestreos de grasa, proteína y sólidos totales, respectivamente, a los 201 días de lactación.

Cuadro 6. Medias aritméticas y desviaciones estándar de los estimadores de la función de Jenkins, características de la curva de lactancia y peso ajustado a 210 días por grupo genético.

Variable	Grupo genético	n	media	desviación estándar
a	BR	11	4.55	1.05
	CHxC	16	5.34	2.58
	ANxC	7	3.01	1.59
	HRxC	13	3.36	1.36
	SPxC	10	4.41	1.81
k	BR	11	0.014	0.004
	CHxC	16	0.012	0.005
	ANxC	7	0.014	0.003
	HRxC	13	0.016	0.005
	SPxC	10	0.012	0.004
Producción máxima	BR	11	6.05	0.93
	CHxC	16	6.97	1.55
	ANxC	7	9.63	1.59
	HRxC	13	7.87	1.89
	SPxC	10	8.15	2.27
Día de máxima producción	BR	11	74.3	16.6
	CHxC	16	94.3	39.3
	ANxC	7	75.6	19.0
	HRxC	13	66.7	20.3
	SPxC	10	89.4	26.4
Producción total de leche	BR	11	929	207
	CHxC	16	1074	189
	ANxC	7	1446	152
	HRxC	13	1098	225
	SPxC	10	1283	292
Peso ajustado a 210 días	BR	11	115.6	25
	CHxC	16	183.9	24
	ANxC	7	195.5	27
	HRxC	13	175.1	25
	SPxC	10	191.0	21

BR=Brahman; CHxC=Charolais x Cebú; ANxC=Angus x Cebú; HRxC=Hereford x Cebú; SPxC= Suizo Pardo x Cebú.

Cuadro 7. Medias aritméticas y desviaciones estándar de los porcentajes de grasa, proteína y sólidos totales por grupo genético

Variable	grupo genético				
	BR	CHxC	ANxC	HRxC	SPxC
% de grasa					
1er muestreo	3.1 ± 0.5 (11)	2.9 ± 0.8 (16)	3.4 ± 0.5 (7)	3.4 ± 1.7 (13)	3.0 ± 0.7 (10)
2° muestreo	3.7 ± 1.0 (11)	4.1 ± 1.5 (16)	3.9 ± 1.1 (7)	3.7 ± 1.9 (13)	3.7 ± 0.6 (10)
3er muestreo	4.3 ± 0.9 (11)	3.3 ± 0.3 (16)	3.3 ± 1.5 (7)	4.2 ± 1.6 (12)	4.6 ± 0.6 (10)
% de proteína					
1er muestreo	2.8 ± 0.2 (11)	2.9 ± 0.3 (16)	3.1 ± 0.4 (7)	2.9 ± 0.3 (13)	2.7 ± 0.1 (10)
2° muestreo	2.8 ± 0.2 (11)	2.8 ± 0.3 (16)	3.0 ± 0.3 (6)	2.9 ± 0.3 (13)	2.8 ± 0.2 (9)
3er muestreo	3.3 ± 0.3 (10)	3.4 ± 0.5 (15)	3.5 ± 0.1 (6)	3.4 ± 0.3 (11)	3.3 ± 0.3 (10)
% de sólidos totales					
1er muestreo	12.3 ± 1.9 (11)	12.2 ± 2.7 (16)	12.2 ± 1.4 (7)	12.1 ± 3.0 (13)	11.1 ± 3.0 (8)
2° muestreo	11.7 ± 1.3 (11)	12.0 ± 1.6 (16)	10.7 ± 1.1 (7)	12.0 ± 1.4 (12)	12.0 ± 0.9 (10)

() número de observaciones.

BR=Brahman; CHxC=Charolais x Cebú; ANxC=Angus x Cebú; HRxC= Hereford x Cebú; SPxC= Suizo Pardo x Cebú.

Cuadro 8. Medias aritméticas y desviaciones estándar de los porcentajes promedio y kilogramos por lactancia de grasa, proteína y sólidos totales por grupo genético.

Variable	Grupo genético	n	media	desviación estándar
% medio de grasa	BR	11	3.7	0.6
	CHxC	16	3.9	0.8
	ANxC	7	3.5	0.8
	HRxC	13	3.7	1.1
	SPxC	10	3.8	0.5
% medio de proteína	BR	11	2.9	0.2
	CHxC	16	3.0	0.2
	ANxC	7	3.2	0.2
	HRxC	13	3.1	0.2
	SPxC	10	2.9	0.2
% medio de sólidos totales	BR	11	12.0	1.1
	CHxC	16	12.1	1.3
	ANxC	7	11.5	0.7
	HRxC	13	11.9	1.9
	SPxC	10	11.6	1.5
kg de grasa	BR	11	34.5	8.9
	CHxC	16	41.4	11.0
	ANxC	7	50.9	11.4
	HRxC	13	41.2	12.5
	SPxC	10	47.8	8.8
kg de proteína	BR	11	27.6	6.8
	CHxC	16	32.9	7.5
	ANxC	7	46.7	6.5
	HRxC	13	33.6	6.5
	SPxC	10	37.9	8.8
kg de sólidos totales	BR	11	112.0	28.9
	CHxC	16	129.7	22.4
	ANxC	7	165.4	16.6
	HRxC	13	132.2	36.0
	SPxC	10	149.5	42.9

BR=Brahman; CHxC=Charolais x Cebú; ANxC=Angus x Cebú; HRxC=Hereford x Cebú; SPxC= Suizo Pardo x Cebú.

Cuadro 9. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar de los parámetros de la curva de lactancia por grupo genético.

Grupo genético	a	k
Angus x Cebú	3.16 ± .79	0.0138 ± .0019
Suizo Pardo x Cebú	4.43 ± .62	0.0122 ± .0014
Hereford x Cebú	3.31 ± .60	0.0177 ± .0014
Charolais x Cebú	5.13 ± .53	0.0135 ± .0012
Brahman	4.69 ± .62	0.0141 ± .0014

Cuadro 10. Cuadrados medios del análisis de varianza de día de máxima producción y producción máxima en la lactancia.

Fuente de variación	gl	Día de máxima producción	Producción máxima en la lactancia
Grupo genético	4	1459	13.4**
Número de parto	5	633	4.0
Sexo de la cría	1	4	1.0
Error	46	783	2.8

** $p < .01$.

Cuadro 11. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar de día de máxima producción y producción máxima en la lactancia por grupo genético.

Grupo genético	Día de máxima producción	Producción máxima en la lactancia
Angus x Cebú	79.4 ± 11.9	9.7 ± .7 ^a
Suizo Pardo x Cebú	87.4 ± 9.3	8.0 ± .5 ^{ab}
Hereford x Cebú	60.4 ± 9.1	7.6 ± .5 ^b
Charolais x Cebú	87.3 ± 8.1	6.8 ± .4 ^{bc}
Brahman	76.2 ± 9.4	5.8 ± .5 ^c

a, b, c Medias en la misma columna con diferente literal indica diferencia estadística ($P < .05$).

Cuadro 12. Cuadrados medios del análisis de varianza de producción total por lactancia, producción diaria de leche y persistencia.

Fuente de variación	gl	Producción total por lactancia	Producción diaria de leche	Persistencia
Grupo genético	4	341525***	7.7***	658 ⁺
Número de parto	5	63134	1.3	746 ⁺
Sexo de la cría	1	3158	0.1	673
Error	46	47007	1.0	312

*** P<.001

+ P<.10

Cuadro 13. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar de Producción total por lactancia, producción diaria de leche y persistencia por grupo genético.

Grupo genético	Total de leche producida (kg)	Producción diaria de leche (kg)	Persistencia
Angus x Cebú	1454 ± 92 ^a	6.9 ± .4 ^a	151 ± 7
Suizo Pardo x Cebú	1256 ± 72 ^a	6.0 ± .3 ^a	159 ± 6
Hereford x Cebú	1008 ± 70 ^b	4.8 ± .3 ^b	137 ± 6
Charolais x Cebú	1012 ± 62 ^b	4.8 ± .2 ^b	151 ± 5
Brahman	902 ± 72 ^b	4.3 ± .3 ^b	152 ± 6

a,b Medias en la misma columna con diferente literal indica diferencia estadística (P<.05).

Cuadro 14. Cuadrados medios del análisis de varianza de los componentes de leche.

Característica	Grupo genético (GG)	Número de Parto (NP)	GG*NP	Día de lactación	Error
Grasa (%)					
Día 97	.42	.26	--	--	1.10
Día 153	.09	.68	2.76	--	1.75
Día 201	1.97	.35	--	--	1.83
\bar{X}	.15	.21	--	--	.70
Proteína (%)					
Día 97	.16*	.14 ⁺	--	.27*	.06
Día 153	.07	.06	.09	--	.06
Día 201	.07	.17	.16	--	.10
\bar{X}	.08	.05	--	--	.05
Sólidos totales (%)					
Día 97	3.50	4.28	--	--	7.02
Día 201	2.75	1.30	--	--	1.87
\bar{X}	.94	1.32	--	--	2.10

+ P<.10

* P<.05

**P<.01

Cuadro 15. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar de los porcentajes de grasa, proteína y sólidos totales por grupo genético en tres días de la lactancia.

Grupo genético	Día	Grasa (%)	Proteína (%)	Sólidos totales (%)
Angus x Cebú	97	3.2 ± .3	3.04 ± .10 ^a	12.5 ± 1.0
	153	3.9 ± 1.2	3.08 ± .20	-
	201	3.3 ± .5	3.50 ± .27	10.5 ± .5
	\bar{X}	3.5 ± .3	3.20 ± .08	11.5 ± .6
Suizo Pardo x Cebú	97	3.0 ± .3	2.64 ± .08 ^b	10.7 ± .9
	153	3.8 ± 1.0	2.83 ± .17	-
	201	4.6 ± .4	3.27 ± .25	12.0 ± .4
	\bar{X}	3.8 ± .3	2.92 ± .07	11.4 ± .5
Hereford x Cebú	97	3.4 ± .3	2.84 ± .08 ^{ab}	12.1 ± .8
	153	3.8 ± .9	2.92 ± .15	-
	201	4.1 ± .4	3.55 ± .21	12.0 ± .4
	\bar{X}	3.6 ± .3	3.01 ± .07	11.9 ± .5
Charolais x Cebú	97	3.0 ± .3	2.88 ± .07 ^a	12.0 ± .7
	153	4.0 ± .7	2.79 ± .12	-
	201	4.6 ± .4	3.37 ± .16	12.1 ± .4
	\bar{X}	3.8 ± .3	3.02 ± .06	12.0 ± .4
Brahman	97	3.2 ± .3	2.79 ± .08 ^b	12.2 ± .8
	153	3.7 ± .8	2.82 ± .15	-
	201	4.4 ± .4	3.30 ± .20	12.0 ± .4
	\bar{X}	3.8 ± .3	2.95 ± .07	12.0 ± .5

a,b Indica diferencia estadística en el porcentaje de proteína al día 97 de la lactancia (P<.05).

Cuadro 16. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar de % promedio por lactancia de grasa proteína y sólidos totales por grupo genético.

Grupo genético	Grasa (%)	Proteína (%)	Sólidos totales (%)
Angus x Cebú	3.5 ± .3	3.2 ± .08	11.5 ± .6
Suizo Pardo x Cebú	3.8 ± .3	2.9 ± .07	11.4 ± .5
Hereford x Cebú	3.6 ± .3	3.0 ± .07	11.9 ± .5
Charolais x Cebú	3.8 ± .2	3.0 ± .06	12.1 ± .4
Brahman	3.8 ± .3	2.9 ± .07	12.1 ± .5

Cuadro 17. Cuadrados medios del análisis de varianza de los kilogramos por lactancia de grasa, proteína y sólidos totales.

Fuente de variación gl	Grasa (kg)	Proteína (kg)	Sólidos totales (kg)
Grupo genético	4	397*	414**
Número de parto	5	190	95
Error	47	109	49
			3570*
			923
			959

* P<.05

**P<.01

Cuadro 18. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar de kilogramos por lactancia de grasa proteína y sólidos totales por grupo genético.

Grupo genético	Grasa (kg)	Proteína (kg)	Sólidos totales (kg)
Angus x Cebú	51 ± 4.2 ^a	47 ± 2.8 ^a	168 ± 12 ^a
Suizo Pardo x Cebú	46 ± 3.5 ^{ab}	36 ± 2.3 ^b	144 ± 10 ^{ab}
Hereford x Cebú	36 ± 3.3 ^{bc}	30 ± 2.2 ^c	122 ± 10 ^{bc}
Charolais x Cebú	38 ± 3.0 ^{bc}	30 ± 2.0 ^c	122 ± 9 ^{bc}
Brahman	33 ± 3.5 ^c	26 ± 2.3 ^c	110 ± 10 ^c

a, b, c Medias en la misma columna con diferente literal indica diferencia estadística (P<.05).

Cuadro 19. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso al destete ajustado a 210 días y ganancia diaria predestete.

Fuente de variación	gl	Peso al destete ajustado (kg)	Ganancia diaria (kg)
Grupo genético	4	8497.7 ^{***}	.164 ^{***}
Número de parto	5	815.3	.019
Sexo de la cría	1	685.2	.014
Error	46	580.1	.012

*** P<.001

Cuadro 20. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar de peso al destete ajustado a 210 días y ganancia de peso predestete por grupo genético.

Grupo genético	Peso al destete	Ganancia de peso
Angus x Cebú	191 ± 10 ^a	0.766 ± .04 ^a
Suizo Pardo x Cebú	185 ± 8 ^{ab}	0.719 ± .03 ^{ab}
Hereford x Cebú	164 ± 7 ^b	0.636 ± .03 ^b
Charolais x Cebú	178 ± 6 ^{ab}	0.686 ± .03 ^{ab}
Brahman	113 ± 8 ^c	0.408 ± .03 ^c

* P<.05

Cuadro 21. Correlaciones residuales entre características de la leche y peso del becerro ajustado a 210 días.

Característica	%	Correlación	kg
Grasa	-.02 ^{ns}		.27*
Proteína	.17 ^{ns}		.47**
Sólidos totales	.02 ^{ns}		.36**
Leche	--		.45**

ns=no significativa.

* P<.05

** P<.01

Cuadro 22. Correlaciones residuales entre producción de leche y sus componentes.

Característica	%	Correlación	kg
Grasa	-.14 ^{ns}		.61***
Proteína	.05 ^{ns}		.94***
Sólidos totales	.13 ^{ns}		.87***

ns=no significativa.

*** P<.001

Cuadro 23. Cuadrados medios y significancia estadística de peso al destete ajustado.

Fuente de variación	gl	Cuadrado medio
Grupo genético (GG)	4	856.7
Producción total de leche (PTL)	1	5746.9**
PTL*RZ	4	323.9
Error	56	473.2
Estimadores		
Intercepto	150.803	
PTL	0.031	$R^2 = .71$

** P<.01

APENDICE I

Derivación de el día de máxima producción a partir de la función de Jenkins.

$$Y(n) = n/ae^{kn}$$

$$Y(n) = n a^{-1} e^{-kn}$$

derivando

$$na^{-1} \frac{d e^{-kn}}{d n} + e^{-kn} \frac{d na^{-1}}{d n}$$

$$na^{-1}e^{-kn} (-k) + e^{-kn} a^{-1} = 0$$

$$-kna^{-1}e^{-kn} + e^{-kn}a^{-1} = 0$$

despejando n

$$n=1/k$$

La producción máxima en la lactancia se calcula sustituyendo $1/k$ en n

$$Y = (1/k) (1/a) (1/e^{k/k})$$

entonces

$$Y=1/(a k e)$$

Figura 1. Curvas de lactancia por grupo genético.

